



ZLATOROGOV ZBORNIK  
Lovska zveza *Slovenije*

# ZLATOROGOV ZBORNIK

Letnik/volume VI, številka/number 6,  
strani/pages 1-57, 2019, ISSN 2232-6499



Lovska zveza *Slovenije*

## **Impresum/Impresum**

ZLATGOROGOV ZBORNIK/  
*GOLDHORN BULLETIN*

Znanstveno glasilo Lovske zveze Slovenije/*Collection of scientific papers of the Hunters Association of Slovenia*  
ISSN 2232-6499

Izdajatelj/Publisher: Lovska zveza Slovenije in  
Strokovno-znanstveni svet pri Lovski zvezi Slovenije/  
*The Hunters Association of Slovenia and the Expert  
scientific council of the Hunters Association of Slovenia*

Glavni in odgovorni urednik/Editor-in-Chief:  
prof. dr. Ivan Kos

Tehnična urednica/Technical editor:  
Urša Kmetec

Uredniški odbor/Editorial board: dr. Krunoslav Pintur,  
prof. dr. Nikica Šprem, prof. dr. Boštjan Pokorný,  
prof. dr. Klemen Jerina, prof. dr. Rajko Bernik.

Recenzenti/Reviewers: doc. dr. Liljana Bizjak Mali,  
dr. Maja Jelenčič, prof. dr. Klemen Jerina, prof. dr.  
Ivan Kos, prof. dr. Nikica Šprem, dr. Krunoslav Pintur,  
dr. Hubert Potočnik.

Lektorica/Language editor: Marjetka Šivic

Prelom/Typesetting: Medias kreativ, d. o. o.

Tisk/Print: Orbis print d. o. o.

Naklada/Circulation: 1000 izvodov/copies

©Revija, vsi v njej objavljeni prispevki, preglednice,  
grafikoni in skice so avtorsko zavarovani. Za uporabo,  
ki je zakon o avtorskih pravicah ne dopušča, je  
potrebno soglasje izdajatelja. To posebej velja za  
razmnoževanje (kopiranje), obdelavo podatkov,  
prevajanje, shranjevanje na mikrofilme in shranjevanje  
ter obdelavo v elektronskih sistemih. Dovoljeno je  
kopiranje za osebno rabo v raziskavah in študijah,  
kritiko in v preglednih delih.

Mnenje avtorjev ni nujno mnenje uredništva.

©The magazine and all the articles, tables, charts and sketches published in it are protected by copyright. For any use not permitted by the Copyright Act, an approval of the issuer must be obtained. This especially concerns reproduction (copying), data processing, translation, storing on microfilms and storing and processing within electronic systems. Copying for personal use for research and studies, critique and reviews is allowed.

*The opinion of the authors is not necessarily the opinion of the Editorial Board.*

Revija je v PDF-obliku objavljena na spletni strani  
Lovske zveze Slovenije.

*The journal is in PDF format published on the website of the Hunters Association of Slovenia.*

Naslov/Contact:  
Lovska zveza Slovenije – za Zlatorogov zbornik  
Župančičeva 9  
SI-1000 Ljubljana  
Slovenija  
Tel.: 00 386 1 24 10 910  
E-naslov: lzs@lovska-zveza.si



# ZLATOROGOV ZBONIK





## Ob izidu šeste številke Zlatorogovega zbornika

Pred skoraj desetletjem sta vodstvo Lovske zveze Slovenije (LZS) in Strokovno-znanstveni svet LZS prepoznala nujo po večjem in učinkovitejšem prenosu strokovnih in znanstvenih spoznanj s področja biologije prostozivečih živali, upravljanja populacij, trajnostne rabe divjadi oz. lovstva nasploh, in sicer tako h končnim uporabnikom (zlasti lovcem) kot tudi preostali zainteresirani javnosti. Poleg organizacije strokovnih dogodkov/posvetovanj je to najlažje doseči s sprotnimi objavami v publikacijah, ki so dostopne čim širšemu krogu bralcev. Nastala je ideja, da LZS začne poleg poljudno-strokovnega glasila (Lovec) in dveh knjižnih zbirk (Zlatorogova knjižnica, Strokovna knjižnica) izdajati še četrto zbirko – Zlatorogov zbornik. Prva številka je luč sveta ugledala leta 2012. V začetnih letih pisci – pričakovano – niso bili zelo motivirani za objavljanje v novi publikaciji, ki tedaj še ni bila in ni mogla biti dovolj ugledna in prepoznana, zaradi česar smo se pogosto srečevali s pomanjkanjem (kakovostnih) prispevkov. Posledično je izšla največ ena številka na leto. Kljub temu nam je uspelo, da je Zlatorogov zbornik postal vodilna strokovno-znanstvena revija s področja divjadi in lovstva v slovenskem prostoru; kakovost in zanimivost člankov v njem sta vsaj primerljivi s prispevkami, ki so objavljeni v domačih in tudi mednarodnih publikacijah z mnogo daljšo tradicijo izhajanja. Tudi zato smo v uredniškem odboru prepričani, da ima svetlo prihodnost in bo v prihodnje pritegnil še mnogo več piscev, tudi iz tujine, kot je to primer že v številki, ki jo držite v rokah. Napovedujemo, da je letošnje leto zadnje, ko je izšla le ena številka našega zbornika.

Tudi zato, ker je Strokovno-znanstveni svet LZS v letu 2018 z odločitvijo, da začne nagrajevati najboljša zaključna (diplomska, magistrska in doktorska) dela s področja divjadi in lovstva, ki v vedno večjem številu nastajajo na domačih visokošolskih zavodih, poskrbel za stalen dotok kakovostnih in zelo aktualnih prispevkov. V prihodnje bodo prispevki zato še bolj interdisciplinarni in bodo pokrivali široko paletlo vsebin, povezanih z lovstvom. Tako je že v pričujoči (šesti) številki. Robert Ule in sodelavci so dve sezoni na Notranjskem ugotavljali vpliv krmljenja z mrhovino na obiskanost krmišč s strani rijavega medveda; ugotovili so, da so krmišča, založena z mrhovino, na splošno

precej bolje obiskana kot tista, kjer se medveda krmi s koruzo. Diana Žele Venguš in Gorazd Venguš sta proučevala histološko zgradbo in posebnosti maternic brejih (takšnih je bilo >81 % vseh analiziranih) košut jelenjadi, uplenjenih na Kočevskem in Notranjskem. Anja Bončina in sodelavci so v modelnem lovišču osrednje Slovenije naredili prvo obsežnejšo genetsko raziskavo srnjadi pri nas; v prispevku predstavljajo zanimive ugotovitve o sorodstvenih (starševskih) razmerjih, ki pojasnjujejo tudi prostorsko vedenje te vrste. Anja Kos in Ivan Kos sta v preglednem članku predstavila najpomembnejše dejavnike, ki vplivajo na velikost domačih okolišev poljskih zajcev (le-ti so po podatkih iz tujine lahko veliki 12–190 ha). Za lovce bo zagotovo zelo zanimiv strokovni članek Zvonka Novotnega in sodelavcev, ki so predstavili analizo iskanj ranjene divjadi v tipičnem gričevnatem lovišču celinske Hrvaške.

Vsem avtorjem prispevkov, ki pomembno bogatijo zakladnico znanja o divjadi in upravljanju populacij, se želim zahvaliti za kakovostne prispevke, predvsem pa za voljo in hotenje, da raziskujejo divjad in njeno naravno okolje ter predvsem, da so dobljeno znanje pripravljeni deliti z nami. Seveda brezplačno, kot je to splošna navada v raziskovalni sferi, čeprav mnogi med nami, ki so morda navajeni drugače, tega nikakor ne morejo/želijo razumeti. Zahvaliti se želim tudi vsem recenzentom, ki so brez plačila pripravljeni sprejeti odgovorno nalogo pregleda prispevkov in tako dodatno prispevajo k njihovi kakovosti. Iskreno zahvalo namenjam tudi vodstvu LZS, ki razume pomen strokovno-znanstvenega delovanja lovskih organizacij in vseh njenih članov, za zagotavljanje večje strokovnosti in ugleda vseh nas pa med drugim spodbuja tudi izdajanje Zlatorogovega zbornika. Prepričan sem, da je to še kako vredno, saj na znanju temelječe delovanje olajšuje komunikacijo z drugimi uporabniki prostora in glavnimi odločevalci, kar pozitivno vpliva na izvajanje mnogih aktivnosti, povezanih z lovstvom in upravljanjem z divjadjo.

Izr. prof. dr. Boštjan Pokorný,  
 predsednik Strokovno-znanstvenega sveta LZS

## Vpliv dodajanja mrhovine na obiskanost krmišč pri rjavem medvedu (*Ursus arctos*)

### *Effect of adding carrion food on visitation of feeding sites by brown bear (*Ursus arctos*)*

Robert Ule<sup>1</sup>, Miha Krofel<sup>2</sup>, Klemen Jerina<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Martinjak 44, 1380 Cerknica; robi.ule15@gmail.com

<sup>2</sup> Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire,  
Večna pot 83, 1000 Ljubljana; miha.krofel@gmail.com

<sup>3</sup> Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire,  
Večna pot 83, 1000 Ljubljana; klemen.jerina@gmail.com

#### Izvleček

Rjavi medved (*Ursus arctos*) je naša največja zver in od nekdaj pomeni velik izziv za upravljanje. Človeku predstavlja strahospoštovanja vredno žival, s katero nemalokrat zaidemo v konflikt. Leta 2004 so v Sloveniji ukinili mrhovišča, kar naj bi po prepričanju dela stroke in laične javnosti povečalo konflikte med človekom in medvedom. Namen te naloge je proučiti, ali bi bilo smiselno ponovno uvesti mrhovišča oz., če le-ta bolj privablja medvede v primerjavi z rastlinsko hrano. Zato smo na območju, kjer je gostota medveda velika in je stalno prisoten, izvedli poskus krmljenja. S pomočjo fotopasti smo na krmišču LD Cerknica in krmišču LD Grahovo v dveh sezонаh raziskovali, ali mrhovina vpliva na obiskanost krmišč. Ugotovili smo, da vpliva na obiskanost krmišč, vendar se učinek razlikuje med letnimi časi in leti. Na splošno je bilo krmišče, založeno z mrhovino, precej bolje obiskano kot tisto s koruzo. Vresta krme, ki se uporablja (rastlinska ali mešana z mrhovino), vpliva tudi na različno časovno obiskanost krmišč čez dan. Rezultati, pridobljeni v okviru tega diplomskega dela, bodo lahko v pomoč lovcom za lažje izvrševanje odstrela medveda, saj jim daje vpogled, kdaj in v katerem letnem času medved najraje zahaja na krmišče z mrhovino oziroma krmo rastlinskega izvora.

**Ključne besede:** rjavi medved, *Ursus arctos L.*, mrhovina, mrhovišča, krmljenje

#### Abstract

*Brown bear (*Ursus arctos*) is Slovenian largest predator species, and has long been challenging to manage its population. Humans have always felt respect for bears but they have had numerous conflicts with this species. In 2004, Slovenia banned carrion feeding sites, and at the time some experts and general public thought this resulted in subsequent increase of conflicts between humans and bears. The purpose of this thesis is to determine whether it would be reasonable to re-establish carrion feeding sites; more precisely, to evaluate the attractiveness of carrion compared to plant-food supplied artificial feeding sites. Therefore, we carried out a feeding experiment in the area with high bear density and continuous bear presence. We set photo-traps at two feeding sites managed by the hunting clubs of Cerknica and Grahovo in two seasons, and investigated whether carrion affects bear visits to the sites. We established that feeding site use was affected by food type, however, the effect was seasonally and yearly specific. Generally, the carrion feeding site was better visited than the one, which was supplied just with maize. The type of fodder used (plant-based fodder or fodder mixed with carrion) also affects the circa diurnal dynamics of feeding site use. The results*

## Izvirni znanstveni članek

*obtained within this study will be useful to hunters and other managers for culling and monitoring as they provide an insight into when and in which time of the year bears are likely to visit the carrion feeding sites or feeding sites with maize.*

**Keywords:** brown bear; *Ursus arctos*, carrion, artificial feeding.

## 1 Uvod

Rjavi medved je največja evropska zver. Skozi vsa leta je bilo upravljanje medveda poseben izviv zaradi njegove velikosti, moči, spremnosti in predvsem človekovega strahospoštovanja do njega. S širjenjem naselij mu jemljemo živiljenjski prostor, kar posledično privede do konfliktnih srečanj. Poleg tega so odpadki, ki jih ustvarimo ljudje, dodaten vir hrane zanj, kar privede do dodatnih konfliktov (Swenson in sod., 2000).

Konfliktne dogodke med človekom in medvedom je mogoče preprečiti oziroma zmanjšati njihovo pogostnost na različne načine: eden od njih je odvračalno krmljenje oziroma krmljenje z različnimi vrstami hrane na krmiščih, kar je tudi tema pričajočega prispevka. Z ukrepi posebnega krmljenja bi le-te zmanjšali. To je zelo pomembno za ohranjanje vrste in zagotavljanje varnosti za človeka. V Sloveniji je dolgoletna praksa, da se za medveda, ki prihaja v konflikt s človekom, izda odločba za izredni odstrel. Vendar pa medvedja populacija še zelo dobro kljubuje spremembam in se prilagaja krčenju svojega živiljenjskega prostora. Zaradi krčenja živiljenjskega prostora ter konfliktnih situacij pa je potrebno znanje in ukrepi, ki bodo pripomogli k njihovemu zmanjšanju in omogočili lažje sobivanje človeka in medveda. Taki ukrepi so na primer odvračalno krmljenje, postavljanje medovarnih zabožnikov, pravilno ograjevanje pašnikov, pravilno zavarovanje čebelnjakov in ozaveščanje o pravilnem ravnjanju ob srečanju z medvedi (Krofel in Jerina, 2012).

Le s pomočjo takega znanja in ukrepov, ki jih še pridobivamo, se lahko medveda ohrani v našem okolju, ki je zelo razdrobljeno, ob

hkratnem zagotavljanju dovolj majhnega števila konfliktov s človekom. V preteklosti se je pogosto izpostavljalo, da naj bi ukinitev mrhovišč povzročila povečanje konfliktov, ker naj bi bilo krmljenje z mrhovino učinkovitejše od krmljenja s hrano rastlinskega izvora (Štrumbelj, 2006). Ker pa to ni bilo zadovoljivo proučeno, smo se odločili za kontroliran poskus, ki ga obravnavamo v pričajočem prispevku. Z ukrepi krmljenja s trupli domačih živali oziroma s ponovno uvedbo mrhovišč, ki smo jih ukinili v letu 2004 ob vstopu v Evropsko unijo, bi po mnenju nekaterih lahko zmanjšali konflikte med človekom in medvedom (Štrumbelj, 2006). Na to temo je bilo narejenih zelo malo raziskav in še te so zelo skope (narejena je bila npr. raziskava, ki pa se bolj osredotoča na vpliv dopolnilnega krmljenja medveda z mrhovino na zmanjšanje škode na drobnici (Kavčič in sod., 2013). To bo pomembno prispevalo k razumevanju učinkovitosti ukrepov za preprečevanje konfliktov z rjavim medvedom (Dolšak, 2015).

Namen te raziskave je bil, da ocenimo, če krmljenje z mrhovino vpliva na obiskanost krmišča. To bi pomagalo pri odločitvi, ali naj ponovno uvedemo mrhovišča ali ne. Cilj je bil tudi ugotoviti, ali se raba krmišč z različnimi vrstami hrane spreminja glede na letni čas.

## 2 Materiali in metode

### 2.1 Območje izvajanja raziskave

Raziskava je potekala na območju LUO Notranjske, natančneje na območju priljubljene in zelo obljudene planinske točke, gore Slivnice. Tam smo si izbrali dve krmišči, in sicer krmišče v upravljanju Lovske družine Cerknica (Svinjski žleb), ki leži na južni pobočni strani Slivnice, ter služi kot odvračalno krmišče, saj so v bližini naselja (Cerknica, Marof, Martinjak). Z drugim krmiščem pa upravlja Lovska družina Grahovo (Jelovci), ki leži na severovzhodnem delu Slivnice. Pred letom 2004 sta bili obe krmišči redno založeni z mrhovino - kadavri domačih živali in prostoživečih živali. Jo pa tudi pogosto obiskuje ciljna vrsta - rjavi medved.

