

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Marko SAMEJA

**RAZŠIRJENOST, BIOLOGIJA IN EKOLOGIJA
PUŠČAVNIKA (Coleoptera: *Osmoderma eremita*) V
SLOVENSKIH GORICAH**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Marko SAMEJA

**RAZŠIRJENOST, BIOLOGIJA IN EKOLOGIJA PUŠČAVNIKA
(Coleoptera: *Osmoderma eremita*) V SLOVENSKIH GORICAH**

MAGISTRSKO DELO

**DISTRIBUTION, BIOLOGY AND ECOLOGY OF HERMIT BEETLE
(Coleoptera: *Osmoderma eremita*) IN SLOVENSKE GORICE**

M. SC. THESIS

Ljubljana, 2016

Magistrsko delo je zaključek magistrskega univerzitetnega poddiplomskega študija Varstva okolja. Opravljen je bil na Univerzi v Ljubljani na Biotehniški fakulteti.

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter s sklepom Senata Biotehniške fakultete z dne 14. 12. 2009 je bilo potrjeno, da kandidat izpolnjuje pogoje za magistrski Univerzitetni poddiplomski študij Varstva okolja ter opravljanje magisterija znanosti. Za mentorico je bila imenovana prof. dr. Maja Jurc.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Rudi VERONIK
 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Članica: prof. dr. Maja JURC
 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: doc. dr. Al VREZEC
 Nacionalni inštitut za biologijo

Datum zagovora:

Magistrsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem besedilu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani različici.

Marko Sameja

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Md
DK	GDK 145.76Osmoderma eremita+151.2(043.2)=163.6
KG	puščavnik/saproksili/bioindikator/glavate vrbe/Slovenske gorice/posebna ohranitvena območja
KK	
AV	SAMEJA, Marko
SA	JURC, Maja (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Univerzitetni podiplomski študij Varstva okolja
LI	2016
IN	RAZŠIRJENOST, BIOLOGIJA IN EKOLOGIJA PUŠČAVNIKA (Coleoptera: <i>Osmoderma eremita</i>) V SLOVENSKIH GORICAH
TD	Magistrsko delo
OP	XI, 75 str., 9 pregl., 33 sl., 11 pril., 130 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	

Puščavnik *Osmoderma eremita* je ogrožena saproksilna vrsta hrošča iz družine Scarabaeidae. Zaradi posebnih habitatnih zahtev – vezan je namreč na prisotnost starih votlih dreves – je pomemben bioindikator stopnje ohranjenosti naravnega okolja, prisotnosti specifičnih habitatnih tipov in struktur. Vrsta je zavarovana z Bernsko konvencijo in s Habitatno direktivo. Slednja ga opredeljuje kot prednostno vrsto. Območje raziskave obsega več kot 11.000 hektarjev med 230 in 570 metri n. v. kmetijsko kulturne krajine severozahodnega dela Slovenskih goric z dobro tretjino lesnoproduzvodnih listopadnih gozdov. Podatki o razširjenosti puščavnika so bili pridobljeni v obdobju 2006–2013 ter z monitoringom s feromonskimi pastmi v letih 2014 in 2015. Zadnji podatki o puščavniku v Slovenskih goricah izvirajo s konca 19. stol., sedaj smo ga uspeli ponovno najti. Vrsto smo našli na 13-ih lokacijah, večinoma na vrbi (*Salix spp.*). Najdišča vrste se predlagajo kot pSAC za vključitev v omrežje Natura 2000. Za lokacijo Vukovje, kot eno od populacijskih jeder vrste, se predlaga vključitev v shemo nacionalnega monitoringa vrste. Monitoring 100-tih feromonskih pasti na 20-ih lokacijah je pokazal, da se puščavnik pojavlja najpogosteje v habitatnem tipu mejica, pojavlja pa se tudi v gozdu in drevoredu. Za monitoring vrste v gozdnem prostoru, kot njen naravni habitat, se predlaga izbor (najdebelejše drevo in sestoj v obnovi) lokacij gozdarskih stalnih vzorčnih ploskev. Številčnejše se vrsta pojavlja na debelejših drevesih. Vse biometrične lastnosti vrste so v pozitivni korelaciji, še posebej verjetno je, da so večji (daljši) puščavniki tudi najtežji. Z raziskavo smo potrdili razlike med spoloma za širino oprsja. Telesna masa odraslih živali s časom pada, še posebej pri samcih. Za aktivnejše varstvo in ohranjanje vrste bo zraven nadaljnjega terenskega vzročenja treba vložiti še več napora v medsebojno komunikacijo med za vrsto pomembnimi deležniki v prostoru.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Md
DC	FDC 145.76Osmoderma eremita+151.2(043.2)=163.6
CX	hermit beetle/saproxylic/headed willows/Slovenske gorice/special protected area
CC	
AU	SAMEJA, Marko
AA	JURC, Maja (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, University Postgraduate Study Programme in Environmental Protection
PY	2016
TI	DISTRIBUTION, BIOLOGY AND ECOLOGY OF HERMIT BEETLE (Coleoptera: <i>Osmoderma eremita</i>) IN SLOVENSKE GORICE
DT	M. Sc. Thesis
NO	XI, 75 p., 9 tab., 33 fig., 11 ann., 130 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	

Hermit beetle *Osmoderma eremita* is one of the indicators species, endangered saproxylic beetle from the family Scarabaeidae. Because of its specific habitat requirements – it inhabits hollows in old trees – it is an important bioindicator of the preserved natural environment and presence of specific habitat types and structures. Hermit beetle is protected by Berne Convention and FFH Directive of the European Council. The studied area comprises more than 11.000 hectares between 230 and 570 m. a.s.l. in forest and cultural landscape of north-western part of Slovenske gorice. A good third of the studied area is covered by deciduous forests used for wood production, while the rest of the area is under agricultural use. Data on distribution of hermit beetle has been collected in the period 2006-2013 and with monitoring with pheromone traps in 2014 and 2015. After the last known record of hermit beetle from end of 19th century we have succeeded to find it again in Slovenske gorice. Species was found on 13 locations, mostly willow (*Salix* spp.) trees. All locations with species records are an important foundation for a new pSCI proposal for Natura 2000 network. Location Vukovje is proposed for Hermit beetle national monitoring. With monitoring of 100 pheromone traps on 20 locations we discovered that Hermit beetle appears most frequently in hedges habitat type, but it also appears in forests and tree avenues. For the species monitoring in forest area we propose selection (thickest tree and forest stand in the renewal phase) of forest permanent sample plots (PSP). Species appearance is more frequent on larger trees. The biometrical characteristics have shown positive correlation between all measured biometrical characteristics. This research has confirmed significant differences between sexes for body length and thorax width. The longest beetles were heavier. We discovered statistically significant differences between sexes for thorax width. The body mass of beetles is decreasing in time. Further researches on species and sufficient offer of appropriate habitat conditions are important for Hermit beetle conservation in future. Success of conservation depends on efforts focused on active species protection.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
SLOVARČEK (POJMI, OKRAJŠAVE).....	XI
1 UVOD.....	1
2 RAZISKOVALNA IZHODIŠČA IN DOSEDANJE RAZISKAVE	4
2.1 TAKSONOMIJA IN RAZŠIRJENOST.....	4
2.2 DOSEDANJE RAZISKAVE	7
2.3 POPULACIJA V SLOVENIJI.....	8
2.4 BIOLOGIJA PUŠČAVNIKA	10
2.4.1 Morfologija.....	10
2.4.2 Ontogenetski razvoj.....	13
2.4.3 Sociobiologija.....	15
2.4.4 Gostiteljske rastline	16
2.4.5 Areal	18
3 CILJI.....	19
4 METODE DELA.....	20
4.1 OPIS OBMOČJA RAZISKAVE.....	20
4.2 TERENSKO VZORČENJE.....	24
4.2.1 Klasični popis vrste	24
4.2.2 Testiranje izbora habitata s feromonskimi pastmi	24
4.2.3 Razširjenost vrste v območju raziskave	30
4.2.4 Merjenje živali	30
4.2.5 Merjenje habitata – izbor in ekstrakcija vrednosti okoljskih spremenljivk.....	33
4.3 ANALIZA PODATKOV.....	36
4.3.1 Analiza izbora habitata	36
4.3.1.1 Testiranje izbora habitata	36
4.3.1.2 Testiranje vpliva preučevanih okoljskih spremenljivk na izbor habitata	36
4.3.2 Sezonska dinamika aktivnosti.....	37
4.3.3 Analiza biometričnih lastnosti vrste	38
4.3.3.1 Korelacija biometričnih lastnosti vrste.....	38
4.3.3.2 Testiranje razlik biometričnih lastnosti vrste glede na spol, obseg gostiteljskih dreves in čas najdbe živali	38
5 REZULTATI	40
5.1 REZULTATI TERENSKEGA VZORČENJA	40
5.1.1 Rezultati klasičnega popisa vrste	40
5.1.2 Rezultati popisa vrste z vzorčenjem s feromonskimi pastmi po habitatnih tipih.....	42
5.1.3 Razširjenost puščavnika na območju raziskave	45
5.2 REZULTATI SEZONSKE DINAMIKE VRSTE	47
5.3 ANALIZA IZBORA HABITATA	48
5.3.1 Številčnost puščavnika po habitatnih tipih	48
5.3.2 Vpliv preučevanih okoljskih spremenljivk na izbor habitata puščavnika.....	49
5.3.3 Biometrične lastnosti vrste	50
5.3.4 Korelacija med biometričnimi lastnostmi vrste	52

5.3.5	Povezava med biometričnimi lastnostmi in obsegom gostiteljskih dreves	53
5.3.5.1	Spremembe biometričnih lastnosti glede na čas najdbe	55
6	RAZPRAVA.....	57
7	SKLEPI.....	61
8	POVZETEK	62
8.1	<i>POVZETEK</i>	62
8.2	<i>SUMMARY</i>	64
9	VIRI.....	66
	ZAHVALA	76
	PRILOGE	77

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1	Pregled uporabljenih okoljskih spremenljivk (ZGS, lastne meritve). 33
Preglednica 2	Preglednica rezultatov testiranja izbora habitatata – število lovnih dni in RA (št. živali/št. lovnih dni) po habitatnih tipih: mediana, kvartilni interval, maksimum..... 48
Preglednica 3	Test soodvisnosti med okoljskimi spremenljivkami in številčnostjo puščavnika z RA (št. živali/lovni dan). Testirano s Spearmanovim koeficientom korelacije (r_s) za 20 lokacij (N = 20)..... 49
Preglednica 4	Biometrične lastnosti puščavnika – primerjava med spoloma z Mann-Whitney U testom: mediana, kvartilni interval, minimum, maksimum, SE, U in p 50
Preglednica 5	Testiranje soodvisnosti med biometričnimi lastnostmi s Spearmanovim testom korelacije 52
Preglednica 6	Primerjava biometričnih lastnosti samcev puščavnikov glede na obseg dreves (Mann-Whitney U test): mediana, kvartilni interval, minimum, maksimum, SE, U in p 53
Preglednica 7	Primerjava biometričnih lastnosti samic puščavnikov glede na obseg dreves (Mann-Whitney U test): mediana, kvartilni interval, minimum, maksimum, SE, U in p 54
Preglednica 8	Primerjava biometričnih lastnosti samcev puščavnikov glede na sezono (Mann-Whitney U test): mediana, kvartilni interval, minimum, maksimum, SE, U in p 55
Preglednica 9	Primerjava biometričnih lastnosti samic puščavnikov glede na sezono (Mann-Whitney U test): mediana, kvartilni interval, minimum, maksimum, SE, U in p 56

KAZALO SLIK

Slika 1	Izsek besedila iz Scoplijeve Entomologia Carniolica z opisom puščavnika (Scopoli, 1763: 7).....	4
Slika 2	Geografska območja <i>Osmoderma eremita</i> kompl. v Evropi (Audisio in sod., 2007: 276).....	5
Slika 3	Samec puščavnika – razločne predočesne izbokline (foto: Sameja M.) 10	
Slika 4	Samica puščavnika – predočesne izbokline manjkajo (foto: Sameja M.).....	10
Slika 5	Primerjava zadnjične odprtine a) <i>Osmoderma eremita</i> kompl., b) <i>Protaetia marmorata</i> (Olekša, 2012: 22).....	11
Slika 6	Ličinka puščavnika (foto: Sameja M.)	12
Slika 7	Duplina, napolnjena z značilnimi iztrebki ličink puščavnika (foto: Sameja M.)	12
Slika 8	Parjenje puščavnikov – zgoraj samec, spodaj samica (foto: Sameja M.).....	13
Slika 9	Odprt kokon v lesnem drobirju in ostanki vratnega ščita puščavnika (foto: Sameja M.)	14
Slika 10	Ličinke puščavnika v lesnem drobirju (foto: Sameja M.).....	14
Slika 11	Območje raziskave zajema zahodne Slovenske gorice med Pesnico, Kungoto, Šentiljem, Tratami in Lenartom (GURS).....	20
Slika 12	Lokacija Vukovje – »glavate« vrbe (foto: Sameja M.).....	22
Slika 13	Lokacija Vukovje – mejica v kmetijski krajini	23
Slika 14	Viseča prestrezna feromonska past za monitoring puščavnika (foto: Sameja M.)	25
Slika 15	Vzorčenje s feromonskimi pastmi – habitatni tip gozd debeljak (foto: Sameja M.)	25
Slika 16	Vzorčenje s feromonskimi pastmi – habitatni tip gozd drogovnjak (foto: Sameja M.)	26
Slika 17	Vzorčenje s feromonskimi pastmi – habitatni tip gozdni rob (foto: Sameja M.)	26
Slika 18	Vzorčenje s feromonskimi pastmi – habitatni tip drevored (foto: Sameja M.)	27
Slika 19	Vzorčenje s feromonskimi pastmi – habitatni tip mejica (foto: Sameja M.)	27
Slika 20	Primer razporeditve pasti za debeljak	28
Slika 21	Primer razporeditve pasti za mejico, drevored ali gozdni rob.....	29
Slika 22	Skica hrošča z označenimi merami (Ferreira, 2006): telesna dolžina – A, telesna širina – B, dolžina elitre – C, širina elitre – D, širina toraksa – E	30
Slika 23	Primer označitve samčka (foto: Sameja M.)	31
Slika 24	Precizna terenska tehnicka za tehtanje hroščev (foto: Sameja M.)....	31
Slika 25	Razporeditev feromonskih pasti na lokaciji Vukovje	37
Slika 26	Karta najdišč puščavnika klasičnega popisa med letoma 2006–2013 z RA (št. živali/drevo).....	41

Slika 27	Zastopanost drevesnih vrst (%) pri vzorčenju s feromonskimi pastmi na lokacijah s puščavnikom (PRILOGA B).....	42
Slika 28	Odstotek zasedenosti habitatnih tipov glede na RA (št. živali/lovní dan) puščavnika (PRILOGA E)	43
Slika 29	Karta lokacij najdb puščavnika z vzorčenjem s feromonskimi pastmi v letu 2015 po habitatnih tipih z RA (št. živali/lovní dan).....	44
Slika 30	Karta razširjenosti puščavnika v območju raziskave – klasični popis 2006–2013 in vzorčenje s feromonskimi pastmi 2015 (v oklepajih – skupno št. enot kategorije)	46
Slika 31	Sezonska dinamika puščavnika (kot ugotovljena RA (št. ujetih živali/10 lovnih dni) po mesečnih triadah) na lokaciji Vukovje (10 feromonskih pasti) v letu 2014.....	47
Slika 32	Primerjava širine oprsja med samci in samicami puščavnika (Mann-Whitney U test: $U = 256,0, p = 0,0001$).....	51
Slika 33	Variabilnost telesne mase samcev puščavnika glede na sezono: julij, avgust (Mann-Whitney U test: $U = 27, p = 0,02$)	56

KAZALO PRILOG

PRILOGA A	Preglednica s podatki najdb puščavnika klasičnega popisa 2004–2013	77
PRILOGA B	Preglednica zastopanosti drevesnih vrst (%) pri vzorčenju s feromonskimi pastmi 2015.....	78
PRILOGA C	Preglednica lokacij ter časovni okvir feromonskih pasti vzorčenja 2015	79
PRILOGA D	Preglednica z rezultati vzorčenja s feromonskimi pastmi po posameznih pasteh 2015	81
PRILOGA E	Preglednica z rezultati vzorčenja s feromonskimi pastmi po lokacijah habitatnih tipov 2015.....	83
PRILOGA F	Preglednica lokacij razširjenosti puščavnika – klasični popis 2006–2013 in vzorčenje s feromonskimi pastmi 2015	84
PRILOGA G	Rezultati monitoringa puščavnika na lokaciji Vukovje v letu 2014 z RA (št. živali/lovni dan) (10 feromonskih pasti – NIB).....	85
PRILOGA H	Rezultati monitoringa puščavnika na lokaciji Vukovje v letu 2014 s povprečno RA (št. živali v triadi/10 lovnih dni) po mesečnih triadah (10 feromonskih pasti – NIB)	86
PRILOGA I	Preglednica meritev obsegov dreves na lokaciji Vukovje za analizo biometričnih lastnosti	87
PRILOGA J	Podatki biometričnih meritev na lokaciji Vukovje za leta 2008, 2009 in 2014 za testiranje korelacije.....	88
PRILOGA K	Tabela preoblikovanih podatkov biometričnih meritev na lokaciji Vukovje za leti 2008 in 2009 za test vpliva spola, debeline dreves in časa najdbe	90

SLOVARČEK (POJMI, OKRAJŠAVE)

Lesni drobir - je propadli les, ki ga kolonizirajo glive, pomešan z ostanki ptičjih gnezd in žuželk.

Prhnina - je produkt tretje faze razgradnje lesa humifikacije in je sestavljena večinoma iz izločkov saproksilnih nevretenčarjev (Jurc, 2004).

Saproksil - (gr. *sapros* trohneč, *xylon* les) je organizem, ki je del svojega življenjskega cikla odvisen od odmrlega ali odmirajočega lesa propadajočih oziroma odmrlih dreves ali od lesnih gliv ali od prisotnosti drugih saproksilov (Ranius in Jansson, 2002).

Bernska konvencija – Konvencija o varstvu prosto živečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njunih naravnih življenjskih prostorov je zavezujoč mednarodni pravni instrument na področju ohranjanja narave, ki pokriva večji del naravne dediščine evropske celine in se razteza na nekaterih državah Afrike. Njeni cilji so ohranitev prosto živečega rastlinstva in živalstva ter njunih naravnih življenjskih prostorov in spodbujanje evropskega sodelovanja na tem področju (Bern Convention, 2013).

The Council Directive 92/43/EEC - on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora – "The Habitat Directive" – Direktiva o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst. Ministrski svet jo je sprejel 21. maja 1992. Direktiva je bila večkrat dopolnjena, nazadnje leta 1995 ob pridružitvi Avstrije, Finske in Švedske.

IUCN - International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (Mednarodna zveza za ohranjanje narave in naravnih virov)

Juhta - je starinsko označevanje za rusko fino teleče ali goveje usnje.

ZGS – Zavod za gozdove Slovenije

NIB – Nacionalni inštitut za biologijo

SPA – (Special Protection Area) – posebno območje varstva je območje, ki je opredeljeno in pravno določeno po direktivi o pticah.

SAC – (Special Area of Conservation) – posebno ohranitveno območje je območje, pomembno za Evropsko skupnost, ki ga države članice določijo z zakonskim, upravnim in/ali pogodbenim aktom in kjer se uporabljajo potrebni ohranitveni ukrepi za vzdrževanje ali obnovitev ugodnega stanja ohranjenosti naravnih habitatov in/ali populacij vrst, za katere je bilo območje določeno.

SR – (Scientific reserve) – ocena o zadostni vključenosti vrst in habitatnih tipov v omrežje Natura 2000: potrebne so dodatne raziskave vrste in habitatnih tipov.

SVP – Stalna vzorčna ploskev – vzorčne ploskve so zakoličeni koncentrični krogi s stalno površino. Pri stalnih vzorčnih ploskvah se vsako dekado premeri isto drevje na ploskvi. ZGS uporablja SVP pri svojem delu v sklopu kontrolne vzorčne metode pri delni izmeri sestojev.

1 UVOD

Številni organizmi so izključno vezani na stara, odmirajoča drevesa. Ta so vse redkejša, še posebej v zmernih in sredozemskih območjih Evrope. Vrste, ki so odvisne od njihovega obstoja, imajo vse manj možnosti, da bi ohranjale stik med prostorsko ločenimi populacijami (Speight, 1989). Vse do konca 19. stoletja so se stara drevesa v zadostnem številu pojavljala v pašnih gozdovih in na travnikih, poraščenih z gozdom (Ranius in sod., 2005). Nenačrtovano gospodarjenje s krajino in velike spremembe v rabi krajine so povzročile drastično zmanjšanje teh okolij (Ranius in sod., 2005). S staranjem dreves pogosto nastajajo v deblih dupla oziroma odpertine, ki so napolnjene z lesnim drobirjem. Lesni drobir je propadli les, ki ga kolonizirajo glive, pomešan z ostanki ptičjih gnezd in nevretenčarjev. Drevesna dupla nudijo zavetje specializirani saproksilni favni. Mnogo vrst nevretenčarjev, ki so v življenjskem ciklu vezani na drevesna dupla oziroma votline, je ogroženih (Nieto in Alexander, 2010). Gre za saproksilne vrste. Saprosil (gr. *sapros* trohneč, *xylon* les) je organizem oziroma vrsta, ki je v določenih fazah svojega razvojnega cikla vezana na mrtev ali odmirajoč les, odmirajoče ali odmrlo drevje (stoječe ali ležeče), na lesne glive ali na prisotnost drugih saproksilov (Speight, 1989; Ranius in Jansson, 2002; Nieto in Alexander, 2010). Saprosili omogočajo in povečujejo hitrost razgradnje lesa. Poznamo tri faze razgradnje lesa. Kolonizacija je prva faza, v kateri se na oslabljeno ali nedavno odmrlo drevje naselijo primarni saprosili (Jurc, 2004; Križnar, 2012). To so predstavniki iz družine rilčkarjev (Curculionidae), krasnikov (Buprestidae) in kozličkov (Cerambycidae). Druga faza je dekompozicija, v kateri se primarnim pridružijo sekundarni saprosili. Ti uporabljajo produkte aktivnosti primarnih saproksilov v prehrani ali pa se prehranjujejo z drugimi saprosili. Najpomembnejše vrste hroščev, ki so sekundarni saprosili, so iz družin pokalic (Elateridae), rogačev (Lucanidae) in nekaterih pahljačnikov (Scarabaeidae) (Jurc, 2004; Križnar, 2012). Med slednje spada vrsta *O. eremita*. Med sekundarne saprosile prištevamo tudi ptice iz družine žoln (Picidae), ki se prehranjujejo s saproksilnimi nevretenčarji (Jurc, 2004; Križnar, 2012). Tretja faza je humifikacija, v kateri se z zmanjševanjem količine hranil v razkrajajočem se drevju zmanjšuje število primarnih saproksilov in njihovih plenilcev. Nastaja prhnina, ki je sestavljena večinoma iz izločkov saproksilnih nevretenčarjev (Jurc, 2004; Križnar, 2012).

Ohranjanje biotske pestrosti določa prioritete na podlagi ocen ogroženosti posameznih taksonov. Bolj ogroženi imajo prednost pri ohranjanju in varovanju pred razmeroma splošno razširjenimi taksoni. Še prej je treba odgovoriti na vprašanje – kateri tipi habitatov so za v duplih živeče specialiste med nevretenčarji najbolj ogroženi v Evropi? Ko razmeroma dobro poznamo ekološke zahteve posamezne vrste, poznamo njen habitat. Za ustrezno varstvo je treba poznati razširjenost taksona. Ob pomanjkanju časa, finančnih virov in strokovnjakov z znanjem sistematike je izjemno težko dobiti podrobni oziroma natančen pregled pojavljanja saproksilnih nevretenčarjev v Evropi. Da bi kar najbolje zadostili osnovnemu pogoju, je treba poiskati enostavne načine oziroma metode, ki bodo zagotavljale dobre ključne informacije, na podlagi katerih bo mogoče zagotavljati ohranjanje ogroženih habitatov in s tem ogroženih vrst. Ena od možnosti je raziskati in izmeriti razpoložljive habitate oziroma vsebino dupel velikih votlih dreves. Druga možnost je raziskati pojavnost indikatorskih vrst. Slabosti pregleda starih votlih dreves so se pokazale v tem, da so bili podatki zbrani na različne načine, po različnih

metodah (Ranius in sod. 2005). Kot drugo možnost so Speight (1989) ter Nilsson in sodelavci (2001) predlagali seznam indikatorskih saproksilih vrst. Vendar imata obe možnosti slabosti. Metodi sta razviti na podlagi osebnih izkušenj za manjša območja, zato ni mogoče uveljavljati univerzalnosti za vse evropske dežele. Obe metodi, tako popis starih votlih dreves kot prisotnost indikatorskih vrst, sta časovno in finančno zahtevni (Ranius in sod., 2005). Zato Ranius in sodelavci (2005) ugotavljajo, da je treba nadaljevati zbiranje in analiziranje podatkov o distribuciji takih vrst, da bo mogoča primerjava različnih delov Evrope.

Z zbiranjem podatkov o prisotnosti indikatorskih vrst, ki so praviloma specialisti z ozko ekološko nišo, lahko ocenimo ohranjenost življenjskega okolja oziroma habitata. Ena takih vrst je hrošč puščavnik, *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763). Je najbolj raziskana vrsta med vsemi nevretenčarji, ki naseljujejo votla drevesa (Ranius in sod., 2005). Po Evropski habitatni direktivi ima ta vrsta hrošča visoko prioriteto (Council Directive 92/43/EEC). Nedavno so se mu raziskovalci bolj posvečali v več evropskih državah in je tudi na seznamu Bernske konvencije (Bern Convention, 2013). Bernska konvencija – Konvencija o varstvu prosto živečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njunih naravnih življenjskih prostorov – je zavezujč mednarodni pravni instrument na področju ohranjanja narave, ki pokriva večji del naravne dediščine evropske celine in zajema tudi nekatere države Afrike (Bern Convention, 2013).

Raziskava iz jugozahodnega dela Švedske je pokazala, da je v votlih drevesih, kjer je prisotna vrsta *O. eremita*, veliko večje število drugih saproksilih vrst kot pa v duplih, kjer so prisotne katere druge ogrožene vrste hroščev (Ranius, 2002a). Ranius in Jansson (2002) ugotavlja, da je puščavnik najprimernejša indikatorska vrsta. Ranius in sod. (2005) so objavili najdišča puščavnika v Evropi, zbrana na podlagi podatkov zasebnih in muzejskih zbirk, literature ter terenskih raziskav prav z namenom, da bosta stroka in ohranjanje narave dosegla boljše rezultate s sodelovanjem vseh evropskih držav.

Prve raziskave vrste v Sloveniji so nakazovale možnost, da v Sloveniji obstajata dva taksona (*O. eremita* in *O. barnabita*) puščavnika (Vrezec in sod., 2008; Brelih in sod., 2010; Vrezec in sod., 2011). V času nastajanja raziskave prisotnost obeh ni bila potrjena, zato vrsto obravnavamo kot skupni takson *O. eremita* kompl. (Note ..., 2011). Zadnje raziskave so potrdile obstoj obeh taksonov v Sloveniji, saj so živali iz Ljubljane pripadale zahodni vrsti *O. eremita* in živali iz Slovenskih goric vzhodni vrsti *O. barnabita* (Vrezec in sod., 2014). Glede na prisotnost obeh taksonov bo v prihodnje treba ažurirati pravni status varstva obeh taksonov, predvsem *O. barnabita*, ki v Sloveniji nima statusa zavarovane vrste (Uredba o zavarovanih ..., 2014).

Puščavnik je mednarodno varovana vrsta, ki ima po Habitatni direktivi (Council Directive 92/43/EEC) status prednostne vrste. Poznavanje razširjenosti puščavnika na območju Slovenije je še vedno pomanjkljivo (Vrezec in sod., 2014), temu pa sledijo tudi uradni zaključki biogeografskega seminarja za obe biogeografski regiji (alpsko in celinsko), ki za vrsto predvidevajo dodatne raziskave razširjenosti vrste (SR – scientific reserve) z uporabo novih metod detekcije (Zaključki ..., 2014). Raziskava v tem smislu dopolnjuje poznavanje razširjenosti vrste v Sloveniji, predstavlja njena nova najdišča kot osnovo za oblikovanje potencialnega posebnega ohranitvenega območja ter

ugotavlja njene značilnosti habitata. Zato je raziskava te vrste nacionalnega in mednarodnega pomena.