## 2.2 Zbiranje, urejanje in analiza podatkov

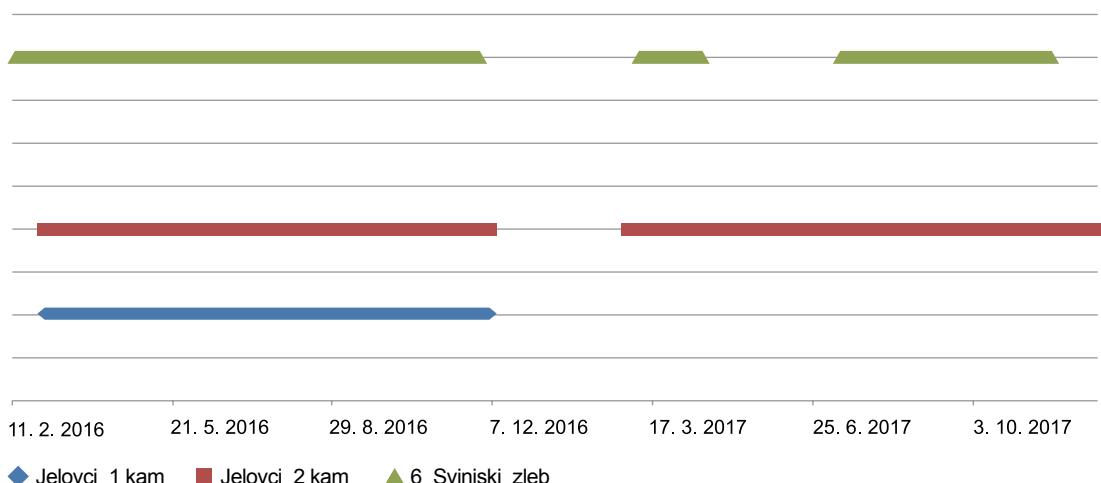
Podatke o obiskanosti krmilčev smo pridobili s pomočjo fotopasti tipa IR PLUS BF HD UV 565 z infrardečo bliskavico (940 nm), ki je živali ne vidijo. Fotopasti so delovale dve sezoni 24 ur na dan, vsoko leto od februarja ali marca do decembra. Obdobje, v katerem so delovale fotopasti, smo izbrali glede na to, kako medved preživi leto, saj je od decembra do februarja praviloma v brlogu. Medvedke ta čas kotijo, tudi preostali osebki populacije so neaktivni ali pa bistveno redkeje aktivni kot v drugih delih leta. Prvo sezono smo z mrhovino prostoživečih parkljarjev zalagali krmilčje na Jelovcih, prav tako tudi z drugo hrano rastlinskega izvora. Naslednjo sezono smo to zamenjali s krmilčem Svinjski žleb. Na krmilčih je bila vedno na voljo koruza (90 % vse položene rastlinske hrane), vsak večer jo je avtomatski krmilnik natrosil približno dva kilograma. Čez sezono smo na krmilčje nosili še jabolčne tropine, različne vrste sadja, sladkorno peso ter druge okopavine.

Delovanje fotopasti je bilo nastavljeno tako, da se je aktivirala, ko je zaznala premik, vendar je moralo med enim in drugim proženjem preteči vsaj 5 minut. Ob aktivaciji je naredila fotografijo in 20 sekund dolg videoposnetek. To pomeni, da smo

lahko za vsak petminutni interval ugotovili, če je bil medved na krmilču.

Statistično urejanje in zbiranje podatkov smo uredili v programu Excel. V obeh obdobjih smo skupaj zbrali 26.535 fotografij, od katerih je bil na 5.422 posnetkih vsaj eden ali več osebkov rjavega medveda. Videoposnetek je služil zgolj za potrditev, kaj je na fotografiji. Iz fotografij je bilo mogoče razbrati, katera žival je ob določeni uri obiskala krmilčje in s katero vrsto hrane se je hranila. Nato smo te podatke vnesli v preglednico, medvede pa smo ločili po naslednjih kategorijah: samice z mladiči v prvem ali drugem letu starosti, odrasle samce ter druge osebke, ki so bili v večini primerov mlajši samci ali samice brez mladičev.

Za ugotavljanje vpliva mrhovine smo naredili relativno primerjavo z uporabo indeksa rabe. Indeks smo izračunali tako, da smo število obiskov na krmilču delili s 24 in tako ugotovili pričakovano število obiskov na uro. Vrednosti indeksa nad 1 so torej ure, ko so medvedi krmilčje obiskovali pogosteje od naključnih vrednosti, vrednosti manj kot 1 pa so ure, ko je bilo obiskov manj, kot bi pričakovali po naključnem obiskovanju krmilča v 24-ih urah.



Slika 1: Čas delovanja kamer v dveh letih kontroliranega poizkusa.

Figure 1: Camera operation time in two years of controlled trial.

## 2.3 Delovanje kamer

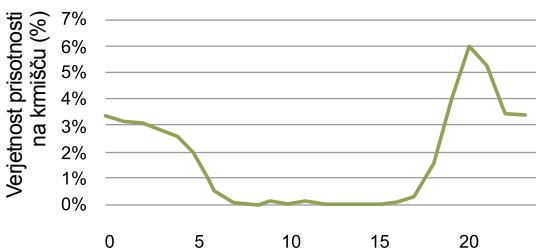
V prvi sezoni smo na krmišču Svinjski žleb s spremeljanjem začeli prej, ker je bilo krmišče Jelovci nedostopno zaradi snega. Snemanje je brez večjih napak potekalo do 7. 12. 2016.

Naslednjo sezono smo začeli spremljati 17. 3. 2017 na obeh krmiščih hkrati. Težava pa se je pojavila proti koncu aprila, ko smo na krmišču Svinjski žleb ostali brez kamere, saj je bila odtujena. Tako smo za en mesec ostali brez podatkov, kar smo upoštevali tudi pri vseh analizah v nalogi (slika 1).

## 3 Rezultati

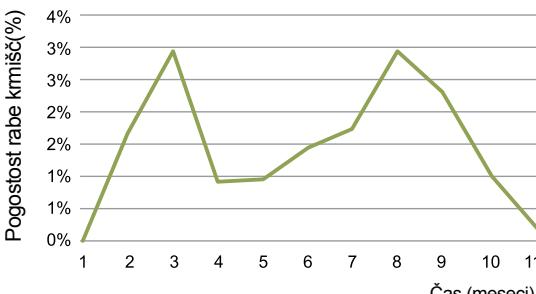
### 3.1 Raba krmišč

Medvedi so krmišča obiskovali različno glede na uro v dnevu in letni čas. Največjo verjetnost prisotnosti na krmišču smo ugotovili okoli 20. ure, medtem ko je verjetnost pojavljanja med 7. in 16. uro zelo majhna (slika 2).



Slika 2: Verjetnost prisotnosti medvedov na krmišču v 24-urnem ciklu.

Figure 2: Likelihood of the bear's presence on the forage in a 24-hour cycle.

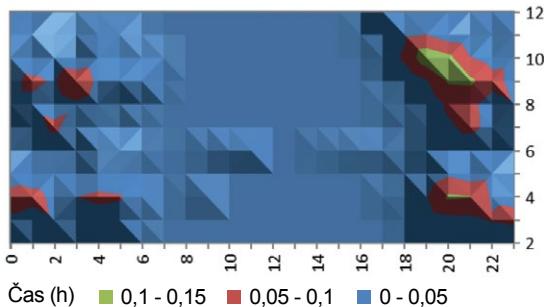


Slika 3: Raba krmišč po mesecih.

Figure 3: The usage of forages by months.

Rabo krmišč smo spremljali tudi glede na mesece. Po največji pogostosti izstopata april in september ter deloma tudi oktober (slika 3).

Povečan obisk je videti v jesenskem in spomladanskem času v večernih urah, pri čemer je izrazitejši obisk v jesenskem času. Povečan obisk na krmiščih je opaziti tudi v drugi polovici noči in prav tako v jesenskem in spomladanskem času. Je pa posebnost, da je obisk krmišča v poletnem času skoraj enakomerno razporejen čez ves dan (slika 4).



Slika 4: Verjetnost pojavljanja medveda na krmišču glede na uro in mesec.

Figure 4: The usage of forages per hour and month.

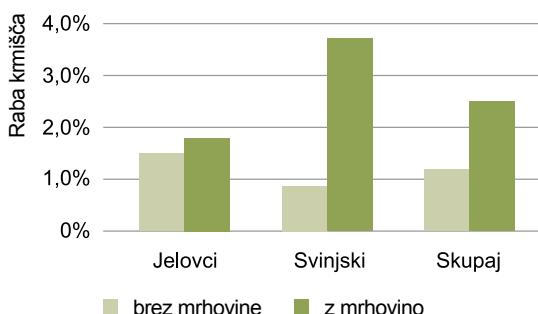
### 3.2 Učinki krmljenja z mrhovino

Na podlagi naših rezultatov lahko ugotovimo, da mrhovina vpliva na obisk krmišča, kar je izrazitejše vidno na krmišču Svinjski žleb, saj se obisk poveča kar za 3-krat (slika 5). Glede na to, kdaj je bila v katerem letu in na katerem krmišču položena mrhovina, lahko iz deleža obiskov najbolje sklepamo, ali mrhovina vpliva na obiskanost krmišč.

Obiskanost krmišč s prisotno mrhovino je bila največja aprila in septembra (slika 6).

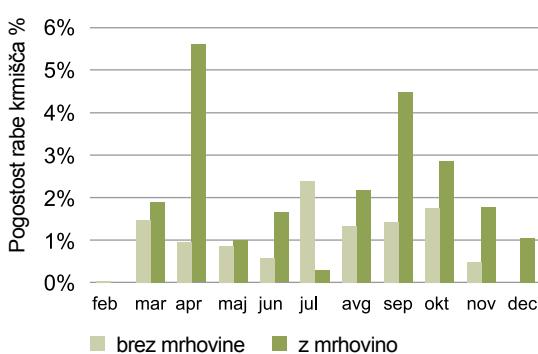
Medvedje so bili pogosteje na krmiščih z mrhovino proti jutru, na krmiščih, založenih le s hrano rastlinskega izvora, pa zvečer ozioroma sredi noči (slika 7).

### Izvirni znanstveni članek



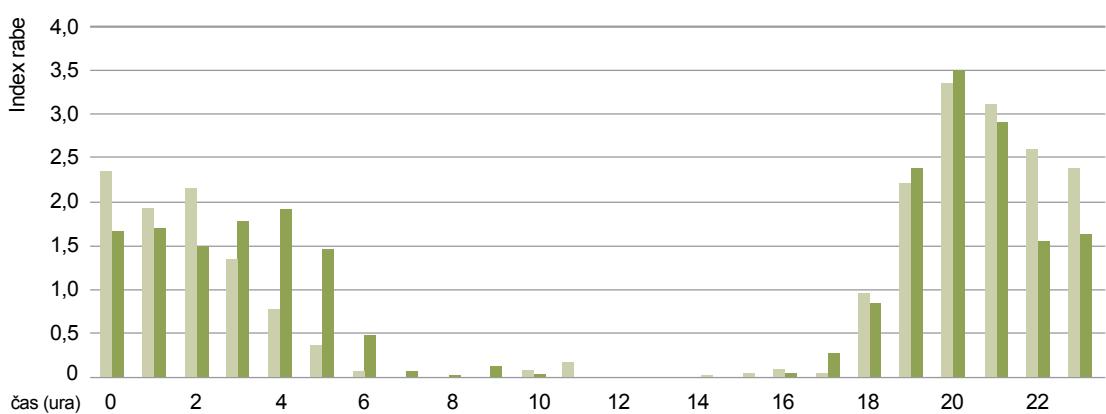
Slika 5: Pojavljanje medveda na krmišču glede na prisotnost mrhovine.

Figure 5 : The effect of carrion on attendance at forages.



Slika 6: Obiskanost krmišč po mesecih glede na tip hrane, ki je položena.

Figure 6 : The attendance of forages by months regarding the type of food that is given.



Slika 7: Relativna cirkadiana raba krmišča, založenega z mrhovino in brez nje (le koruza).

Figure 7: Relative circadian use of forages stocked with carrion and no carrion (corn only).

■ brez mrhovine  
■ z mrhovino

### 4 Razprava

S pomočjo podatkov, ki smo jih pridobili na terenu, lahko sklepamo, da mrhovina vpliva na obiskanost krmišč pri rjavem medvedu, kar je predvsem vidno na krmišču Svinjski žleb, saj je bil obisk večji kar za 3-krat. Vpliv mrhovine je deloma opaziti tudi na krmišču Jelovci. Deloma se zmanjša obisk zaradi močnega obroda bukve v letu 2016, ker je žir eden glavnih virov hrane za medveda. Gozdni plodovi, med katere uvrščamo žir, želod in lešnik, predstavljajo 30 % medvedove hrane; od tega je žira kar 92 % gozdnih plodov (povzeto po Krofel in sod., 2008).

V času spremljanja smo zajeli tri letne čase: pomlad, poletje in jesen. V vsakem letnem času je bila opazna razlika v obiskanosti, večja je bila, ko je bila na krmišču mrhovina (to je bilo predvsem spomladi in jeseni). Na mrhoviščih je bila mrhovina izključno od divjadi. Mrhovina domačih živali je za uporabo na mrhoviščih zakonsko zelo omejena (praktično prepovedana z Evropsko uredbo 1774/2002/ES). Poleti je bil večji obisk na krmišču z rastlinsko hrano. Lahko bi sklepali, da medvedovo prehrano v poletnem času bolj sestavlja žuželke kot ponujena mrhovina, ker je obisk krmišč manjši v poletnih časih tudi, ko je na njih položena mrhovina. Podobno so ugotovili tudi drugi raziskovalci,

### Izvirni znanstveni članek

saj žuželke v delih poletja predstavljajo po navedbah Krofla in sodelavcev (2008) skoraj 97 % njegove prehrane živalskega izvora.

V raziskavi smo ugotovili, da je obiskanost na krmiščih največja spomladisi. To je najverjetneje povezano z večjo potrebo po zelo kalorični hrani, ki jo potrebuje spomladisi, ko pride na krmišča po zimskem počitku ter medvedke po poleganju. S tako hrano hitro pridobi moč ter si povrne tolščo in energijo, ki jo je porabil čez zimo. Mrhovina in koruza tudi glede na analize prehrane slovenskih medvedov predstavlja kar tretjino zaužite hrane in energije čez vso leto, še večji pa je njun delež spomladisi (Kavčič in sod., 2015).

Kavčič in sod. (2013) so leta 2004 naredili raziskavo, v kateri so ugotavljali, ali so se po ukinitvi krmišč s kadavri domačih živali (t. i. mrhovišča) napadi na domače živali povečali. Ugotovili so, da se ob upoštevanju sprememb v številnosti ovac in medvedov napadi na drobnico niso povečali. Ugotovili so tudi, da je napadov na drobnico največ poleti (Kavčič, 2016), to je v obdobju, ko medvedi ne obiskujejo krmišč, ker njihovi potrebi po beljakovinah zadostijo žuželke (Krofel in sod., 2008), verjetno pa tudi razlog za napade ni pomankanje beljakovin. Dodatno krmljenje z mrhovino tako najverjetneje ne bi vplivalo na zmanjšanje napadov na drobnico oziroma, da medvedje nimajo dodatne potrebe po mrhovini (Kavčič in sod., 2013). S primerjavo podatkov pred ukinitvijo mrhovišč in potem leta 2004 niso ugotovili, da bi zalaganje z mrhovino vplivalo na medvedovo obiskovanje krmišč (ibid.). Na podlagi rezultatov naše raziskave menimo, da je krmljenje z mrhovino pomembno predvsem v spomladanskem in jesenskem delu leta.

Edina težava, ki bi lahko nastala ob redni uporabi mrhovine, je, da le-ta ni na voljo čez vse leto, saj temelji na odstrelu, ki poteka v večini jeseni. Čez leto bi to popolnili s povozi. Rezultati naše raziskave so zanimivi tudi za odvzem (odstrel) in monitoring medveda. Podatki povedo, ob

kateri uri in kateri mesec je medved največkrat na krmišču ter katera vrsta hrane ga učinkoviteje privablja. Ugotovili smo, da so se medvedi raje hrаниli s koruzo v večernem času. Krmlnik je bil namreč nastavljen tako, da je koruzo vrgel pred večerom in je bila to kdaj edina hrana, ki je bila medvedom na voljo.

Z uvedbo mrhovišč bi po vsej verjetnosti lahko dodatno zmanjšali konflikte z medvedi, saj bi jih zadržali v gozdu daleč stran od naselij in urbanizacije; to bi bilo najverjetneje nekoliko učinkoviteje kot samo s krmljenjem s hrano rastlinskega izvora. Ne bi pa zmanjšali konfliktnih situacij na planinskih in gozdnih poteh, ki jih uporabljamo za rekreacijo, saj se moramo zavedati, da je gozd medvedov dom in smo mi v njem obiskovalci. Na mrhoviščih pa bi morali izrecno polagati mrhovino divjih živali, ker to določa evropska uredba 1774/2002/ES. To vključuje predvsem ostanke odstrela ter povožene živali na cestah in železnicah.

## 5 Zaključek

Raziskav na temo o krmljenju medvedov z mrhovino je bilo že kar nekaj, vendar pa nobena taka, da bi raziskovali, kako mrhovina vpliva na obisk krmišča, ko je na njem mrhovina in ko je ni. To nas je začelo bolj zanimati, ko so se ukinila mrhovišča. To vprašanje je do danes praktično ostalo neraziskano.