2

RAZISKOVALNA IZHODIŠČA IN DOSEDANJE RAZISKAVE

2.1 TAKSONOMIJA IN RAZŠIRJENOST

Puščavnik je bil kot vrsta opisan na primerih iz Slovenije pod takratnim imenom *Scarabaeus eremita* (Scopoli, 1763) (Slika 1). Kasneje je vrsta omenjena v favnah takratnih regij, vendar nikoli kot pogosta (Brancsik, 1871). Vrsta *O. eremita* je bila v preteklosti poimenovana z vrsto imen, kot so puščavec (Klots in Klots, 1970), eremit in puščavnik (Brelih in Gregori, 1980; Drovenik, 2003; Pirnat in Drovenik, 2004; Jurc, 2005). V zadnjem pregledu statusa in raziskanosti hroščev evropskega varstvenega pomena Vrezec in sod. (2011) ocenjujejo slovensko poimenovanje vrste puščavnik kot primerno.

15. SCARABÆUS *Eremita*.

El. long. lin. 9. lat. lin. 3 $\frac{1}{2}$.

ROSEEL. Scarab. Terr. Cl. I. Tab. 3. fig. 6.

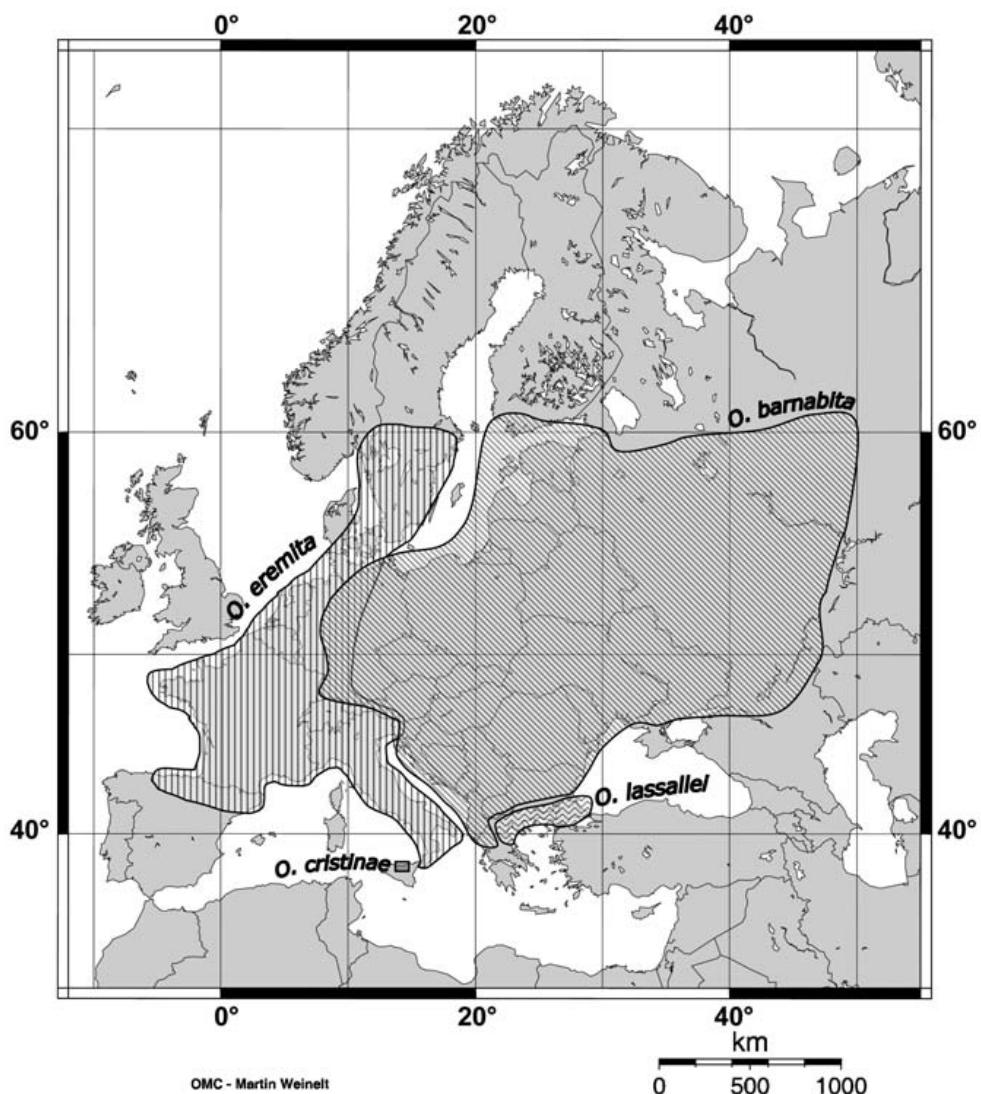
Diagn. Caput concavum: tuberculo utrinque marginali. Thorax rotundatus: fulco longitudinali medio.

Reperi in cavō truncō Pyri communis non semel; ROSEEL. in ramo Salicis.

Statura S. Nasicornis. Totus niger. Caput subquadratum; margine laterali elatiore & tuberculo terminato. Thorax lin. 4. longus, 5. fere latus, dorso plicis binis antice auctioribus. Elytra sabbriuscula. Abdomen lin. 8. crassum. Femora postica lin. 2. lata.

Slika 1 Izsek besedila iz Scoplijeve Entomologia Carniolica z opisom puščavnika (Scopoli, 1763: 7)

Taksonomski status vrste je nedorečen. Nekateri avtorji v okviru rodu *Osmoderma* omenjajo štiri vrste, spet drugi jim pripisujejo status podvrst. V Katalogu razširjenosti palearktičnih hroščev (Löbl in Smetana, 2006) za evropski prostor navajajo 5 taksonov: *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763), *Osmoderma italicum* (Sparacio, 2001), *Osmoderma cristinae* (Sparacio, 1994), *Osmodrema barnabita* (Motschulsky, 1845), *Osmoderma lassallei* (Baraud & Tauzin, 1991). Audisio in sodelavci (2007) na podlagi molekularnih raziskav navajajo jasne razlike med dvema skupinama znotraj *O. eremita* kompl. Prva skupina (*O. eremita* s. l.) vključuje *O. eremita* in dva endemna taksona iz Italije (*O. italicum* in *O. cristinae*). Druga skupina (*O. barnabita* s. l.) vključuje širše razširjen takson *O. barnabita* (Motschulsky, 1845) in južnobalkanski takson *O. lassallei* (Baraud & Tauzin, 1991) (Slika 2).



Slika 2 Geografska območja *Osmoderma eremita* kompl. v Evropi
(Audisio in sod., 2007: 276)

S sprejetjem Direktive o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (The Council Directive 92/43/EEC on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora – "The Habitat Directive") je Evropska komisija uvrstila puščavnika med prednostne vrste v Prilogi II in v Prilogi IV (Stegner in sod., 2009).

V Sloveniji Audisio in sod. (2007) predvidevajo na skrajnem zahodu prisotnost vrste *O. eremita*, v osrednjem in vzhodnem delu pa tudi *O. barnabita* (Slika 2). Najnovejša dognanja Vrezec in sod. (2007b) to potrjujejo. V okviru Habitatne direktive se obravnava vse vrste, ki so izšle iz kompleksa *O. eremita*. (Council Directive 92/43/EEC).

Mednarodna zveza za ohranjanje narave in naravnih virov (IUCN – International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) uvršča puščavnika na evropski rdeči seznam (The IUCN Red List of Threatened Species 2013) v kategorijo blizu ogroženosti (NT – Near Threatened). Takson blizu ogroženosti je ocena na podlagi merit za kritično prizadeto ali ranljivo vrsto in trenutno ne izpolnjuje pogojev, vendar je zelo verjetno, da bo izpolnjeval pogoje za ogroženo vrsto v bližnji prihodnosti (IUCN, 2013).

Puščavnik je v okviru Zakona o ohranjanju narave (ZON, 2014) na slovenskem rdečem seznamu obravnavan kot prizadeta vrsta (Pravilnik o uvrstitvi ..., 2010). Iz tega za vrsto velja, da obstanek na območju Republike Slovenije ni verjeten, če bodo dejavniki ogrožanja delovali še naprej oziroma naj bi se številčnost vrste zmanjšala na kritično stopnjo. To pomeni, da številčnost zelo hitro upada v večjem delu areala (Pravilnik o uvrstitvi ..., 2010).

Ker gre za prednostno vrsto (Council Directive 92/43/EEC), so bili zaključki biogeografskih seminarjev v letih 2005 in 2006 večja nezadostnost z vključenostjo vrste v posebna ohranitvena območja v Sloveniji (ali s pokritostjo vrste v omrežju Natura 2000) in potreba po dodatnih raziskavah (Alpski ..., 2005; Celinski ..., 2006; Vrezec in sod., 2007a). Le-te bi morale vključevati tudi sodobne in učinkovitejše načine vzorčenja s feromonskimi pastmi, da bi dobili ustrezno sliko distribucije vrste v Sloveniji (Vrezec in sod., 2011). Zadnji zaključki biogeografskih seminarjev iz leta 2014 za puščavnika kot prednostno vrsto predvidevajo dodatne raziskave vrste in njenih habitatnih tipov (SR – scientific reserve) z uporabo novih metod detekcije vrste (Zaključki ..., 2014).

2.2 DOSEDANJE RAZISKAVE

Glede na podatke iz 33-ih držav z več kot 2000 lokacijami so Ranius in sod. (2005) ugotovili, da se vrsta pojavlja povsod tam, kjer so prisotna stara votla drevesa s primernimi dupli, kjer se lahko razvija ličinka. Čeprav so puščavnika našli tudi v nekaterih naravnih gozdovih, pa povečini naseljuje dupla starih dreves mestnih parkov, drevoredov, mejic, pašnikov, lovišč ter posamezna drevesa v krajini (Ranius in sod., 2005). Pri tem Ranius in sod. (2005) domnevajo, da se populacija vrste zmanjšuje v vseh evropskih državah. Predvidevajo tudi, da bo vrsta lokalno izginjala, predvsem na območjih, kjer bistveno upada delež primernih habitatov in kjer prihaja do fragmentacije le-teh (Ranius in sod., 2005). Seveda poudarjajo pomen ohranjanja puščavnika kot zelo uporabne indikatorske in krovne vrste za mnoge druge saproksile tovrstnih habitatov (Ranius in sod., 2005). Zato Ranius in sod. (2005) predlagajo, da je v Evropi treba vso pozornost usmeriti na varstvo naravnih sestojev listavcev s starejšimi drevesi višjih debelinskih stopenj, ohraniti oziroma ponovno vzpostaviti ustrezne habitate v ekstenzivni kulturni krajini ter ohraniti obstoječe habitate oziroma primerne parkovne površine v urbanih območjih. Ena od raziskav na Poljskem je pokazala, da se puščavnik večinoma pojavlja v starih drevesih obcestnih drevoredov in mejicah ter s tem potrjuje potrebo po ohranjanju takih habitatov (Oleksa in sod., 2007).

2.3 POPULACIJA V SLOVENIJI

Drovenik in Pirnat (2003) predvidevata, da je puščavnik razširjen po vsej Sloveniji, kjer je prisoten ustrezен življenjski prostor zanj. Novejše najdbe potrjujejo to domnevo, vendar se je že v začetni fazi raziskav nakazal problem redkosti najdb (Vrezec in sod., 2008; Sameja, 2009). Na podlagi novejših ugotovitev iz literature se predvideva, da je bil z raziskavami zajet le delni spekter habitata taksona (Vrezec in sod., 2008).

Po najnovejših dognanjih naj bi bila v Sloveniji prisotna dva taksona puščavnika v okviru *Osmoderma eremita* kompl. (Vrezec in sod., 2008). Na skrajnem zahodu naj bi bila prisotna vrsta *O. eremita*, v osrednjem in vzhodnem delu pa tudi *O. barnabita* (Audisio in sod., 2007) (Slika 2). Prav v Sloveniji naj bi se območji razširjenosti obeh taksonov prekrivali. Zato je v nadaljevanju raziskav distribucije taksona treba ugotoviti prisotnost obeh vrst in ali populacije obeh vrst na območju prekrivanja sobivajo ali pa so ločene (Audisio in sod., 2007). Širina prekrivajočega pasu je še vedno vprašljiva (Vrezec in sod., 2008), zadnje raziskave pa so potrdile obstoj obeh taksonov (Vrezec in sod., 2014).

Vrezec in sod. (2008) so določili parametre za podrobnejši opis habitata, in sicer gre za drevo z dupлом, ki je posamezno drevo ali del mejice, gozda ali gozdnate krajine, sadovnjaka, drevoreda, parkovne površine itd. Z metodo terenskega popisa z oblikovanim popisnim listom Vrezec in sod. (2008) zajamejo parametre: drevesna vrsta, tip drevesa (glede na obliko in vitalnost drevesa), obseg debla v prsni višini (izmerjeno v cm), višina dupla (višina vhoda v duplo od tal), lega vhoda (ali gre za horizontalen ali vertikalnen vhod), smer vhoda (podan je stopinjski kot glede na sever), površina vhoda (širina x višina vhoda), osončenost vhoda, barva mulja, vlažnost mulja. Popis puščavnika v letu 2008 v Sloveniji je prvi, ki je zajel tudi popis parametrov habitata. Analiza tega popisa je nakazala nekaj lastnosti habitata puščavnika pri nas oziroma natančneje, puščavnik je bil značilno prisoten le v mejicah (Vrezec in sod., 2008). Novejše ugotovitve iz tujine (Bußler in Müller, 2008; Šebek, 2008) sicer nakazujejo možnost, da so v raziskavo zajeli le delni spekter dupel, ki jih puščavnik zaseda, kar bo treba upoštevati pri nadaljnjih raziskavah in monitoringu vrste (Vrezec in sod., 2008). Nadaljnje raziskave bi morale vključevati tudi sodobne in učinkovitejše načine vzorčenja s feromonskimi pastmi. V novejših raziskavah so uporabili samčev feromon kot uspešen atraktant za lov odraslih hroščev, predvsem samic (Svensson in sod., 2009, Vrezec in sod., 2011).

Vrsta je kot kvalifikacijska določena na naslednjih posebnih ohranitvenih območjih oziroma potencialnih posebnih ohranitvenih območjih:

- ~ Goričko (SI3000221),
- ~ Notranjski trikotnik (SI3000232),
- ~ Julijske Alpe (SI3000253),
- ~ Ljubljansko barje (SI3000271),
- ~ Krka s pritoki (SI3000338) (Uredba o posebnih ..., 2014).

Območje Slovenskih goric se smatra kot potencialno ugodno za obstoj puščavnika, o čemer pričajo zapisi s konca 19. stoletja (Brancsik, 1871). Brelih (2001) ocenjuje, da je puščavnik pri nas dokaj redek hrošč. Glede na zastopanost vrste v zbirkah Brelih (2001) sklepa, da je bil še v prvi polovici preteklega stoletja precej pogosteji, čeprav je večina najdb z območij, kjer so bili entomologi stalno navzoči. Vseeno pa na podlagi teh podatkov ni mogoče ugotoviti, ali se je areal razširjenosti vrste zmanjšal ali povečal.

2.4 BIOLOGIJA PUŠČAVNIKA

2.4.1 Morfologija

Puščavnik spada (Slika 3) v družino pahljačnikov (Scarabaeidae). Z velikostjo od 2 do 4 centimetre se uvršča med velike evropske hrošče. Za vrsto so značilne lesketajoče temno rjave, vijolične do črne pokrovke. Površje nog in tipalk je črno. Telo je dorzalno sploščeno. Vratni ščit ima po sredini vdolbino, ki je pri samcih izrazita (Slika 3). Pri samicah je ta vdolbina veliko manj izrazita (Slika 4). Samci imajo na straneh glave pred očmi razločni izboklini (Slika 3), slednji pri samicah manjkata (Slika 4) (Stegner, 2002; Stegner in sod., 2009).

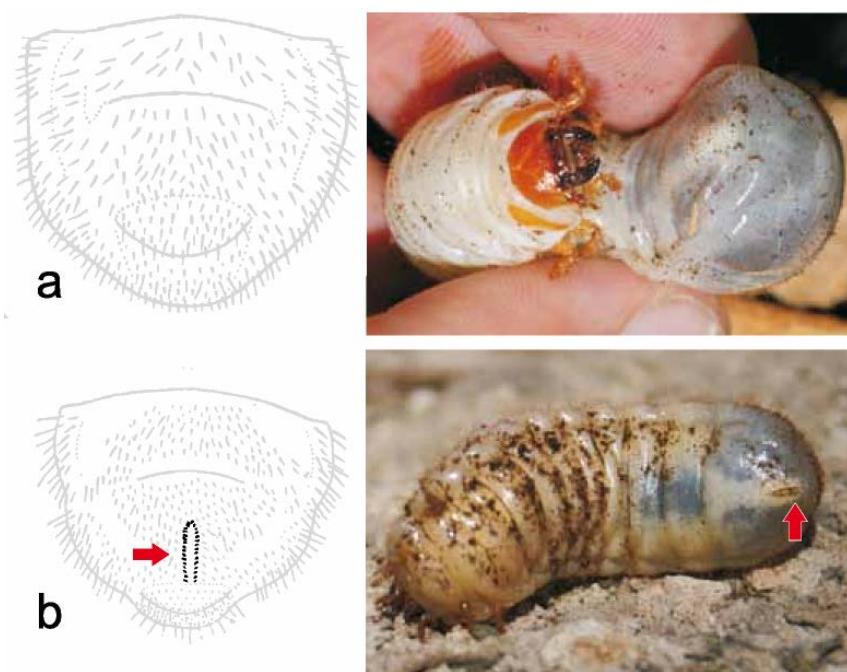


Slika 3 Samec puščavnika – razločne predočesne izbokline (foto: Sameja M.)



Slika 4 Samica puščavnika – predočesne izbokline manjkajo (foto: Sameja M.)

Ličinka je mehki ogrc in lahko doseže velikost 7,5 centimetra (Slika 6). Na trebušni strani zadka na 10. členu manjkajo ščetine oziroma ni ščetinastega vzorca, po čemer lahko ličinko puščavnika ločimo od podobnih ličink vrst iz rodov *Protaetia* in *Cetonia*, ki zasedajo enake habitate (Stegner, 2002). Ličinke rodu *Protaetia* imajo za razliko od ličink puščavnika značilen vzorec na trebušni strani zadnjega člena zadka (Slika 5) (Olekša, 2012) .



Slika 5 Primerjava zadnjične odprtine a) *Osmoderma eremita* kompl., b) *Protaetia marmorata* (Olekša, 2012: 22)

Ličinke samcev prepoznamo po t. i. Heroldovem organu na trebušni strani zadka, ki je viden kot temna prozorna struktura, ki se kasneje pri odraslem hrošču formira v spolni organ osemenjevanja. Iztrebki (Slika 7) zadnjega stadija ličinke so tipični »briketi«, dolgi do 9 milimetrov, široki 4–5 milimetrov in visoki 3 milimetre, medtem ko so iztrebki ličink rodov *Protaetia* in *Cetonia* ovalni in v premeru nikoli ne presežejo treh milimetrov (Stegner, 2002; Stegner in sod., 2009). Za razliko od ličink nosorožca (*Oryctes nasicornis*, Linnaeus, 1746) imajo ličinke puščavnika le kratke kremplje (Ringel in sod., 2011).



Slika 6 Ličinka puščavnika (foto: Sameja M.)



Slika 7 Duplina, napolnjena z značilnimi iztrebki ličink puščavnika
(foto: Sameja M.)

2.4.2 Ontogenetski razvoj

Ranius in sod. (2005) so ugotovili, da samica puščavnika po parjenju (Slika 8) odloži od 20 do 80 jajčec. V laboratorijskih pogojih so odkrili, da se iz izleženega jajčeca po enem do dveh mesecih razvije ličinka. V takšnih pogojih so našteli od 12 do 18 ličink na posamezno samico. Inkubacijska doba jajčec traja od 14 do 20 dni. V tem času se spremeni obarvanost jajčec, od umazano bele do rumenkaste, velikost jajčec pa se podvoji. Prve ličinke, ki se izležejo iz jajčec, so velike približno 6 milimetrov. Tekom celotnega razvoja dosežejo velikosti do 75 milimetrov in lahko tehtajo več kot 12 gramov (Stegner in sod., 2009).



Slika 8 Parjenje puščavnikov – zgoraj samec, spodaj samica (foto:
Sameja M.)

Tik pred zabubljenjem si ličinka iz lastnih iztrebkov in lesnega drobirja napravi ovalno babilnico oziroma kokon (Slika 9). Iz laboratorijskih opazovanj je znano, da si ličinka puščavnika naredi kokon v septembru. Preobrazba poteče šele naslednjo pomlad, med majem in junijem (Ranius in sod., 2005).



Slika 9 Odprt kokon v lesnem drobirju in ostanki vratnega ščita puščavnika (foto: Sameja M.)

Ličinke (Slika 10) se prehranjujejo, dokler je povprečna dnevna temperatura nad 13 °C, skupaj od 65 do 93 tednov. Zato so v toplejših mesecih bolj aktivne. Pri temperaturi pod -5 °C (»supercooling point«) ličinke prilagodijo svojo presnovo tako, da so odporne na zamrzovanje. Spomladi se v tem, že jeseni narejenem kokonu, zabubijo (Stegner in sod., 2009).



Slika 10 Ličinke puščavnika v lesnem drobirju (foto: Sameja M.)

Na podlagi laboratorijskih in terenskih opazovanj so poljski raziskovalci ugotovili, da traja doba ene generacije ličink tri do štiri leta (Oleksa in sod., 2003). Predvsem temperatura lesnega drobirja, ki se spreminja, tekom leta in lokalno vpliva na čas razvoja in trajanje hibernacije (Ranius in sod., 2005). Tudi Stegner in sod. (2009) ugotavljajo enak čas razvoja ličinke in dodajajo, da so v južni Evropi možni krajsi razvojni cikli.

2.4.3 Sociobiologija

Odrasle hrošče puščavnika najdemo od julija do septembra, vendar iz nekaterih krajev (Slovenija, Nemčija, Italija) poročajo, da so jih opazili že v aprilu ali maju (Ranius in sod., 2005). Ranius in sod. (2005) navajajo, da odrasli primerki poginejo jeseni, vendar so v Franciji našli samico v januarju, ki je hibernirala. V laboratorijskih pogojih samci živijo od 10 do 20 dni, medtem ko samice doživijo tudi več kot 90 dni (Ranius in sod., 2005). Stegner in sod. (2009) ugotavljajo podobno, da odrasli hrošči živijo relativno kratek čas: samci živijo le dva do tri tedne, samice do tri mesece. Ranius (2001) s terenskimi raziskavami na Švedskem ni odkril bistvenih razlik med samci in samicami, oboji živijo največ en mesec. Nemški raziskovalci navajajo, da je razmerje med spoloma približno 1:1. Pri tem dajejo rahlo prednost samicam, saj jih po njihovih navedbah v naravi pogosteje najdemo (Stegner in sod., 2009).

Na Švedskem so v večletnih raziskovalnih projektih opazovali aktivnega puščavnika samo v dnevnu času, medtem ko so ga ruski, nemški in francoski raziskovalci videli tudi v mraku, ponoči ter ob zori (Stegner, 2002; Ranius in sod., 2005). Vendar pa so leteče primerke opazili v glavnem podnevi, v zgodnjih popoldanskih urah v vročih poletnih dneh (Stegner, 2002; Ranius in sod., 2005). Puščavnik je termofil in je letalno aktiven le ob vročih dneh (Schaffrath, 2005). Dokler so v matičnem drevesu izpolnjeni pogoji za uspešen razvoj vrste, se kaže zelo skromna tendenca po razširjanju (Schaffrath, 2005).

Ranius (2001) je ugotovil, da se velikost populacij med posameznimi drevesi zelo razlikuje. Tako so na jugovzhodnem delu regije našli povprečno 11 odraslih osebkov na votel hrast v enem letu. Podobno so poročali tudi z jugozahodnega dela Švedske (Ranius in sod., 2005). Vendar so v nekaterih drevesih našli tudi do 100 odraslih osebkov v enem letu. Taki rezultati so napovedovali podobne razmere drugod po Evropi (Ranius in sod., 2005). To so potrdili podatki italijanskih raziskovalcev, ki so ugotovili, da se je običajno povprečno število odraslih osebkov na drevo v enem letu gibalo med 5 in 30, v nekaterih primerih pa je bilo v posameznem drevesu precej preseženo običajno število (Audiso in sod. 2007). Enake velikosti (lokalnih) populacij so opazili v Latviji (Ranius in sod., 2005). Nemški raziskovalci so prešteli od 30 do 120 ličink in kokonov v treh hrastovih in enem bukovem drevesu. Pri tem so izračunali razmerje ena ličinka na liter lesnega drobirja (Stegner, 2002). Iz Francije so poročali, da so našli v starem votlem hrastovem drevesu na višini od enega do 7 metrov od tal 150 ličink (Burdeau in sod., 2001). V enem drevesu lahko živi več generacij hroščev, ki se uspešno razmnožujejo in množijo (Schaffrath, 2005).

Samec hrošča v paritvenem obdobju proizvaja in oddaja edinstven vonj, spolni feromon (Ranius in sod., 2005). Samček pri tem negibno ždi blizu vhoda v drevesno duplo (Stegner in sod., 2009). Vonj feromona bi lahko opisali kot saden vonj, ki spominja na aroma marelice ali slive. En samček lahko proizvede takšno količino feromona, da ga lahko človek zazna že na razdalji nekaj metrov od drevesa. Ta vonj je lahko tako močan, da dišijo kar cela drevesa (Ranius in sod., 2005). Francozi ga primerjajo z vonjem sliv (»odeur de prune«) ali z ruskim usnjem (»odeur de cuir de Russie«)

(Burdeau in sod., 2001). Nemško govoreče raziskovalce je puščavnikov vonj spominjal na marelčni vonj ali na vonj po finem telečjem ali govejem usnju – juhti. Ravno vonj je bil tisti, ki je v nemško govorečih deželah botroval nekaterim poimenovanjem hrošča (Aprikosenkäfer, Juchtenkäfer) (Ranius in sod., 2005; Stegner in sod., 2009). Kemijske analize so pokazale, da je zmes, ki jo samci puščavnika proizvajajo v paritvenem obdobju enake sestave, kot jo oddajajo slive in marelice. Kemijsko gre za ciklični ester (R)-(+)-gama-dekalakton (Larsson in sod., 2003). Larsson in sod. (2003) so dokazali, da lahko to spojino uporabimo kot feromon, ki privlači samičke puščavnika. Stegner in sod. (2009) navajajo kot zanimivost, da isti feromon zraven puščavnikovih samičk privablja tudi hrošče rjaste pokalice (*Elater ferrugineus* L.), katerih ličinke veljajo za plenilce puščavnikovih ličink.

Puščavnik ima zelo malo znanih plenilcev. Verjetno je med temi še najpomembnejša prav rjasta pokalica, medtem ko so ostali plenilci iz vrst vretenčarjev zabeleženi le naključno (Ranius in sod., 2005). Vendarle poljski raziskovalci poročajo, da je kot plen zlatovranke (*Coracias garrulus* L.) končalo kar nekaj odraslih hroščev puščavnika (Oleksa in sod., 2007). Kot možni paraziti puščavnika so bile nezanesljivo označene še pršice (Acarina) in gliste (Nematoda). Nekateri raziskovalci poročajo, da so ličinke, ki so jih napadle pršice, kasneje propadle v laboratoriju (Ranius in sod., 2005).

2.4.4 Gostiteljske rastline

Najdbe puščavnika večinoma izvirajo iz votlih, še živih stoečih dreves. Našli so ga tudi v odmrlih, še stoečih drevesih, ki pa so zaradi premajhne vlažnosti pogosto manj primeren habitat. Po poročanju Raniusa in sod. (2005) so na Švedskem, Poljskem, v Latviji in Estoniji našli hrošče tudi v ležečih deblih. V nekaterih primerih so jih našli tudi v starih panjih (Latvija, Rusija, Nemčija) (Ranius in sod., 2005). Za puščavnika primerna dupla se ponavadi pojavljajo samo pri drevesih večjih dimenzij, čeprav raziskovalci poročajo, da so našli hrošče tudi v manjših oziroma tanjših drevesih. Tako so na Švedskem našli primerke v votlem hrastu (*Quercus robur*) premera 22 cm, v Italiji so jih našli v 25 cm debeli bukvi (*Fagus sylvatica*) in podobno v Nemčiji v 25 cm debelem gabru (*Carpinus betulus*) (Ranius in sod., 2005).

Schaffrath (2005) omenja hraste (*Quercus* spp.) in lipovce (*Tilia* spp.) kot najpomembnejši drevesni vrsti za puščavnika, medtem ko Ranius in sod. (2005) sem uvrščajo še vrbe (*Salix* spp.), bukev (*Fagus sylvatica*) in nekatera sadna drevesa (*Prunus* spp., *Pyrus* spp. in *Malus* spp.). Kot gostiteljska drevesa se pojavljajo tudi jeseni (*Fraxinus* spp.), javorji (*Ulmus* spp.), pravi kostanj (*Castanea sativa*), trepetlike in topoli (*Populus* spp.), breze (*Betula* spp.), ostrolistni javor (*Acer platanoides*), murve (*Morus* spp.), črna jelša (*Alnus glutinosa*), platane (*Platanus* spp.), navadni oreh (*Juglans regia*) in beli gaber (*Carpinus betulus*) (Ranius in sod., 2005). Najdbe puščavnika v iglavcih in eksotah so redke, našli so ga v jelki (*Abies alba*), tisi (*Taxus baccata*), rdečem boru (*Pinus sylvestris*), robiniji (*Robinia pseudoacacia*), japonskem kosteničevju (*Lonicera japonica*), slatkornem javorju (*Acer saccharinum*) in divjem kostanju (*Aesculus hippocastanum*) (Ranius in sod., 2005).

Obravnavana vrsta v glavnem naseljuje votla debla ali dupline, v katerih se nahaja večja količina lesnega drobirja (Ranius, 2000; Stegner, 2002). Potrdili so, da je verjetnost prisotnosti puščavnika večja pri srednjih in velikih votlinah kot pri manjših dupilih (Schaffrath, 2005). Pogosto je številčnost primerkov večja v dupilih, ki imajo več lesnega drobirja (Ranius in sod., 2005). Švedski raziskovalci so ugotovili, da puščavnik raje naseljuje drevesne votline, ki imajo vhodno odprtino na višini od 2 do 5 metrov od tal kot tiste, ki so bližje tlom (Ranius in sod., 2005). Kljub temu so našli hrošča v drevesnih dupilih na višini od 15 do 25 metrov nad tlemi, pa tudi čisto na oziroma celo pod nivojem tal (Ranius in sod., 2005; Vignon, 2006). Schaffrath (2005) ugotavlja, da je za pojavljanje puščavnika odločilnega pomena zmeren, dovolj vlažen lesni drobir, ki ga ponavadi lahko nudijo velika in stara drevesa z ustreznimi premeri debel. Le slednja lahko nudijo ličinkam obenem dovolj hrane, kakor tudi zaščito pred plenilci in zimsko zmrzaljo. Kot topoljuben hrošč puščavnik izbira delno odprta okolja, kjer ima na voljo dovolj toplotne za uspešno razmnoževanje (Schaffrath, 2005).

Najpogosteje ličinke puščavnika kopljejo na meji med lesnim drobirjem in steno dupline oziroma votline v deblu (Ranius, 2002a). Prav tu se ličinke hranijo s počasi odmirajočim lesom notranje stene dupline in s tem povečujejo količino lesnega drobirja ter velikost same dupline. Če se v takšnih dupilih pogleda sestava samega lesnega drobirja, se največkrat izkaže, da prevladujejo iztrebki puščavnikovih ličink (Ranius, 2002a). Lesni drobir, ki je nastal kot posledica žretja in prebave ličink, je črn do temno rjav in vlažen, nikoli pa moker (Müller-Kroeling in sod., 2006). Na tak način puščavnik vzpostavlja in izboljšuje habitat drugim živalskim vrstam (Ranius, 2002a). S svojim žretjem ličinke drevesu ne škodujejo, še več, s svojim žretjem omejujejo rast določenih gliv (Stegner in sod., 2009). Tako vzdržujejo velikost in obstoj dupla ter posledično obstoj drevesa. Za uspešen razvoj puščavnikovih ličink je odločilna določena vlažnost lesnega drobirja. Presuga ali premokra drevesna dupla so za puščavnika neuporabna (Stegner in sod., 2009). Evropski raziskovalci poročajo, da se s puščavnikom pojavljajo rjasta pokalica (*E. ferrugineus*) in ostali hrošči iz družine pokalic (Burdeau in sod., 2001; Ranius, 2002a; Ranius in sod., 2005; Vignon, 2006). Med pahljačniki ima podobne habitatne zahteve marmornata minica (*Protaetia lugubris* (Herbst)) (Ranius, 2002c).

Prehranjevanje odraslega puščavnika so opazovali le ob redkih priložnostih. Opazili so ga na cvetočem črnem bezgu (*Sambucus nigra*), na cvetovih ivanjsčice (*Leucanthemum* sp.) in brogovite (*Viburnum* sp.) ter na kobulnicah (Apiaceae) (Stegner, 2002; Ranius in sod., 2005). Iz držav vzhodne Evrope (Poljska, Estonija in Rusija) poročajo, da so opazili odrasle hrošče, ki se hranijo tudi z drevesnim sokom (Ranius in sod., 2005; Oleksa in sod., 2007). V laboratorijskih pogojih so se hrošči hranili z bananami in jabolki (Schaffrath, 2003 cit. po Ranius in sod., 2005: 4). V splošnem velja, da se odrasli primerki prehranjujejo le izjemoma (Stegner in sod., 2009).

2.4.5 Areal

V preteklosti se je puščavnik pojavljal skorajda v vseh listnatih gozdovih, ki so poraščali rečne doline (Ranius in sod., 2005). V zadnjih stoletjih se je umaknil v sekundarne habitate: parke in drevoredne (Müller-Kroeling in sod., 2006). Ranius in sod. (2005) iz nekaterih regij (Španija, južna Italija, Balkan) sicer poročajo, da predstavljajo več ali manj naravni gozdovi še vedno bistveni habitat vrste. Ugotovili so, da je razširjenost puščavnika v severni Evropi povezana z antropogenimi, bolj odprtimi habitati. V južni Evropi pa se vrsta pojavlja večinoma v strnjeneh gozdovih. Predvideva se, da je takšen način pojavljanja vrste povezan s klimatskimi dejavniki. V krajih s hladnejšim podnebjem se vrsta izogiba strnjeneh senčnih predelov, ki so verjetno prehladni, v regijah s toplo klimo pa išče strnjene senčne predele in se izogiba samostoječih dreves, ki so lahko prevroč in posledično presuh habitat (Ranius in sod., 2005).

V Skandinaviji se najpomembnejši habitati puščavnika pojavljajo v pašni gozdni krajini in oborah z jelenjadjo, kjer prevladuje listopadno drevje. Podobno je v nemških pokrajinah, kjer se največ lokalitet vrste pojavlja v krajini, ki je bila namenjena paši ali lovu (Ranius in sod., 2005).

Puščavnik se pojavlja tudi v urbanih okoljih, kot so parki in drevoredi, saj Ranius in sod. (2005) navajajo, da so ga našli v mestnih centrih Banske Bystrice, Dresdne, Leipziga, Salzburga in Kaunasa. Na Madžarskem, Slovaškem, v delih Rusije in jugovzhodni Nemčiji je vrsta pogosteja v poplavnih območjih, kjer so habitati vrste v ostankih gozda ali skupinah dreves v prevladujoči kmetijski krajini (Ranius in sod., 2005). Stari sadovnjaki pa lahko predstavljajo pomemben habitat posebej v centralni Evropi (Ranius in sod., 2005). Pri nas so puščavnika našli v drevoredu divjega kostanja v mestnem parku Tivoli v Ljubljani (Vrezec in sod., 2013).

Ranius in sod. (2005) navajajo, da v nekaterih regijah vrsta naseljuje obvejena drevesa. Namen rednega, večkratnega obvejevanja je spodbuditi rast vej ter tako povečati produkcijo šibovja, kolovja ali lesa za kurjavo. V nekaterih predelih Francije na primer vzdržujejo ekstenzivno mrežo živic, kjer se puščavnik pojavlja v obvejenih hrastih, ob reki Pad v severni Italiji pa predstavljajo obvejena vrbova drevesa ob rečnih nabrežjih najpomembnejši habitat vrste v intenzivno obdelani krajini (Ranius in sod., 2005). Opuščanje obvejevanja dreves predstavlja v teh krajinah resno grožnjo obstoju vrste (Ranius in sod., 2005).

3 CILJI

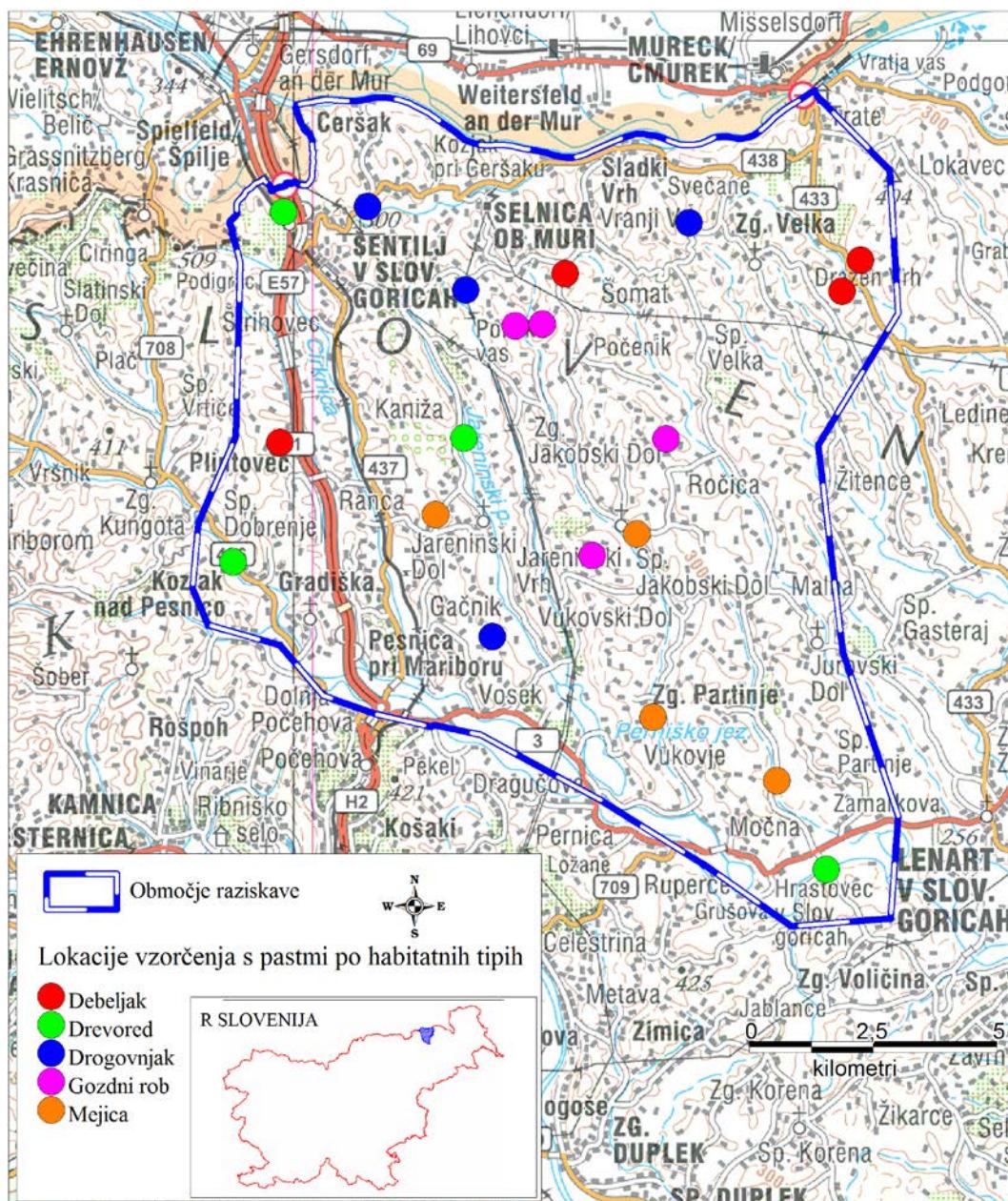
Z nalogo smo poskušali doseči naslednje cilje:

- Cilj 1: Ugotoviti vpliv okoljskih spremenljivk na izbor habitata pri puščavniku.
- Cilj 2: Ugotoviti sezonsko dinamiko vrste v Slovenskih goricah.
- Cilj 3: Preveriti biometrične lastnosti puščavnika glede na spol, kakovost okolja in sezono.

4 METODE DELA

4.1 OPIS OBMOČJA RAZISKAVE

Območje raziskave opredeljuje prostorska razporeditev 100 feromonskih pasti, ki smo jih razporedili na 20 lokacij (Slika 11). Če slednje zaobjamemo v lik (modra črta na Slika 11), dobimo skoraj 17.000 hektarjev veliko območje.



Slika 11 Območje raziskave zajema zahodne Slovenske gorice med Pesnico, Kungoto, Šentiljem, Tratami in Lenartom (GURS)

Območje raziskave leži med 230 in 570 metri nadmorske višine v gozdnati kulturni krajini severozahodnega dela Slovenskih goric, Zahodnih Slovenskih goric (Sameja, 2009). Geografsko se največje slovensko gričevje Slovenske gorice delijo na Zahodne Slovenske gorice in Ljutomersko-Ormoške Slovenske gorice. Slovenske gorice na vzhodu in severu mejijo na reko Muro, na severozahodu na Apaško polje, na zahodu na reko Dravo, na jugu pa segajo do meje s Hrvaško (Gozdnogospodarski ..., 2004; Gozdnogospodarski ..., 2014).

Za regijo je značilno subpanonsko podnebje z izrazitim toplotnim preobratom. Povprečna količina letnih padavin je 1000 mm/m^2 . V večini prevladujejo terciarni sedimenti (laporji), nekaj je glinasto-prodnih zasipov. V smislu prostorske rabe se območje uvršča v kmetijsko, vinogradniško in sadjarsko ter skupaj z lesnoproizvodnimi listopadnimi gozdovi, ki pokrivajo dobro tretjino območja, tvori značilno kulturno krajino tega območja (Gozdnogospodarski ..., 2004; Sameja, 2009; Gozdnogospodarski ..., 2014).

Po gozdarskih podatkih v geografsko sovpadajočem območju prevladuje gozdna združba *Querco-Fagetum*, v kateri nastopa bukev (*Fagus sylvatica*) kot prevladujoča drevesna vrsta. Po večini gre za bukove debeljake na dobrih rastiščih, katerih starost pred obnovou se ocenjuje na 100 do 120 let in povprečno lesno zalogo nad 450 kubičnih metrov na hektar (Gozdnogospodarski ..., 2004; Gozdnogospodarski ..., 2014).

Fitocenološko gre za srednjeevropske kisloljubne gozdove, za kolinska kisloljubna bukovja, kjer z dobrima dvema tretjinama prevladuje gozdna združba *Querco-Fagetum* ter skupaj z združbama *Luzulo-Fagetum* in *Querco-Fagetum* predstavljajo več kot 90% delež bukovih združb (Gozdnogospodarski ..., 2004; Gozdnogospodarski ..., 2014).

Prevladujoča združba je lokalno klimatsko pogojena na rjavih pokarbonatnih tleh na apnencu, izpranih rjavih tleh na laporju ter dističnih rjavih tleh na mešanem substratu. Tla so globoka, zračna, sveža, struktorna in biotsko zelo aktivna. Ponavadi so enakomerno prekoreninjena in rodovitna. Reakcija tal je slabo kisla (Gozdnogospodarski ..., 2004; Gozdnogospodarski ..., 2014).

Na območju raziskave se srečujejo, dopolnjujejo ali nevtralizirajo vplivi panonskih in predalpskih meteoroloških elementov ter ustvarjajo svojstveno podnebje (Gozdnogospodarski ..., 1962). Vpliv kontinentalnega panonskega podnebja se kaže v vročih poletjih ter pogostih vdorih mrzlih zračnih tokov v zimskih mesecih. Količina in razdelitev padavin je pod vplivom alpskega podnebja. V panonskem obrobju letna količina padavin pada od zahoda proti vzhodu, obratno raste povprečna letna temperatura (Gozdnogospodarski ..., 2004; Gozdnogospodarski ..., 2014). Podatki agrometeorološke postaje Polički Vrh so najuporabnejši, saj je postaja locirana znotraj območja raziskave. Za omenjeno postajo arhiv Državne meteorološke službe (2013) v svojih klimatoloških preglednicah za obdobje 1971–2000 navaja: povprečna letna temperatura 9°C in 986 mm povprečnih letnih padavin. Od maja do septembra je padlo povprečno 55 % vseh letnih padavin, dež je v tem času padal povprečno 61 dni (Državna meteorološka služba, 2013).

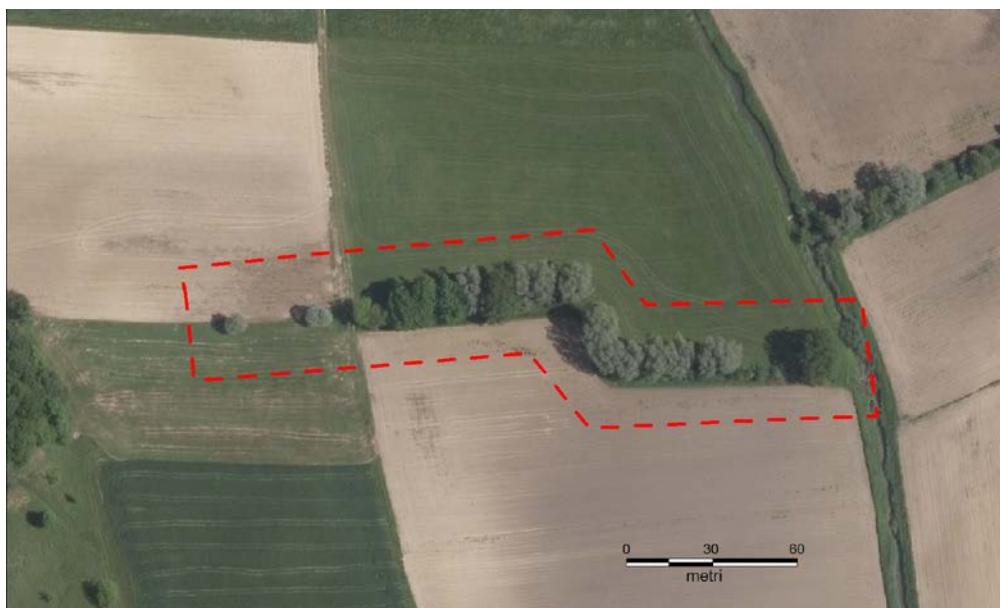
Znotraj območja raziskave je bilo v okviru omrežja Natura 2000 v JV delu opredeljeno posebno območje varstva – pSPA območje Slovenske gorice – dol (SI5000004) (Ur.l. RS 49/2004) ter pSPA dodatek v dolini Vukovje (Naravovarstveni atlas Slovenije, 2013).

Posebej omenimo še za raziskavo pomembne mejice, ki so tudi sestavni del krajine. Večinoma jih sestavlja mehkolesni listavci (trepetlike – *Populus* spp., vrbe – *Salix* spp., črne jelše – *Alnus glutinosa*). Izmed teh so posebej pomembne vrbove mejice (*Salix* spp.), katerih krošnje so ljudje v preteklosti oblikovali z rezanjem vej v t. i. »glavate« vrbe (Sameja, 2009). Ena takih vrbovih mejic, ki smo jo v raziskavi obiskovali pogosteje, je lokacija Vukovje (Slika 12). Lokacija Vukovje leži na skrajnem jugovzhodnem delu območja raziskave. Gre za skupino oziroma mejico debelejših dreves vrbe (*Salix* spp.), hrasta doba (*Quercus robur*) in velikega jesena (*Fraxinus excelsior*), ki uspevajo neposredno ob melioracijskem jarku.



Slika 12 Lokacija Vukovje – »glavate« vrbe (foto: Sameja M.)

Drevesa so razporejena tako, da sledijo liniji jarka, v medsebojnem razmiku od 5 do 30 metrov (Slika 13).



Slika 13 Lokacija Vukovje – mejica v kmetijski krajini

Geografsko se lokacija nahaja v dolini Vukovje ob Jakobskem potoku. Gre za pritok reke Pesnice, kjer ima bočna erozija prednost pred globinsko in ki je bil v preteklosti reguliran (Kert, 1959). Gre za značilni slovenskogoriški »dol« (na primer Jurovski, Jakobski, Vukovski, Jareninski Dol), ki ga odlikuje nekoliko širša dolina z nasutim ploskim dnom, po kateri je bilo v preteklosti že mogoče speljati prometna poto (Kert, 1959). Danes se na tej lokaciji izvaja intenzivna kmetijska raba. Okoliška površina raziskovane mejice je v rabi kot travnik s parcelno številko 1296 v katastrski občini Vukovje, ki se redno kosi. Izbrana drevesa so vrbe (*Salix sp.*) na nadmorski višini 246 metrov v ravnini, ki so bile v preteklosti redno obvejene. Na ta način je nastala oblika t. i. »glavatih« vrb (Slika 12). Takšna drevesa imajo navadno izvotljeno deblo, visoko od 1 do 3 metre, iz katerega na vrhu izraščajo veje. Redno rezanje vej na vrhu dreves je skozi čas povzročilo nastanek drevesnih ran. Te so napredovali v današnjo obliko drevesnih dupel ali celo izvotljenih debel od zgoraj navzdol. V razdalji 200 metrov od raziskovane skipine vrb ni bivalnih ali kmetijskih objektov, medtem ko je na razdalji do 500 metrov 14 gospodinjstev s pripadajočimi objekti. Raziskovana mejica je oddaljena 1040 metrov od večje vodne površine – Perniškega jezera, medtem ko najbližja vodna površina Jakobski potok teče neposredno oziroma pravokotno na linijo izbranih dreves. Najbližja asfaltirana prometnica, lokalna cesta Pernica–Jurovski Dol, poteka 160 metrov od objekta, medtem ko je avtocesta Maribor–Lendava oddaljena 1900 m.

4.2 TERENSKO VZORČENJE

4.2.1 Klasični popis vrste

Ranius in sod. (2005) še posebej priporočajo kombinacijo metod: najprej iskanje iztrebkov, ličink ali ostankov živali, potem na uspešnih lokacijah metoda ulova s pastmi. Pri tem je mišljena metoda ulova s talnimi pastmi, ki se zakopljejo v lesni drobir izvotljenega drevesa (Ranius, 2001). Na širšem območju raziskave smo v obdobju 2005–2014 sistematično pregledovali lokacije, ki so ustrezale puščavnikovemu okolju. Glede na izkušnje v tujini (Ranius in sod., 2005; Oleksa in sod., 2007) in doma (Vrezec in sod., 2008; Sameja, 2009) smo si pomagali s podlago kartiranja rabe tal. Grafično smo izločili objekte – mejice, ki so z rabo tal opredeljene kot drevesa in grmičevja (šifra 1500). Skupna površina tako izločenih mejic (532) je bila 146 hektarjev. Pri pregledu smo se osredotočili na mejice s starejšimi drevesi, predvsem z vrbami (*Salix* sp.). Na teh lokacijah smo v poletnih mesecih (junij, julij, avgust) iskali odrasle primerke, ličinke in sledi, ki očitno kažejo na prisotnost vrste: vonj feromona, značilni iztrebki, telesni ostanki (Stegner in sod., 2009). Za lokacije z najdenimi odraslimi puščavniki smo izračunali RA (relativna abundanca), ki predstavlja razmerje med številom najdenih živali na lokaciji in naporom (število pregledanih dreves na lokaciji):

$$RA = \frac{\text{št. najdenih živali}}{\text{št. pregledanih dreves}} \left(\frac{\text{št. živali}}{\text{drevo}} \right) \quad \dots(1)$$

4.2.2 Testiranje izbora habitata s feromonskimi pastmi

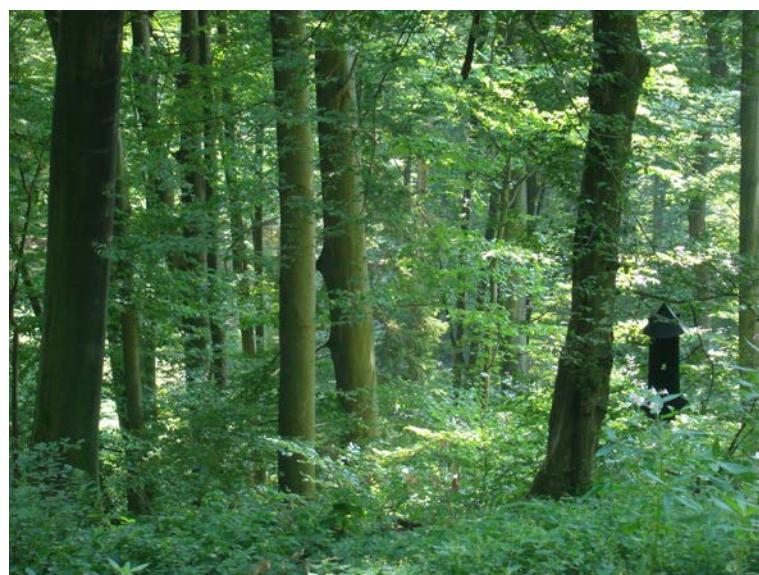
Puščavnikove habitatne preference so v glavnem votla debla ali dupline, v katerih se nahaja večja količina lesnega drobirja, predvsem debelejših listnatih dreves (Ranius, 2000; Ranius in sod., 2005). Da bi zajeli čim več okolij s takimi lastnostmi, smo izbrali lokacije v gozdu, na robu gozda in v kulturni krajini. V gozdu smo se osredotočili na razvojno fazo debeljak, kjer prevladujejo debelejša, starejša drevesa. Za kontrolno primerjavo smo izbrali enako število lokacij gozda z razvojno fazo drogovnjak, torej mlajše razvojne faze gozda. Za prehod iz gozdne v kulturno krajino smo izbrali gozdnii rob. Za primer krajine z manjšim antropogenim vplivom smo izbrali mejice, za primer z večjim antropogenim vplivom smo izbrali drevored. Habitatne tipe smo določili po Joganu in sod. (2004):

- gozd debeljak – 41.1 Bukovja (Slika 15),
- gozd drogovnjak – 41.1 Bukovja (Slika 16),
- gozdnii rob – 34.4 Termofilni in mezofilni gozdnii robovi in 41.1 Bukovja (Slika 17),
- drevored – 84.1 Drevoredi (Slika 18),
- mejice – 84.2 Mejice (Slika 19).

Glede na to, da ima vrsta višek aktivnosti v juliju (Ranius in sod., 2005), smo v letu 2015 v sodelovanju z Nacionalnim inštitutom za biologijo (NIB) v začetku julija nastavili 100 feromonskih pasti. Za vsak habitatni tip smo izbrali po štiri lokacije (Slika 11). Na vsako lokacijo smo postavili po pet feromonski pasti, ki so bile medsebojno oddaljene vsaj 30 metrov. Uporabili smo viseče prestrezne pasti, v katere smo namestili sintetično pridobljen feromon ciklični ester (R)-(+)-gama-dekalakton (Larsson in sod., 2003) (Slika 14).



Slika 14 Viseča prestrezna feromonska past za monitoring puščavnika
(foto: Sameja M.)



Slika 15 Vzorčenje s feromonskimi pastmi – habitatni tip gozd debeljak
(foto: Sameja M.)



Slika 16 Vzorčenje s feromonskimi pastmi – habitatni tip gozd drogovnjak (foto: Sameja M.)



Slika 17 Vzorčenje s feromonskimi pastmi – habitatni tip gozdni rob (foto: Sameja M.)

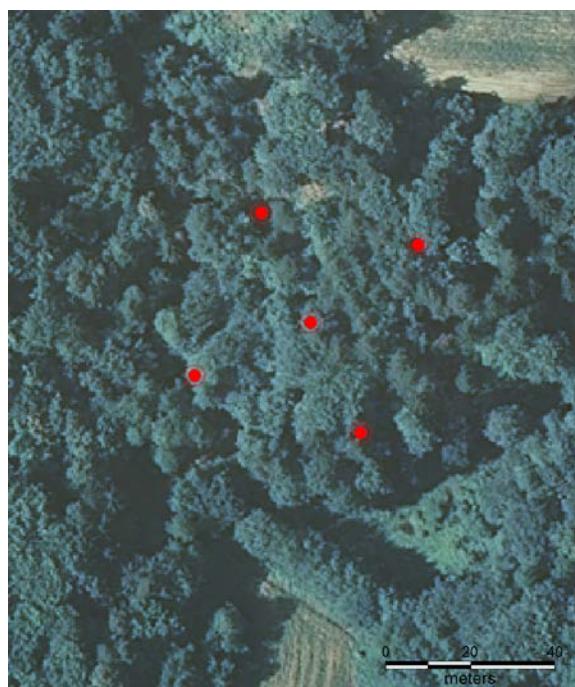


Slika 18 Vzorčenje s feromonskimi pastmi – habitatni tip drevored (foto:
Sameja M.)