V raziskavi, v kateri smo si postavili vprašanje, kako mrhovina vpliva na obiskanost krmišč, smo v Lovski družini Cerknica in Lovski družini Grahovo krmišča opremili s fotopastmi tipa IR PLUS BF HD UV 565 z infrardečo bliskavico, ki živali naj ne bi motila. V dveh letih spremljanja smo pridobili veliko podatkov o obiskih medvedov na krmiščih, kadar je bila na njem mrhovina in kadar je ni bilo. S statistično obdelavo smo ugotovili, da mrhovina vpliva na obisk medvedov na krmišča. Krmišča so bila skupaj kar 2-krat bolj obiskana, ko je bila na njih mrhovina. Mrhovina povoženih in

uplenjenih divjih živali je bila bolj priljubljena v spomladanskem času, ker je takrat najbolj hranljiva, ko je medvedu ponujena po zimskem počitku in poleganju. Prav tako je bila obiskanost večja v jesenskem času, ko si nabira tolščo za čez zimo. Največja obiskanost glede na del dneva je bila v mraku oziroma ob sončnem zahodu ter ob sončnem vzhodu. Ugotovitve o viških obiskanosti v določenem delu dneva in leta so lahko vodilo za učinkovitejši odstrel oziroma monitoring.

S to nalogo smo ugotovili, da je medvede v določenih razmerah smiselno krmiti z mrhovino, ki ostane od povozov divjadi, ob odstrelu in naravnih izgubah, če so trupla na neprimernih mestih. S krmljenjem z mrhovino v letih in sezонаh, ko se zmanjša ponudba hrane, bi verjetno medvede dlje časa zadržali v gozdu. Tako

bi tudi zmanjšali konflikte z ljudmi, obenem bi lahko olajšali odstrel medveda ter zmanjšali tudi potrebo po izrednem odstrelu.

## 6 Zahvala

Prvi avtor se zahvaljuje Strokovno-znanstvenemu svetu Lovske zveze Slovenije, ki je v okviru razpisa za najboljša diplomska, magistrska in doktorska dela s področja divjadi in lovstva izbral in nagradil diplomsko delo z naslovom Vpliv krmljenja z mrhovino glede na obiskanost krmišč pri rjavem medvedu. Diplomska naloga je potekala v okviru projekta LIFE DINALP BEAR, zato še enkrat hvala vsem raziskovalcem, še posebno Urši Fležar, ki so mi pomagali pri nastajanju naloge. Zahvalil bi se tudi lovskima družinama Cerknica in Grahovo, ki sta dovolili, da sem nemoteno spremjal in zalagal krmišči.

## 7 Viri

- Bellemain, E., 2004 Improved noninvasive genotyping method: application to brown bear (*Ursus arctos*) faeces. Molecular ecology resources, 3: 519–522.
- Bischof, R., Fujita, R., Zedrosser, A., Söderberg, A., Swenson, J. E. 2008. Hunting patterns, ban on baiting, and harvest demographics of brown bears in Sweden. The journal of wildlife management, 72, 1: 79–88.
- Dolšak, K., 2015. Razlike v rabi krmišč rjavega medveda (*Ursus arctos*) med spolnimi in starostnimi kategorijami osebkov. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, diplomsko delo. Ljubljana, 37 str.
- Dunkley, L., Cattet, M. R. L. 2003. A comprehensive review of the ecological and human social effects of artificial feeding and baiting of wildlife. Saskatchewan, Canadian Cooperative Wildlife Health Center: 68 str.
- Gray, R. M., Vaughan, M. R., McMullin, S. L. 2004. Feeding wild American black bears in Virginia: a survey of Virginia bear hunters, 1998–99. Ursus, 15, 2: 188–196.
- Jerina, K., Debeljak, M., Džeroski, S., Kobler, A., Adamič, M. 2003. Modeling the brown bear population in Slovenia: a tool in the conservation management of treated species. Ecological modelling, 170: 453–469.
- Jonozovič, M., 2003. Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000-medved. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: 65 str.

Izvirni znanstveni članek

Kavčič, I., Adamič, M., Karcensky, P., Krofel, M., Jerina, K., 2013. Supplemental feeding with carrion is not reducing brown bear depredations on sheep in Slovenia. Ursus, 24, 2: 111–119.

Kavčič, I., Adamič, M., Karcensky, P., Krofel, M., Kobal, M., Jerina, K., 2015. Fast food bears: brown bear diet in a human-dominated landscape with intensive supplemental feeding. Wildlife biology, 21: 1–8.

Kavčič, I., 2016. Vpliv krmljenja in drugih človeških virov hrane na aktivnost rjavega medveda (*Ursus arctos L.*). Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, doktorska disertacija. Ljubljana, 110 str.

Krofel, M., Pagon, N., Zor, P., Kos, I. 2008. Analiza medvedov odvzetih iz narave in genetsko-molekularne raziskave populacije medveda v Sloveniji. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 25 str.

Krofel, M., Jerina, K., 2012. Pregled konfliktov med medvedi in ljudmi: vzroki in možne rešitve. Gozdarski vestnik, 70, 5-6: 235–275

Kryštufek, B., Brancelj, A., Krže, B., Čop, J., 1986. Zveri – medvedi (*Ursidae*), psi (*Canidae*), mačke (*Felidae*). Ljubljana, Lovska zveza Slovenije, 319 str.

Divjad in lovstvo 2012. Leskovic, B., Pičulin, I. (ur.). Ljubljana, Lovska zveza Slovenije, 631 str.

Mohorovič, M., Krofel, M., Jonozovič, M., Stergar, M., Hafner, M., Pokorný, B., Jerina, K., 2015. Prostorska in časovna razpoložljivost mrhovine prostozivečih parkljarjev kot vir hrane za medvede v Sloveniji. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 41 str.

Simonič, A. 2003. Conservation strategy for the brown bear in Slovenia. V: Living with bears: a large European Carnivore in a shrinking world. Kryštufek, B., Flajšman, B., Griffiths, H. I. (ur.). Ljubljana, Ecological Forum of the Liberal Democracy of Slovenia, Liberal Academy: 295–321.

Strategija upravljanja z rjavim medvedom (*Ursus arctos*) v Sloveniji. 2002. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, 10–15 .

Swenson, J. E., Gerstl, N., Dahle, B., Zedrosser, A., 2000. Action plan for the conservation of the Brown bear (*Ursus arctos*) in Europe. Nature and environment, 114: 1-70

Štrumbelj, C. 2006. Ali res delamo vse v korist medveda? Lovec, 1: 12–14

Zedrosser, A., Dahle, B., Swenson, J. E., Gerstl, N. 2001. Status and management of the brown bear in Europe. Ursus, 12: 9–20.

Large Carnivores know no boundaries: the european populations of large carnivores at a glance. 2018. Roma, Istituto Ecologia Applicata. [http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/large\\_carnivores\\_know\\_no\\_boundaries.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/brochures/large_carnivores_know_no_boundaries.pdf) (6. jun. 2018).

## Genetska povezanost in sorodstvena razmerja evropske srne v modelnem lovišču osrednje Slovenije

### Genetic connectivity and relatedness of European roe deer in the model hunting ground of central Slovenia

Aja Bončina<sup>1</sup>, Boštjan Pokorný<sup>2,3</sup>, Martin Sternad<sup>1</sup>, Elena Bužan<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije,  
Glagoljaška 8, 6000 Koper; elena.buzan@famnit.upr.si

<sup>2</sup>Visoka šola za varstvo okolja, Trg mladosti 7, 3320 Velenje

<sup>3</sup>Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

#### Izvleček

Evropska srna (*Capreolus capreolus*) je v Sloveniji in celotnem evropskem prostoru najpomembnejša vrsta divjadi in je ena ključnih vrst kopenskih ekosistemov. Kljub temu do nedavnega pri nas ni bilo genetskih analiz te vrste, zato so genetska struktura populacije in druge lastnosti, ki jih lahko ugotavljamo z molekularnimi orodji, domala neznane. V pričujoči raziskavi smo z uporabo molekularnih označevalcev skušali določiti sorodstvena (starševska) razmerja srnjadi v modelnem lovišču (Oljka, Šmartno ob Paki; Savinjsko-Kozjansko lovskoupravljaljsko območje, osrednja Slovenija). Analizirali smo 61 vzorcev srnjadi različne starosti in obeh spolov, ki so bili zbrani v sklopu rednega odvzema v obdobju maj 2017 – februar 2018. Za potrditev zanesljivosti določanja materinstva smo analizirali tudi štiri povožene srne in sedem zarodkov. Test sorodstvenih razmerij je prepoznal pet zelo verjetnih očetov (srnjakov), šest potencialnih mater (srn) in 17 potomcev (mladičev obeh spolov, enoletnih samcev in mlajših srnjakov); samo za enega lančaka smo v vzorec zajeli oba starša. Poznane lokacije (koordinate) odvzema, pridobljene iz lovskoinformacijskega sistema, in prepoznanata sorodstvena razmerja omogočajo sklepanje o prostorskem vedenju posameznih osebkov (disperzija enoletnih samcev – lančakov, paritveni izleti srn) ter tako pomembno prispevajo k poznovanju ekoloških značilnosti vrste. Možnost vpogleda v (sorodstvena) razmerja med osebki, ki

so zanimiva tudi za lovce kot končne uporabnike, prispeva k popularizaciji sodobnih molekularnogenetskih orodij in metod ter posledično k njihovi vpeljavi v vsakdanjo prakso upravljanja populacij.

**Ključne besede:** evropska srna, genetska orodja, mikrosateliti, sorodstvena razmerja, disperzija

#### Abstract

*European roe deer (*Capreolus capreolus*) is one of the key species of terrestrial ecosystems and is the most important game species not only in Slovenia but rather in the majority of European countries. However, there was a lack of genetic studies in roe deer in our country until very recently, therefore population genetic structure and other features that can be identified by molecular markers are unknown. In this study, we used molecular markers to study genetic relatedness of roe deer in the model hunting ground (Oljka, Šmartno ob Paki; Savinjsko-Kozjansko hunting management district, central Slovenia). We analysed 61 samples of roe deer (of both sexes and all age classes) harvested during regular hunting allocations in the period May 2017 – February 2018. Aiming to confirm the reliability of the method for determining maternity we analysed also four road-killed females together with seven foetuses. Analysis of relatedness revealed five potential fathers (bucks), six mothers (does), and 17 offspring (fawn of both sexes, male yearlings, and young male adults, respectively); however,*

*for only one yearling we determined both parents. By knowing exact locations (coordinates) of the harvest obtained from the hunting informational system and with having relatedness data, also spatial behaviour of individuals can be recognized (e.g. dispersion of subadult males – yearlings; reproductive excursions of does). Such information enables better insight into ecological features of the species. The potential of molecular markers to clarify the relatedness among individuals, which is of high interest for hunters as end-users, may contribute to popularization of modern molecular genetic tools and methods, and consequently enables their wider implementation in the population management practices.*

**Keywords:** roe deer, genetic tools, dispersion, microsatellites, genetic relatedness

## 1 Uvod

Evropska srna oz. srnjad (*Capreolus capreolus*) je razširjena po celotni Evropi, z izjemo Irske, Cipra, Korzike, Sardinije, Sicilije in manjših otokov (Apollonio in sod., 2010). Poseljuje listnate, mešane in iglaste gozdove z veliko podrasti, travnišča, njive, primestna in kmetijska območja tako v gorskih kot nižinskih predelih (Danilkin, 1996). Najraje prebiva v mozaični krajini s prepletom gozdnih in kmetijskih površin, a je prilagojena tudi na precej bolj ekstremne razmere, kot so suha sredozemska in hladna borealna območja, vsaj občasno pa je prisotna tudi nad zgornjo gozdno mejo (Krže, 2000). V Sloveniji naseljuje predvsem gozdnato in kmetijsko krajino, v manjših populacijskih gostotah tudi gozdro. Kot najbolj razširjen prostoživeči parkljar (sodoprst kopitar) velja za najpomembnejšo vrsto divjadi (Kos in Potočnik, 2008).

V Sloveniji je upravljanje s srnjadom, ki temelji na načelu trajnostne rabe divjadi kot obnovljivega naravnega vira, že desetletja sistematično in načrtovano, pri čemer pa so tudi številne dileme, in sicer zaradi preslabega poznavanja nekaterih bioloških značilnosti te vrste v lokalnem okolju

(Pokorný, 2009). Prav zato lahko kazalniki oz. številni atributni podatki o posameznih osebkih (vključno z natančnimi lokacijami odvzemata), ki jih pri nas zbiramo za trajnostno adaptivno upravljanje populacij oz. za namene t. i. kontrolne metode (Stergar in sod., 2012), zelo pomembno prispevajo k boljšemu poznavanju vrste, vključno z lastnostmi, ki so pomembne za premišljene upravljaške odločitve. Med drugim lahko obstoj takih dragocenih podatkov ob hkratni dostopnosti različnih vzorcev (kar je posledica zelo dobrega sodelovanja med slovenskimi lovci in raziskovalci divjadi) in ob uporabi sodobnih raziskovalnih metod omogoči razumevanje prostorskih premikov (migracij, disperzije) osebkov, genetske strukture populacij ter sorodnosti med osebki. V Sloveniji do nedavnega (Sternad, 2018; Bužan in sod., 2019a, 2019b) sistematičnih genetskih raziskav srnjadi sploh ni bilo, zato nimamo relevantnih podatkov o genetski strukturi, genetskem pretoku in sorodstvenih razmerjih; slednja, npr., omogočajo poznavanje in razumevanje morebitnega večočetovstva znotraj istih legel ter dejanskega razmnoževalnega potenciala posameznih samcev oz. samic (npr. koliko njihovih potomcev je preživelno zgodnje obdobje smrtnosti). Poznavanje naštetih lastnosti je zelo pomembno, saj odločilno vplivajo na populacijsko dinamiko vrste oz. na najpomembnejše znake življenjskih strategij (angl. *life-history traits*), kot so prirastek, zgodnja smrtnost mladičev ali prostorsko vedenje osebkov in vrste (npr. Linnell in Andersen, 1995; Jarnemo, 2004; Panzacchi in sod., 2009).

Razdrobljenost (fragmentiranost) habitatov z naravnimi (npr. reke) ali antropogenimi ovirami (zlasti dolge pregrade/ograje, npr. vzdolž cest ali urbanih območij) zelo vpliva na prostorsko vedenje osebkov, populacij in vrst; posledično povzroča drobljenje in zmanjšuje funkcionalno povezanost populacij ter spreminja znake življenjskih strategij. Premiki živali so bistvenega pomena za dolgoživost (viabilnost) populacij, saj pomembno vplivajo na prostorsko razporeditev osebkov, populacijske gostote, tveganje za izumrtje, dinamiko kolonizacij in genski pretok (Hanski

Izvirni znanstveni članek

in Gaggiotti, 2004; Cote, 2017). Poznavanje teh parametrov je posledično nujno za učinkovito in trajnostno upravljanje z vrsto. Za upravljanje, ki bo upoštevalo in spodbujalo ekosistemsko vlogo vrste (Pokorný in sod., 2017), trajnostno rabo srnjadi kot pomembnega obnovljivega naravnega vira in ohranjalo genetski sklad populacij, je nujno znanje o selitvenih vzorcih, a tudi poznavanje kratkih prostorskih premikov, ki so, npr., posledica paritvenih lastnosti vrste. V nasprotju z genetskimi lastnostmi srnjadi, ki jih tudi v širšem evropskem prostoru dodobra spoznavamo še le v zadnjih dveh desetletjih (npr. Hartl in sod., 1998; Hewison in Danilkin, 2001; Vernesi in sod., 2002; Baker in Hoelzel, 2013; Lorenzini in sod., 2014; Matosiuk in sod., 2014; Olano-Marin in sod., 2014), so druge biološke značilnosti srnjadi v Evropi relativno dobro znane; to velja tudi za rabo prostora, prostorsko vedenje in odnose (interakcije) med osebkami ter populacijami (zbrano v Andersen in sod., 1998). Poznavanje teh lastnosti omogoča boljše razumevanje in uporabnost podatkov, ki jih pridobimo s sodobnimi molekularno-genetskimi orodji oz. metodami.

Tako je, npr., znano, da populacijska gostota pomembno vpliva na velikost območij aktivnosti osebkov srnjadi, ki so v območjih z majhnimi gostotami praviloma večja kot v območjih z velikimi (Kjellander in sod., 2004). Velikost območja aktivnosti lahko na razmnoževalno sposobnost srnjadi vpliva neposredno, prek možnosti za paritev (v območjih z majhno populacijsko gostoto in velikimi območji aktivnosti je iskanje partnerjev težje), in posredno prek razpoložljivosti virov. V Evropi in tudi Sloveniji imajo samice srnjadi visoko raven plodnosti, v večini populacij so zato oplojene skoraj vse odrasle srne in tudi večina enoletnih srn – mladičev (Flajšman in sod., 2017, 2018). Z reprodukcijo so povezani tudi agresivno vedenje samcev do drugih (konkurenčnih) srnjakov, tj. teritorialno vedenje, in daljši paritveni izleti samic (Bocci in sod., 2013; Debeffe in sod., 2014). Le-te si svoj teritorij izberejo nekaj tednov pred kotitvijo mladičev, praviloma do

konca aprila in v začetku maja. Mladiči se intenzivneje začnejo premikati pri treh do štirih tednih starosti in od takrat predvsem sledijo materi, s čimer prenehajo šele naslednjo pomlad, nekaj dni, preden srna poleže druge mladiče (Krže, 2000). Tedaj si mladice praviloma poiščejo teritorij v bližini matere, enoletni samci (lanščaki) pa se lahko med disperzijo premaknejo veliko dlje, v ekstremnih primerih tudi več kot 100 km od starševskega teritorija (Wahlström, 1994; Wahlström in Liberg, 1995).

Z namenom nadaljnega spodbujanja sistematičnih genetskih raziskav divjadi v slovenskem prostoru smo skušali ugotoviti glavne genetske značilnosti srnjadi v modelnem in po krajinsko-ekoloških značilnostih tipičnem lovišču osrednje Slovenije. Poleg ocene genetske variabilnosti in strukture proučevane mikropopulacije, ki smo ju predstavili že v preteklosti (Sternad, 2018; Bužan in sod., 2019b), smo poudarek namenili določitvi sorodstvenih razmerij oz. starševstva, in sicer z namenom neposrednega sledenja prostorskemu vedenju osebkov (npr. disperziji potomcev) ter ugotavljanju morebitnega vpliva prostorskih ovir (barier) na genski pretok. Ker so na območju modelnega lovišča številne motnje in ovire (slika 1), ki potencialno vplivajo na prostorsko vedenje srnjadi, smo z genetsko analizo konkretno že želeli: (i) določiti sorodstvo (delež genetske informacije, ki si jo delijo osebkovi) v tem lovišču; (ii) oceniti genski pretok in vpliv potencialnih antropogenih ter naravnih ovir na prostorske premike (juvenilnih) osebkov; (iii) ugotoviti morebitne razlike v vzorcu disperzije med obema spoloma in razlike v oddaljenosti lokacij odvzema potomcev od lokacij staršev (srn vs. srnjakov). Pri tem je pomembno, da je bila stopnja genotipizacije osebkov zelo visoka: analiziranih je bilo 61 živali oz. 73 % vseh odvzetih v raziskovalnem obdobju maj 2017 – februar 2018. To ob veliki intenzivnosti poseganja v populacijo srnjadi v lovišču (poglavje 2.1) in prostorski razporejenosti v raziskavo vključenih osebkov (slika 1) zagotavlja veliko reprezentativnost rezultatov.

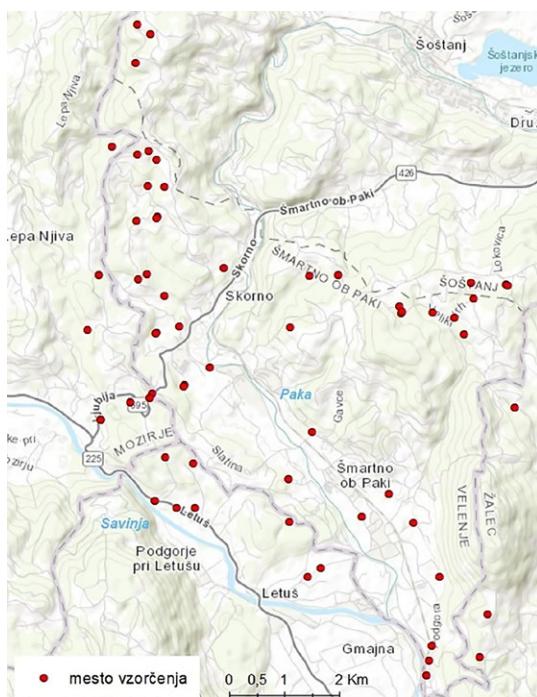
## 2 Material in metode

### 2.1 Območje raziskave

Vzorci srnjadi vseh kategorij (tj. večletnih srn in srnjakov, mladic in lanščakov, mladičev obeh spolov) so bili zbrani v obdobju maj 2017 – februar 2018 v lovišču Oljka, Šmartno ob Paki. Lovišče, ki je veliko 2.637 ha (skupna površina) oz. 2.393 ha (lovna površina), leži v severno-osrednji Sloveniji in je del Savinjsko-Kozjanskega lovskoupravljavskega območja. V lovišču je daleč najpomembnejša lovna vrsta srnjad, ki je z izjemo urbanih območij stalno ali vsaj občasno prisotna na celotni površini lovišča; povprečni letni odvzem v obdobju 2006–2018 je bil 3,94 osebka/100 ha (Oslis, 2019). Od drugih vrst velikih prežekovalcev se v lovišču občasno pojavljajo posamezni osebki navadnega jelena (*Cervus elaphus*) in severnega oz. alpskega gamsa (*Rupicapra rupicapra*). Stalno je prisoten

divji prašič (*Sus scrofa*), za katerega je značilen izrazit trend večanja številčnosti: do leta 2009 je bil odvzet največ en osebek na leto, v obdobju 2010–2018 je bilo skupaj odvzetih 79 divjih prašičev oz. v povprečju 8,8 na leto, v letu 2019 (do 22. decembra) pa že 33. Na območju lovišča ni velikih zveri; od potencialnih plenilcev srnjadi je prisotna le lisica (*Vulpes vulpes*): v obdobju 2010–2018 je bilo odvzetih 216 osebkov te vrste oz. v povprečju 24 na leto (*ibid.*).

Za lovišče sta značilni gozdnata in kmetijsko-polurbana krajina; 44 % površine (približno 1.200 ha) pokrivajo gozdovi (prevladujejo mešani gozdovi, po naravi pa različne asociacije bukovih gozdov), 36 % (960 ha) pa kmetijske površine, predvsem travniki in pašniki (550 ha) ter njive (370 ha); preostalo so razpršena in razvlečena naselja (največje naselje je mestece Šmartno ob Paki; v celotni istoimenski občini, katere meje se zelo dobro ujemajo z mejami lovišča, živi nekaj manj kot 3.000 prebivalcev). Z izjemo osrednjega ravninskega sveta (nadmorska višina Šmartna ob Paki je 314 m) je večina lovišča gričevnat svet, ki ponekod prehaja v hribovje; najvišja točka je Gora Oljka (734 m). Lovišče leži v porečju rek Savinje in Pake, ki sta glavni vodni telesi v lovišču. Medtem ko je večja Savinja jugozahodna oz. južna meja lovišča in kot tako na rezultate naše raziskave ne vpliva (vsi vzorci so bili zbrani znotraj lovišča), pa Paka, ki je hudourniškega značaja, poteka po sredini lovišča in ga v dolžino okoli 6 km deli na dva dela, in sicer v smeri severozahod–jugovzhod (slika 1). Zelo pomemben barierni učinek na premike večjih vrst živali znotraj lovišča ima tudi infrastruktura; več ali manj vzporedno z reko Pako poteka železniška proga Velenje–Celje, skozi lovišče pa poteka tudi pomembna cestna povezava med Šaleško dolino in Koroško s Savinjsko dolino, s kraki regionalnih cest Velenje–Letuš, Velenje–Mozirje in Letuš–Mozirje (Pokorný, 2002).



Slika 1: Lokacije odvzema osebkov srnjadi, za katere smo naredili genetske analize v obdobju maj 2017 – februar 2018, s prikazom najpomembnejših ovir v lovišču Oljka, Šmartno ob Paki.

Fig. 1: Sampling locations where roe deer included in the genetic analysis were harvested in the period May 2017 – February 2018, and the most important barriers in the hunting ground Oljka, Šmartno ob Paki.

## Izvirni znanstveni članek

Posledica razvijanega infrastrukturnega omrežja so velike izgube srnjadi v prometu; v obdobju 2006–2018 je bilo v lovišču Oljka na cestah povoženih 242 osebkov srnjadi, na železnicah pa 22. Skupaj je bilo v tem trinajstletnem obdobju odvzetih 1.211 osebkov, od katerih jih je bilo odstreljenih 801, drugi dejavniki (brez prometa) so povzročili smrt 146 osebkov. V letu 2017, ko smo prvenstveno vzorčili srnjadi za genetske raziskave, je bilo odstreljenih 57 osebkov, 30 jih je bilo povoženih na cestah in dva na železnicah, drugi dejavniki (bolezen, kosilnica, neznano) so povzročili smrt šestih osebkov (Oslis, 2019).

### 2.2 Vzorčenje in ocenjevanje starosti analiziranih osebkov

Vzorce (po 2–3 g mišičnega tkiva, praviloma z območja vrata ali prsnega koša) smo zbrali neposredno po odvzemuh posameznega osebka in jih shranili v 2,0 ml kriotubice (viale), napolnjene z etanolom, ter zamrznili na –20 °C do laboratorijskih analiz, ki smo jih naredili v laboratoriju za molekularno ekologijo Fakultete za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije Univerze na Primorskem. V vzorec smo skušali vključiti čim več odvzetih živali, in sicer čim bolj enakomerno razporejenih po lovišču (slika 1) ter v strukturi, ki dobro odraža celotno sestavo odvzetih osebkov. Skupaj je bilo za določitev sorodstvenih razmerij genotipiziranih 61 osebkov: 10 odraslih, tj. dve- in večletnih srn (16 %), 14 odraslih srnjakov (23 %), 5 mladic (8 %), 11 lanščakov (18 %), 11 mladičev ženskega spola (18 %) in 10 mladičev moškega spola (16 %). Podatki o analiziranih osebkih so navedeni v prilogi 1.

Starost živali smo določili (za razlikovanje med tremi osnovnimi starostnimi kategorijami, tj. mladičev, enoletnih in odraslih živali) oz. ocenili (znotraj starostne skupine odraslih živali) z makroskopskim pregledom razvojne stopnje in obrabljenosti zob na levi polovici spodnje čeljustnice, in sicer po uveljavljeni metodologiji (Ratcliffe in Mayle, 1992). Ker je ocena starosti

odraslih osebkov iz družine jelenov na podlagi pregleda obrabljenosti zob nezanesljiva (Pokorný in sod., 2012), kar še zlasti velja za srnjad (Hewison in sod., 1999), njihove starosti nismo ocenjevali na leto natančno, temveč smo jih združili v že uveljavljene starostne razrede, ki smo jih pri nas že večkrat uporabili v raziskavah ekologije srnjadi (npr. Flajšman, 2017; Flajšman in sod., 2017). Uporabili smo naslednje starostne kategorije: mladiči (oznaka 0,5; starost 4–8 mesecev v primeru odstrela oz. do 11 mesecev v primeru drugih vzrokov smrti); enoletni osebki (oznaka 1), tj. mladice in lanščaki (starost 12–19 mesecev); mladi spolno zreli osebki (ocenjena starost 2–4 leta; oznaka 2–4); srednje stari osebki (5–7 let; oznaka 5–7); stari osebki (8 in več let; oznaka 8+).

### 2.3 Izolacija DNA in pomnoževanje molekularnih označevalcev

Celotno DNA iz svežega tkiva smo izolirali po protokolu *PeqGold Tissue DNA Mini Kit* (VWR Instruction Manual, 2018). Za genetsko analizo smo uporabili 13 mikrosatelitnih lokusov (preglednica 1; Olano-Marin in sod., 2014). Značilnosti lokusov (temperatura prileganja, območje razpona alelov, ponovljen motiv, set začetnih oligonukleotidov in reference), postopki pomnoževanja ter genotipizacije so podrobno opisani v Sternad (2018).

### 2.4 Analiza mikrosatelitnih lokusov in sorodstvenih razmerij

Analizo sorodstvenih vezi oz. povezav starši–potomec smo izvedli v programu *Cervus 3.0* (Marshall in sod., 1998). To je računalniški program, ki s pomočjo določitve statistične verjetnosti na podlagi genotipa (vseh analiziranih alelov osebka) opredeli potencialno starševstvo. Na osnovi verjetnosti, da so genotipi staršev in potomcev povezani oz. t. i. verjetnosti neizključitve (angl. *non-exclusion probability*) in stopnje zaupanja v posamezno sorodstvo (LOD vrednost; angl. *likelihood ratio*), program

Izvirni znanstveni članek

samodejno opredeli potencialno starševstvo (Kalinowsky in sod., 2007). Če je vrednost LOD večja od 3, je sorodstveno razmerje (v našem primeru starševstvo/potomstvo) potrjeno s 95 % zaupanjem (verjetnostjo); če je vrednost LOD med 1 in 3, je sorodstveno razmerje potrjeno s 75 % zaupanjem. Povezav z manjšo vrednostjo LOD nismo obravnavali kot potencialnega sorodstva (Marshall in sod., 1998).

Najprej smo z vključitvijo vseh vzorcev izračunali pričakovano heterozigotnost, polimorfna mesta, povprečno verjetnost neizključitve, Hardy-Weinbergovo ravnovesje in zastopanost ničelnih alelov. Sledil je simulacijski test starševstva (materinstva in očetovstva), ki je vsakemu potencialnemu potomcu dodelil potencialnega starša. Za starševske kandidate smo izbrali vse analizirane srne in srnjake, starejše od dveh let. Preverjali smo vse vsebinsko (starševsko) mogoče kombinacije, in sicer: (i) mladi, 2- do 4-letni osebki kot starševski kandidati za mladiče in enoletne živali; (ii) srednje stari, 5- do 7-letni osebki kot potencialni starši mladičev, enoletnih in mladih odraslih; (iii) stare, 8- in večletne živali pa v kombinaciji z vsemi mlajšimi kategorijami kot njihovimi potencialnimi potomci.

Za potrditev zanesljivosti določanja materinstva smo analizirali tudi štiri povožene srne (po dve v loviščih Oljka in Velenje) in šest njihovih zarodkov. Za sedmi zarodek nismo imeli genetskega vzorca matere in smo ga genotipizirali kot »slepi vzorec«. V vseh primerih srn in pripadajočih zarodkov smo ugotovili veliko sorodstveno povezano (LOD vrednost > 3), za slepi vzorec zarodka pa nismo ugotovili povezave z nobeno srno (LOD << 1 v vseh primerjavah). Ti rezultati potrjujejo zanesljivost uporabljenih metoda določanja starševstva srnjadi.

Simulacijski test smo generirali za 10.000 potomcev in 500 potencialnih kandidatov staršev. Na osnovi izračunanih LOD vrednosti smo ocenili sorodnost med osebki (po Marshall in sod., 1998). V končni analizi starševstva smo testirali

24 potencialnih kandidatov staršev (10 srn in 14 srnjakov). Pri rezultatih posebej izpostavljamo sorodstvene vezi z  $LOD > 3$ , saj so te starševske povezave zelo verjetne.

Preglednica 1: Analiza alelne variabilnosti na posameznem lokusu (število alelov na lokus; opažena heterozigotnost –  $H_o$ ; pričakovana heterozigotnost –  $H_e$ ).

Table 1: Allele diversity on individual loci (number of alleles per locus; observed heterozygosity –  $H_o$ ; expected heterozygosity –  $H_e$ ).

Lokus	Število alelov	$H_o$	$H_e$
BM1818	8	0,695	0,830
BM757	7	0,476	0,638
CSSM66	5	0,695	0,621
NVHRT24	7	0,707	0,664
NVHRT48	3	0,415	0,398
NVHRT16	9	0,683	0,807
RT1	10	0,875	0,863
NVHRT21	9	0,768	0,781
ROE1	2	0,610	0,484
ETH225	7	0,366	0,798
ROE8	10	0,768	0,793
MCM64	5	0,558	0,575
MAF70	8	0,543	0,519
<b>Vsota</b>	<b>90</b>		

### 3 Rezultati

Podatki o variabilnosti alelov na posameznih mikrosatelitnih lokusih so navedeni v preglednici 1. Lokusi so vsebovali v povprečju 6,8 alela (razpon 2–10), kar nakazuje zmerno genetsko variabilnost populacije. To so potrdile tudi vrednosti opažene heterozigotnosti ( $H_o$ ), ki so bile od 0,366 do 0,875 in niso značilno odstopale od pričakovane heterozigotnosti ( $H_e$ ; od 0,398 do 0,863).