Slika 19 Vzorčenje s feromonskimi pastmi – habitatni tip mejica (foto:
Sameja M.)

Na lokacijah, kjer so prostorske možnosti to dopuščale (habitatni tip debeljak in drogovnjak), smo pasti postavili v obliki kvadrata. Sredinska, peta past (Slika 20) se je ujemala s središčem SVP (stalne vzorčne ploskve). Izbor lokacij pri habitatnih tipih gozd debeljak, gozd drogovnjak in gozdn rob so pogojevale lokacije SVP, ki jih uporablja Zavod za gozdove Slovenije (ZGS) pri svojem delu v sklopu kontrolne vzorčne metode pri delni izmeri sestojev (Navodila ..., 2014). Za habitatna tipa debeljak in gozdn rob smo dajali prednost SVP z večjim deležem debelejših listavcev, za habitatni tip drogovnjak smo izbirali SVP s čim večjim deležem listavcev.



Slika 20 Primer razporeditve pasti za debeljak

V linijskih habitatnih tipih (mejica in drevored) so bile pasti razporejene linijsko z najmanj 30 metrov medsebojne oddaljenosti. Prednost so imele lokacije z debelejšim listnatim drevjem, na primer mejica (Slika 21).



Slika 21 Primer razporeditve pasti za mejico, drevored ali gozdni rob

Ujete živali smo izmerili (Poglavlje 4.2.4), jih označili s številčno ploščico ter jih nato izpustili. Označitev živali je služila za izločitev podatkov o ponovno ujetih živalih iz statistične analize. Za vsako lokacijo, kjer smo ujeli primerek vrste, smo izračunali RA (relativna abundanca), ki predstavlja razmerje med številom ujetih živali na lokaciji in naporom (število lovnih dni):

$$RA = \frac{\text{št. najdenih živali}}{\text{št. lovnih dni}} \left(\frac{\text{št. živali}}{\text{lovnih dnih}} \right) \dots (2)$$

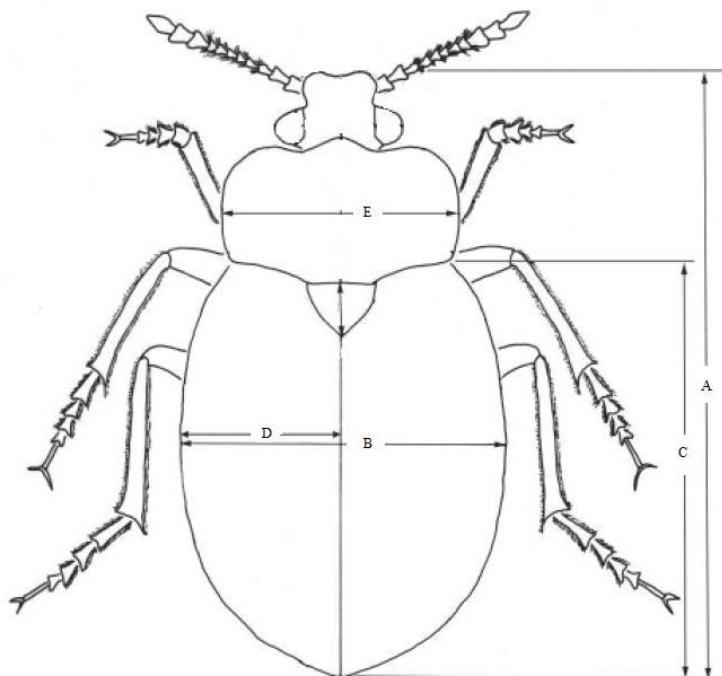
Na karti smo prikazali vse lokacije s feromonskimi pastmi po habitatnih tipih s posebej označenimi lokacijami, kjer smo ujeli puščavnika s pripadajočo RA (št. živali / lovni dan).

4.2.3 Razširjenost vrste v območju raziskave

Razširjenost vrste v območju raziskave (Slika 11) smo prikazali z združitvijo grafičnih podatkovnih slojev klasičnega popisa vrste med letoma 2006–2013 in vzorčenja s feromonskimi pastmi v letu 2015, ki smo ga izvedli v sodelovanju z NIB.

4.2.4 Merjenje živali

V primeru najdbe odraslega primerka smo izmerili biometrične lastnosti: telesna dolžina (A na Slika 22), telesna širina (B na Slika 22), dolžina elitre (C na Slika 22), širina elitre (D na Slika 22), širina toraksa (E na Slika 22) in maso¹.



Slika 22 Skica hrošča z označenimi merami (Ferreira, 2006): telesna dolžina – A, telesna širina – B, dolžina elitre – C, širina elitre – D, širina toraksa – E.

Dolžinske meritve smo opravljali z digitalnim kljunastim merilom proizvajalca Powerfix (Electronic digital caliper), model Z22855F, verzija 11/2008.

Najdene puščavnike smo označili tako, da smo na trden del hroščevega zadka prilepili oštrevljen kartonski krogec premera dveh milimetrov (Slika 23). Le-te

¹ Od leta 2009 naprej.

uporabljajo čebelarji za označevanje čebeljih matic. Živali smo označili zato, da smo lahko evidentirali ponovni ulov.



Slika 23 Primer označitve samčka (foto: Sameja M.)

Tehtali smo s precizno tehnico proizvajalca Varuna, model Varuna – 050 (Slika 24). Nato smo primerek izpustili na mestu najdbe. Zaradi statusa vrste (Pravilnik o uvrsttvitvi ..., 2010) smo za raziskavo po Uredbi o zavarovanih prostoživečih živalskih vrstah (2014) pridobili dovoljenje za poseg v populacijo osebkov zavarovanih živalskih vrst s številko 35601-124/2009-6, ki ga je za Ministrstvo za okolje in prostor izdala Agencija Republike Slovenije za okolje – ARSO.



Slika 24 Precizna terenska tehnica za tehtanje hroščev (foto: Sameja M.)

Na lokacijah smo določili Gauss-Krugerjeve koordinate in jih locirali na predhodno pripravljeni terenski karti. Podatke lokacij puščavnikovih najdb smo s programskim orodjem MapInfo (verzija 8.5) kot grafične objekte (točke) vnesli v grafični podatkovni sloj.

4.2.5 Merjenje habitata – izbor in ekstrakcija vrednosti okoljskih spremenljivk

Izbor okoljskih spremenljivk smo omejili na tiste, ki so nam bile dostopne iz podatkov SVP. SVP so zakoličeni koncentrični krogi s stalno površino (Navodila ..., 2014). Pri tem se snema drevje s premerom večjim od 30 cm na celiem vzorcu v velikosti 500 m² (premer kroga 12,61 m), drevje s premerom pod 30 cm pa v notranjem krogu 200 m² (premer kroga 7,98 m). Premeri dreves se izmerijo na prsni višini – 130 cm (Navodila ..., 2014). Izbrali smo šest okoljskih spremenljivk, ki jih lahko razdelimo v naslednjih pet kategorij (Preglednica 1): debelina dreves, vrstna pestrost, odprtost habitata, antropogeni vpliv in fizično-geografske značilnosti.

Preglednica 1 Pregled uporabljenih okoljskih spremenljivk (ZGS, lastne meritve)

Kategorija spremenljivke	Opis okoljske spremenljivke	Enota	Vir podatkov
Debelina dreves	Povprečni premer dreves	cm	Podatkovna baza ZGS in lastne meritve
Vrstna pestrost	Število drevesnih vrst	/	Podatkovna baza ZGS in lastne meritve
Odprtost habitata	Oddaljenost od odprtega habitata	m	Kartne podlage ZGS in lastne meritve s programskim orodjem MapInfo (8.5)
Antropogeni vpliv	Oddaljenost od naselja	m	Kartne podlage ZGS in lastne meritve s programskim orodjem MapInfo (8.5)
Fizično-geografske značilnosti	Nadmorska višina	m	Podatkovna baza ZGS in lastne meritve z GPS napravo Garmin 60xs
	Ekspozicija	°	Podatkovna baza ZGS in lastne meritve

Debelina dreves

Debelino dreves ponazarja povprečni premer dreves na lokaciji vzorčenja. Kadar je bila takšna lokacija v gozdnem prostoru, smo poiskali prostorsko identično SVP. Premere dreves smo povzeli iz podatkovne baze SVP. Iz podatkov zadnje izmere SVP smo izračunali povprečni premer dreves za lokacijo vzorčenja. Za lokacije izven gozdnega prostora (drevoredi, mejice), za katere ni bilo na voljo podatkov SVP, smo naredili lastno izmero. V prsni višini (130 cm) smo z gozdarsko premerko izmerili premere vsem drevesom med nastavljenimi pastmi, kar je približno površinsko sovpadalo s snemalno površino na SVP. Takim lokacijam smo nato pripisali povprečni premer izmerjenih dreves.

Vrstna pestrost

Vrstno pestrost predstavlja število drevesnih vrst na lokaciji vzorčenja oziroma število drevesnih vrst na prostorsko identični SVP v gozdnem prostoru. Podobno kot za debelino dreves smo število drevesnih vrst povzeli iz podatkov SVP. Za lokacije izven gozdnega prostora (drevoredi, mejice) smo drevesom, ki smo jim izmerili premer, določili vrsto, pri nekaterih vsaj rod (*Quercus*, *Acer*, *Salix*, *Tilia*). Lokacijam vzorčenja smo pripisali število preštetih drevesnih vrst.

Odprtost habitata

Pri odprtosti habitata smo obravnavali prostor brez visoke vegetacije (dreves) oziroma negozdni prostor. Za mero smo določili razdaljo od lokacije nastavljene pasti do najbližjega negozdnega prostora. To smo naredili z orodjem za izmero razdalj v sklopu programskega orodja MapInfo (verzija 8.5). Programsko orodje MapInfo, uradne grafične podatkovne sloje Geodetske uprave Republike Slovenije (GURS) in lastne podatkovne sloje uporablja pri svojem delu ZGS. Naredili smo grafični podatkovni sloj z vnesenimi lokacijami nastavljenih pasti. Za podlago smo imeli GURS-ove digitalne ortofoto posnetke (DOF). Lokacijam vzorčenja smo izračunali povprečne vrednosti, ki smo jih dobili za pasti na lokaciji.

Antropogeni vpliv

Za mero antropogenega vpliva smo določili oddaljenost od naselja. Pri tem smo uporabili iste podlage in isto programsko orodje ter enak način kot za odprtost habitata. Merili smo razdaljo od lokacije nastavljene pasti do najbližje zgradbe. Čeprav se kot naselje smatrajo več kot 3 naseljene zgradbe, smo se za merjenje do najbližje zgradbe odločili zaradi tipične razpršenosti zgradb za ta prostor.

Fizično-geografske značilnosti

Pri kategoriji fizično-geografskih značilnosti smo se omejili na spremenljivke, katerih podatki so nam bili hitro dostopni iz podatkov SVP. Izbrali smo nadmorsko višino in eksponicijo. Lokacijam vzorčenja v gozdnem prostoru (debeljak, drogovnjak, gozdni rob) smo pripisali vrednosti prostorsko identičnih SVP.

Pri tem smo za parameter ekspozicije povzeli razdelitev, ki se uporablja na snemanjih SVP (Pravilnik ..., 2014):

- 0 – ravno (naklon $< 3^\circ$),
- 1 – sever,
- 2 – severovzhod,
- 3 – vzhod,
- 4 – jugovzhod,
- 5 – jug,
- 6 – jugozahod,
- 7 – zahod,
- 8 – severozahod.

Za lokacije vzorčenja izven gozdnega prostora (drevoredi, mejice) smo nadmorsko višino z GPS (globalni sistem pozicioniranja) napravo Garmin 64xs določili za vsako past. Vrednost nadmorske višine lokacije vzorčenja smo izračunali kot povprečje nadmorskih višin pasti na lokaciji.

4.3 ANALIZA PODATKOV

4.3.1 Analiza izbora habitata

Za analizo podatkov vzorčenja smo uporabili univariatne neparametrične teste χ^2 test (Košmelj, 2007). Zaradi narave vzorčenja in okoljskih spremenljivk smo za statistično analizo uporabili tudi GLMM modeliranje (General linear mixed modeling) (Zuur in sod., 2009). Izračune smo opravili s programskima orodnjema R (verzija 3.1.3) in Statistica (verzija 10). Statistično analizo vzorčenja smo naredili v dveh delih. V prvem smo testirali izbor habitata, v drugem delu pa vpliv preučevanih spremenljivk na izbor habitata.

4.3.1.1 Testiranje izbora habitata

Uporabili smo χ^2 test za preizkušanje povezanosti pričakovanih oziroma teoretičnih spremenljivk s slučajno spremenljivko – številčnostjo puščavnika med habitatnimi tipi (Košmelj, 2007). Za številčnost puščavnika smo uporabili RA (Poglavlje 4.2.2.).

4.3.1.2 Testiranje vpliva preučevanih okoljskih spremenljivk na izbor habitata

Za analizo vpliva neodvisnih spremenljivk na izbor habitata smo podatke vzorčenj uredili tako, da smo podatkom za testiranje izbora habitata dodali še pripadajoče podatke neodvisnih okoljskih spremenljivk: povprečni premer dreves, število drevesnih vrst, oddaljenost od odprtega habitata, oddaljenost od naselja, nadmorska višina, ekspozicija.

Vpliv preučevanih okoljskih spremenljivk na izbor habitata smo testirali s hitrim Spearmanovim koeficientom korelacije rangov (Košmelj, 2007) in GLMM modelom s Poissonovo porazdelitvijo (Zuur in sod., 2009). Slednji upoštevajo tudi vpliv različnega števila lovnih dni na število ujetih živali in medsebojni vpliv pasti na posamezni lokaciji (5 pasti na lokacijo). Tega vpliva ne smemo izločiti, saj je bila medsebojna oddaljenost nastavljenih pasti manjša, kot je verjetni vpliv uporabljenega feromona. Pri testiranju smo opazovali korelacijo neodvisnih spremenljivk oziroma vpliv neodvisnih spremenljivk na izbor habitata (Košmelj, 2007).

4.3.2 Sezonska dinamika aktivnosti

Odrasle živali puščavnika se pojavljajo od julija do septembra (Ranius in sod., 2005). V okviru NIB-ovega monitoringa puščavnika smo v maju 2014 na lokaciji Vukovje (Poglavlje 0) nastavili 10 feromonski pasti (Slika 14, Slika 25).

Pasti smo pregledovali na 3 do 8 dni. Krajši oziroma daljši časovni interval so narekovali ugodne oziroma neugodne razmere.



Slika 25 Razporeditev feromonskih pasti na lokaciji Vukovje

Dobljene podatke smo uredili tako, da smo ob pregledu pasti (datum pregleda) izračunali napor (število lovnih dni) in RA (število ujetih puščavnikov glede na napor na 10 lovnih dni) ločeno po spolih:

$$RA = \frac{\text{št. ujetih živali} \times 10}{\text{št. lovnih dni}} \left(\frac{\text{št. ujetih živali}}{10 \text{ lovnih dni}} \right) \quad \dots(3)$$

Analizo smo opravili z grafikonom s povprečnimi RA za mesečne triade ločeno po spolih in skupno vrednost.

$$RA(\text{mesečna triada}) = \frac{\sum \text{št. ujetih živali} \times 10}{\sum \text{št. lovnih dni}} \left(\frac{\text{št. ujetih živali}}{10 \text{ lovnih dni}} \right) \quad \dots(4)$$

Iskali smo začetek, vrhunc in zadnje aktivnosti vrste v sezoni.

4.3.3 Analiza biometričnih lastnosti vrste

Za analizo biometričnih lastnosti vrste smo potrebovali čim bolj homogene in številčne podatke. Tema pogojeva so najbolje ustrežali podatki najdenih oziroma ujetih odraslih živali z lokacije Vukovje. V analizo smo vključili podatke iz klasičnega popisa vrste v letih 2008 in 2009 (Poglavlje 4.2.1) ter podatke monitoringa puščavnika z desetimi feromonskimi pastmi v letu 2014 (NIB) za lokacijo Vukovje (Poglavlje 4.3.2).

V analizo smo vključili podatke meritev biometričnih lastnosti živali: telesno dolžino, telesno širino, širino oprsja, dolžino in širino pokrovke ter maso (Poglavlje 4.2.4). Ločeno po spolih smo za biometrične lastnosti izračunali mediano, prvi in tretji kvartil, minimum, maksimum in SE (standardni odklon).

4.3.3.1 Korelacija biometričnih lastnosti vrste

Za analizo smo uporabili podatke 71 živali z izjemo podatkov za maso. Slednje smo uporabili za 57 živali, pri ostalih mase nismo tehtali.

Shapiro-Wilk test normalnosti porazdelitve podatkov smo uporabili kot predtest normalnosti porazdelitve (Shapiro in Wilk, 1965).

Ker se večina podatkov ne porazdeljuje normalno, smo povezanost med biometričnimi lastnosti merili s Spearmanovim koeficientom korelacije rangov (Košmelj, 2007). S Spearmanovim koeficientom korelacije rangov merimo razlike med rangoma obravnavanih spremenljivk, test pa ni občutljiv na normalnost porazdelitve podatkov (Košmelj, 2007).

4.3.3.2 Testiranje razlik biometričnih lastnosti vrste glede na spol, obseg gostiteljskih dreves in čas najdbe živali

Razlike biometričnih lastnosti vrste glede na spol, obseg gostiteljskih dreves in čas najdbe živali smo testirali z neparametričnim Mann – Whitney U testom za dva neodvisna vzorca (Košmelj, 2007).

Za testiranje vpliva debeline dreves (obseg gostiteljih dreves) so eno skupino predstavljale meritve puščavnikov, najdenih na gostiteljskih drevesih z obsegom večjim od 300 centimetrov, drugo skupino pa z enakim obsegom oziroma manjšim obsegom. Za ta namen smo vsakemu drevesu, kjer smo našli puščavnika, izmerili obseg. Obseg dreves smo merili z vrvico v prsni višini (na višini 1.3 metra), ki smo jo nato položili na merski trak in odčitali vrednost obsega merjenega drevesa.

Za preverjanje vpliva časa najdbe na biometrične lastnosti smo podatke uredili v dve skupini glede na mesec najdbe živali. Prvo skupino so predstavljale meritve živali, najdenih v juliju, drugo skupino pa meritve živali, najdenih v avgustu.

Vpliv debeline dreves in časa najdbe smo testirali ločeno po spolih.

5 REZULTATI

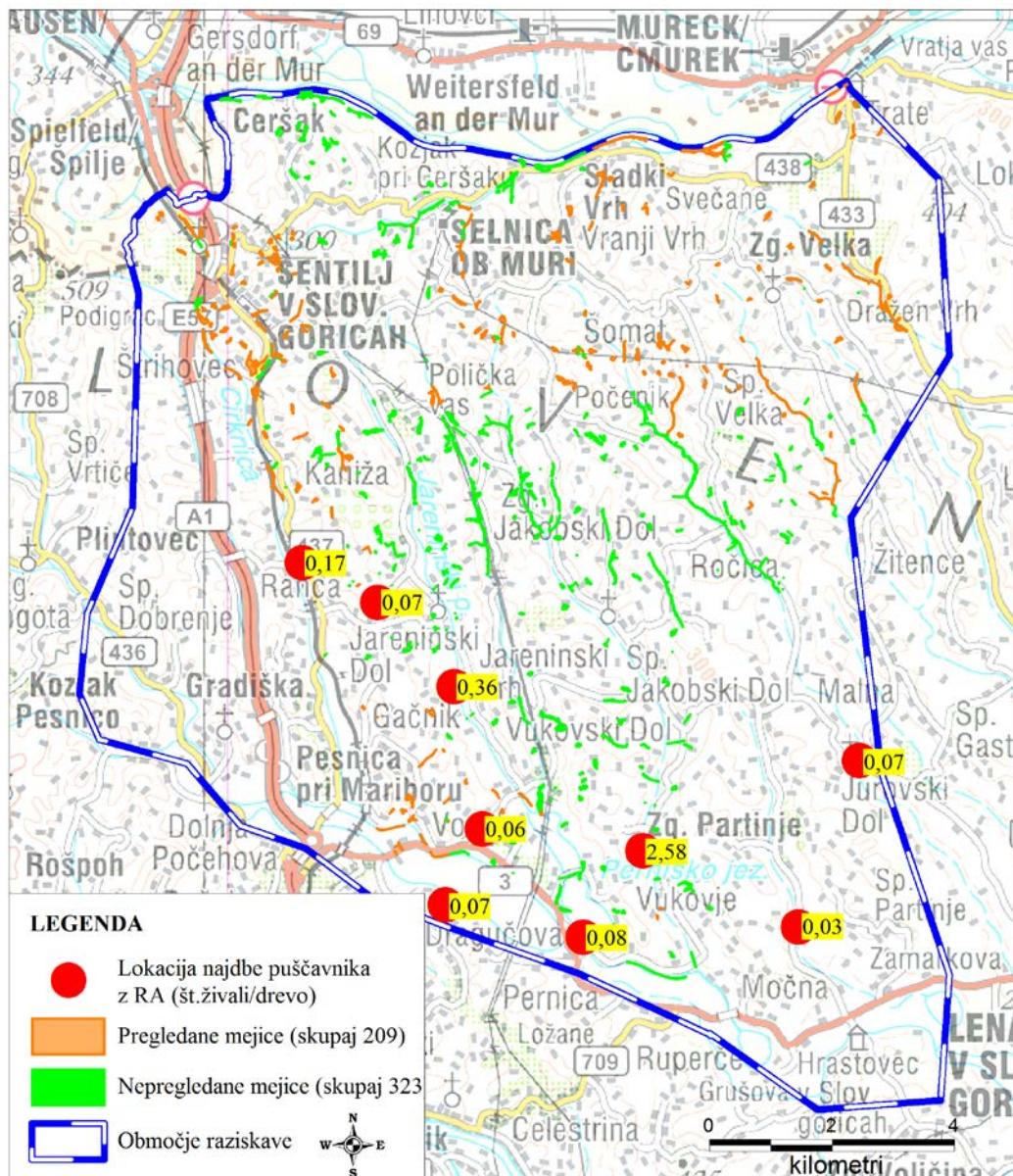
5.1 REZULTATI TERENSKEGA VZORČENJA

5.1.1 Rezultati klasičnega popisa vrste

V Slovenskih goricah smo v obdobju 2006–2013 na območju raziskave z metodo klasičnega pregledovanja pregledali 39 % oziroma 209 od 532 mejic (Slika 26), ki so ustrezale kriteriju mejic s starejšimi drevesi. Prisotnost puščavnika smo potrdili na 4,3 % (9) pregledanih lokacij (PRILOGA A, Slika 26).

Pregledane mejice so sestavljali izključno listavci. Prevladovale so vrbe (*Salix spp.*), črne jelše (*Alnus glutinosa*) in veliki jesen (*Fraxinus excelsior*). Najdbe, ki kažejo na prisotnost puščavnika, smo zabeležili na 33 drevesih (PRILOGA A). Vsa naseljena drevesa so bila izključno vrbe (*Salix spp.*).

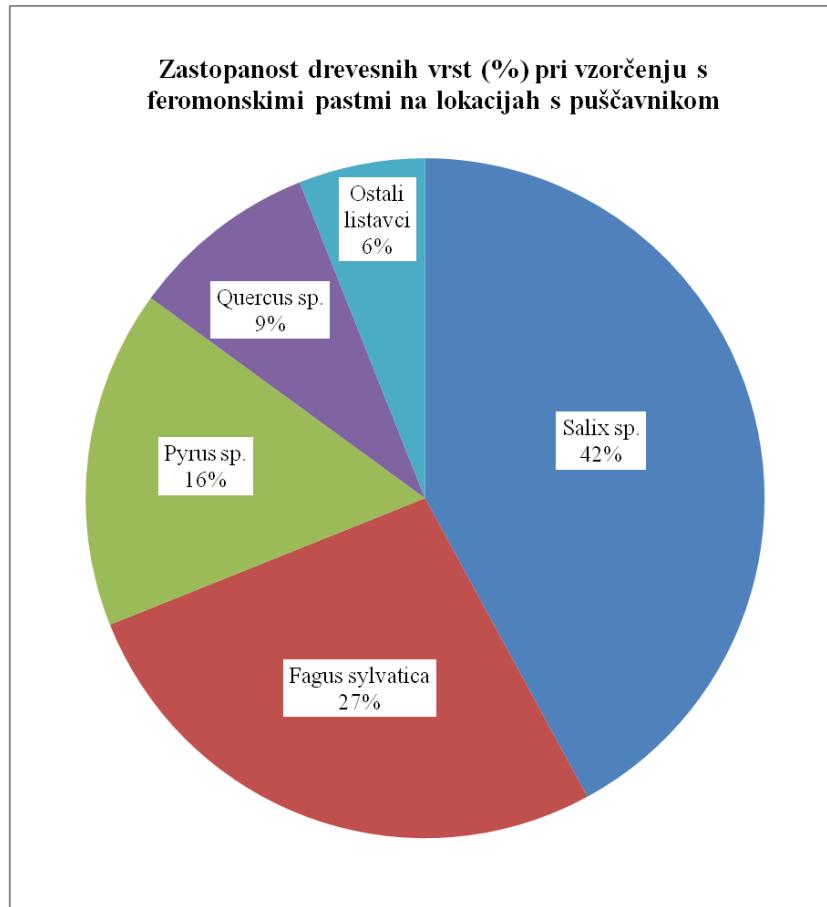
S klasičnim popisom smo našli 93 odraslih puščavnikov, od tega 16 % samic in 84 % samcev (PRILOGA A, Slika 26). Kar 94 % (77) vseh najdenih živali smo našli na najpogosteje obiskani lokaciji Vukovje z največjo RA (2,58 živali/drevo) (PRILOGA A, Slika 26). Ostale lokacije s puščavniki so dosegla vrednost RA med 0,03 živali/drevo (minimum) in 0,36 živali/drevo (druga največja vrednost) (PRILOGA A, Slika 26).



Slika 26 Karta najdišč puščavnika klasičnega popisa med letoma 2006–2013 z RA (št. živali/drevo)

5.1.2 Rezultati popisa vrste z vzorčenjem s feromonskimi pastmi po habitatnih tipih

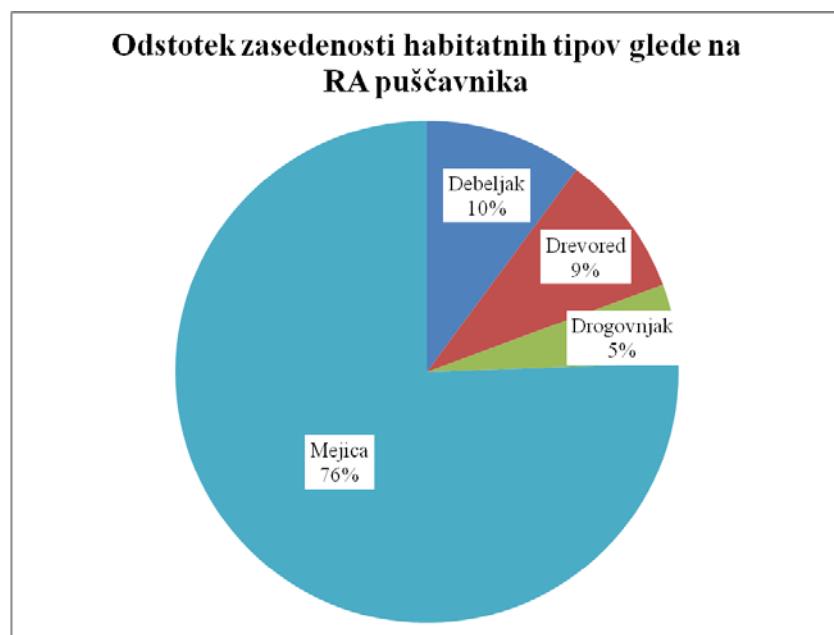
V letu 2015 smo med 29. 6. in 7. 7. nastavili feromonske pasti na 20 izbranih lokacij (PRILOGA C). Naredili smo tri preglede pasti. Zadnje preglede smo opravili v začetku avgusta (PRILOGA C). Napor (število lovnih dni) na posamezni lokaciji je bil od 27 do 35 dni (PRILOGA D). Na vseh lokacijah vzorčenja s feromonskimi pastmi so najbolje zastopani listavci (96 %), medtem ko so se iglavci pojavljali le redko (4 %) (PRILOGA B). Med listavci prevladujeta bukev in vrba, ki skupaj predstavlja več kot polovico dreves na lokacijah (PRILOGA B). Na lokacijah s puščavnikom so iglavci manjkali (PRILOGA B). Najbolje je bila zastopana vrba (42 %), ki skupaj z bukvijo predstavlja dve tretjini dreves, sledita še hruška (16 %) in hrast (9 %) (PRILOGA B, Slika 27). Ostali listavci (črna jelša, beli gaber, javor, veliki jesen) so zastopani s 6 % (PRILOGA B, Slika 27).