Prepoznali smo 18 možnih sorodstvenih razmerij med analiziranimi osebki, in sicer: (i) sedem razmerij za pet potencialnih srnjakov – očetov

Izvirni znanstveni članek

(O), od tega štiri razmerja s tremi očeti  $z > 95\%$  verjetnostjo (preglednica 2); (ii) enajst razmerij za šest potencialnih srn – mater (M), od katerih jih je bilo devet s petimi materami zelo verjetnih, tj.  $z \text{ LOD} > 3$  (preglednica 3). Za dva srnjaka (O2 in O4) smo prepoznali po dva potomca. Srnjak O4 je bil ocenjen kot srednje star (5- do 7-letni),

kot njegova potomca sta bila (sicer z nekoliko manjšo verjetnostjo, tj.  $> 75\%$ ) prepoznana mlajši srnjak (P19) in mladič moškega spola (P5). Star (8+) srnjak O2 je bil z veliko zanesljivostjo starš mladiču moškega spola (P3) in lanščaku (P2). Po enega potomca smo prepoznali pri treh mladih (2- do 4-letnih) srnjakih: srnjaka O1 in O5 sta

Preglednica 2: Pregled potomcev srnjadi in njihovih potencialnih očetov (srnjakov). Prikazana so le sorodstvena razmerja z dovolj veliko zanesljivostjo, tj. verjetnostjo  $> 95\%$  ( $\text{LOD} > 3$ ) ozziroma  $> 75\%*$  ( $1 < \text{LOD} < 3$ ).

Table 2: Overview of roe deer offspring and their potential fathers (bucks). Only relations with high reliability, i.e. probability  $> 95\%$  ( $\text{LOD} > 3$ ) and  $> 75\%*$  ( $1 < \text{LOD} < 3$ ) are presented.

Potomec				Srnjak – oče			Razdalja (km) <sup>a</sup>	Vrednost LOD
Oznaka	Starost	Spol	Datum	Oznaka	Starost	Datum		
P1	1	M	8. 6. 2017	O1	2–4	23. 6. 2017	3,6	3,74
P2	1	M	17. 9. 2017	O2	8+	5. 8. 2017	4,0	9,12
P3	0,5	M	17. 9. 2017	O2	-  -	-  -	3,0	7,77
P4	0,5	Ž	2. 9. 2017	O3	2–4	23. 8. 2017	4,3	2,41*
P5	0,5	M	27. 12. 2017	O4	5–7	15. 8. 2017	3,3	2,00*
P19	2–4	M	4. 5. 2017	O4	-  -	-  -	0,4	2,62*
P6	1	M	1. 5. 2017	O5	2–4	20. 8. 2017	4,1	3,99

<sup>a</sup> Zračna razdalja med lokacijama odvzema potomca in njegovega verjetnega starša.

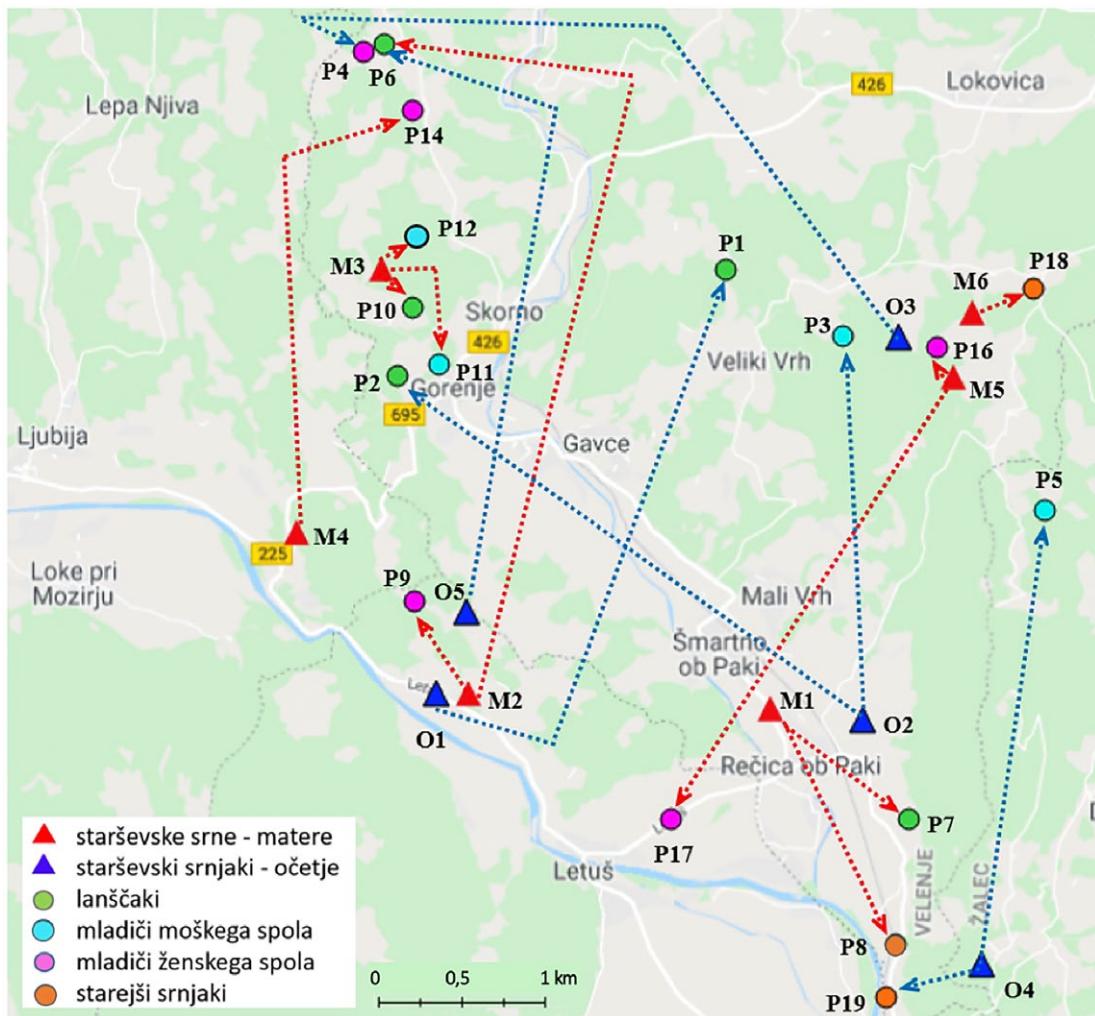
Preglednica 3: Pregled potomcev srnjadi in njihovih potencialnih mater (srn). Prikazana so le sorodstvena razmerja z dovolj veliko zanesljivostjo, tj. verjetnostjo  $> 95\%$  ( $\text{LOD} > 3$ ) ozziroma  $> 75\%*$  ( $1 < \text{LOD} < 3$ ).

Table 3: Overview of roe deer offspring and their potential mothers (does). Only relations with high reliability, i.e. probability  $> 95\%$  ( $\text{LOD} > 3$ ) and  $> 75\%*$  ( $1 < \text{LOD} < 3$ ) are presented.

Potomec				Srna – mati			Razdalja (km) <sup>a</sup>	Vrednost LOD
Oznaka	Starost	Spol	Datum	Oznaka	Starost	Datum		
P7	1	M	24. 6. 2017	M1	2–4	1. 10. 2017	1,1	4,04
P8	2–4	M	25. 7. 2017	M1	-  -	-  -	1,8	3,88
P9	0,5	Ž	3. 9. 2017	M2	2–4	30. 9. 2017	0,5	3,21
P6	1	M	1. 5. 2017	M2	-  -	-  -	4,3	1,69*
P10	1	M	1. 9. 2017	M3	5–7	30. 12. 2017	0,4	8,17
P11	0,5	M	13. 9. 2017	M3	-  -	-  -	0,9	4,32
P12	0,5	M	17. 2. 2018	M3	-  -	-  -	0,3	9,23
P14	0,5	Ž	3. 9. 2017	M4	8+	17. 2. 2018	3,2	4,04
P16	0,5	Ž	3. 9. 2017	M5	2–4	3. 9. 2017	0,0	8,60
P17	0,5	Ž	19. 10. 2017	M5	-  -	-  -	3,9	7,02
P18	2–4	M	4. 6. 2017	M6	8+	2. 9. 2017	0,4	1,03*

<sup>a</sup> Zračna razdalja med lokacijama odvzema potomca in njegovega verjetnega starša.

Izvirni znanstveni članek



Slika 2: Lokacije odvzema osebkov srnjadi, za katere smo ugotovili starševske povezave. Rdeče črte označujejo materinsko povezavo, modre pa očetovsko. Prikazani so vsi sorodstveni odnosi z > 75 % verjetnostjo.

Figure 2: Locations of harvested roe deer for which parental relationships were determined. Red lines indicate maternal, and blue lines paternal relationships. All relationships with >75% probabilities are shown.

bila zelo verjetna očeta po enemu lančaku (P1 oz. P6), srnjak O3 pa z nekoliko manjšo zanesljivostjo mladiču ženskega spola (P4) (preglednica 2, slika 2).

Pri srnah devet ugotovljenih povezav nakazuje na zanesljivo starševstvo, za dve pa je zanesljivost povezave manjša, vsekakor pa lahko tudi v tem primeru govorimo o dokaj verjetnem sorodstvu

med osebki. Srednje stara srna M3 je bila zelo verjetna mati trem potomcem (lančaku P10 in mladičema moškega spola P11 in P12). Tri mlajše srne so bile zelo verjetne matere po dvema potomcema: srna M5 mladičema ženskega spola (P16, P17); srna M1 lančaku (P7) in mlajšemu srnjaku (P8); srna M2 pa mladiču ženskega spola (P9) in z nekoliko manjšo verjetnostjo tudi lančaku (P6). Dve stari (8+) srni sta bili

Izvirni znanstveni članek

potencialni materi po enemu potomcu: srna M4 mladiču ženskega spola (P14), srna M6 pa z nekoliko manjšo verjetnostjo mlajšemu srnjaku (P18) (preglednica 3, slika 2).

## 4 Razprava

Srnjad je teritorialna vrsta, pri kateri velikost življenjskega okoliša (angl. *home range*) odraslih osebkov le redko presega nekaj 10 ali največ 100–200 ha (zbrano v Hewison in sod., 1998; Liberg in sod., 1998). Zaradi tega in praviloma zelo kratkih dnevnih ter tudi sezonskih premikov/ selitev (*ibid.*) lahko privzamemo, da lokacija odvzema določenega osebka dobro odraža območje njegovega življenjskega okoliša. Lokacije odvzema zelo verjetnih staršev (srn in srnjakov) in njihovih potencialnih potomcev ter oddaljenosti med njimi so prikazane na sliki 2. Z nje je opaziti, da so bile lokacije odvzema potomcev tako v primeru lanščakov kot tudi mladičev obeh spolov precej oddaljene od krajev odvzema srnjakov, njihovih verjetnih očetov. Za vse tri lanščake (P1, P2, P6) so zračne razdalje lokacij njihove smrti od krajev odvzema verjetnih očetov (v članku zaradi lažje berljivosti uporabljamo poenostavljen izraz: razdalja) presegale 3,6 km; za mladiče so bile razdalje od 3,0 km (P3) do 4,3 km (P4). Tako velike oddaljenosti potomcev od srnjakov – očetov, ki bistveno presegajo povprečno velikost njihovega življenjskega okoliša (poenostavimo lahko, da 100–200 ha veliko območje meri 1–1,5 x 1–1,5 km), sovpadajo s teritorialno razmnoževalno strategijo odraslih, zlasti starejših srnjakov (Sempere in sod., 1996; Liberg in sod., 1998). Le-ti spomladji vzpostavijo teritorij, ki ga aktivno branijo in ga praviloma ne zapuščajo vsaj do poznegra poletja (Sempere in sod., 1996; Krže, 2000). V teritorialnem obdobju so srnjaki zelo agresivni do drugih samcev; agresivno vedenje (zlasti starejših) srnjakov je prvenstveno usmerjeno proti drugim odraslim srnjakom, zlasti v zgodnjem obdobju vzpostavljanja teritorijev pa tudi proti juvenilnim oz. spolno še nezrelim osebkom – lanščakom (Van-Moorter in sod,

2008). Srnjaki jih tedaj pogosto preganjajo, pri čemer so bolj agresivni do lanščakov z daljšim rogovjem. Dolžina šil je namreč v pozitivni soodvisnosti z velikostjo mod, zato je velikost rogovja lanščakov kazalnik, kateri med njimi bi bili v prihodnosti lahko razmnoževalno konkurenčnejši teritorialnim srnjakom; predvsem take želijo pregnati iz svojega teritorija (Wahlström, 1994). Zato se predvsem enoletni samci med mladostno disperzijo (disperzija v ekologiji pomeni premike brez vrnitve) odseljujejo zunaj območja poleganja oz. stran od starševskega teritorija (Van-Moorter in sod., 2008), v skrajnem primeru tudi več kot 100 km daleč (Wahlström, 1994; Wahlström in Liberg, 1995).

Disperzija lanščakov, ki so v svojem drugem letu življenja v obdobju spolnega dozorevanja, je lahko pojasnilo za njihove relativno velike oddaljenosti od očetov. Vendar pa prostorski premiki, povezani z disperzijo, ne morejo pojasniti podobno velikih oddaljenosti (3,0–4,3 km) mladičev od očetov, saj so v jesenskem času mladiči še tesno povezani s srnami – materami in ne zapuščajo območij, kjer so bili poleženi (Hewison in sod., 1998; Krže, 2000). Velike oddaljenosti lokacij odvzema mladičev od krajev odvzema njihovih verjetnih očetov lahko pojasnimo z drugo prostorsko značilnostjo srnjadi: v obdobju parjenja, ko srnjaki branijo svoje teritorije, se srne pogosto odpravijo na daljše paritvene izlete izven svojih življenjskih okolišev, kamor se vrnejo takoj po oploditvi (Liberg in sod., 1998; Bocci in sod., 2013; Debeffe in sod., 2014). Zato so lahko mladiči poleženi tudi daleč stran od očetov, v samo nekaj 10 ha velikem območju poleganja oz. teritoriju matere pa nato živijo vse do disperzije, in so v jesenskem času oz. pred tvorbo zimskih tropov praviloma zelo oddaljeni od srnjakov – očetov, kar potrjujejo tudi naši rezultati (slika 2).

Pri oddaljenosti potomcev od srn – mater je slika precej drugačna. Večina potomcev (P7, P9–P12, P16, P18) je bila odvzeta na oddaljenosti

Izvirni znanstveni članek

do 1 km od lokacije odvzema srne – matere. Izjema sta dva mladiča ženskega spola, ki sta bila odvzeta na večji oddaljenosti od mater, a je bila v obeh primerih zelo specifična situacija. Zelo shirana srna (M5) z vidnimi bolezenskimi znaki (driskavost, telesna masa z glavo in nogami 10,5 kg) je bila skupaj z mladičem ženskega spola (P16) v hribovitem delu lovišča odstreljena 3. 9. 2017, drugi mladič (P17) pa je bil povožen 19. 10. 2017 v ravninskem delu lovišča, skoraj 4 km stran; očitno se je po izgubi matere premaknil zunaj območja poleganja. Tudi v drugem primeru je bila srna (M4) shirana, driskava in anemična, le da je bil v tem primeru mladič (P14) odstreljen 3. 9. 2017 na severozahodnem delu lovišča, srna v zadnjem štadiju pred smrtnjo pa 17. 2. 2018 več kot 3 km stran ob reki Savinji. V obeh primerih so bili zanimivi vzročno-posledične dejavnike, ki kažejo, da je za razumevanje prostorskih premikov osebkov poleg splošnih značilnosti vrste treba upoštevati tudi individualne dejavnike, za kar je pogoj dostop do celostnih podatkov in njihovo razumevanje. Na večji oddaljenosti (4,3 km) od srne – matere (M2) je bil 1. 5. 2017 odvzet tudi lanščak (P6), ki se je tedaj na lokaciji odvzema pojavit skupaj s še dvema enoletnima srnjakoma, kar lahko pojasnimo z znano disperzijo samcev v obdobju spolnega dozorevanja tudi na daljše razdalje (Wahlström, 1994; Wahlström in Liberg, 1995).

Zanesljivost in relevantnost uporabljene metode za določitev sorodstvenih (starševskih) razmerij poleg kontrolne genotipizacije zarodkov in njihov mater (poglavlje 2.4) potruje tudi ugotovljena bližina lokacij odvzema srn – mater in verjetnih potomcev (predvsem mladičev). Za srnjad je namreč značilno, da si mladiči v prvem letu življenja popolnoma delijo svoje območje aktivnosti z domaćim okolišem matere (angl. *maternal home range*). V starosti približno enega leta pa se od njih ločijo: lahko še naprej živijo v bližini in se območja srn – mater in enoletnih osebkov prekrivajo ali pa se slednji med disperzijo odselijo v druga, bolj ali manj oddaljena območja (Coulon in sod., 2006).

Pogosto sicer ostanejo v bližini okoliša matere, a se premaknejo v habitat slabše kakovosti, kar je posledica teritorialnega vedenja starejših srn. Stopnja mladostne disperzije (angl. *natal dispersal rate*) srnjadi, tj. delež juvenilnih osebkov, ki se odseli, je od 20 % do 95 % in je predvsem odvisna od števila mladičev, populacijske gostote ter kakovosti habitata (Van-Morter in sod., 2008). Čeprav je znano, da se ekstremno daleč odseljujejo predvsem lanščaki (Wahlström, 1994; Wahlström in Liberg, 1995), pa na splošno dolžina mladostne disperzije oz. oddaljenost drugotnega življenjskega okoliša od območja poleganja ni odvisna od spola (Coulon in sod., 2006). V naši raziskavi smo sicer poleg enajstih lanščakov genotipizirali tudi pet mladič (enoletnih srn), a za nobeno nismo ugotovili značilne sorodstvene povezave s srnjaki – očeti ali srnami – materami, zato v razpravo niso vključene. So pa za mladice bolj kot disperzija značilne sezonske migracije, ko spomladji zapustijo območje poleganja in se vanj vrnejo jeseni (Dingle in sod., 2007).

Predhodna prostorska analiza genetske strukture srnjadi v lovišču Oljka, ki je bila narejena na primerljivem vzorcu, je pokazala delno strukturiranost populacije z nakazanim vplivom prostorskih pregrad: reke Pake, železniške proge in antropogene oz. polurbane krajine v ravninskem dnu lovišča (Sternad, 2018; Bužan in sod., 2019a, 2019b). Tudi prostorski prikaz sorodstvenih povezav (slika 2) nakazuje, da se sorodni osebki grupirajo na eni ali drugi strani ovir (severovzhodna vs. jugozahodna skupina). Vendar smo tudi prek ovir zaznali genski pretok oz. prehajanje sorodnih osebkov (staršev in potomcev), npr. že opisan, z bolezljivo povezan par M4–P14 (potomec je bila srnica), a tudi parov O1–P1, O2–P2, O5–P6 in M2–P6. V teh štirih primerih so prek krajinskih ovir prešli lanščaki (verjetno v obdobju disperzije), kar kaže na njihov velik pomen za pretok genov, posledično pa tudi na potrebo po zelo premišljenem poseganju med juvenilne samce – mladiče in lanščake (Pokorný, 2000).

Izmed 61 analiziranih živali jih je bilo 28 udeleženih v starševskih odnosih, in sicer kot starši pet srnjakov (36 % analiziranih) in šest srn (60 %), kot potomci pa trije mladi srnjaki (21 %), pet lanščakov (45 %), štirje mladiči moškega spola (40 %) in pet mladičev ženskega spola (45 %), pa nobena mladica ali odrasla srna. Oba starša smo določili le za enega lanščaka (P6). Čeprav je mnogo sorodstvenih razmerij ostalo spregledanih, pa velika intenzivnost vzorčenja vendarle omogoča pridobitev nekaterih informacij, povezanih z ekološkimi značilnostmi vrste in znaki življenjskih strategij, kot je, npr., razmnoževalni potencial posameznih osebkov in populacije. Zanimivo je, da je bilo v relativnem pomenu kot verjetnih staršev prepoznavnih skoraj za polovico manj srnjakov – očetov kot srn – mater (36 % vs. 60 %). Seveda to velja le v kombinaciji s potomci, ki smo jih tudi zajeli v vzorec. Pa vendar so razlike indikativne; ob manjšem številu analiziranih srn v primerjavi s srnjaki, a večjem številu potrjenih starševstev zanje lahko sklepamo, da je razmnoževalni potencial srn zelo velik. To potrjujejo tudi domače raziskave plodnosti srn: v povprečju lahko imajo odrasle srne vsako leto v leglu skoraj dva mladiča (Flajšman, 2017; Flajšman in sod., 2017). Zdi se, da je njihov razmnoževalni potencial precej večji kot od samcev, za katere je paritveni uspeh odvisen od številnih dejavnikov (zbrano v Andersen in sod., 1998). Zaradi krajše življenjske dobe srnjakov v primerjavi s srnami, kar je poleg drugačnega lovnega pritiska (Pokorný, 2009) tudi posledica drugačne življenjske strategije, katere posledica je hitrejše obrabljanje zobovja samcev prostoživečih parkljarjev (Loe in sod., 2003; Høye, 2006), ima posamezen srnjak v povprečju manjši vseživljenjski paritveni uspeh oz. manj potomcev, na katere prenaša svoje gene. Zato je zelo pomembno, da z upravljavskimi ukrepi skrbimo za ustrezno (dovolj veliko) zastopanost starejših srnjakov v populaciji, za katere se tudi na podlagi naših rezultatov zdi, da imajo precej večji razmnoževalni potencial kot mladi (preglednica 2).

## 5 Zaključek

Pričajoča študija predstavlja eno prvih genetskih raziskav srnjadi v Sloveniji; čeprav je bilo vzorčenje zelo intenzivno (v analize smo vključili 73 % vseh odvzetih osebkov v proučevanem obdobju), je bilo vendarle relativno kratko (deset mesecev, od maja 2017 do februarja 2018). Zato so rezultati in ugotovitve predvsem preliminarnega značaja, glavni fokus začetne raziskave pa je bil na možnosti uporabe in kasnejše širše vpeljave (implementacije) molekularno-genetskih metod v proces upravljanja populacij divjadi. V prispevku smo se omejili na relativno ozko področje (ugotavljanje sorodnosti med osebkami), ki pa je lahko zelo zanimivo in pomembno tudi za končne uporabnike. Zlahko razumljivimi in nazorno prikazanimi informacijami je namreč najlažje razumeti ves strokovni in upravljavski potencial sodobnih raziskovalnih metod (v tem primeru molekularne genetike). Poleg tega prav neposredna (sorodstvena) razmerja med osebkami nudijo dober vpogled v pomembne ekološke značilnosti vrst(e), kot so razmnoževalni potencial in prostorsko vedenje osebkov in/ali populacij. Tudi zato so genetske analize, s katerimi smo začeli v modelnem lovišču, zelo pomembne za smotorno in trajnostno upravljanje populacij, saj omogočajo razumevanje v preteklosti skritih odnosov, ki so ključni za ohranitev in spodbujanje čim bolj naravnih ter z okoljem usklajenih procesov v populacijah.

## 6 Povzetek

Evropska srna je v Sloveniji in celotnem evropskem prostoru najpomembnejša vrsta divjadi in je ena ključnih vrst kopenskih ekosistemov. Kljub temu do nedavnega pri nas ni bilo genetskih analiz te vrste, zato so genetska struktura populacije in druge lastnosti, ki jih lahko ugotavljamo z molekularnimi orodji, domala neznane. V pričajoči raziskavi smo z uporabo molekularnih označevalcev skušali določiti sorodstvena (starševska) razmerja srnjadi v modelnem in po krajinsko-ekoloških značilnostih tipičnem lovišču osrednje Slovenije

Izvirni znanstveni članek

(Oljka, Šmartno ob Paki; Savinjsko-Kozjansko lovskoupravljavsko območje). Na območju modelnega lovišča so številne motnje in ovire, ki potencialno vplivajo na prostorsko vedenje srnjadi, zato smo žeeli: (i) določiti sorodstvo srnjadi v tem lovišču; (ii) oceniti genski pretok in vpliv potencialnih ovir na prostorske premike (juvenilnih) osebkov; (iii) ugotoviti morebitne razlike v vzorcu disperzije med obema spoloma in razlike v oddaljenosti lokacij odvzema potomcev od lokacij staršev (srn vs. srnjakov).

Analizirali smo 61 osebkov srnjadi oz. 73 % vseh odvzetih v obdobju maj 2017 – februar 2018. V analizo je bilo vključenih 10 odraslih, tj. dve- in večletnih srn (16 %), 14 odraslih srnjakov (23 %), 5 mladic (8 %), 11 lanščakov (18 %), 11 mladičev ženskega spola (18 %) in 10 mladičev moškega spola (16 %). Za potrditev zanesljivosti določanja materinstva smo analizirali tudi štiri povožene srne in sedem zarodkov. Celotno DNA iz svežega tkiva smo izolirali po protokolu *PeqGold Tissue DNA Mini Kit*, za genetsko analizo smo uporabili 13 mikrosatelitnih lokusov. Analizo sorodstvenih vezi oz. povezav starši–potomec smo izvedli v računalniškem programu *Cervus 3.0*, ki s pomočjo določitve statistične verjetnosti na podlagi genotipa opredeli potencialno starševstvo. Genotipizirani lokusi so v povprečju vsebovali 6,8 alela (razpon 2–10), kar nakazuje zmerno genetsko variabilnost populacije. To so potrdile tudi vrednosti opažene heterozigotnosti ( $H_o$ ), ki so bile od 0,366 do 0,875 in niso značilno odstopale od pričakovane heterozigotnosti ( $H_e$ ; med 0,398 in 0,863).

Test sorodstvenih razmerij je prepoznal pet zelo verjetnih očetov (srnjakov), šest potencialnih mater (srn) in 17 potomcev (mladičev obeh spolov, enoletnih samcev – lanščakov in mlajših srnjakov); skupaj smo prepoznali 18 morebitnih sorodstvenih razmerij, samo za enega lanščaka smo v vzorec zajeli očeta in mater. Lokacije odvzema potomcev so bile tako v primeru lanščakov kot mladičev obeh spolov precej oddaljene od krajev odvzema srnjakov, njihovih verjetnih očetov: za vse lanščake so presegle 3,6 km, za mladiče pa so bile

3,0–4,3 km. Tako velike oddaljenosti potomcev od srnjakov – očetov, ki bistveno presegajo njihovo povprečno velikost življenjskega okoliša, sovpadajo s teritorialnim oz. agresivnim vedenjem odraslih, zlasti starejših srnjakov do drugih samcev. Zato se predvsem enoletni srnjaki med mladostno disperzijo odseljujejo zunaj območja poleganja oz. stran od teritorija srnjakov – očetov. Velike oddaljenosti lokacij odvzema mladičev od krajev odvzema njihovih verjetnih očetov so po vsej verjetnosti posledica daljših paritvenih izletov srn izven njihovih življenjskih okolišev, kamor se vrnejo takoj po oploditvi. Prostorska vez med srnami in mladiči je bistveno močnejša: večina potomcev je bila odvzetih na oddaljenosti do 1 km od lokacije odvzema srne – matere; izjema sta dva mladiča shiranih in obolelih srn, ki sta bila odvzeta na precej večji oddaljenosti. Slednje kaže, da je za razumevanje prostorskih premikov osebkov poleg splošnih značilnosti vrste treba upoštevati tudi individualne dejavnike.

Sorodni osebki so se praviloma grupirali na eni ali drugi strani najpomembnejših ovir v lovišču (reka Paka, železniška proga in polurbana krajina v ravninskem delu lovišča). Vendar smo tudi prek ovir zaznali prehajanje sorodnih osebkov, a skoraj izključno lanščakov, kar kaže na njihov velik pomen za pretok genov, posledično pa tudi na potrebo po zelo premišljenem poseganju med juvenilne samce – mladiče in lanščake. Rezultati tudi kažejo, da ima posamezen srnjak v povprečju manjši vseživljenjski paritveni uspeh oz. manjše število potomcev, kot jih imajo srne: v relativnem pomenu je bilo kot verjetnih staršev prepoznanih skoraj za polovico manj srnjakov (36 %) kot srn (60 %). Zato je zelo pomembno, da skrbimo za ustrezno (dovolj veliko) zastopanost starejših srnjakov v populaciji, saj imajo večji razmnoževalni potencial kot mladi srnjaki.

Poznane lokacije odvzema, pridobljene iz lovskoinformacijskega sistema, in prepoznana sorodstvena razmerja omogočajo sklepanje o prostorskem vedenju posameznih osebkov (disperzija enoletnih samcev – lanščakov,

Izvirni znanstveni članek

paritveni izleti srn) ter tako pomembno prispevajo k poznovanju ekoloških značilnosti vrste. Možnost vpogleda v (sorodstvena) razmerja med osebki, ki so zanimiva tudi za lovce kot končne uporabnike, prispeva k popularizaciji sodobnih molekularno-genetskih orodij in metod ter posledično k njihovi vpeljavi v vsakdanjo prakso upravljanja populacij. Genetske analize, s katerimi smo začeli v modelnem lovišču, so zelo pomembne za smotorno in trajnostno upravljanje populacij, saj omogočajo razumevanje v preteklosti skritih odnosov, ki so ključni za ohranitev in spodbujanje čim bolj naravnih ter z okoljem usklajenih procesov v populacijah.

## 7 Summary

European roe deer (*Capreolus capreolus*) is one of the key species of terrestrial ecosystems and is the most important game species not only in Slovenia but rather in the majority of European countries. However, due to a lack of genetic studies in roe deer in our country until very recently, population genetic structure and other features that can be identified by molecular markers has been unknown. In this study, we used molecular markers to study genetic relatedness of roe deer in the model and – considering landscape-ecological characteristics – a typical hunting ground of central Slovenia (Oljka, Šmartno ob Paki; Savinjsko-Kozjansko hunting management district). In this hunting ground, there are several barriers which may affect spatial behaviour of roe deer; therefore, we aimed to: (i) determine relatedness of roe deer within the hunting ground; (ii) assess the gene flow and the effect of potential barriers on movement of juveniles; (iii) determine potential differences in the dispersal pattern between sexes and differences in the distance of the harvesting locations of offspring from harvesting locations of their parents according to sex (bucks vs. does).

We analysed 61 samples of roe deer, i.e. 73% od all individuals harvested during regular hunting allocations in the period May 2017 – February 2018. The following groups were included in the

analysis: 10 adult females (16%), 14 adult males (23%), 5 yearling females (8%), 11 yearling males (18%), 11 female fawns (18%), and 10 male fawns (16%), respectively. Aiming to confirm the reliability of the method for determining maternity we analysed also four road-killed females together with seven foetuses. Total DNA was isolated from the fresh muscular sample by using PeqGold Tissue DNA Mini Kit protocol, and 13 microsatellite loci were analysed. Analysis of relatedness, i.e. parent-offspring relations was made by Cervus 3.0 software, which recognizes potential parenthood based on statistical likelihood of the comparability of genotypes. At average, genotyped loci had 6.8 alleles (range: 2–10) which indicates moderate genetic variability of the studied population. This was confirmed by the values of observed heterozygosity ( $H_o$ ) which were between 0.366 and 0.875, and they did not differ significantly from the expected heterozygosity ( $H_e$ : 0.398–0.863).

Analysis of relatedness revealed five potential fathers (bucks), six mothers (does), and 17 offspring (fawn of both sexes, male yearlings, and young male adults, respectively); in total, we found 18 relationships, but for only one yearling we determined both parents. Harvesting locations of offspring were very distant from harvesting locations of their fathers: >3.6 km away for yearlings, and 3.0–4.3 km for fawns. Such distances between mortality locations of offspring and their potential fathers which are much larger than their average home range may be explained by the territorial, i.e. aggressive behaviour of adult, and particularly older bucks towards other males. Due to this, primarily yearling males disperse outside their natal home range. On the other side, long distances of harvesting locations of fawns from their potential fathers may be the consequence of long-distance mating excursions of roe deer females outside their home ranges in which they, however, return soon after the successful mating. Therefore, the spatial connection between does and their fawns is much stronger comparing to bucks; indeed, the majority of offspring was harvested <1 km from

*the harvesting locations of their potential mothers. The exceptions were two females which were in a very poor body condition (very low body mass, diarrhea, anemia); their offspring were culled on a much longer distances from mortality locations of does which indicates that individual characteristics may affect the general pattern of spatial behaviour and moving ecology of roe deer.*

*In our study, related individuals generally grouped on either side of the most important barriers (river Paka, railway, suburban landscape in the lower part of the hunting ground). However, we confirmed migrations also over these barriers, and vagrants were as a rule yearling male. This indicates huge importance of subadult males for the gene flow, and consequently calls for a very thoughtful management/harvest of juvenile males, both fawns and yearlings. Moreover, our results indicate that individual male has at average a lower lifetime mating success, i.e. he produces less offspring in comparison with a female; indeed, in relative terms twofold more does (60% of all analysed) as bucks (36%) were recognized as potential parents. Therefore, it is very important that adequate (i.e. large enough) number of older bucks is present in the population as they obviously have higher reproductive potential comparing to younger males.*

*By knowing exact locations of the harvest obtained from the hunting informational system and with having relatedness data, also spatial behaviour of individuals can be recognized (e.g. dispersion of subadult males – yearlings; reproductive excursions of does). Such information enables better insight into ecological features of the species. The potential of molecular markers to*

*clarify the relatedness among individuals, which is of high interest for hunters as end-users, may contribute to popularization of modern molecular genetic tools and methods, and consequently enables their wider implementation in the population management practices. As such, genetic analyses that we started recently in the model hunting ground are very important for reasonable and sustainable population management as they help to understand formerly unknown relationships which are essential for preserving evolutionary developed and harmonized processes in wildlife populations.*

## 8 Zahvala

Izvedbo raziskave so omogočila finančna sredstva raziskovalnega programa Evropske unije Obzorje 2020 – projekt StarBios2 (Strukturne spremembe za odgovorno bioznanost), COST akcije G-Bike (Nova evropska mreža o genomske biodiverziteti za odporne ekosisteme), ciljnega raziskovalnega projekta (CRP Divjad v naseljih, na cestah in drugih nelovnih površinah: težave, izzivi in rešitve; V4–1825), ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS, in sredstva programske skupin P1–0386 (Varstvena biologija od molekul do ekosistema) ter P4–0107 (Gozdna biologija, ekologija in tehnologija), katerih člana sta EB in BP. Hvaležni smo vsem lovcom Lovske družine Oljka, Šmartno ob Paki, ki so pomagali zbirati vzorce odvzete srujjadi, za pomoč pri laboratorijskem delu pa sodelavkam z UP FAMNIT, dr. Lauri Iacollini in Sandri Potušek. Zahvaljujemo se recenzentoma, dr. Maji Jelenčič in dr. Nikici Špremu, za pripombe in usmeritve, ki so bistveno izboljšale prvočno različico članka.