Slika 27 Zastopanost drevesnih vrst (%) pri vzorčenju s feromonskimi pastmi na lokacijah s puščavnikom (PRILOGA B)

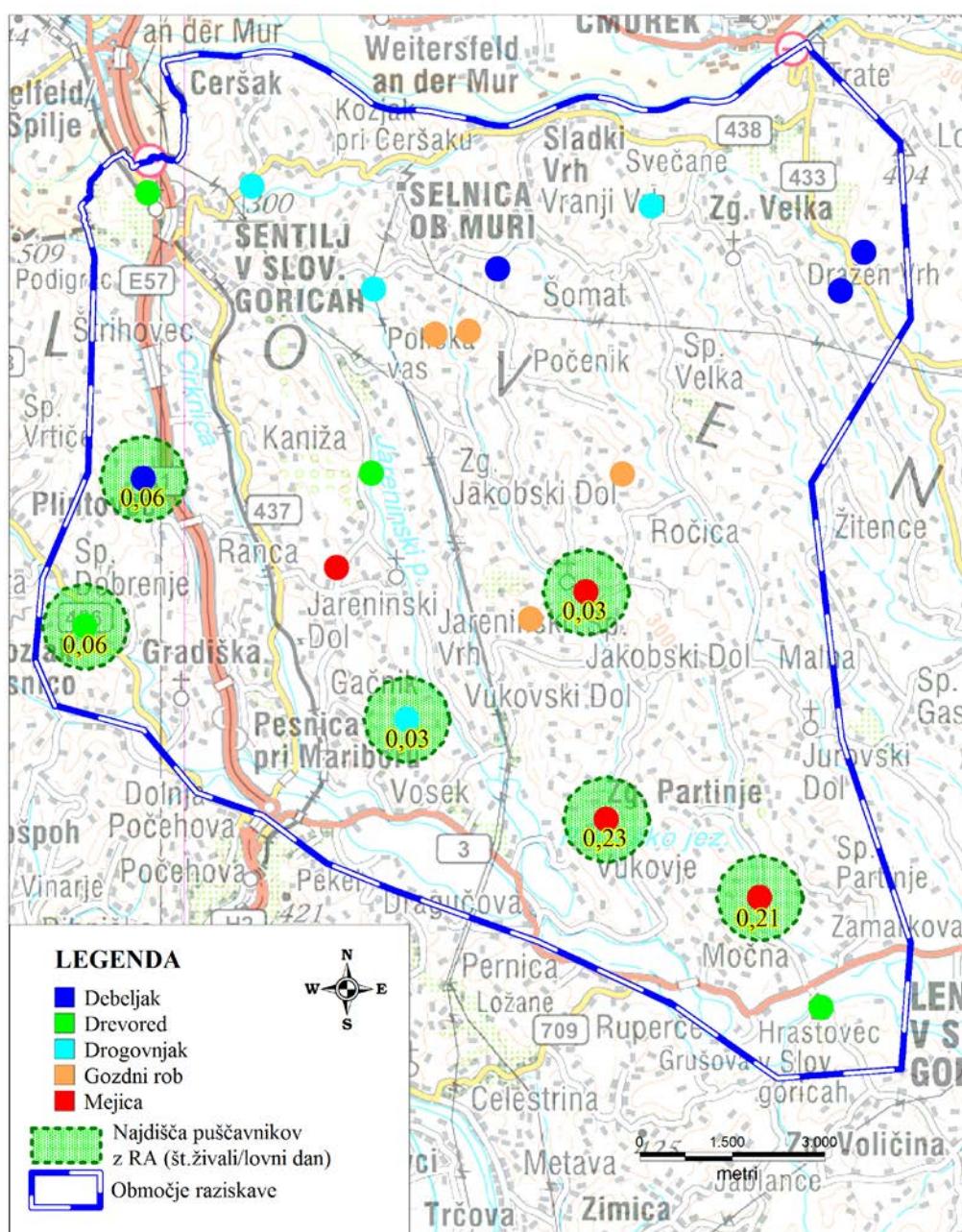
Puščavnika smo ujeli na 30 % lokacij vzorčenja (PRILOGA D). Skupno smo ujeli 20 odraslih živali (PRILOGA D). Razmerje med spoloma ujetih živali je bilo 1 : 1, ujeli smo 10 samic in 10 samcev (PRILOGA D).

Glede na RA (št. živali/lovní dan) puščavnika (PRILOGA D) je najbolje zaseden habitatni tip mejica (76 %), sledijo drevored (9 %), gozd (15 %), debeljak (10 %) in drogovnjak (5 %) (Slika 28). Tudi glede na število lokacij z ujetim puščavnikom je najbolje zaseden habitatni tip mejica s tremi lokacijami (Slika 29). Pri habitatnih tipih drevored, gozd v razvojni fazi debeljak in gozd v razvojni fazi drogovnjak smo puščavnika ujeli pri vsakem na eni lokaciji (Slika 29). V habitatnem tipu gozdni rob puščavnika nismo našli (PRILOGA E, Slika 28, Slika 29).



Slika 28 Odstotek zasedenosti habitatnih tipov glede na RA (št. živali/lovní dan) puščavnika (PRILOGA E)

V pasti so se zraven preučevane vrste ujeli še hrošči naslednjih vrst: *Elater ferrugineus* L., *Gnorimus variabilis* L., *Cetonia aurata* L., *Dorcus parallelipipedus* L., *Lucanus cervus* L., *Aromia moschata* L.

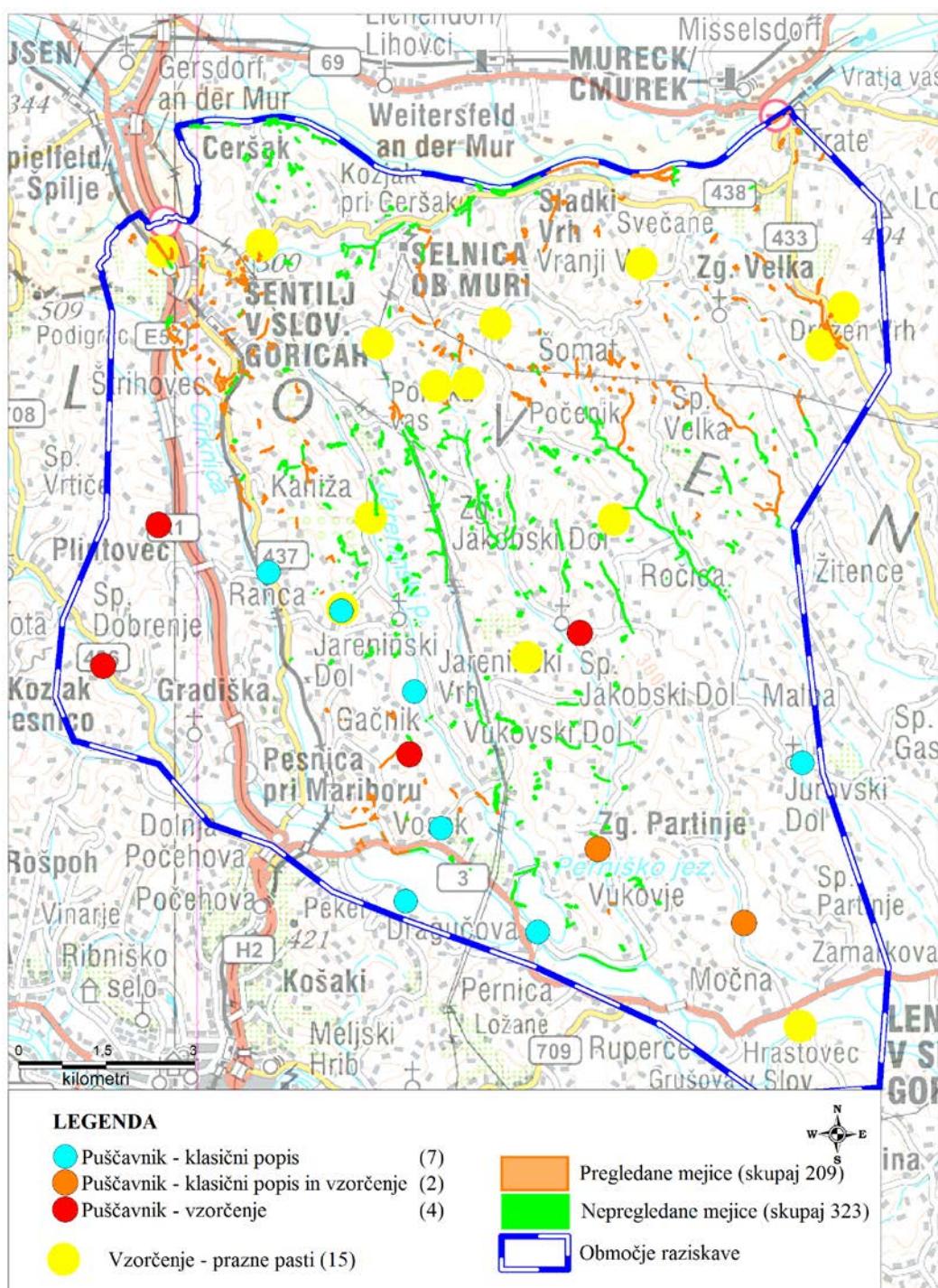


Slika 29 Karta lokacij najdb puščavnika z vzorčenjem s feromonskimi pastmi v letu 2015 po habitatnih tipih z RA (št. živali/lovni dan)

5.1.3 Razširjenost puščavnika na območju raziskave

Skupno smo v raziskavi našli 113 puščavnikov na 13 lokacijah (PRILOGA F, Slika 30). Na več kot polovici lokacij (7) smo puščavnika našli s klasičnim popisom (Slika 30). S feromonskim vzorčenjem smo ga ujeli na 6 lokacijah. Na dveh lokacijah (Vukovje, Jurovski Dol) smo vrsto najprej evidentirali z metodo klasičnega popisa in jo z vzorčenjem s feromoskimi pastmi potrdili (Slika 30, PRILOGA F).

Vrsta se pojavlja v južnem delu raziskovalnega območja (Slika 30). Tekom celotnega obdobja raziskave je bilo največ živali najdenih ali ujetih na najpogosteje obiskani lokaciji Vukovje (PRILOGA F).

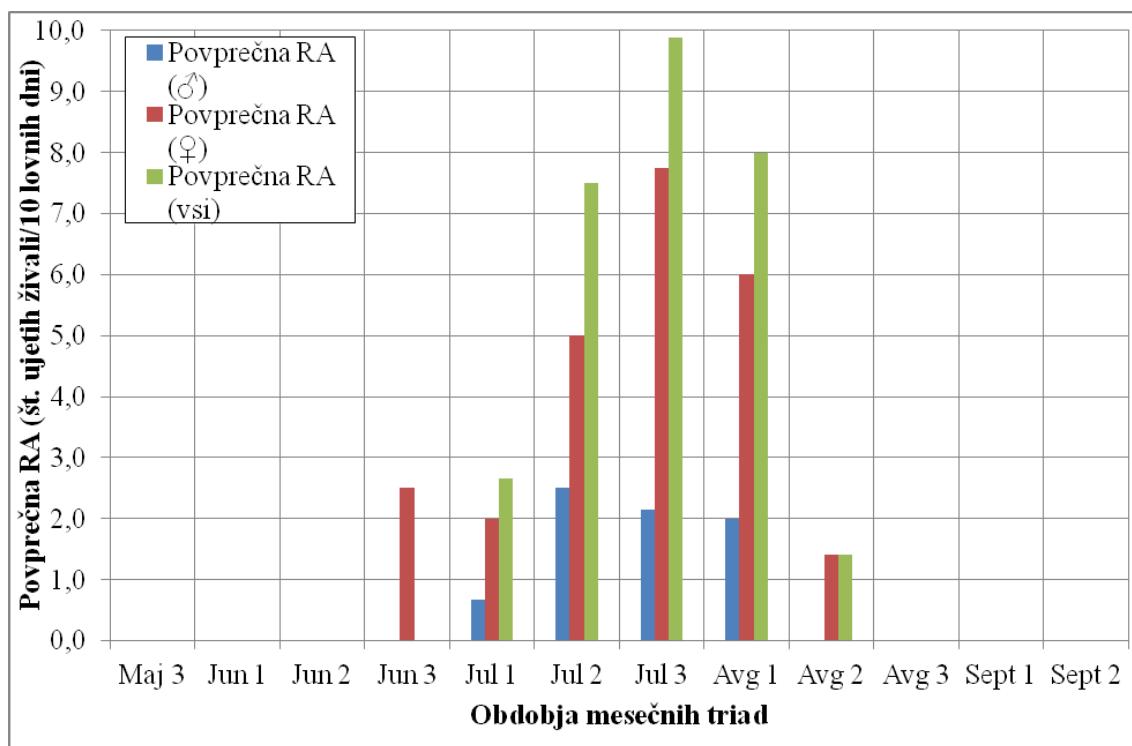


Slika 30 Karta razširjenosti puščavnika v območju raziskave – klasični popis 2006–2013 in vzorčenje s feromonskimi pastmi 2015 (v oklepajih – skupno št. enot kategorije)

5.2 REZULTATI SEZONSKE DINAMIKE VRSTE

V okviru monitoringa puščavnika s feromonskimi pastmi smo v letu 2014 na lokaciji Vukovje v 109 lovnih dneh (PRILOGA G) ujeli 30 odraslih živali, od tega 23 samic in 7 samcev. Pasti smo nastavili 29. 5. 2014 (PRILOGA G). Prve živali so se ujele 26. 6. 2014 po 28 lovnih dneh (Slika 31). Takoj po tem smo pregledovali pasti pogosteje (PRILOGA G). V drugi polovici julija in v avgustu smo pasti pregledovali na 4 do 8 dni (PRILOGA G). Nazadnje smo puščavnike našli v pasteh 12. 8. 2014 (PRILOGA G).

Obdobje pojavljanja vrste je trajalo 46 dni (PRILOGA G) z vrhuncem pojavljanja v zadnji triadi julija (Slika 31) z največjo RA 9,9 ujetih živali/10 lovnih dni v razmerju med spoloma 1 : 3,5 (samci : samice) (PRILOGA H). Prve samice so se ujele konec junija, prvi samci v prvi tretjini julija (PRILOGA G, PRILOGA H, Slika 31). Višek pojavljanja samic (RA 7,7 ujetih živali/10 lovnih dni) sovpada z viškom pojavljanja vseh, medtem ko se je največ samcev (RA 2,5 ujetih živali/10 lovnih dni) ujelo sredi julija (PRILOGA G, PRILOGA H, Slika 31). Nazadnje smo samce našli v začetku avgusta, samice pa še v drugi triadi avgusta (PRILOGA G, PRILOGA H, Slika 31).



Slika 31 Sezonska dinamika puščavnika (kot ugotovljena RA (št. ujetih živali/10 lovnih dni) po mesečnih triadah) na lokaciji Vukovje (10 feromonskih pasti) v letu 2014

5.3 ANALIZA IZBORA HABITATA

5.3.1 Številčnost puščavnika po habitatnih tipih

Številčnost puščavnika (PRILOGA E, Preglednica 2) se je značilno razlikovala med habitatnimi tipi ($\chi^2 = 19,7, p < 0,001$), pri čemer smo najvišje RA (št. živali/lovni dan) ugotovili v mejicah (Preglednica 2).

Preglednica 2

Preglednica rezultatov testiranja izbora habitata – število lovnih dni in RA (št. živali/št. lovnih dni) po habitatnih tipih: mediana, kvartilni interval, maksimum

Habitatni tip	N (št. lovnih dni)	RA (št. živali/lovni dan)		
		Mediana	Q ₁ –Q ₃	Maksimum
Debeljak	132	0	0–0,016	0,063
Drevored	119	0	0–0,014	0,057
Drogovnjak	128	0	0–0,008	0,031
Gozdni rob	128	0	0–0	0
Mejica	128	0,119	0,023–0,212	0,229

5.3.2 Vpliv preučevanih okoljskih spremenljivk na izbor habitata puščavnika

Rezultati testa Spearmanovega koeficienta korelacije RA (št. živali/lovni dan) s preučevanimi okoljskimi spremenljivkami (povprečni premer dreves, število drevesnih vrst, oddaljenost od odprtrega habitata, oddaljenost od naselja, nadmorska višina, ekspozicija) (PRILOGA E) po habitatnih tipih so pokazali pozitivno korelacijo z debelino dreves (Preglednica 3) in negativno korelacijo s številom drevesnih vrst (Preglednica 3). Korelacijski sta značilni pri verjetnosti $p < 0,05$.

Preglednica 3 Test soodvisnosti med okoljskimi spremenljivkami in številčnostjo puščavnika z RA (št. živali/lovni dan). Testirano s Spearmanovim koeficientom korelacije (r_s) za 20 lokacij (N = 20)

Okoljska spremenljivka	r_s	P
Oddaljenost od odprtrega habitata (m)	-0,23	0,32
Oddaljenost od naselja (m)	0,08	0,73
Nadmorska višina (m)	-0,40	0,08
Ekspozicija	-0,27	0,25
Povprečni premer dreves (cm)	0,54	0,01
Število drevesnih vrst	-0,49	0,03

GLMM testiranje je potrdilo statistično značilno vplivanje na številčnost pojavljanja vrste samo za povprečni premer dreves ($z = 5,104, p < 0,001$).

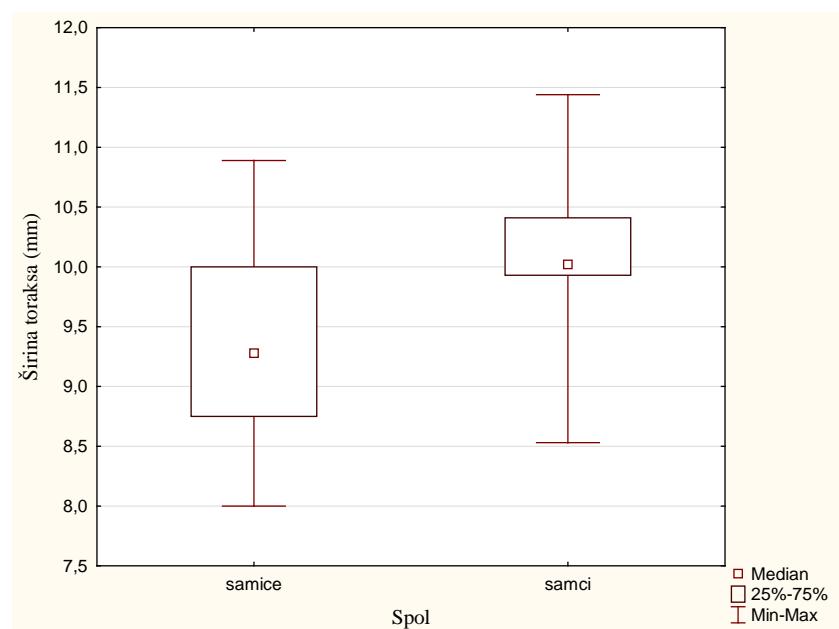
5.3.3 Biometrične lastnosti vrste

Izmerili smo 71 puščavnikov (PRILOGA J). Od teh je bilo 45 samcev, samic pa 26 (PRILOGA J, Preglednica 4). Stehtali smo 56 živali, od tega prav tako več samcev (33) in manj samic (23) (PRILOGA J, Preglednica 4). Glede na mediane, kvartile in minimume so samci v primerjavi s samicami večinoma daljši, širši, težji, imajo širše oprsje, daljše in širše pokrovke (Preglednica 4).

Samci so se izkazali z značilno ($p < 0,05$) širšim oprsjem ($U = 256,0$, $p = 0,0001$) (Preglednica 4, Slika 32).

Preglednica 4 Biometrične lastnosti puščavnika – primerjava med spoloma z Mann-Whitney U testom: mediana, kvartilni interval, minimum, maksimum, SE, U in p

Biometrična lastnost	Spol	N	Mediana	Q_1	-	Q_3	Minimum	Maksimum	SE (standardni odklon)	U	p
Telesna dolžina (mm)	♂	4 5	29,3	28,8	-	30,0	25,8	31,7	1,2	448,5	0,10
	♀	2 6	28,1	27,7	-	30,0	25,8	35,1	2,0		
Telesna širina (mm)	♂	4 5	15,8	15,0	-	16,0	13,5	18,0	0,8	514,0	0,40
	♀	2 6	15,5	14,3	-	16,1	13,4	18,6	1,3		
Širina oprsja (mm)	♂	4 5	10,0	9,9	-	10,4	8,5	11,4	0,6	256,0	0,00
	♀	2 6	9,3	8,8	-	10,0	8,0	10,9	0,7		
Dolžina pokrovke (mm)	♂	4 5	18,9	18,1	-	19,5	16,0	21,0	1,1	472,5	0,18
	♀	2 6	18,0	17,6	-	19,3	15,5	22,7	1,5		
Širina pokrovke (mm)	♂	4 5	8,3	8,0	-	9,0	6,0	9,7	0,7	539,0	0,59
	♀	2 6	8,1	8,0	-	8,6	7,2	17,8	1,9		
Telesna masa (mg)	♂	3 3	1641,0	1425,0	-	1982,5	1081,0	2593,0	387,2	309,0	0,18
	♀	2 3	1460,0	1340,0	-	1782,5	1153,0	3910,0	574,7		



Slika 32 Primerjava širine oprsja med samci in samicami puščavnika
(Mann-Whitney U test: $U = 256,0, p = 0,0001$)

5.3.4 Korelacija med biometričnimi lastnostmi vrste

Rezultati testa normalnosti porazdelitve podatkov (Shapiro-Wilk test) (PRILOGA K) so pokazali normalnost ($p > 0,05$) za meritve dolžin pokrovk ($W = 1,0, p = 0,68$) in širin oprsij ($W = 0,97, p = 0,06$). Za ostale lastnosti test ni potrdil normalnosti porazdelitve podatkov. Slednja ugotovitev narekuje testiranja z neparametričnimi testi.

S Spearmanovim koeficientom korelacije smo testirali značilno ($p < 0,05$) pozitivno povezanost med vsemi biometričnimi lastnostmi (PRILOGA K, Preglednica 5). S povečanjem telesne dolžine se povečuje tudi masa ($r_s = 0,73, p < 0,05$) (Preglednica 5).

Preglednica 5 Testiranje soodvisnosti med biometričnimi lastnostmi s Spearmanovim testom korelacije

$r_s (p < 0,05)$	Telesna dolžina (mm)	Telesna širina (mm)	Širina toraksa (mm)	Dolžina eliter (mm)	Širina eliter (mm)
Telesna masa (mg)	0,73	0,63	0,60	0,62	0,48
Telesna dolžina (mm)		0,63	0,67	0,52	0,43
Telesna širina (mm)			0,59	0,63	0,58
Širina toraksa (mm)				0,50	0,41
Dolžina eliter (mm)					0,51

5.3.5 Povezava med biometričnimi lastnostmi in obsegom gostiteljskih dreves

Za izračun razlik glede na obseg dreves smo uporabili meritve 47 puščavnikov (PRILOGA K). Pri testiranju vpliva obsega dreves nad 300 cm smo upoštevali 27 puščavnikov v razmerju med spoloma 7 : 3 (samci : samice), za obseg dreves pod 300 cm pa 20 v razmerju 9 : 1 (Preglednica 6, Preglednica 7).

Osebki puščavnikov, najdeni v različno debelih drevesih, so si med seboj biometrično podobni (Preglednica 6, Preglednica 7).

Preglednica 6

Primerjava biometričnih lastnosti samcev puščavnikov
glede na obseg dreves (Mann-Whitney U test): mediana,
kvartilni interval, minimum, maksimum, SE, U in p

♂	Obseg drevesa	N	Mediana	Q ₁ - Q ₃	Minimum	Maksimum	SE (standardni odklon)	U	p
Telesna širina	nad 300	18	16,0	15,2 - 16,2	13,5	18,0	0,2	167,5	0,554
	pod 300	21	15,7	15,0 - 16,0	14,8	16,9	0,1		
Telesna dolžina	nad 300	18	29,0	28,3 - 29,8	25,8	31,0	0,3	126	0,078
	pod 300	21	29,5	29,1 - 30,0	28,0	31,3	0,2		
Širina pokrovk	nad 300	18	8,6	7,8 - 9,0	6,0	9,7	0,2	175,5	0,714
	pod 300	21	8,4	8,1 - 8,5	7,0	9,0	0,1		
Dolžina pokrovk	nad 300	18	19,0	18,1 - 19,6	16,2	21,0	0,3	177,5	0,757
	pod 300	21	18,9	18,2 - 19,3	16,0	20,5	0,2		
Širina oprsja	nad 300	18	10,0	9,8 - 10,4	8,5	11,0	0,1	122	0,061
	pod 300	21	10,2	10,0 - 10,6	9,9	11,4	0,1		
Telesna masa	nad 300	14	1589,0	1425,0 - 2258,0	1081,0	2593,0	133,3	86	0,597
	pod 300	14	1843,0	1476,0 - 2010,0	1326,0	2166,0	74,0		

Preglednica 7

Primerjava biometričnih lastnosti samic puščavnikov glede na obseg dreves (Mann-Whitney U test): mediana, kvartilni interval, minimum, maksimum, SE, U in p

♀	Obseg drevesa	N	Mediana	Q ₁ - Q ₃	Minimum	Maksimum	SE (standardni odklon)	U	p
Telesna širina	nad 300	2	15,3	14,6 - 16,0	14,6	16,0	0,7	6	1
	pod 300	6	15,0	13,7 - 16,5	13,7	17,7	0,7		
Telesna dolžina	nad 300	2	27,4	27,0 - 27,7	27,0	27,7	0,4	0	0,067
	pod 300	6	28,0	28,0 - 30,5	27,9	30,9	0,6		
Širina pokrovk	nad 300	2	8,2	8,0 - 8,3	8,0	8,3	0,2	5	0,868
	pod 300	6	8,0	8,0 - 9,0	7,5	9,1	0,3		
Dolžina pokrovk	nad 300	2	18,0	17,9 - 18,0	17,9	18,0	0,0	4,5	0,739
	pod 300	6	18,5	17,4 - 19,1	16,9	20,5	0,5		
Širina oprsja	nad 300	2	8,5	8,0 - 8,9	8,0	8,9	0,5	2	0,243
	pod 300	6	9,5	8,9 - 10,2	8,6	10,5	0,3		
Telesna masa	nad 300	1	1309,0	1309,0 - 1309,0	1309,0	1309,0		0	1
	pod 300	4	1615,5	1299,5 - 1788,5	1153,0	1792,0	153,3		

5.3.5.1 Spremembe biometričnih lastnosti glede na čas najdbe

Za testiranje razlik glede na čas najdbe smo uporabili 47 puščavnikov (PRILOGA K). V primerjavi večine biometričnih lastnosti za mesec julij smo upoštevali 30 samcev in 3 samice, za mesec avgust pa 9 samcev in 3 samice (Preglednica 8). Izjema je bila telesna masa z manjšim številom živali, za mesec julij 21 : 1 (samci : samice) in za avgust 7 : 4 (Preglednica 8, Preglednica 9).

Samci puščavnika, najdeni v juliju, so bili značilno ($U = 27, p < 0,05$) težji (krepko označene vrednosti v Preglednica 8) od samcev najdenih v avgustu (Preglednica 8, Slika 33).