## 9 Viri

- Andersen, R., Duncan, P., Linnell, J. D. C. (ur.). 1998. The European roe deer: the biology of success. Oslo, Scandinavian University Press: 376 str.
- Apollonio, M., Andersen, R., Putman, R. (ur.). 2010. European ungulates and their management in the 21th century. New York, Cambridge University Press: 604 str.

Izvirni znanstveni članek

- Baker, K. H., Hoelzel, A. R. 2013. Evolution of population genetic structure of the British roe deer (*Capreolus capreolus*) by natural and anthropogenic processes. *Ecology and Evolution*, 3: 89–102.
- Bocci, A., Aiello, V., Lovari, S. 2013. Excursion behaviour of female roe deer may depend on density. *Behavioural Processes*, 97: 18–20.
- Bužan, E., Flajšman, K., Pokorný, B. 2019a. Spatial patterns of immunogenetic and neutral variation influence on selected fitness parameters in roe deer. V: Borowski, Z. (ur.). 8th European Congress of Mammalogy. Book of abstracts. Warsaw, University of Warsaw: 84.
- Bužan, E., Potušek, S., Flajšman, K., Pokorný, B. 2019b. Genetska struktura srnjadi v Sloveniji: krajinsko pogojene razlike in vpliv fragmentacije prostora. V: Pokorný, B. (ur.). Spreminjanje in izgubljanje življenskega prostora divjadi. Zbornik izvlečkov. Gornja Radgona, Lovska zveza Slovenije: 16.
- Cote, J., Bestion, E., Jacob, S., Travis, J., Legrand, D., Baguette, M. 2017. Evolution of dispersal strategies and dispersal syndromes in fragmented landscapes. *Ecography*, 40: 56–73.
- Coulon, A., Cosson, J. F., Morellet, N., Angibault, J. M., Cargnelutti, B., Galan, M., Hewison, A. J. M. 2006. Dispersal is not female biased in a resource-defence mating ungulate, the European roe deer. *Biological Sciences*, 273: 341–348.
- Danilkin, A. 1996. Behavioural ecology of Siberian and European roe deer. London, Chapman and Hall: 278 str.
- Debeffe, L., Focardi, S., Bonenfant, C., Hewison, A. J. M., Morellet, N., Vanpè, C., Heurich, M., Kjellander, P., Linnell, J. D. C., Mysterud, A., Pellerin, M., Sustr, P., Urbano, F., Cagnacci, F. 2014. A one-night stand? Reproductive excursions of female roe deer as a breeding dispersal tactic. *Oecologia*, 176: 431–443.
- Dingle, H. 2007. What is migration? *Bioscience*, 57: 113–121.
- Flajšman, K., 2017. Effects of individual, population and environmental factors on reproductive success of roe deer. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 125 str.
- Flajšman, K., Jerina, K., Pokorný, B. 2017. Age-related effects of body mass on fertility and litter size in roe deer. *PLoS One* 12(4): e0175579.
- Flajšman, K., Borowik, T., Pokorný, B., Jedrzejewska, B. 2018. Effects of population density and female body mass on litter size in European roe deer at a continental scale. *Mammal Research*, 63: 91–98.
- Hanski, I., Gaggiotti, O. E. 2004. Metapopulation biology – past, present, and future: Ecology, genetics, and evolution of metapopulations. V: Hanski, I., Gaggiotti, O. E. (ur.). Ecology, genetics, and evolution of metapopulations. San Diego, Academic Press: 3–22.
- Hartl, G. B., Hewison, A. J. M., Apollonio, M., Kurt, F., Wiegler, J. 1998. Genetics of European roe deer. V: Andersen, R., Duncan, P., Linnell, J. D. C. (ur.). The European roe deer: the biology of success. Oslo, Scandinavian University Press: 71–90.
- Hewison, A. J. M., Danilkin, A. 2001. Evidence for separate specific status of European (*Capreolus capreolus*) and Siberian (*C. pygargus*) roe deer. *Mammalian Biology*, 66: 13–21.
- Hewison, A. J. M., Vincent, J. P., Reby, D. 1998. Social organisation of European roe deer. V: Andersen, R., Duncan, P., Linnell, J. D. C. (ur.). The European roe deer: the biology of success. Oslo, Scandinavian University Press: 189–220.

Izvirni znanstveni članek

- Hewison, A. J. M., Vincent, J. P., Angibault, J. M., Delorme, D., Van Laere, G., Gaillard, J. M. 1999. Tests of estimation of age from tooth wear on roe deer of known age: variation within and among populations. Canadian Journal of Zoology, 77: 58–67.
- Høye, T. T. 2006. Age determination in roe deer – a new approach to tooth wear evaluated on known age individuals. Acta Theriologica, 51: 205–214.
- Jarnemo, A. 2004. Predation processes: behavioural interactions between red fox and roe deer during the fawning season. Journal of Ethology, 22: 167–173.
- Kalinowsky, S. T., Taper, M. L., Marshall, C. 2007. Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment. Molecular Ecology, 16: 1099–1106.
- Kjellander, P., Hewison, A. J. M., Liberg, O., Angibault, J. M., Bideau, E., Cargnelutti, B. 2004. Experimental evidence for density-dependence of home-range size in roe deer (*Capreolus capreolus* L.): a comparison of two long-term studies. Oecologia 139: 478–485.
- Kos, I., Potočnik, H. 2008. Pomen natančne registracije odvzema srnjadi za načrtovanje nadaljnjih odvzemov – selektivni odstrel vpliva na prirastek pri srnjadi. V: Pokorný, B., Savinek, K., Poličnik, H. (ur.). 1. slovenski posvet z mednarodno udeležbo o upravljanju z divjadjo: srnjad. Zbornik povzetkov. Velenje, ERICo: 17–19.
- Krže, B. 2000. Srnjad: biologija, gojitev, ekologija (Zlatorogova knjižica, 27). Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 271 str.
- Liberg, O., Johansson, A., Andersen, R., Linnell, J. D. C. 1998. Mating system, mating tactics and the function of male territoriality in roe deer. V: Andersen, R., Duncan, P., Linnell, J. D. C. (ur). The European roe deer: the biology of success. Oslo, Scandinavian University Press: 221–256.
- Linnell, J. D. C., Andersen, R. 1995. Site tenacity in roe deer: short term effects of logging. Wildlife Society Bulletin, 23: 31–36.
- Loe, L. E., Mysterud, A., Langvatn, R., Stenseth, N. C. 2003. Decelerating age and sex-dependent tooth wear in Norwegian red deer. Oecologia, 135: 346–353.
- Lorenzini, R., Garofalo, L., Qin, X., Voloshina, I., Lovari, S. 2014. Global phylogeography of the genus *Capreolus* (Artiodactyla: Cervidae), a Palaearctic meso-mammal. Zoological Journal of Linnean Society, 170: 209–221.
- Marshall, T. C., Slate, J., Kruuk, L. E. B., Pemberton, J. M. 1998. Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations. Molecular Ecology, 7: 639–655.
- Matosiuk, M., Borkowska, A., Świsłocka, M., Mirski, P., Borowski, Z., Krysiuk, K., Danilkin, A. A., Zvychaynaya, E. Y., Saveljev, A. P., Ratkiewicz, M. 2014. Unexpected population genetic structure of European roe deer in Poland: an invasion of the mtDNA genome from Siberian roe deer. Molecular Ecology, 23: 2559–2572.
- Olano-Marin, J., Plis, K., Sönnichsen, L., Borowik, T., Niedzialkowska, M., Jędrzejewska, B. 2014. Weak population structure in European roe deer (*Capreolus capreolus*) and evidence of introgressive hybridization with Siberian roe deer (*C. pygargus*) in Northeastern Poland. PLoS One, 9(10): e109147.
- Oslis. 2019. <http://oslis.gozdis.si> (datum dostopa: 3. 11. 2019).

Izvirni znanstveni članek

- Panzacchi, M., Linnell, J. D. C., Odden, M., Odden, J., Andersen, R. 2009. Habitat and roe deer fawn vulnerability to red fox predation. *Journal of Animal Ecology*, 78: 1124–1133.
- Pokorný, B. 2000. Je povečan odstrel mladičev srnjadi smiseln? *Lavec*, 83: 322–325.
- Pokorný, B. 2002. Lovskogospodarski načrt za lovišče Oljka, Šmartno ob Paki, za obdobje 2002–2006. Velenje, Lovska družina Oljka: 45 str.
- Pokorný, B. 2009. Kako še izboljšati upravljanje s srnjadjo v Sloveniji? *Lavec*, 92: 130–134.
- Pokorný, B., Jerina, K., Jelenko, I. 2012. Zanesljivost makroskopskega (okularnega) ocenjevanja starosti jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) v Sloveniji: preizkus s štetjem letnih prirastnih plasti zognega cementa. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 97: 3–18.
- Pokorný, B., Al Sayegh-Petkovšek, S., Flajšman, K. 2017. Ekosistemska vloga, pomen in vplivi prostoživečih prežvekovcev. *Gozdarski vestnik*, 9: 360–372.
- Ratcliffe, P. R., Mayle, B. 1992. Roe deer biology and management. *Forestry Commission Bulletin*, 105: 1–28.
- Sempéré, A. J., Sokolov, V. E., Danilkin, A. A. 1996. *Capreolus capreolus*. *Mammalian Species*, 538: 1–9.
- Stergar, M., Pokorný, B., Jelenko, I., Jerina, K., 2012. Možnosti izpopolnitve kontrolne metode v Sloveniji za še boljše upravljanje z divjadjo. *Lavec*, 95: 125–128.
- Sternad, M. 2018. Populacijska struktura in ocena sorodnosti evropske srne v modelnem lovišču Oljka. Zaključna naloga. Koper, Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije: 19 str.
- Van Moorter, V., Gaillard, J. M., Hewison, A. J. M., Said, S., Coulon, A., Delorme, D. 2008. Evidence for exploration behaviour in young roe deer (*Capreolus capreolus*) prior to dispersal. *Ethology, Ecology and Evolution*, 20: 1–15.
- Vernesi, C., Pecchioli, E., Caramelli, D., Tiedemann, R., Randi, E., Bertorelle, G. 2002. The genetic structure of natural and reintroduced roe deer (*Capreolus capreolus*) populations in the Alps and central Italy, with reference to the mitochondrial DNA phylogeography of Europe. *Molecular Ecology*, 11: 1285–1297.
- VWR – Instruction Manual. 2018. [https://si.vwr.com/assetsvc/asset/sl\\_SI/id\(17035089\)/contents](https://si.vwr.com/assetsvc/asset/sl_SI/id(17035089)/contents) (datum dostopa: 3. 11. 2019).
- Wahlström, L. K. 1994. The significance of male-male aggression for yearling dispersal in roe deer (*Capreolus capreolus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 35: 409–412.
- Wahlström, L. K., Liber, O. 1995. Patterns of dispersal and seasonal migration in roe deer (*Capreolus capreolus*). *Journal of Zoology*, 235: 455–467.

Izvirni znanstveni članek

## Priloga

Preglednica P1: Podatki o osebkih srnjadi, ki so bili vključeni v raziskavo.

Table P1: Data on roe deer which were included in the study.

Oznaka vzorca	Potomec / Datum odvzema	Vzrok odvzema	Starost*	Spol	Telesna masa**	Lokacija odvzema	Kvadrant	
LME-1	P1	8. 6. 2017	odstrel	1	M	14,5	Veliki Vrh (Slavc)	N2K4
LME-2	O1	23. 6. 2017	cesta	2-4	M	20,0	Slatine (Hrašan)	N0K1
LME-3	P7	24. 6. 2017	odstrel	1	M	18,0	Gora Oljka (rezerve)	N4K0
LME-4	-	24. 6. 2017	odstrel	1	M	12,0	Gora Oljka (Pižorn)	N4K0
LME-5	-	28. 6. 2017	odstrel	1	M	17,5	Slatine (Keramika)	N1K2
LME-6	-	11. 7. 2017	odstrel	1	M	14,0	Gora Oljka (Skornšek)	N0K7
LME-7	-	18. 7. 2017	cesta	1	M	17,0	Slatine (Paška vas)	N1K3
LME-8	P8	25. 7. 2017	odstrel	2-4	M	20,0	Gora Oljka (kamnolom)	N4J9
LME-9	O2	5. 8. 2017	odstrel	8+	M	19,0	Gora Oljka (Log)	N3K1
LME-10	-	5. 8. 2017	odstrel	2-4	M	18,0	Veliki Vrh (Bizovčnik)	N3K3
LME-11	O4	15. 8. 2017	odstrel	5-7	M	17,5	Gora Oljka (Vinca)	N4J9
LME-12	O5	20. 8. 2017	odstrel	2-4	M	19,0	Slatine (Zornik)	N1K1
LME-13	-	22. 8. 2017	odstrel	1	M	17,0	Skorno (Mravljak)	N0K5
LME-14	O3	23. 8. 2017	odstrel	2-4	M	18,5	Veliki Vrh (Sambor)	N4K3
LME-15	P10	1. 9. 2017	odstrel	1	M	12,0	Skorno (Ajdič)	N0K4
LME-16	-	1. 9. 2017	odstrel	5-7	M	16,5	Skorno (Skornšek)	N0K7
LME-17	-	2. 9. 2017	odstrel	0,5	Ž	8,5	Gneč (kamnolom)	N0K3
LME-18	P4	2. 9. 2017	odstrel	0,5	Ž	8,0	Skorno (lovska koča)	N0K5
LME-19	M6	2. 9. 2017	odstrel	8+	Ž	10,0	Veliki Vrh (Poprask)	N4K4
LME-20	P14	3. 9. 2017	odstrel	0,5	Ž	8,0	Skorno (Napotnik)	N0K5
LME-21	P9	3. 9. 2017	odstrel	0,5	Ž	8,5	Slatine (Farinšek)	N0K2
LME-22	-	3. 9. 2017	odstrel	0,5	Ž	6,0	Skorno (Fuglovec)	M9K3
LME-23	M5	3. 9. 2017	odstrel	2-4	Ž	10,5	Veliki Vrh (Zajc)	N4K3
LME-24	P16	3. 9. 2017	odstrel	0,5	Ž	9,0	Veliki Vrh (Zajc)	N4K3
LME-25	-	4. 9. 2017	odstrel	0,5	M	11,5	Slatine (Keramika)	N1K2
LME-26	-	4. 9. 2017	odstrel	0,5	M	8,5	Skorno (Smodiš)	M9K4
LME-27	-	5. 9. 2017	odstrel	1	Ž	16,5	Veliki Vrh (Bizovčnik)	N3K3
LME-28	-	9. 9. 2017	odstrel	1	Ž	15,0	Slatine (Goričarjevi)	N0K2
LME-29	-	10. 9. 2017	odstrel	2-4	M	17,0	Gora Oljka (Log)	N3K1
LME-30	P11	13. 9. 2017	odstrel	0,5	M	6,5	Skorno (Ažman)	N0K3
LME-31	-	14. 9. 2017	odstrel	1	Ž	10,5	Skorno (Strnad)	N0K5
LME-32	-	16. 9. 2017	odstrel	0,5	Ž	6,0	Skorno (Mravljak)	N0K4
LME-33	P2	17. 9. 2017	odstrel	1	M	15,0	Gneč (kamnolom)	N0K3
LME-34	P3	17. 9. 2017	odstrel	0,5	M	7,0	Veliki Vrh (Bizovčnik)	N3K3