Preglednica 8

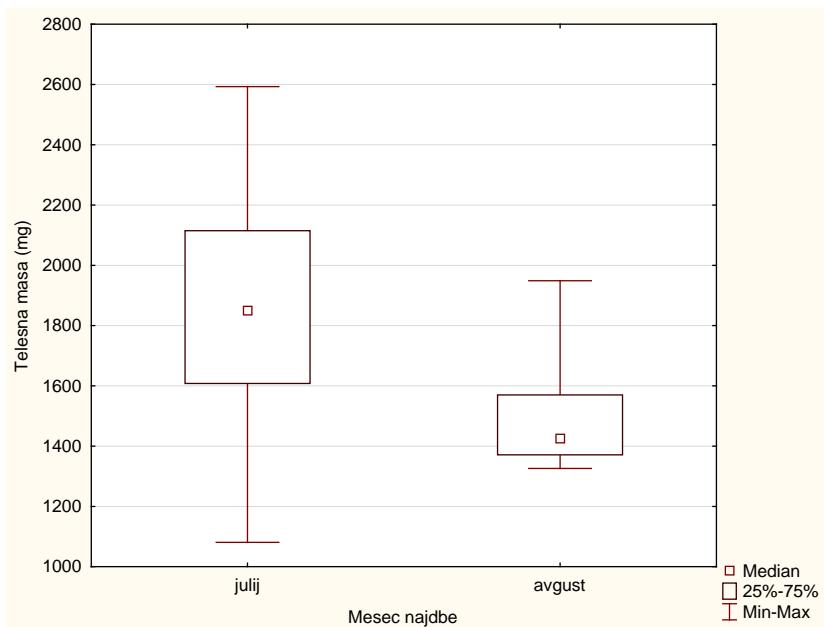
Primerjava biometričnih lastnosti samcev puščavnikov
glede na sezono (Mann-Whitney U test): mediana,
kvartilni interval, minimum, maksimum, SE, U in p

♂	Mesec	N	Mediana	Q_1	-	Q_3	Minimum	Maksimum	SE (standardni odklon)	U	p
Širina (mm)	julij	30	15,8	15,0	-	16,0	13,5	18,0	0,1	112,5	0,46
Širina (mm)	avgust	9	16,0	15,5	-	16,1	14,0	16,9	0,3		
Dolžina (mm)	julij	30	29,5	29,0	-	30,0	25,8	31,3	0,2	115,5	0,53
Dolžina (mm)	avgust	9	29,1	29,0	-	29,6	27,0	31,1	0,4		
Širina eliter (mm)	julij	30	8,4	8,0	-	9,0	6,0	9,7	0,1	108,5	0,39
Širina eliter (mm)	avgust	9	8,4	8,2	-	9,0	8,0	9,2	0,1		
Dolžina eliter (mm)	julij	30	19,0	18,1	-	19,5	16,0	21,0	0,2	131	0,91
Dolžina eliter (mm)	avgust	9	18,9	18,6	-	19,7	17,0	19,8	0,3		
Širina toraksa (mm)	julij	30	10,1	10,0	-	10,6	8,5	11,0	0,1	126,5	0,79
Širina toraksa (mm)	avgust	9	10,2	10,0	-	10,4	9,0	11,4	0,2		
Telesna masa (mg)	julij	21	1850,0	1608,0	-	2115,0	1081,0	2593,0	88,0	27	0,02
Telesna masa (mg)	avgust	7	1425,0	1371,0	-	1570,0	1326,0	1949,0	80,4		

Preglednica 9

Primerjava biometričnih lastnosti samic puščavnikov glede na sezono (Mann-Whitney U test): mediana, kvartilni interval, minimum, maksimum, SE, U in p

♀	Mesec	N	Mediana	Q ₁ - Q ₃	Minimum	Maksimum	SE (standardni odklon)	U	p
Širina (mm)	julij	3	15,0	13,7 - 16,0	13,7	16,0	0,7	6,5	0,88
Širina (mm)	avgust	5	15,0	14,6 - 16,5	13,7	17,7	0,7		
Dolžina (mm)	julij	3	27,9	27,0 - 28,0	27,0	28,0	0,3	3,5	0,30
Dolžina (mm)	avgust	5	28,0	28,0 - 30,5	27,7	30,9	0,7		
Širina eliter (mm)	julij	3	8,0	7,5 - 8,0	7,5	8,0	0,2	3	0,23
Širina eliter (mm)	avgust	5	8,3	8,0 - 9,0	8,0	9,1	0,2		
Dolžina eliter (mm)	julij	3	18,0	17,4 - 19,0	17,4	19,0	0,5	6,5	0,88
Dolžina eliter (mm)	avgust	5	18,0	17,9 - 19,1	16,9	20,5	0,6		
Širina toraksa (mm)	julij	3	8,6	8,0 - 10,0	8,0	10,0	0,6	3	0,23
Širina toraksa (mm)	avgust	5	9,0	8,9 - 10,2	8,9	10,5	0,4		
Telesna masa (mg)	julij	1	1446,0	1446,0 - 1446,0	1446,0	1446,0		0	1,00
Telesna masa (mg)	avgust	4	1547,0	1231,0 - 1788,5	1153,0	1792,0	164,1		



Slika 33 Variabilnost telesne mase samcev puščavnika glede na sezono: julij, avgust (Mann-Whitney U test: U = 27, p = 0,02)

6 RAZPRAVA

Puščavnik je razširjen po vsej Sloveniji, kjer so prisotni ustrezní habitati (Drovenik in Pirnat, 2003; Vrezec in sod., 2008; Brelih in sod., 2010; Vrezec in sod., 2011). V obdobju 2006–2013 smo pregledali potencialni habitat vrste na celotnem območju raziskave s klasično metodo in kljub večjemu naporu (39 % pregledanih mejic) potrdili prisotnost vrste le na 4,3 % pregledanega potencialnega habitata vrste. Vrsta je stenotopna in ne velja za pogosto (Brelih in sod., 2010), kar se je izkazalo tudi na raziskovanem območju. Vsa najdišča puščavnika smo kljub predhodno prepoznanem potencialnem habitatu vrste v severnem delu odkrili le v južni polovici (Slika 30).

Kljub enostavnejšim metodam detekcije vrste – pregledovanje starejših votlih dreves (Ranius, 2000; Stegner, 2002; Schaffrath, 2005; Ranius in sod., 2005) – in omejitve na pregledovanje mejic (Sameja, 2009) je klasični popis (4,3 % uspeh) prispeval k večji raziskanosti vrste najprej s petimi (Sameja, 2009) in nato še s štirimi novimi lokacijami. S še večjim prispevkom k poznavanju razširjenosti vrste (30 % uspeh ulova) in predvsem v krajišem času se je izkazala metoda vzorčenja s feromonskimi pastmi (Larsson in sod., 2003), kjer smo potrdili še štiri nova najdišča. Tudi z metodo vzorčenja s feromonskimi pastmi, kjer smo le-te razporedili po celotnem raziskovanem območju, smo prisotnost puščavnika potrdili le v južnem delu.

Med severnim in južnim delom raziskovanega območja so opazne krajinske razlike. Severni del je bolj gozdnat kot južni del, kjer je več odprtrega prostora brez lesne vegetacije (njive, travniki), ki ga razmejujejo mejice in posamična starejša drevesa. Tak prostor, kjer je osončenost starejših dreves večja, nudi vrsti ugodnejše življenjske pogoje (Ranius in sod., 2005; Landvik in sod., 2016). Tudi ta raziskava je pokazala, da je za vrsto znotraj raziskovanega območja izrazito ugodnejši južni, bolj odprtji del območja raziskave.

Pri obeh metodah izstopajo vrednosti RA za lokacijo Vukovje. Pri metodi klasičnega popisa lahko zelo visoko vrednost RA (2,58 živali/drevo) pripišemo ponavljanju obisku lokacije. Zanesljiva pa je RA vzorčenja s feromonskimi pastmi (0,23 živali/lovni dan), ki kaže na najmočnejšo populacijo puščavnika v območju raziskave. Šebek (2011) je v raziskavi izračunal, da populacija enega drevesa šteje 350 puščavnikov (za leto 2006) ali celo 800 primerkov (za leto 2009). Ti izsledki so za našo raziskavo še posebej zanimivi, saj je raziskava potekala na mejici starejših votlih vrbovih dreves, kar je primerljivo z lokacijo Vukovje. Glede na to, da v Vukovju puščavnik naseljuje vsaj 7 dreves, bi glede na izsledke poljskega raziskovalca Šebeka (2011) lahko sklepali, da je velikost letne populacije med 2000 in 5000 primerki. So pa za oceno velikosti populacij potrebne večletne raziskave, saj je lahko ocena velikosti populacije enega leta manj zanesljiva (Šebek, 2011). Vukovje, kjer je prepoznano populacijsko jedro puščavnika (Vrezec in sod., 2014), je primerna lokacija za spremljanje populacijskih trendov, kar potrjuje tudi vrednost RA (št. živali/št. lovnih dni) vzorčenja. Ker je spremljanje trenda populacije kvalifikacijskih vrst Nature 2000 skladno s 17. členom Direktive o habitatih (Council Directive 92/43/EEC) obveza vsake članice Evropske unije, bi bilo smiselno lokacijo vključiti v bodočo shemo monitoringa vrste za celinsko biogeografsko regijo. Glede na trenutno poznavanje razširjenosti vrste v Sloveniji (Vrezec in sod., 2014) bi

bilo tudi smiselno vključiti vse lokacije najdb v pSAC (predlog posebnega ohranitvenega območja) (Uredba o zavarovanih ..., 2014) v omrežje Natura 2000.

Razvoj vrste poteka v lesnem mulju dupel starih listnatih dreves, večinoma v hrastu (*Quercus*), vrbi (*Salix*), bukvi (*Fagus*), lipi (*Tilia*), jesenu (*Fraxinus*) in sadnem drevju (Vrezec in sod., 2014). Najdbe v iglavcih so izjemna, našli pa so jo tudi v neavtohtonih vrstah dreves, na primer v robiniji (*Robinia pseudoacacia*), divjem kostanju (*Aesculus hippocastanum*) in srebrnem javorju (*Acer saccharinum*) (Ranius in sod., 2005). V naši raziskavi smo ugotovili, da v Slovenskih goricah puščavnik izbira listavce, še posebej vrbe, kar potrjujejo vse najdbe s klasično metodo. Tudi metoda vzorčenja s feromonskimi pastmi je iz vrstno pestrejšega nabora drevesnih vrst pokazala podobno, saj sta dve tretjini lokacij opazovanj zastopali vrba in bukev. Pri tem moramo jemati rezultate metode vzorčenja glede zastopanosti drevesnih vrst s pridržkom, saj ne moremo neposredno potrditi razvoja vrste na določenem drevesu. Če bi želeli z metodo vzorčenja s feromonskimi pastmi dobiti take podatke, bi jo bilo treba v primeru najdbe vrste dopolniti v smislu klasičnega pregledovanja okoliških dreves. Nekateri raziskovalci predlagajo inovativne metode, na primer pregledovanje dupel s posebno kamero (»sweep camera«) (Sverdrup in sod., 2010) ali iskanje puščavnika s posebej dresiranim psom (»Osmodog«) (Mason in sod., 2015).

Rezultati metode vzorčenja po habitatnih tipih so pokazali, da se vrsta pogosteje pojavlja v mejicah (76 % zasedenost), pojavlja pa se tudi v drevoredih in gozdu. Pri tem gre za prvi primer najdbe vrste v sklenjenem gozdnem sestoju (debeljak in drogovnjak) v Sloveniji, medtem ko so v tujini že zabeležili podobne najdbe (Ranius in sod., 2005). Podobno kot Ranius in Nilsson (2004) sklepamo, da puščavnik raje izbira osončena drevesa, ki stojijo na odprtem ali pol odprtem prostoru, čemur ustrezajo mejice s starejšimi votlimi drevesi. Pri preučevanju vpliva okoljskih spremenljivk, enem od ciljev raziskave, smo s testiranjem ugotovili, da vrsta raje izbira habitatne tipe z debelejšimi drevesi, v našem primeru mejice. Slednja nudijo boljšo kakovost življenjskega okolja v smislu prehranskih zmožnosti (Schaffrath, 2003). Kljub temu da se vrsta številčneje pojavlja v antropogenih okoljih (mejica), ne smemo spregledati dejstva, da smo jo našli tudi v gozdu, ki verjetno predstavlja njen naravni habitat. V tej smeri predlagamo dopolnitve monitoringa vrste v gozdnem prostoru. Predlagamo uporabo podatkov gozdarskih SVP, ki jih desetletno obnavlja ZGS za celo Slovenijo. Da bi se v gozdnem prostoru čim bolje približali vrsti ustreznemu življenjskemu okolju, ki ga nudijo debelejša starejša listnata drevesa (Ranius in sod., 2005), s čim več osončenimi dupli (Landvik in sod., 2016), je potreben predhodni izbor SVP. Za izbor SVP predlagamo kombinacijo kriterijev najdebelejši listavci in razvojna faza sestoj v obnovi, s čimer bi vzpostavili mrežo lokacij kot podlago za monitoring razširjenosti vrste s feromonskimi pastmi (Vrezec in sod., 2014) v gozdnem prostoru.

Odrasli puščavniki naj bi bili aktivni od maja do septembra z viškom pojavljanja v juliju (Oleksa in sod., 2003; Ranius in sod., 2005; Vrezec in sod., 2008). Raziskava na lokaciji Vukovje v letu 2014 je potrdila višek aktivnosti konec julija, vendar je bilo obdobje aktivnosti od konca junija do sredine avgusta krajše (46 dni). Podoben višek pojavljanja so v Sloveniji zabeležili še v ljubljanskem Tivoliju (Vrezec in sod., 2014). V prvem mesecu aktivnosti vrste so feromonske pasti privabljale le samice, v vrhuncu pojavljanja

pa so postali aktivnejši tudi samci. Rezultati sezonske dinamike vrste iz Vukovja, kar je eden od ciljev raziskave, predvsem višek aktivnosti, utemeljujejo predlog Vrezca in sod. (2014), da se vse nadaljnje raziskave o razširjenosti vrste z uporabo feromonskih pasti izvajajo v juliju in da se to obdobje priporoča za izvajanje populacijskega in distribucijskega monitoringa vrste.

Biometrične lastnosti so pokazale medsebojno pozitivno korelacijo. Pri tem je najverjetnejše, da so večji (daljši) puščavniki tudi najtežji in obratno. Dubois in Vignon (2008) poročata o značilnih razlikah med spoloma (10 samcev, 7 samic) za telesno dolžino, širino oprsja in telesno maso. Z raziskavo smo potrdili razlike med spoloma za širino oprsja (39 samcev, 8 samic), medtem ko za ostale biometrične lastnosti (telesna širina in dolžina, širina in dolžina pokrovka, telesna masa) nismo potrdili razlik. V primerjavi z drugimi merjenimi puščavniki (Dubois in Vignon, 2008) so slovenskogoriški puščavniki povprečno manjši, z ožjim oprsjem in lažji, tako samci kot samice, čeprav vrednosti največjih posameznih slovenskogoriških primerkov prekašajo primerjavo. Količina lesnega mulja vpliva na biometrične lastnosti vrste (Ranius in sod., 2005) in je v tesni povezavi z debelino dreves (Ranius, 2000). Naša raziskava ni potrdila vpliva debeline dreves na biometrične lastnosti. Pri vplivu časa najdbe puščavnika smo ugotovili, da telesna masa odraslih živali s časom upada, še posebej pri samcih. Slednje kaže na to, da se odrasli hrošči prehranjujejo le izjemoma (Ranius in sod., 2005; Dubois in Vignon, 2008) ali pa sploh ne. S sklopom ugotovitev vplivov na biometrične lastnosti odgovarjam na še enega od ciljev raziskave.

Ne glede na nedorečen taksonomski status vrste (Vrezec in sod., 2014) jo v Sloveniji kot članici EU obravnavamo kot skupni takson (Note ..., 2011). Chiari in sod. (2012) svetujejo, da se varstvo vrste (Uredba o zavarovanih ..., 2014) v prihodnje razširi z varovanja posameznih naseljenih dreves na večje sestoje, ki bodo tako omogočali uspešno ohranjanje minimalne viabilne populacije (Ranius, 2000). Večina najdb puščavnika z nacionalnim monitoringom (2013, 2014) se nahaja izven omrežja Natura 2000 z izjemo območja Julijskih Alp in Trnovskega gozda (Vrezec in sod., 2014). Tudi lokacija Vukovje, ki je bila zajeta v omenjeni monitoring, ni vključena v omrežje Natura 2000 (Vrezec in sod., 2014), prav tako niso zajeta vsa ostala najdišča pričujoče raziskave. Če najdišča puščavnika ne bodo vključena v mrežo območij pod okriljem upravljanja Nature 2000, je vsaj v gozdnem prostoru možno še varstvo vrste v okviru gozdarske zakonodaje (ZOG, 2016). V procesu izdelave gozdnogospodarskih načrtov se aktualna območja Nature 2000, vključno z njihovimi smernicami upravljanja, vključijo v načrt (ZOG, 2016; Pravilnik o načrtih ..., 2010), ki pa je osnova za izdelavo gozdnogojitvenega načrta. Ta je izvedbeni načrt gozdnogospodarskega načrta in torej mora upoštevati posebna območja in usmeritve načrta višjega nivoja (ZOG, 2016). Poleg tega ima izdelovalec gozdnogojitvenega načrta (revirni gozdar) možnost opredeljevanja posebnih gozdnih površin, na primer najdišče puščavnika kot ekocelica, kadar gre za poudarjeno funkcijo ohranjanja biotske raznovrstnosti, ki jo imajo zlasti gozdovi s habitati redkih ali ogroženih rastlinskih ali živalskih vrst ne glede na to, ali je najdišče že vključeno v omrežje Natura 2000 (Pravilnik o načrtih ..., 2010). Stopnja poudarjenosti funkcije določa ali omejuje način gospodarjenja s takim gozdom (Pravilnik o načrtih ..., 2010). Da bi prišlo do dejanske vključitve preverjenih najdišč puščavnika v gozdarske načrte, je treba podatke najdišč vrst z njihovimi smernicami

upravljanja pravočasno posredovati in argumentirati v procesu izdelave, sprejemanja in potrjevanja načrtov (ZOG, 2016; Pravilnik o načrtih ..., 2010). V tem vidimo možnost aktivnega varovanja in ohranjanja prednostnih vrst (Council Directive 92/43/EEC) v gozdnem prostoru, ne glede na vključenost lokacije v omrežje Natura 2000.

Vrezec in sod. (2014) ugotavljajo, da so se tekom raziskav za pomemben habitat puščavnika izkazala urbana parkovna drevesa, kar nakazuje, da bi bilo treba prihodnje raziskave usmeriti predvsem v pregled ostalih parkovnih sestojev v Sloveniji in preostalih neraziskanih območij. Izsledki pričujoče raziskave poudarjajo pomembnost mejic (glavatih vrb), ne smemo pa zanemariti gozdnega prostora. V smislu aktivnejšega varstva in ohranjanja vrste poleg že predlaganega nadaljnjega terenskega vzorčenja za zanesljivo opredelitev za vrsto kvalifikacijskih Natura 2000 območij (Vrezec in sod., 2014) predlagamo še, da se vloži več napora v medsebojno komunikacijo med za vrsto pomembnimi deležniki v prostoru. Pri tem se je treba osredotočiti na lastnike mejic in gozdov in jih, na primer v obliki delavnic, informirati o pomembnosti ohranjanja vrste na njihovih zemljiščih. Za ohranjanje vrste v prihodnje bo pomembna njena raziskanost, pa tudi zagotavljanje dovolj velike ponudbe za vrsto ugodnih življenjskih pogojev – dovolj starejših duplastih dreves (Landvik in sod., 2016). Uspeh ohranjanja vrste bo odvisen od količine vloženih naporov aktivnega varstva v praksi.

7 SKLEPI

Uporabljeni sta bili dve metodi popisa vrste: klasična metoda popisa s pregledovanjem votlih dreves in metoda vzorčenja s feromonskimi pastmi. Uspešnejša je metoda vzorčenja s feromonskimi pastmi (30 % uspeh, 4 nove lokacije), medtem ko je klasični popis zanesljivejši glede potrjevanja lokacije z razvojem vrste.

Puščavnik se pojavlja v južnem, bolj odprttem delu območja raziskave. To območje je manj gozdnato, mejice so bolj odprte in drevesa bolj osončena.

Za lokacijo Vukovje kot eno od populacijskih jeder vrste predlagamo vključitev v shemo nacionalnega monitoringa vrste. Najdišča vrste (13) predlagamo kot pSAC za vključitev v omrežje Natura 2000.

Vrsta se pojavlja na starih duplastih listnatih drevesih. Na območju raziskave se najpogosteje pojavlja na vrbi (*Salix spp.*), verjetno se pojavlja še na drugih listavcih (*Pyrus, Fagus, Quercus*).

Med raziskanimi habitatnimi tipi je puščavnik pogostejši v mejicah, našli pa smo ga tudi v drevoredu in gozdu. Raje izbira debelejša drevesa, čemur na območju raziskave najbolje ustrezajo mejice s starimi votlimi vrbami. Za monitoring vrste v gozdnem prostoru, ki je njen naravni habitat, predlagamo izbor lokacij SVP (ZGS) po dveh kriterijih: najdebelejša listnata drevesa in razvojna faza sestoj v obnovi.

Sezonska dinamika puščavnika z lokacije Vukovje je potrdila višek aktivnosti ob koncu julija, kar podpira in utemeljuje predlog časa izvajanja populacijskega in distribucijskega monitoringa vrste v juliju.

Vse biometrične lastnosti vrste so v pozitivni korelaciji, še posebej verjetno je, do so večji (daljši) puščavniki tudi najtežji. Z raziskavo smo potrdili značilne razlike med spoloma za širino oprsja. V primerjavi s primerki iz Francije so slovenskogoriški puščavniki povprečno manjši, z ožjim oprsjem in lažji, tako samci kot samice, čeprav vrednosti največjih posameznih slovenskogoriških primerkov prekašajo primerjavo. Telesna masa odraslih živali s časom pada, še posebej pri samcih.

V smislu aktivnejšega varstva in ohranjanja vrste zraven nadaljnjega terenskega vzorčenja za opredelitev za vrsto kvalifikacijskih Natura 2000 območij predlagamo še, da se vloži več napora v medsebojno komunikacijo med za vrsto pomembnimi deležniki v prostoru.

8 POVZETEK

8.1 POVZETEK

V zmernih in mediteranskih območjih Evrope predstavljajo vse redkejša stara odmirajoča drevesa številnim organizmom edini življenjski prostor. Možnost migracij in ohranjanja stikov med prostorsko ločenimi populacijami je za vrste, ki so odvisne od teh habitatov, vse manjša. Večinoma gre za saproksilne vrste, ki so v delu svojega življenjskega cikla odvisne od odmrlega ali odmirajočega lesa, propadajočih oziroma odmrlih dreves, od lesnih gliv ali od prisotnosti drugih saproksilov. Prav zato bi morala biti zaščita saproksilne favne oziroma habitata le-te pomemben cilj pri ohranjanju narave v Evropi.

Ohranjanje biotske pestrosti določa prioritete na podlagi ocen ogroženosti posameznih vrst oziroma njihovih habitatov. Ko razmeroma dobro poznamo ekološke zahteve posamezne vrste, poznamo njen habitat in za ustrezeno varstvo je treba poznati distribucijo teh habitatov. Ena od možnosti je raziskati in izmeriti razpoložljive habitate oziroma vsebino dupel velikih votlih dreves. Druga možnost je raziskati pojavnost indikatorskih vrst. Metodi sta časovno in finančno zahtevni ter razviti na podlagi osebnih izkušenj za manjša območja, zato ni mogoče predvideti univerzalnosti za vse evropske dežele.

Ena takih indikatorskih vrst je puščavnik *Osmoderma eremita*, ogrožena saproksilna vrsta hrošča iz družine Scarabaeidae. Zaradi posebnih habitatnih zahtev – hrošč je vezan na prisotnost starih votlih dreves – je pomemben bioindikator stopnje ohranjenosti naravnega okolja, prisotnosti specifičnih habitatnih tipov in struktur. Vrsta je zavarovana z Bernsko konvencijo in Habitatno direktivo – slednja jo opredeljuje kot prednostno vrsto. Na biogeografskih seminarjih v letu 2014 so bile za vrsto predlagane dodatne raziskave razširjenosti vrste z uporabo učinkovitejšega načina vzorčenja.

Območje raziskave obsega več kot 11.000 hektarjev med 230 in 570 metri n. v. kmetijsko kulturne krajine severozahodnega dela Slovenskih goric z dobro tretjino lesnoproizvodnih listopadnih gozdov. Podatki o razširjenosti puščavnika so bili pridobljeni v obdobju 2006–2013, v letu 2015 z vzorčenjem s 100-timi feromonskimi pastmi. Podatke sezonske dinamike vrste za lokacijo Vukovje smo zbrali v letu 2014 v okviru NIB-ovega monitoringa vrste s feromonskimi pastmi.

Zadnji podatki o puščavniku v Slovenskih goricah izvirajo s konca 19. stol., sedaj smo ga uspeli ponovno najti. Našli smo ga na 13 lokacijah. Nove podatke o razširjenosti vrste predlagamo kot pSAC za dopolnitev omrežja Natura 2000 v severovzhodni Sloveniji. Za lokacijo Vukovje kot eno izmed populacijskih jeder vrstpredlagamo vključitev v shemo nacionalnega monitoringa vrste.

Vrsta se številčnejše pojavlja v južnem delu območja raziskave, najpogosteje v mejicah, pojavlja pa se tudi v gozdu in drevoredu. Večinoma se vrsta pojavlja na vrbi (*Salix* spp.), pojavlja pa se še na hruški (*Pyrus* sp.) in bukvi (*Fagus sylvatica*). Za monitoring

puščavnika v gozdnem prostoru predlagamo izbor (najdebelejše drevevo in sestoj v obnovi) lokacij gozdarskih stalnih vzorčnih ploskev (SVP).

Sezonska pojavnost puščavnika z lokacije Vukovje je potrdila višek aktivnosti ob koncu julija, kot je že predlagan čas izvajanja populacijskega in distribucijskega monitoringa vrste.

Biometrične lastnosti so v pozitivni medsebojni korelaciji. Daljši (večji) hrošči so težji. Ugotovili smo, da so statistično značilne razlike med spoloma značilne za širino oprsja. Telesna masa odraslih živali s časom pada, še posebej pri samcih, kar kaže, da se odrasli hrošči prehranjujejo izjemoma.

Za ohranjanje vrste v prihodnje bo poleg njene raziskanostipomembno zagotavljanje dovolj velike ponudbe za vrsto ugodnih življenjskih pogojev. Uspeh ohranjanja bo odvisen od količine vloženih naporov aktivnega varstva v praksi.

8.2 SUMMARY

In temperate and Mediterranean regions of Europe old and dying trees are known as only habitat for many organisms. Many species depending on this habitat, have more and more diminishing possibilities for dispersal between the populations. They are mostly saproxyles which depend on dead or dying wood, wood fungi, or presence of other saproxyles in a part of a living circle. Therefore the protection of saproxylic fauna should be an important goal for nature conservation in Europe.

A strategy for nature conservation should be based on knowledge about which sites should be given the priority for conservation. For suitable conservation of species its habitat distribution based on its ecological requirements and its habitat should be known. One of the possibilities is to measure and study habitats, while another is to survey indicator species. Both methods are expensive and time-consuming. Because the methods have been developed based on personal experience for restricted region they are not for universal use in different parts of Europe.

Hermit beetle *Osmoderma eremita* is one of the indicator species, endangered saproxylic beetle from the family Scarabaeidae. Because of its specific habitat requirements – it inhabits hollows in old trees – it is an important bioindicator of the preserved natural environment and presence of specific habitat types and structures. Hermit beetle is protected by Berne Convention and FFH Directive of the European Council. According to the biogeographical conferences in 2014 more research of species distribution with effective monitoring is required.

Our studied area comprises more than 11.000 hectares between 230 and 570 m. a.s.l. of forest and cultural landscape of north-western part of Slovenske gorice. A good third of the studied area is covered by deciduous forests used for wood production, while the rest of the area is under agricultural use. Data on distribution of hermit beetle was collected in the period 2006-2013 and with 100 pheromone traps in 2015. Species seasonal activity on location Vukovje has been studied in 2014 with national pheromone traps monitoring (NIB).

After the last known records of hermit beetle from the end of 19th century we have succeeded to find it again in Slovenske gorice. Species was found on 13 locations. New data on the distribution of species in NW part of Slovenske gorice is an important foundation for a new pSCI proposal for Natura 2000 network for hermit beetle in NE Slovenia. Location Vukovje is proposed for species national monitoring.

Hermit beetle adults appeared more frequently in southern part of the researched area, usually in hedges, but they also appeared in forests and tree avenues. Usually the species was found on willows (*Salix* sp.), but it probably also appears on pear (*Pyrus* sp.) and beech (*Fagus sylvatica*). For species monitoring in forest areas we proposed selection of forest permanent sample plots (PSP) with thickest deciduous trees and forest stand in renewal phase.

Species seasonal activity on location Vukovje has shown its peak at the end of July. This is also the best time for already planned monitoring of the distribution of the species in future.

The biometrical characteristics have shown positive correlation between all measured biometrical characteristics. This study has confirmed significant differences between sexes for body length and thorax width. The longest beetles have also been heavier. We discovered statistically significant differences between sexes for thorax width. The body mass of beetles is decreasing during season.

Further studies of the species and sufficient availability of appropriate habitat conditions are important for Hermit beetle conservation in future. Success of conservation will depend on efforts focused on active species protection.

9 VIRI

- Alpski biogeografski seminar – Apine biogeographical seminar, Kranjska Gora 30–31 May. 2006.
http://www.natura2000.gov.si/uploads/tx_library/alpski_biogeografski_seminar.pdf (20. 7. 2015)
- Anderson R., Simms M., Nelson B. 2000. A reviews of lowland wood pasture and perkland in northern Ireland: a desk study conducted for Environment and Heritage Service. Belfast: 40 str.
- Antonsson K., Hedin J., Jansson N., Nilsson S. G., Ranius T. 2003. Läderbaggens utbredning i Sverige. Entomologisk Tidskrift, 124, 1: 225–240.
- Antonsson K., Jansson N. 2001. Les arbres anciens, leur faune et leur flore dans le paysage agricole du Comté de Östergötland, Naconex. V: Outils pour la preservation de la biodiverité forestieré: 37–41.
- Državna meteorološka služba. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje – ARSO.
<http://www.meteo.si/met/sl> (1. 10. 2013)
- Asmodé J.F., Vignon V. 2005. FR5202003: Bocage a *Osmoderma eremita* entre Sille- uillame et Grande-Charnie (Sarthe), Document d'objectifs du site Natura 2000. Saint-Maur-des-Fossés, Office de Génie Écologique – OGE: 103 str.
- Audisio P., Brustel H., Carpaneto G.M., Coletti G., Mancini E., Piattella E., Trizzino M., Dutto M., Antonini G., De Biase A. 2007. Updating the taxonomy and distribution of the European *Osmoderma*, and strategies for their conservation (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae). Fragmenta entomologica, 39, 2: 273–290.
- Audisio P., Brustel H., Carpaneto G.M., Coletti G., Mancini E., Trizzino M., Antonini G., De Biase A., 2009. Data on molecular taxonomy and genetic diversification of the European Hermit beetles, a species complex of endangered insects (Coleoptera: Scarabaeidae, Cetoniinae, *Osmoderma*). Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research, 47, 1: 88–95.
- Bahillo de la Puebla P., López-Colón J. I., Romero Samper J. 2002. Presencia en Cantabria de *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763) y nueva localización de *Sericia brunnea* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae y Melolonthinae). Boletín de la S.E.A., 30, 1: 183–184.
- Bernska konvencija – Konvencija Sveta Evrope o varstvu prostoživečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njunih naravnih življenjskih prostorov. (1979).
<http://conventions.coe.int/Treaty/Commun/QueVoulezVous.asp?NT=104&CM=8&DF=&CL=ENG> (10. 11. 2013)
- Bernska konvencija. 1999. Ur. l. RS, št. 55/1999
- Brancsik C. 1871. Die Käfer der Steiermark. Graz: 114 str.

- Brelih S. 2001. Hrošči (Coleoptera). V: Raziskava razširjenosti evropsko pomembnih vrst v Sloveniji: končno poročilo. Ljubljana, Prirodoslovni muzej Slovenije: 250–280.
- Brelih S. in Gregori J. 1980. Redke in ogrožene živalske vrste v Sloveniji. Ljubljana, Prirodoslovni muzej Slovenije: 263 str.
- Brelih S., Kajzer A., Pirnat A. 2010: Gradivo za favno hroščev (Coleoptera) Slovenije. 4. prispevek: Polyphaga: Scarabaeoidea (=Lamellicornia). Scopolia, 70, 383 str.
- Burdeau M., Blaise L., Fournier Y., Taillier M 2001. L'impact de l'autoroute A 28 et de ses opérations connexes sur les habitats et les populations d'*Osmoderma eremita*, du Mans à Tours. Paris, Rapport de l'inspection générale de l'environnement: 62 str.
- Cajnko D. 2013. Pojavljanje črne žolne (*Dryocopus martius*) v gozdnati krajini okolice Ljubljane: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 83 str.
- Celinski biogeografski seminar – Continental Biogeographical Seminar: Darova (CZ) 26-28 april. 2006.
http://www.natura2000.gov.si/uploads/tx_library/celinski_biogeografski_seminar.pdf (20.7.2015)
- Chiari S., Zauli A., Mazziotta A., Luiselli L., Audisio P., Carpaneto G. M., 2012. Surveying an endangered saproxylic beetle, *Osmoderma eremita*, in Mediterranean woodlands: a comparison between different capture methods. Journal of Insect Conservation, 17, 1: 11 str.
- Devetak D. 1994. Hrošči: priročnik za določanje najpogostejših družin, Nova Gorica, Zavod republike Slovenije za šolstvo in šport: 8 str.
- Direktiva sveta 79/409/EGS o ohranjanju prostoživečih ptic.(Council Directive on the conservation of wild birds 79/409/EEC). 1979. Uradni list Evropske unije, 15/Zv. 1: 98–117.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:01:31979L0409:SL:PDF> (3. 12. 2013)
- Direktiva sveta 92/43/EGS o ohranjanju naravnih habitatov ter prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst. (Council Directive on the conservation of the natural habitats and wild fauna and flora. Council Directive 92/43/EEC). 1992. Uradni list Evropske unije. 15/Zv. 2: 102–145.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:01:31979L0409:SL:PDF> (3. 12. 2013)
- Drovenik B. 2001. Hrošči (Coleoptera) v gozdovih in ohranjenost na rastiščih divjega petelina, Gozdarski vestnik, 59, 1: 314–316.
- Drovenik, B., 2003: Hrošči – Coleoptera: Živalstvo Slovenije. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 370–400.
- Drovenik B. in Pirnat A. 2003. Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000: hrošči (Coleoptera): projektna naloga: končno poročilo. Ljubljana, Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU: 88 str.

- Dubois G. in Vignon V. 2008. First results of radio-tracking of *Osmoderma eremita* (Coleoptera: Cetoniidae) in French chestnut orchards. *Revue d'écologie - la Terre et la Vie*, 10: 131–138.
- Eliasson P., Nilsson S. G. 2002. 'You should hate young oaks and young noblemen': the environmental history of oaks in eighteenth- and nineteenth-century Sweden. *Environmental History*, 7, 1: 659–677.
- Eremit ali puščavnik. Varstvo gozdov Slovenije.
<http://www.zdravgozd.si/prirocnik/zapis.aspx?idso=446/> (12. 12. 2013)
- Evo Forest – Awareness-raising and protection of southern Finland forest biotopes 1.5.2002–30.9.2005.
http://www.evo.hamk.fi/evo-life/pdf_tiedostot/Evo_Life_eng.pdf (28. 8. 2006)
- Ferreira P.S.F., Pires E.M., Guedes R. N.C., Mendes M. and Coelho L.A. 2006. Seasonal abundance and sexual variation in morphometric traits of *Oxelytrum discicolle* (Brulle, 1840) (Coleoptera: Silphidae) in a Brazilian Atlantic Forest. *Biota Neotropica*, 6, 2: 7 str.
<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn02206022006>.
(20.7.2015)
- Franz H., Zelenka W. 1994. Rote Liste der Scarabaeidae (Blatthornkäfer) Österreichs. In: Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs, Grüne Reihe des BM für Umwelt. Wien, Jugend und Familie: 131–136.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Šentilj 2004–2013. 2004. Maribor, Zavod za gozdove Slovenije: 155 str.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Šentilj 2014–2023. 2014. Maribor, Zavod za gozdove Slovenije: 182 str.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Vurberk 2010–2019. 2010. Maribor, Zavod za gozdove Slovenije: 185 str.
- Gozdnogospodarski načrt za družbene gozdove gospodarske enote Zgornja pesniška dolina 1962–1971. 1962. Maribor, Gozdno gospodarstvo Maribor – GG MARIBOR: 67 str.
- Hannah L., Cerr J.L., Lankerani A. 1995. Human disturbance and natural habitat: a biome level analysis of a global data set. *Biodiversity and Conservation*, , 4, 1: 128–155.
- Harde K.W. 2006. Die Käfer Mitteleuropas. Stuttgart, Der Kozmos Käferführer: 352 str.
- Helsdingen P.J., Willemse L., Speight M.C.D. 1996. Background information on invertebrates of the Habitats Directive and the Bern Convention: part I – Crustacea, Coleoptera and Lepidoptera. *Nature and environment*, 79: 9–73.
- Hermit beetle (*Osmoderma eremita*). ARKive (2009)
http://www.arkive.org/species/GES/invertebrates_terrestrial_and_freshwater/Osmoderma_eremita/more_info.html (28. 8. 2006)

- Humphrey J.W., Ferris R., Quine C.P. 2003. Biodiversity in Britain's planted forests: results from the Forestry Commission's biodiversity assessment project. Edinburgh, Forestry Commission: 126 str.
- Humphrey J.W., Ferris R., Jukes M.R., Peace A. 2002. Biodiversity in planted forests. V: Forest Research Annual Report 2000-2001. Edinburgh, Forestry Commission: 25–33.
- IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1.
<http://www.iucnredlist.org/> (10. 11. 2013)
- Jönsson N., Méndez M., Ranius T., 2004. Nutrient richness of wood mould in tree hollows with the Scarabaeid beetle *Osmoderma eremita*. Animal Biodiversity and Conservation, 27, 2: 79–82.
- Jogan N., Kaligarič M., Leskovar I., Seliškar A., Dobravec J. 2004. Habitatni tipi Slovenije: tipologija. Ljubljana, Ministrsvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje: 64 str.
- Jurc M. 2004. Old and large diameter trees in forests V: Old and large diameter trees in forests: conference proceedings of the 22nd Forestry Study Days, 25–26, March 2004. Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources: 57–74.
- Jurc M. 2005. Gozdna zoologija. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta: 348 str.
- Jurc M., Ogris N., Pavlin R., Borkovič D. 2008. Forest as a habitat of saproxylic beetles on Natura 2000 site in Slovenia. V: La Terre e tla Vie – Revue d'écologie. Société nationale de protection de la nature et d'acclimatation de France: 61–74.
- Keith N.A.A. 2002. The invertebrates of living and decaying timber in Britain and Ireland – a provisional annotated checklist. (English Nature Research Reports Number, 467). Peterborough, English Nature: 142 str.
- Kert B. 1959. Geomorfologija severozahodnih Slovenskih Goric. Acta geographica, Geografski inštitut Antona Melika, Ljubljana, 5, 1: 141–159.
- Klausnitzer B. 1991. Die Larven der Käfer Mitteleuropas: bd 1. Krefeld, Goecke & Evers: 273 str.
- Klausnitzer B. 2005. Käfer, Hamburg, Nikol: 238 str.
- Klots A.B. in Klots E.B. 1970. Ilustrirana enciklopedija živali: žuželke. Ljubljana, Mladinska knjiga: 356 str.
- Koch K. 1992. Die Käfer Mitteleuropas: bd 3. Ökologie. Krefeld, Goecke & Evers: 389 str.
- Košmelj K. 2007. Uporabna statistika [Elektronski vir]. 2. dopolnjena izd., Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 239 str.
http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2721/Uporabna_statistika_01.pdf (1. 11. 2013)

- Križnar B. 2012. Saproksili v Češeniških in Prevojskih gmajnah pri Domžalah: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 30 str.
- Kryštufek B. 2001. Raziskava razširjenosti evropsko pomembnih vrst v Sloveniji. Ljubljana, Prirodoslovni muzej Slovenije: 683 str.
- Landvik M., Wahlberg N. in Roslin T. 2013. The identity of the Finnish *Osmoderma* (Coleoptera: Scarabaeidae, Cetoniinae) population established by COI sequencing. *Entomologica Fennica*, 24, 1: 147–155.
- Larsson M. J., Hedin J., Svensson G. P., Tolasch T., Francke W. 2003. The characteristic odour of *Osmoderma eremita* (Coleoptera: Scarabaeidae) identified as a male-released pheromone. *Journal of Chemical Ecology*, 29, 1: 575–587.
- Löbl I., Smetana A. 2006. Catalogue of Palaearctic Coleoptera, Volume 3: Scarabaeoidea – Scirtoidea – Dascilloidea – Buprestoidea – Byrrhoidea. Stenstrup, Apollo Books: 690 str.
- Martinek J. 1875. Erstes Verzeichniß der in der Umgebung von Radkersburg gesammelten und beobachteten Samenpflanzen, Käfer und Schmetterlinge. Vierter und fünfster Jahresbericht der Steiermärkischen Landes-Bürgerschule in Radkersburg: 48 str.
- Mason F., Roversi P. F., Audisio P., Blogna M. A., Carpaneto G. M., Antonini G., Mancini E., Sabbatini Peverieri G., Mosconi F., Solano E., Maurizi E., Maura M., Chiari S., Sabatelli S., Bardiani M., Toni I., Redolfi de Zan L., Rossi de Gasperis S., Tini A., Cini A., Zauli A., Nigro G., Bottacci A., Hardersen S., Campanaro A., 2015. Monitoring of insects with public participation (MIPP; EU LIFE project 11 NAT/IT/000252): overview on a citizen science initiative and a monitoring programme (Insecta: Coleoptera; Lepidoptera; Orthoptera). *Fragmenta entomologica*, 47, 1: 51–52.
- Matjašič J., Drovešnik B. 1979. Rogači (Lucanidae – Coleoptera) Slovenije. Biološki vestnik, 27, 1: 109–113.
- Mikšić R. 1962. Skarabeide Jugoslavije. (Posebna izdaja Srbske akademije nauka). Beograd, Srbska akademija nauka: 348 str.
- Müller-Kroeling S., Franz Ch., Binner V., Müller J., Pechacek P., Zahner V. 2006. Artenbuch der für den Wald relevanten Tier- und Pflanzenarten des Anhages II der Fauna-Flora Habitat-Richtlinie und des Anhagens I der Vogelschutz-Richtlinie in Bayern als Praxishandbuch und Materialsammlung für das Gebietsmanagement der NATURA 2000-Gebiete. Bayerische Forstverwaltung, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 4, 1: 59–63.
- Nachbar N. 2008. The Mann Whitney U: A test for assessing whether two independent samples come from the same distribution. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*. Université de Montréal, 4, 1: 13–20.
- Naravovarstveni atlas Slovenije. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za varstvo narave. (2013).
<http://www.naravovarstveni-atlas.si/nvajavni/> (1. 11. 2013)

- Natura 2000 – Biseri slovenske narave. (2015).
<http://www.natura2000.si/index.php?id=4> (20. 7. 2015)
- Navodila za snemanje na stalnih vzorčih ploskvah. 2014. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 28 str.
- Nieto A., Alexander K.N.A. 2010. European Red List of Saproxylic Beetles. Publications Office of the European Union, Luxembourg: 54 str.
- Nilsson S. G., Hedin J., Niklasson M. 2001. Biodiversity and its assessment in boreal and nemoral forests. Scandinavian Journal of Forest Research, Supplement, 3, 1: 10–26.
- Note to the Article 17 checklist – issues related to the species taxonomy. The European Topic Centre on Biological Diversity (ETC/BD) (2011).
http://bd.eionet.europa.eu/activities/Natura_2000/Folder_Reference_Portal/Read_me_taxonomy.pdf (20. 7. 2015)
- Oleksa A., Szwälko P., Gawroński R. 2003. Pachnica *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763) (Coleoptera: Scarabaeoidea) w Polsce – występowanie, zagrożenia i ochrona. Rocznik naukowy Polskiego Towarzystwa Ochrony Przyrody „Salamandra”, Poznań, 7, 1: 101–122.
- Oleksa A., Ulrich W., Gawroński R. 2007. Host tree preferences of hermit beetles (*Osmoderma eremita* Scop., Coleoptera: Scarabaeidae) in a network of rural avenues in Poland. Polish Journal of Ecology, 55, 2: 315–323.
- Oleksa A. 2012. Ochrona pachnicy w Polsce. Propozycja programu działań Fundacja EkoRozwoju, Wrocław: 139 str.
- Pirnat A. in Drozenik B. 2004. Hrošči. *Proteus*, 67, 2/3: 79–88.
- Pravilnik o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo. 2010. Ur. 1.t RS, št. 91/2010
- Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. 2002. Ur. 1. RS, št. 82/2002 in 42/2010.
- Pravilnik o varstvu gozdov. 2000. Ur. 1. RS št. 92/2000.
- Projekt Glavate vrbe. 2012. Ljubljana, Zavod republike Slovenije za varstvo narave.
http://www.zrsvn.si/sl/informacija.asp?id_meta_type=64&id_informacija=776 (1. 10. 2013)
- Ranius T. 2000. Minimum viable metapopulation size of a beetle, *Osmoderma eremita*, living in tree hollows. Animal Conservation, 3, 1: 37–43.
- Ranius T. 2001. Constancy and asynchrony of populations of a beetle, *Osmoderma eremita* living in tree hollows. Oecologia, 126, 1: 208–215.
- Ranius T. 2002a. *Osmoderma eremita* as an indicator of species richness of beetles in tree hollows. Biodiversity and Conservation, 11, 1: 931–941.
- Ranius T. 2002b. Population ecology and conservation of beetles and pseudoscorpions living in hollow oaks in Sweden. Animal Biodiversity and Conservation, 25, 1: 53–68.

- Ranius T. 2002c. Influence of stand size and quality of tree hollows on saproxyllic beetles in Sweden. *Biological Conservation*, 103, 1: 85–91.
- Ranius T., Aguado L. O., Antonsson K., Audisio P., Ballerio A., Carpaneto G. M., Chobot K., Gjurašin B., Hanssen O., Huijbregts H., Lakatos F., Martin O., Neculiseanu Z., Nikitsky N. B., Paill W., Pirnat A., Rizun V., Ruicănescu A., Stegner J., Süda I., Szwälko P., Tamutis V., Telnov D., Tsinkovich V., Versteirt V., Vignon V., Vögeli M., Zach P. 2005. *Osmoderma eremita* (Coleoptera, Scarabaeidae, Cetoniinae) in Europe. *Animal Biodiversity and Conservation*, 28, 1:1–44.
- Ranius T., Hedin J. 2001. The dispersal rate of a beetle, *Osmoderma eremita*, living in tree hollows. *Oecologia*, 126, 1: 363–370.
- Ranius T., Jansson, N. 2002. A comparison of three methods to survey saproxyllic beetles in hollow oaks. *Biodiversity and Conservation*, 11, 1: 1759–1771.
- Ranius T., Nilsson S. G., 2004. Habitat of *Osmoderma eremita* Scop. (Coleoptera: Scarabaeidae), a beetle living in hollow trees. *Journal of Insect Conservation*, 1, 1: 193–204.
- Raziskava razširjenosti evropsko pomembnih vrst v Sloveniji: končno poročilo. (2001). Ljubljana, Prirodoslovni muzej Slovenije: 682 str.
http://www.natura2000.gov.si/uploads/tx_library/porocilo.pdf (1. 10. 2013)
- Read H., Spencer J. 2001. La New Forest: gestion d'un vaste paysage historique unique en son genre. Naconex, Outils pour la preservation de la biodiverité forestieré: 91–95.
- Reitter E. 1909. Die Käfer des Deutschen Reiches: bd 2. Stuttgart, Fauna Germanica: 392 str.
- Ringel H., Meitzner V., Lange M., Wachlin V. 2011. *Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763) Eremit, Juhtenkäfer. Angang: II (* priorität), IV. Steckbriefe der in M-V vorkommenden Arten nach Anhang II und IV der FFH-RL. Mecklenburg-Vorpommern, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie: 8 str.
- Sameja M. 2009. Puščavnik (*Osmoderma eremita*) v SZ delu Slovenskih goric – razširjenost in naravovarstveni vidik (Coleoptera: Scarabeidae). V: 2. slovenski entomološki simpozij. Ljubljana. 7. –8. februar 2009. Ljubljana, Slovensko entomološko društvo Štefana Michelija, Prirodoslovni muzej Slovenije: 64–65.
- Saproxylic insects. Working group on Iberian Lucanidae (GTI).
<http://entomologia.rediris.es/gtli/engl/zero/saproxyl.htm> (28. 8. 2006)
- Sauer F. 1993. 600 Käfer nach Farbfotos erkannt. Karlsfeld: 348 str.
- Schaffrath U. 2005. Artenstekbrief Eremit (*Osmoderma eremita*). Erfassung der gesamthessischen Situation des Eremiten *Osmoderma eremita* (SCOPOLI, 1763) sowie die Bewertung der rezenten Vorkommen. Hessen, Hessen-Forst: 8 str.
- Schmidl J. 2003. Methusalem im Kiefernwald. LWF Aktuell, 38, 1: 30–33.
- Scopoli J. A. 1763. Entomologia Carniolica exhibens Insecta Carnioliae indigena et distributa in ordines, genera, species, varietates, Methodo Linnaeana. Trattner,

- Vindobonae 32, 4: 420 str.
<http://books.google.co.uk/books?pg=PP17&id=66E-AAAAcAAJ&hl=sl#v=onepage&q&f=false> (12. 5. 2014)
- Sippola A.L., Siitonen J., Punttila P. 2002. Beetle diversity in timberline forests: a comparison between old-growth and regeneration areas in Finnish Lapland. *Annales Zoologici Fennici*, 39, 1: 69–86.
- Shapiro S. S., Wilk M. B. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52, 3–4: 591–611.
- Skrb MOL za ogroženo živalsko vrsto. 2013.
<http://www.ljubljana.si/si/mol/novice/81478/detail.html> (17. 11. 2013)
- Speight M.C.D. 1989.:Saproxylic invertebrates and their conservation. (Nature and Environment Series, No. 42). Strasbourg, Council of Europe: 79 str.
- Stegner J. 2002. Der Eremit *Osmoderma eremita* (Scop. 1763) in Sachsen: Anforderungen an Schutzmaßnahmen für eine prioritäre Art der FFHRichtlinie. *Entomologische Nachrichten und Berichte*, 46, 4: 213–238.
- Stegner J., Strzelczyk P., Martschei T. 2009. Der Juchtenkäfer (*Osmoderma eremita*), eine prioritäre Art der FFH – Richtlinie. Handreichung für Naturschutz und Landschaftsplanung. Schönwölkau, Vidusmedia: 42 str.
- Svensson G.P., Larsson M.C., Hedin J., 2003. Air sampling of its pheromone to monitor the occurrence of *Osmoderma eremita*, a threatened beetle inhabiting hollow trees. *Journal of Insect Conservation*, 7, 1: 189–198.
- Svensson G.P., Larsson M.C., 2008. Enantiomeric Specificity in a Pheromone–Kairomone System of Two Threatened Saproxylic Beetles, *Osmoderma eremita* and *Elater ferrugineus*. *Journal of Chemical Ecology*, 34, 1: 189–197.
- Svensson G.P., Larsson M.C., Hedin J., 2004. Attraction of the larval predator *Elater ferrugineus* to the sex pheromone of its prey, *Osmoderma eremita*, and its implication for conservation biology. *Journal of Chemical Ecology*, 30, 2: 353–363.
- Svensson G.P., Oleksa A., Gawroski R., Lassance J.M., Larsson M.C., 2009. Enantiomeric conservation of the male-produced sex pheromone facilitates monitoring of threatened European hermit beetles (*Osmoderma* spp.). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 133, 3: 276–282
- Sverdrup-Thygeson A., Hanssen O., Ødegaard F., 2010. Basis for a Norwegian Action Plan for the hermit beetle *Osmoderma eremita*. NINA Report, 632: 44 str.
- Šebek P., 2011. Ke Kolepterofauně stromových dutin ve Vojkovické vrbovně a populacipáchníka hnědého (*Osmoderma barnabita*) na této lokalitě: Diplomová práce. (Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav botaniky a zoologie). Brno: 47 str.
- TRUD – Trajnostno upravljanje območja reke Drave. 2006. Strokovne podlage za ravnanje z gozdnimi zemljišči: zaključno poročilo. Maribor, Podravsko gozdarsko društvo: 75 str.

Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). Ur. l. RS št. 49/2004, 110/2004, 59/2007, 43/2008, 8/2012, 33/2013, 35/1203 – popr., 39/2013 – odl. US in 3/2014.

Uredba o zavarovanih prostoživečih živalskih vrstah. Ur. l. RS, št. 46/2004, 109/2004, 84/2005, 115/2007, 32/2008 – odl. US, 96/2008, 36/2009, 102/2011 in 15/2014.

Vignon V. 2006. Le pique-prune. Historie d'une sauvegarde. Saint Maur des Fosses, Office de genie ecologique(O.G.E.): 32 str.

Vignon V., Orabi P. 2003. Exploring the hedgerows network in the west France for the conservation of saproxylic beetles (*Osmoderma eremita*, *Gnorimus variabilis*, *Lucanus cervus*, *Cerambyx cerdo*). V: Proceedings of the second pan-European conference on saproxylic beetles, Royal Holloway, University of London, 25th–27th June 2002. London, People`s Trust for Endangered Species: 36–38.

Vrezec A., Pirnat A., Kapla A., Polak S., Vernik M., Brelih S., Drovnik B. 2011a. Pregled statusa in raziskanosti hroščev (Coleoptera) evropskega varstvenega pomena v Sloveniji s predlogom slovenskega poimenovanja = Status and knowledge about beetles (Coleoptera) of European conservation importance in Slovenia with proposal of Slovenian nomenclature. Acta entomologica, 19, 2: 81–138.

Vrezec A., Ambrovič Š., Kapla A. 2011b. Dodatne raziskave kvalifikacijskih vrst Natura 2000 ter izvajanje spremmljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letih 2010 in 2011: *Carabus variolosus*, *Lucanus cervus*, *Rosalia alpina*, *Morimus funereus*, *Cucujus cinnaberinus*, *Cerambyx cerdo*, *Graphoderus bilineatus*: končno poročilo. Ljubljana, Nacionalni inštitut za biologijo: 86 str.

Vrezec A., Ambrovič Š., Kapla A. 2013. Favna hroščev evropskega varstvenega pomena v krajinskem parku Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib: končno poročilo. Ljubljana, Nacionalni inštitut za biologijo: 66 str.

Vrezec A., Kapla A. 2007c. Naravovarstveno vrednotenje favne hroščev (Coleoptera) Krajinskega parka Boč-Donačka gora v občini Rogaška Slatina: kvantitativna varstveno-favnistična analiza. Varstvo narave, 20, 1: 61–82.

Vrezec A., Pirnat A., Kapla A. in Denac D. 2008. Zasnova spremmljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev vključno z dopolnitvijo predloga območij za vključitev v omrežje NATURA 2000: *Morinus funereus*, *Rosalia alpina*, *Cerambyx cerdo*, *Osmoderma eremita*, *Limoniscus violaceus*, *Graphoderus bilineatus*. Ljubljana, Nacionalni inštitut za biologijo: 101 str.

Vrezec A., Pirnat A., Kapla A., Šalamun A. 2007a. Zasnova spremmljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev vključno z dopolnitvijo predloga območij za vključitev v omrežje NATURA 2000: prvo delno poročilo. Ljubljana, Nacionalni inštitut za biologijo: 31 str.

Vrezec A., Polak S., Kapla A., Pirnat A., Grobelnik V., Šalamun A. 2007b. Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst hroščev – *Carabus variolosus*, *Leptodirus hochenwartii*, *Lucanus cervus*, in *Morinus funereus*, *Rosalia alpina*: končno poročilo. Ljubljana, Nacionalni inštitut za biologijo, 31 str.

- Vrezec A., Ambrožič Š., Kapla A., Bertoncelj, I., Bordjan, D. 2014. Izvajanje spremeljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letih 2013 in 2014: končno poročilo. Ljubljana, Nacionalni inštitut za biologijo, 113 str.
- Zaključki bilateralnega biogeografskega seminarja. (2014).
http://www.natura2000.si/fileadmin/user_upload/novice/SI_conclusions_2014.pdf
(20. 7. 2015)
- Zakon o gozdovih. Ur. 1. RS št. 30/1993, 56/1999 – ZON, 67/ 2002, 110/2002 – ZGO-1, 115/2006 – ORZG40, 110/2007, 106/2010, 63/2013, 101/2013 – ZDavNepr, 17/2014, 24/2015 in 9/2016 – ZGGLRS.
- Zakon o ohranjanju narave. 2004. Ur. 1. RS, št. 96/2004, 61/2006 – ZDru-1, 8/2010 – ZSKZ-B in 46/2014.
- Zakon o varstvu okolja. 2004. Ur. 1. RS, št. 41/2004.
- Zupanič B. 2001. Proizvodna sposobnost rastišč bukovih gozdov *Castaneo-Fagetum* in *Vicio oroboidi-Fagetum* v Pesniški dolini: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 74 str.
- Zuur A. F., Ieno E., Walker N., Savelje A., Smith G., 2009. Mixed effect models and extensions in ecology with R. New York, Springer: 574 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem, ki so mi kakorkoli pomagali pri nastanku magistrskega dela in mentorici prof. dr. Maji Jurc.

Še posebej bi se rad zahvalil dr. Maartenu de Grootu za pomoč pri statistični obdelavi ter za celotno pomoč doc. dr. Alu Vrezcu, Martinu Verniku in sodelavcem ZGS.

Za lektoriranje se zahvaljujem Mihi Rubinu.

Nazadnje se zahvaljujem še svoji družini za potrpljenje in podporo pri nastajanju dela.

PRILOGE

PRILOGA A Preglednica s podatki najdb puščavnika klasičnega popisa
2004–2013

Lokacija	X*	Y*	N ₁ (št. odraslih puščavnikov)	N ₂ (št. pregledanih dreves na lokaciji)	RA (N ₁ /N ₂)
Grušova	553959	160530	1	14	0,071
Pernica	556211	160002	1	13	0,077
Partinje	559732	160165	1	38	0,026
Jelenče	551617	166132	1	6	0,167
Pesniški Dvor	554562	161772	1	18	0,056
Vukovje	557185	161416	80	31	2,581
Jurovski Dol	560730	162888	2	31	0,065
Gačnik	552854	165481	2	27	0,074
Jarenina	554103	164103	4	11	0,364
	Skupaj		93		

* Gauss-Krugerjeve koordinate

PRILOGA B

Preglednica zastopanosti drevesnih vrst (%) pri vzorčenju s feromonskimi pastmi 2015

Drevesne vrste	Delež (vse lokacije vzorčenja)	Delež (lokacije s puščavnikom)
<i>Salix sp.</i>	24	42
<i>Fagus sylvatica</i>	27	27
<i>Pyrus sp.</i>	5	16
<i>Quercus sp.</i>	5	9
Ostali listavci	34	6
Iglavci	4	0
Skupaj	100	100

PRILOGA C

Preglednica lokacij ter časovni okvir feromonskih pasti
 vzorčenja 2015

Oznake pasti	X*	Y*	Datum postavitve	Datum zadnjega pregleda
debeljak_1_1	561456	170603	2.7.2015	6.8.2015
debeljak_1_2	561425	170620	2.7.2015	6.8.2015
debeljak_1_3	561436	170634	2.7.2015	6.8.2015
debeljak_1_4	561468	170637	2.7.2015	6.8.2015
debeljak_1_5	561420	170609	2.7.2015	6.8.2015
debeljak_2_1	549744	166973	2.7.2015	4.8.2015
debeljak_2_2	549772	166932	2.7.2015	4.8.2015
debeljak_2_3	549713	166942	2.7.2015	4.8.2015
debeljak_2_4	549738	166943	2.7.2015	4.8.2015
debeljak_2_5	549730	166912	2.7.2015	4.8.2015
debeljak_3_1	561031	169968	2.7.2015	6.8.2015
debeljak_3_2	561033	169993	2.7.2015	6.8.2015
debeljak_3_3	561060	169994	2.7.2015	6.8.2015
debeljak_3_4	561083	170013	2.7.2015	6.8.2015
debeljak_3_5	561111	170003	2.7.2015	6.8.2015
debeljak_4_1	555492	170341	4.7.2015	6.8.2015
debeljak_4_2	555511	170301	4.7.2015	6.8.2015
debeljak_4_3	555492	170349	4.7.2015	6.8.2015
debeljak_4_4	555478	170362	4.7.2015	6.8.2015
debeljak_4_5	555473	170355	4.7.2015	6.8.2015
drevored_1_1	548776	164537	2.7.2015	7.8.2015
drevored_1_2	548785	164530	2.7.2015	7.8.2015
drevored_1_3	548792	164542	2.7.2015	7.8.2015
drevored_1_4	548801	164537	2.7.2015	7.8.2015
drevored_1_5	548812	164541	2.7.2015	7.8.2015
drevored_2_1	560787	158347	7.7.2015	6.8.2015
drevored_2_2	560769	158334	7.7.2015	6.8.2015
drevored_2_3	560749	158342	7.7.2015	6.8.2015
drevored_2_4	560719	158342	7.7.2015	6.8.2015
drevored_2_5	560702	158373	7.7.2015	6.8.2015
drevored_3_1	549810	171585	7.7.2015	4.8.2015
drevored_3_2	549785	171631	7.7.2015	4.8.2015
drevored_3_3	549750	171670	7.7.2015	4.8.2015
drevored_3_4	549850	171535	7.7.2015	4.8.2015
drevored_3_5	549866	171514	7.7.2015	4.8.2015
drevored_4_1	553370	167043	6.7.2015	4.8.2015
drevored_4_2	553399	167038	6.7.2015	4.8.2015
drevored_4_3	553443	167032	6.7.2015	4.8.2015
drevored_4_4	553438	166994	6.7.2015	4.8.2015
drevored_4_5	553444	166958	6.7.2015	4.8.2015
drogovnjak_1	551496	171681	6.7.2015	6.8.2015
drogovnjak_1	551487	171702	6.7.2015	6.8.2015
drogovnjak_1	551503	171698	6.7.2015	6.8.2015

* Gauss-Krugerjeve koordinate

se nadaljuje

nadaljevanje

Oznake pasti	X*	Y*	Datum postavitve	Datum zadnjega pregleda
drogovnjak_1_	551521	171674	6.7.2015	6.8.2015
drogovnjak_1_	551518	171701	6.7.2015	6.8.2015
drogovnjak_2_	554034	163061	2.7.2015	4.8.2015
drogovnjak_2_	554017	163046	2.7.2015	4.8.2015
drogovnjak_2_	554013	163028	2.7.2015	4.8.2015
drogovnjak_2_	554022	163033	2.7.2015	4.8.2015
drogovnjak_2_	554023	163009	2.7.2015	4.8.2015
drogovnjak_3_	557967	171370	2.7.2015	6.8.2015
drogovnjak_3_	557972	171344	2.7.2015	6.8.2015
drogovnjak_3_	558006	171368	2.7.2015	6.8.2015
drogovnjak_3_	557995	171396	2.7.2015	6.8.2015
drogovnjak_3_	558023	171377	2.7.2015	6.8.2015
drogovnjak_4_	553459	169980	4.7.2015	6.8.2015
drogovnjak_4_	553459	170037	4.7.2015	6.8.2015
drogovnjak_4_	553474	170034	4.7.2015	6.8.2015
drogovnjak_4_	553500	170038	4.7.2015	6.8.2015
drogovnjak_4_	553507	170004	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_1_1	555970	164670	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_1_2	555995	164662	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_1_3	556028	164661	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_1_4	556042	164653	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_1_5	556074	164645	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_2_1	554515	169271	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_2_2	554491	169284	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_2_3	554479	169289	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_2_4	554445	169305	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_2_5	554417	169314	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_3_1	557585	167008	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_3_2	557541	167015	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_3_3	557524	167012	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_3_4	557503	167000	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_3_5	557475	166993	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_4_1	555025	169333	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_4_2	555010	169371	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_4_3	555032	169419	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_4_4	555032	169304	4.7.2015	6.8.2015
gozdni rob_4_5	555087	169328	4.7.2015	6.8.2015
mejica_1_1	552928	165536	2.7.2015	4.8.2015
mejica_1_2	552903	165513	2.7.2015	4.8.2015
mejica_1_3	552879	165491	2.7.2015	4.8.2015
mejica_1_4	552852	165473	2.7.2015	4.8.2015
mejica_1_5	552827	165458	2.7.2015	4.8.2015
mejica_2_1	556904	165113	4.7.2015	6.8.2015
mejica_2_2	556874	165146	4.7.2015	6.8.2015
mejica_2_3	556932	165101	4.7.2015	6.8.2015
mejica_2_4	556945	165117	4.7.2015	6.8.2015
mejica_2_5	556951	165150	4.7.2015	6.8.2015
mejica_3_1	559714	160188	7.7.2015	6.8.2015
mejica_3_2	559737	160154	7.7.2015	6.8.2015
mejica_3_3	559754	160127	7.7.2015	6.8.2015
mejica_3_4	559788	160092	7.7.2015	6.8.2015
mejica_3_5	559800	160103	7.7.2015	6.8.2015
mejica_4_1	557206	161146	29.6.2015	4.8.2015
mejica_4_2	557305	161396	29.6.2015	4.8.2015
mejica_4_3	557273	161395	29.6.2015	4.8.2015
mejica_4_4	557256	161405	29.6.2015	4.8.2015
mejica_4_5	557235	161420	29.6.2015	4.8.2015

PRILOGA D

Preglednica z rezultati vzorčenja s feromonskimi pastmi po posameznih pasteh 2015

Oznake pasti	N ₁ (št. ujetih živali)			N ₂ (št. lovnih dni)	RA (N ₁ /N ₂)	Oddaljenost od odprtega habitata(m)	Oddaljenost od naselja(m)	Nadmorska višina(m)	Ekspozicij a	Povprečni premer dreves(cm)	Število drevesnih vrst
	♀	♂	vsi								
debeljak_1_1	0	0	0	34	0	25	144	309	5	39	4
debeljak_1_2	0	0	0	34	0	45	151	309	5	39	4
debeljak_1_3	0	0	0	34	0	51	160	309	5	39	4
debeljak_1_4	0	0	0	34	0	39	178	309	5	39	4
debeljak_1_5	0	0	0	34	0	46	131	309	5	39	4
debeljak_2_1	0	0	0	32	0	8	60	307	2	42	3
debeljak_2_2	0	0	0	32	0	7	108	307	2	42	3
debeljak_2_3	0	0	0	32	0	48	87	307	2	42	3
debeljak_2_4	1	1	2	32	0,0625	51	118	307	2	42	3
debeljak_2_5	0	0	0	32	0	25	86	307	2	42	3
debeljak_3_1	0	0	0	34	0	37	68	215	1	40	4
debeljak_3_2	0	0	0	34	0	48	78	215	1	40	4
debeljak_3_3	0	0	0	34	0	30	51	215	1	40	4
debeljak_3_4	0	0	0	34	0	46	59	215	1	40	4
debeljak_3_5	0	0	0	34	0	21	30	215	1	40	4
debeljak_4_1	0	0	0	32	0	71	191	257	2	41	5
debeljak_4_2	0	0	0	32	0	95	186	257	2	41	5
debeljak_4_3	0	0	0	32	0	105	216	257	2	41	5
debeljak_4_4	0	0	0	32	0	126	233	257	2	41	5
debeljak_4_5	0	0	0	32	0	107	207	257	2	41	5
drevored_1_1	0	1	1	35	0,02857	0	103	265	0	60	1
drevored_1_2	0	0	0	35	0	0	110	265	0	60	1
drevored_1_3	1	0	1	35	0,02857	0	118	265	0	60	1
drevored_1_4	0	0	0	35	0	0	127	265	0	60	1
drevored_1_5	0	0	0	35	0	0	138	265	0	60	1
drevored_2_1	0	0	0	29	0	0	55	238	0	48	3
drevored_2_2	0	0	0	29	0	0	76	238	0	48	3
drevored_2_3	0	0	0	29	0	0	63	238	0	48	3
drevored_2_4	0	0	0	29	0	0	34	238	0	48	3
drevored_2_5	0	0	0	29	0	0	35	238	0	48	3
drevored_3_1	0	0	0	27	0	0	37	280	0	24	5
drevored_3_2	0	0	0	27	0	0	54	280	0	24	5
drevored_3_3	0	0	0	27	0	0	58	280	0	24	5
drevored_3_4	0	0	0	27	0	0	69	280	0	24	5
drevored_3_5	0	0	0	27	0	0	90	280	0	24	5
drevored_4_1	0	0	0	28	0	0	28	272	0	56	2
drevored_4_2	0	0	0	28	0	0	52	272	0	56	2
drevored_4_3	0	0	0	28	0	0	47	272	0	56	2
drevored_4_4	0	0	0	28	0	0	82	272	0	56	2
drevored_4_5	0	0	0	28	0	0	114	272	0	56	2
drogovnjak_1	0	0	0	30	0	19	68	380	4	25	2
drogovnjak_1	0	0	0	30	0	22	55	380	4	25	2
drogovnjak_1	0	0	0	30	0	36	71	380	4	25	2
drogovnjak_1	0	0	0	30	0	51	81	380	4	25	2
drogovnjak_1	0	0	0	30	0	42	89	380	4	25	2
drogovnjak_2	0	1	1	32	0,03125	25	48	304	8	25	2
drogovnjak_2	0	0	0	32	0	42	39	304	8	25	2

se nadaljuje

nadaljevanje

PRILOGA E

Preglednica z rezultati vzorčenja s feromonskimi pastmi po lokacijah habitatnih tipov 2015

Lokacija	Habitatni tip	N ₁ (št. ujetih živali)	N ₂ (št. lovnih dni)	RA (N ₁ /N ₂)	Oddaljenost od odprtega habitata(m)	Oddaljenost od naselja(m)	Nadmorska višina(m)	Ekspozicija	Povprečni premer dreves(cm)	Število drevesnih vrst
debeljak_1	debeljak	0	34	0,000	41	153	309	5	39	4
debeljak_2	debeljak	2	32	0,063	17	115	307	2	42	3
debeljak_3	debeljak	0	34	0,000	36	57	215	1	40	4
debeljak_4	debeljak	0	32	0,000	101	207	257	2	41	5
drevored_1	drevored	2	35	0,057	0	119	265	0	60	1
drevored_2	drevored	0	29	0,000	0	53	238	0	48	3
drevored_3	drevored	0	27	0,000	0	62	280	0	24	5
drevored_4	drevored	0	28	0,000	0	65	272	0	56	2
drogovnjak_	drogovnja	0	30	0,000	37	73	380	4	25	2
drogovnjak_	drogovnja	1	32	0,031	27	62	304	8	25	2
drogovnjak_	drogovnja	0	34	0,000	28	151	367	1	23	7
drogovnjak_	drogovnja	0	32	0,000	35	91	338	3	21	3
gozdni rob_1	gozdni rob	0	32	0,000	0	134	310	1	41	3
gozdni rob_2	gozdni rob	0	32	0,000	0	119	320	2	26	5
gozdni rob_3	gozdni rob	0	32	0,000	0	53	344	1	37	5
gozdni rob_4	gozdni rob	0	32	0,000	0	282	343	8	37	3
mejica_1	mejica	0	32	0,000	0	123	268	0	60	2
mejica_2	mejica	1	32	0,031	0	65	261	0	44	2
mejica_3	mejica	6	29	0,207	0	113	244	0	65	2
mejica_4	mejica	8	35	0,229	0	231	247	0	72	3
	skupaj	20	635							

PRILOGA F

Preglednica lokacij razširjenosti puščavnika – klasični popis
2006–2013 in vzorčenje s feromonskimi pastmi 2015

Lokacija	X*	Y*	Število najdenih odraslih živali	Metoda popisa ² najdbe puščavnika
Gačnik	554019	163031	1	Vzorčenje
Gačnik-Polanec	552854	165481	2	klasični popis
Gradiška	548792	164542	2	Vzorčenje
Grušova	553959	160530	1	klasični popis
Jakobski Dol	556932	165101	1	vzorčenje
Jarenina	554103	164103	4	klasični popis
Jelenče	551617	166132	1	klasični popis
Jurovski Dol	560730	162888	2	klasični popis
Partinje	559737	160154	7	oboje
Pernica	556211	160002	1	klasični popis
Pesniški Dvor	554562	161772	1	klasični popis
Stara Gora	549738	166943	2	vzorčenje
Vukovje	557235	161420	88	oboje
	Skupaj		113	

* Gauss-Krugerjeve koordinate

² Metoda popisa, s katero smo ujeli puščavnika: klasična – metoda klasičnega popisa vrste v obdobju 2006–2013; vzorčenje – metoda vzorčenja s feromonskimi pastmi v letu 2015 v sodelovanju z NIB-om; oboje – kombinacija obeh metod na lokaciji.

PRILOGA G

Rezultati monitoringa puščavnika na lokaciji Vukovje v letu 2014 z RA (št. živali/lovni dan) (10 feromonskih pasti – NIB)

Pregled pasti	Napor (št.lovnih dni)	RA (♂)	RA (♀)	RA (vsi)
29.5.2014				
4.6.2014	5	0,0	0,0	0,0
12.6.2014	8	0,0	0,0	0,0
18.6.2014	6	0,0	0,0	0,0
26.6.2014	8	0,0	2,5	2,5
1.7.2014	5	0,0	2,0	2,0
4.7.2014	3	0,0	0,0	0,0
9.7.2014	5	2,0	4,0	6,0
17.7.2014	8	2,5	5,0	7,5
24.7.2014	7	4,3	7,1	11,4
30.7.2014	6	0,0	8,3	8,3
5.8.2014	5	2,0	6,0	8,0
12.8.2014	7	0,0	1,4	1,4
17.8.2014	5	0,0	0,0	0,0
22.8.2014	5	0,0	0,0	0,0
26.8.2014	4	0,0	0,0	0,0
18.9.2014	22	0,0	0,0	0,0
Skupaj	109			

PRILOGA H

Rezultati monitoringa puščavnika na lokaciji Vukovje v letu 2014 s povprečno RA (št. živali v triadi/10 lovnih dni) po mesečnih triadah (10 feromonskih pasti – NIB)

Obdobja mesečnih triad	Povprečna RA (♂)	Povprečna RA (♀)	Povprečna RA (vsi)
Maj 3	0,0	0,0	0,0
Jun 1	0,0	0,0	0,0
Jun 2	0,0	0,0	0,0
Jun 3	0,0	2,5	0,0
Jul 1	0,7	2,0	2,7
Jul 2	2,5	5,0	7,5
Jul 3	2,1	7,7	9,9
Avg 1	2,0	6,0	8,0
Avg 2	0,0	1,4	1,4
Avg 3	0,0	0,0	0,0
Sept 1	0,0	0,0	0,0
Sept 2	0,0	0,0	0,0

PRILOGA I

Preglednica meritev obsegov dreves na lokaciji Vukovje za analizo biometričnih lastnosti

Oznaka drevesa	Drevesna vrsta	Obseg (cm)
v1	<i>Salix</i> sp.	362
v2	<i>Salix</i> sp.	335
v3	<i>Salix</i> sp.	362
v4	<i>Salix</i> sp.	309
v5	<i>Salix</i> sp.	296
v6	<i>Salix</i> sp.	243
v7	<i>Salix</i> sp.	241
v8	<i>Salix</i> sp.	200
v9	<i>Salix</i> sp.	281
v10	<i>Salix</i> sp.	350
v11	<i>Salix</i> sp.	268
v12	<i>Salix</i> sp.	355
v13	<i>Salix</i> sp.	296
v14	<i>Salix</i> sp.	272

PRILOGA J

Podatki biometričnih meritev na lokaciji Vukovje za leta
2008, 2009 in 2014 za testiranje korelacije

oznaka hrošča	spol	telesna masa (mg)	telesna dolžina (mm)	telesna širina (mm)	širina toraksa (mm)	dolžina eliter (mm)	širina eliter (mm)
1	♂		31	16	11	16	9
2	♂		30	15	10	17	7
3	♂		30	16	10	18	7
4	♂		28	15	10	19	8
5	♂		29	18	10	21	9
6	♂		29	16	11	20	9
7	♀		28	15	10	19	8
8	♀		27	16	8	18	8
9	♂		29	16	11	19	6
10	♂		29	16	10	19	9
11	♂		30	15	10	18	9
12	♂		29	16	10	19	9
13	♀		28	15	9	18	8
14	♂		27	14	9	17	8
15	♂	2495	29,83	16,17	10,05	19,41	9,71
16	♂	1854	29,63	14,88	10,1	18,58	8,48
17	♂	1674	29,14	14,84	9,96	18,96	7,79
18	♂	2593	30,53	15,96	10,58	20,28	9,19
19	♂	2166	30,17	16,44	10,4	19,34	8,37
20	♂	1758	29,48	14,91	9,91	18,58	8,43
21	♂	2468	30,26	16,3	10,4	19,5	8,34
22	♂	2115	29,32	15,84	10,4	19,32	8,41
23	♂	2258	31,03	16,75	10,79	19,84	9,03
24	♀	1446	27,9	13,72	8,57	17,35	7,51
25	♂	1608	29,07	15,42	9,39	18,66	8,06
26	♂	1479	29,59	15,55	10,02	18,06	7,99
27	♂	1832	31,08	15,85	11,04	19,03	8,1
28	♂	1850	28,81	15,78	10,02	19,58	9,15
29	♂	1211	26,81	13,53	8,53	16,24	6,93
30	♂	1830	29,48	14,84	10,23	17,24	7,98
31	♂	2010	29,93	15,65	10,15	18,23	8,03
32	♂	1975	31,31	15,59	10,95	19,69	8,84
33	♂	1476	28,45	15,88	10,42	18,54	8,37
34	♂	2038	29,25	16,49	10,62	20,51	8,42
35	♂	1081	25,75	14,5	9,55	16,99	7,62

se nadaljuje

nadaljevanje

oznaka hrošča	spol	telesna masa (mg)	telesna dolžina (mm)	telesna širina (mm)	širina toraksa (mm)	dolžina eliter (mm)	širina eliter (mm)
36	♂	1497	28,29	15,24	9,87	18,69	7,83
37	♂	1425	28,15	16,1	9,84	19,8	8,88
38	♂	1471	29,35	15,72	9,98	18,89	8,18
39	♂	1570	30,06	16,15	10,44	18,62	8,98
40	♀	1792	30,53	16,54	10,21	19,08	9,02
41	♂	1392	29,1	15,17	10,21	19,65	8,42
42	♂	1326	29,06	15,52	10,23	18,73	8,11
43	♂	1371	29,55	16,12	10,41	17,92	9,16
44	♀	1309	27,7	14,57	8,91	17,91	8,3
45	♀	1785	30,91	17,7	10,51	20,45	9,07
46	♂	1949	31,08	16,85	11,44	19,74	8,37
47	♀	1153	27,97	13,65	8,85	16,94	7,96
48	♀	2390	30,64	15,74	9,77	20,43	8,6
49	♀	1215	26,29	13,39	9,03	16,88	7,26
50	♀	1400	25,86	13,85	9,95	16,89	7,77
51	♂	1985	29,74	15,33	9,33	19,68	8,34
52	♂	1225	28,83	13,7	9,61	17,69	8,25
53	♂	1410	27,78	14,33	9,68	18,05	7,7
54	♀	1460	27,58	13,88	8,59	18,66	8,39
55	♀	1685	30,47	16,24	9,59	19,4	8,64
56	♀	1780	29,98	15,65	9,23	18,64	7,93
57	♀	3910	35,07	18,57	10,89	22,73	9,92
58	♀	2045	31,88	16,14	10,04	21,25	8,44
59	♀	1440	27,76	13,71	8,75	17,5	7,23
60	♀	2230	29,98	16,51	10,09	15,54	8,88
61	♀	1345	26,54	14,2	8,71	18,09	8
62	♀	1220	25,76	15,43	8,7	17,53	17,76
63	♂	1425	28,77	15,09	10,1	18,91	7,91
64	♂	1565	27,24	16,02	8,96	18,69	8,05
65	♀	1205	28,04	14,7	8,72	18,19	8,53
66	♀	1335	29	15,83	9,63	17,78	8,04
67	♀	1435	29,4	15,85	9,52	19,7	8,4
68	♀	1580	28,13	16,07	8,81	17,94	8,24
69	♂	1230	31,7	16,07	9,93	19,21	8,02
70	♀	1465	29,08	14,89	9,33	17,89	7,77
71	♀	1675	29,87	16,75	10,28	20,22	8,03

PRILOGA K

Tabela preoblikovanih podatkov biometričnih meritev na lokaciji Vukovje za leti 2008 in 2009 za test vpliva spola, debeline dreves in časa najdbe

oznaka živali	širina (mm)	dolžina (mm)	širina eliter (mm)	dolžina eliter (mm)	širina toraksa (mm)	telesna masa (mg)	spol	obseg drevesa	mesec najdbe
1	16,0	31,0	9,0	16,0	11,0	np*	m	pod300	7
2	15,0	30,0	7,0	17,0	10,0	np	m	pod300	7
3	16,0	30,0	7,0	18,0	10,0	np	m	pod300	7
4	15,0	28,0	8,0	19,0	10,0	np	m	pod300	7
5	18,0	29,0	9,0	21,0	10,0	np	m	nad300	7
6	16,0	29,0	9,0	20,0	11,0	np	m	pod300	7
7	15,0	28,0	8,0	19,0	10,0	np	f	pod300	7
8	16,0	27,0	8,0	18,0	8,0	np	f	nad300	7
9	16,0	29,0	6,0	19,0	11,0	np	m	nad300	7
10	16,0	29,0	9,0	19,0	10,0	np	m	nad300	7
11	15,0	30,0	9,0	18,0	10,0	np	m	pod300	7
12	16,0	29,0	9,0	19,0	10,0	np	m	pod300	8
13	15,0	28,0	8,0	18,0	9,0	np	f	pod300	8
14	14,0	27,0	8,0	17,0	9,0	np	m	nad300	8
15	16,2	29,8	9,7	19,4	10,1	2495,0	m	nad300	7
16	14,9	29,6	8,5	18,6	10,1	1854,0	m	pod300	7
17	14,8	29,1	7,8	19,0	10,0	1674,0	m	nad300	7
18	16,0	30,5	9,2	20,3	10,6	2593,0	m	nad300	7
19	16,4	30,2	8,4	19,3	10,4	2166,0	m	pod300	7
20	14,9	29,5	8,4	18,6	9,9	1758,0	m	pod300	7
21	16,3	30,3	8,3	19,5	10,4	2468,0	m	nad300	7
22	15,8	29,3	8,4	19,3	10,4	2115,0	m	pod300	7
23	16,8	31,0	9,0	19,8	10,8	2258,0	m	nad300	7
24	13,7	27,9	7,5	17,4	8,6	1446,0	f	pod300	7
25	15,4	29,1	8,1	18,7	9,4	1608,0	m	nad300	7
26	15,6	29,6	8,0	18,1	10,0	1479,0	m	nad300	7
27	15,9	31,1	8,1	19,0	11,0	1832,0	m	pod300	7
28	15,8	28,8	9,2	19,6	10,0	1850,0	m	nad300	7
29	13,5	26,8	6,9	16,2	8,5	1211,0	m	nad300	7
30	14,8	29,5	8,0	17,2	10,2	1830,0	m	pod300	7
31	15,7	29,9	8,0	18,2	10,2	2010,0	m	pod300	7
32	15,6	31,3	8,8	19,7	11,0	1975,0	m	pod300	7
33	15,9	28,5	8,4	18,5	10,4	1476,0	m	pod300	7
34	16,5	29,3	8,4	20,5	10,6	2038,0	m	pod300	7
35	14,5	25,8	7,6	17,0	9,6	1081,0	m	nad300	7
36	15,2	28,3	7,8	18,7	9,9	1497,0	m	nad300	7
37	16,1	28,2	8,9	19,8	9,8	1425,0	m	nad300	8
38	15,7	29,4	8,2	18,9	10,0	1471,0	m	pod300	8
39	16,2	30,1	9,0	18,6	10,4	1570,0	m	nad300	8
40	16,5	30,5	9,0	19,1	10,2	1792,0	f	pod300	8
41	15,2	29,1	8,4	19,7	10,2	1392,0	m	pod300	8
42	15,5	29,1	8,1	18,7	10,2	1326,0	m	pod300	8
43	16,1	29,6	9,2	17,9	10,4	1371,0	m	nad300	8
44	14,6	27,7	8,3	17,9	8,9	1309,0	f	nad300	8
45	17,7	30,9	9,1	20,5	10,5	1785,0	f	pod300	8
46	16,9	31,1	8,4	19,7	11,4	1949,0	m	pod300	8
47	13,7	28,0	8,0	16,9	8,9	1153,0	f	pod300	8

*np – ni podatka