*Izvirni znanstveni članek*

Oznaka vzorca	Potomec / starš	Datum odvzema	Vzrok odvzema	Starost*	Spol	Telesna masa**	Lokacija odvzema	Kvadrant
LME-35	–	19. 9. 2017	cesta	2–4	Ž	–	Slatine (Letuško polje)	N2K0
LME-36	–	20. 9. 2017	odstrel	5–7	Ž	17,0	Veliki Vrh (Cevzar)	N4K4
LME-37	–	21. 9. 2017	cesta	0,5	Ž	–	Slatine (Hrašan)	N0K1
LME-38	–	21. 9. 2017	odstrel	0,5	M	10,0	Veliki Vrh (Šumlak)	N2K4
LME-39	–	23. 9. 2017	odstrel	2–4	M	17,5	Skorno (Leskovšek)	N1K4
LME-40	M2	30. 9. 2017	odstrel	2–4	Ž	14,0	Slatine (Hrašan)	N1K1
LME-41	–	1. 10. 2017	odstrel	0,5	Ž	11,0	Veliki Vrh (Stanovšek)	N5K4
LME-42	M1	1. 10. 2017	cesta	2–4	Ž	17,5	Šmartno ob Paki (Žohar)	N3K1
LME-43	–	12. 10. 2017	cesta	0,5	Ž	–	Gavce (Vinopodjetje)	N2K2
LME-44	P17	19. 10. 2017	cesta	0,5	Ž	–	Slatine (Letuško polje)	N2K0
LME-45	–	3. 12. 2017	odstrel	0,5	M	11,5	Veliki Vrh (Pungarške)	N2K3
LME-46	–	3. 12. 2017	cesta	0,5	M	–	Slatine (Gorenjski klanec)	N0K2
LME-47	–	20. 12. 2017	odstrel	2–4	Ž	12,0	Skorno (Župan)	N0K5
LME-48	P5	27. 12. 2017	odstrel	0,5	M	12,0	Gora Oljka (Brezovec)	N5K2
LME-49	M3	30. 12. 2017	odstrel	5–7	Ž	17,0	Skorno (Pušnik)	N0K4
LME-50	P6	1. 5. 2017	odstrel	1	M	9,0	Skorno (Župan)	N0K5
LME-51	P19	4. 5. 2017	železnica	2–4	M	–	Gora Oljka (Lipca)	N4J9
LME-52	–	4. 5. 2017	odstrel	1	M	14,0	Skorno (Močevnik)	N0K6
LME-53	–	15. 5. 2017	odstrel	1	Ž	12,0	Skorno (Kraider)	N0K5
LME-54	–	25. 5. 2017	cesta	2–4	M	–	Gora Oljka (Lipca)	N4J9
LME-55	–	31. 5. 2017	odstrel	1	Ž	12,5	Skorno (Mravljak)	N0K5
LME-56	–	31. 5. 2017	odstrel	2–4	M	23,0	Slatine (Monika)	N2K1
LME-57	P18	4. 6. 2017	odstrel	2–4	M	16,0	Veliki Vrh (Stanovšek)	N5K4
LME-58	–	5. 1. 2018	cesta	0,5	M	–	Slatine (Gorenjski klanec)	N0K2
LME-61	P12	17. 2. 2018	neznano	0,5	M	–	Skorno (Zupan)	N0K4
LME-63	M4	17. 2. 2018	bolezen	8+	Ž	11,5	Slatine (Pečnik)	N0K2
LME-64	–	10. 3. 2018	bolezen	5–7	Ž	–	Slatine (Drev)	N2K1

**OPOMBE:**

\*Starostne kategorije (0,5: mladič; 1: enoletna žival; 2–4: mlada odrasla žival; 5–7: srednje stara žival; 8+: stara žival).

\*\*Telesna masa osebkov brez notranjih organov, a z glavo in nogami – t. i. biološka masa (v kg).

## Histološke značilnosti breje maternice pri košuti (*Cervus elaphus*)

### *Histological features of pregnant uterus in the red deer hind (*Cervus elaphus*)*

Diana Žele Venguš, Gorazd Venguš

Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, Inštitut za patologijo, divjad, ribe in čebele  
Gerbičeva 60, 1000 Ljubljana, kontakt: diana.zelevengust @vtf.uni-lj.si

#### Izvleček

Spremljali smo histološko zgradbo maternice med spolnim ciklom in zgodnjo brejestjo pri samicah navadnega rdečega jelena (*Cervus elaphus*). Preiskali smo reprodukcijske organe 43 košut iz lovišča s posebnim namenom (LPN) Medved in LPN Jelen. Pri 74,4 % pregledanih živali je bila v maternici potrjena prisotnost plodu, pri 6,9 % živali pa je bila zgodnja brejest potrjena s histološko preiskavo maternice. Sluznica maternice neoplojenih živali je na prosti površini ravna in pokrita z enoskladnim visokoprizmatskim epitelijem, pod njim pa se pojavlja plast celic selivk in limfocitov. Pri brejih živalih sluznica maternice oblikuje gube in ugreznine z visoko ali izoprizmatskim epitelijem. Maternične žlezne so cevaste enostavne in razvejane ter razporejene v površinski in globinski plasti endometrija. Žlezna svetlina pri živalih, ki niso breje, je ozka, prazna in obdana z visokoprizmatskim epitelijem. Histiotrofe in cisternastih razširitev ni. Pri brejih živalih je epitelij materničnih žlez visokoprizmatski, svetlina pa široka in polna izločka. Žlezne se na površino specifično široko odpirajo, v njih je histiotrofa. V prvem trimesečju se površina žlez v površinski plasti endometrija poveča za 48,14 %, v globinski pa za 21,64 %.

**Ključne besede:** košuta, *Cervus elaphus*, brejest, histologija, maternica

#### Abstract

The histological structure of the uterus during the sexual cycle and early pregnancy in red deer hind (*Cervus elaphus*) was investigated. The reproductive organs of 43 hinds were collected from hunting grounds Medved and Jelen. The fetus was found in 74,4 % of examined animals while in 6,9 % of animals early pregnancy was confirmed by histological examination of the uterus. Uterine mucosa of non pregnant animals is flat and covered with columnar epithelium at the free surface . A layer of migrating cells and lymphocytes were located in mucous membrane just below the surface epithelium. In pregnant animals mucosa develops folds. Mucosal epithelium is columnar or cuboidal. Uterine glands are simple tubular and coiled and extend from surface deep into the underlying stroma of the endometrium . Glandular lumen of non pregnant animals is narrow, empty and covered by columnar epithelium. Histotroph and glandular cistern widenings are not visible. The epithelium of uterine glands of pregnant hinds is columnar while lumen is wide and filled with secretion. Glands are opening widely to the surface and the presence of histotroph is noticeable. During first three months of pregnancy the glands in the surface increased by 48,14 % while glands deeper in endometrium increased by 21,64 %.

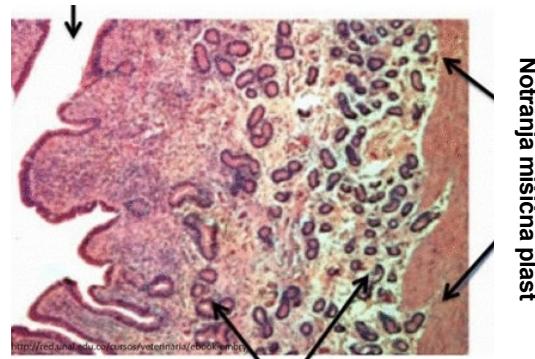
**Keywords:** red deer hind, *Cervus elaphus*, histology, pregnancy, uterus

## 1 Uvod

Stalna reprodukcija je osnovni pogoj za ohranitev populacije. Pomemben dejavnik, ki pri jelenjadi vpliva na spolno aktivnost, je začetek krajšanja dneva. Celotni reproducijski cikel nadzorujejo hormoni. Pod vplivom peptidnih hormonov adenohipofize dozorijo spolne celice v gonadah, progesteron rumenega telesa, ki se oblikuje iz preostanka jajčnega folikla po ovulaciji, pa kasneje vzdržuje brejost. Hormone za vzdrževanje brejosti sprva izloča rumeno telo na jajčniku, kasneje pa to funkcijo prevzame posteljica (Bavdek, 1993; Perez, 2018). Za košuto je značilna sezonska poliestričnost, kar pomeni, da se žival vrača v estrus, dokler ni oplojena. Običajno pa nastane oploditev že ob prvi ovulaciji v sezoni. Pri košutah se estrusni cikel s starostjo skoraj ne podaljuje, vendar pa so cikli pri junicah nekoliko daljši. Če se košuta ne oplodi v prvem ciklu sezone, se leti podaljujejo znotraj napredajoče paritvene sezone. Estrus traja do 24 ur, v izjemnih primerih celo 4 dni. Nivo plazemskega progesterona je pred prvim estrusom sezone nizek (0,4 ng/ml), iz česar sledi, da živali nimajo aktivnega rumenega telesa pred začetkom estrusnega obnašanja (Guiness in sod., 1971; Bainbridge in Jabbour, 1997). Tihe pojatve, ko žival ne kaže značilnega pojatvenega obnašanja, spolni organi pa so hormonsko pripravljeni na paritev in so značilne za domače živali in damjaka v oborah, pri košuti niso znane. Nastop ovulacije med brejostjo ni redkost, kar se kaže s pojavom dodatnih rumenih teles v jajčniku navkljub že obstoječemu brejostnemu rumenemu telesu trenutnega cikla (Guiness in sod., 1971; Berg in sod., 2008). Maternica (uterus) jelenjadi je dvorožna. Celotna brejost pri košuti traja 231 dni ± 4,5 dni, ponavadi v enem od rogov, mogoča pa je tudi brejost v obeh rogovih hkrati, vendar se to zgodi zelo redko (Guiness in sod., 1971; Fisher in sod., 1989). Maternico na njeni notranji površini oblikuje sivo-rdeča sluznica (endometrij), ki tvori številne vzdolžne in prečne gube. Sluznico po površini pokriva enoskladni migetalčni ali pa nemigetalčni epitelij (Bavdek, 1993). Pod

epitelijem je vezivna stroma, v kateri so številne cevaste enostavne in razvejane (slika 1). Naloga teh žlez je da proizvajajo, izločajo ali prenašajo proteinske in druge snovi, ki jih poznamo pod imenom histiotrofa. Histiotrofa je bistvena za preživetje, rast in razvoj zarodka v zgodnji fazi brejosti pred oblikovanjem posteljice. Velikost in oblikovanost žlez (zvijanje in razvejevanje) v endometriju sta odvisni od faze reproducijskega cikla. Najaktivnejši obdobji sta estrus in brejost, ko je izločanje sekreta najintenzivnejše. Žleze po obliku uvrščamo med cevaste, po funkciji pa med žleze z merokrinim tipom izločanja, kjer se sekret iz žlezne celice izloča z eksocitozo, brez izgube citoplazme (Kojma in Selander, 1970). Kasneje z napredujočo brejostjo prehranjevalno funkcijo prevzame posteljica. Navkljub zelo pomembni vlogi teh žlez v zgodnji fazi brejosti pa v literaturi skoraj ni podatkov. Namen te raziskave je opisati dinamiko materničnih žlez in njihovo zgradbo pri košuti.

## Lumen matrnice



## Žleze na površini in v globini sluznic

Slika 1: Shematski prikaz zgradbe matrnice koštute.  
Figure 1: Schematic structure of the uterus of red deer hind.

## 2 Material in metode

Vzorci reproducijskih organov košut (n=43) so bili odvzeti v času, ko je bil opažen vrh, pa do izteka reproducijске sezone, torej od oktobra do decembra. Vzorci so bili zbrani v okviru rednega letnega odstrela v dveh loviščih s posebnim namenom LPN Medved (n=26)

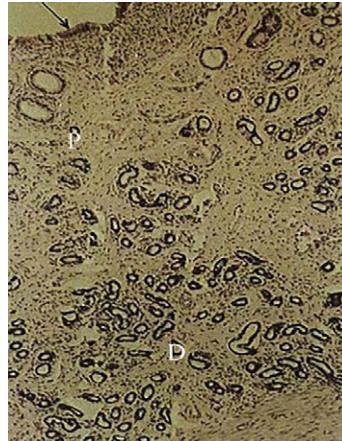
Izvirni znanstveni članek

in LPN Jelen (n=17) v kočevski in snežniški regiji. Živali so bile v primerni kondiciji, brez vidnih sprememb v zdravstvenem stanju. Povprečna starost pregledanih živali je bila 6,6 leta, povprečna telesna masa pa 73,8 kg (preglednica 1). Reprodukcijske organe (jajčniki, jajcevodi, maternica in vagina) so po predhodnem izobraževanju odvzeli lovci sami ob odstranitvi prebavil živali, po odstrelu. Organi so bili fiksirani v 5 % puferiranem formalinu (pH 7,2). V laboratoriju za histologijo Veterinarske fakultete Univerze v Ljubljani je bil material izprepariran, opravljeni so bile meritve organov in plodov ter analiza histoloških tkivnih rezin. Za barvanje histoloških rezin so bili uporabljeni Hematoksilin – eozinsko barvilo, Toluidinsko modrilo, barvanje po Goldnerju in barvanje PAS, s pomočjo katerih je mogoče opazovanje različnih celičnih struktur. Funkcijo maternične sluznice smo spremljali s pomočjo določil, s katerimi smo podatke s terena o začetku ruka povezali s fazo cikla in histološko sliko breje maternice. Ti parametri so: tip epitelija sluznice, oblika proste površine sluznice (prisotnost cisternastih razširitev-cistern žlez), prisotnost podepitelne plasti celic selivk in limfocitov, tip epitelija površinskega in globinskega dela žlez, prisotnost histiotrofe (prvo hranilo, ki ga za zarodek proizvajajo maternične žleze in maternična sluznica), prisotnost trofoblasta. Pri meritvah smo za izračune žleznih parametrov uporabljali računalniški program (Lucia M, software Nikon Optoteam Instruments, Dunaj). Zanimali so nas naslednji parametri: višina epitelija maternične sluznice, višina maternične sluznice, višina epitelija žlez v površinski in globinski plasti vezivne strome sluznice, površina površinsko in globinsko ležečih žlez ter razmerje žlezni epitelij: žlezni lumen površinsko in globinsko ležečih žlez.

### 3 Rezultati

Pregledali smo maternice košut v prvem trimesečju brejosti (preglednica 1). Prisotnost plodu je bila makroskopsko ugotovljena pri 74,4 % brejih živali. Masa plodov z naraščajočo brejostjo se ustrezno veča. Pri 6,9 % živali ploda

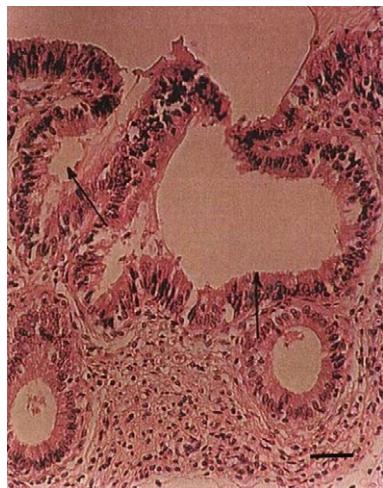
nismo našli, vendar pa smo zgodnjemu brejostju lahko potrdili s histološko preiskavo maternice. Pri eni živali, odstreljeni v decembru v LPN Medved, je glede na maso zarodka do oploditve prišlo v enem od ponovljenih ciklov. V desnem rogu maternice smo zarodek našli pri sedemnajstih samicah, v levem pa pri petnajstih. Pri eni samici smo v vsakem materničnem rogu našli po en zarodek. S histološko analizo tkivnih rezin smo s pomočjo različnih barvanj ocenili tip in višino epitelija maternične sluznice na prosti površini. Prosto površino maternične sluznice smo definirali kot razgibano oz. ravno. Prosta površina maternice neoplojene živali je ravna, epitelij pa visokoprizmatski in največkrat migetalčen (slika 2). Pogosto je pod epitelijem plast celic selivk in limfocitov. V fazi zgodnjemu brejosti smo opazili tudi zanimivo pojavljanje



Slika 2: Maternica neoplojene koštute, prečni prerez. Površino pokriva visokoprizmatski epitelij (↑), pod njim je vezivna stroma s cevastimi žlezami. Žleze na površini (P) vezivne strome imajo širšo svetlico kot žleze v globini (D). Pod vezivno stromo z žlezami leži gladko mišičje ali miometrij. HE, x 100. Scale bar = 100 µm.

Figure 2: Non-gravid uterus, red deer hind, cross section. The surface is covered with high-prismatic epithelium (↑), below it is a connective stroma with tubular glands. The glands in the surface (P) of the connective stroma have a wider lumen than the deeper lying glands (D). Beneath the connective stroma with glands is smooth muscle or myometrium. HE, x 100. Scale bar = 100 µm.

Izvirni znanstveni članek



Slika 3: Maternica breje košute, prečni prerez. Značilne so cisternaste razširitve (↑) na površini sluznice, v katere se izlivajo žleze. Barvanje HE, x 200. Scale bar = 50 µm.

Figure 3: Gravid uterus, red deer hind, cross section. Typical are the cistern widenings (↑) on the mucosal surface into which the glands open. HE, x 200. Scale bar = 50 µm.

Preglednica 1: Pregled reprodukcijskega stanja košut v prvem trimesečju brejosti v LPN Jelen in LPN Medved. V preglednici so zajeti podatki o starosti živali, mesecu odstrela živali, masi živali po odvzemu notranjih organov in masi maternice. Brejost smo ugotavljali makroskopsko (prisotnost plodu) in mikroskopsko (spremembe epitelija maternice, oblika proste površine sluznice, prisotnost pod-epitelijске plasti celic selivk, znake žlezne aktivnosti in prisotnosti histiotrofe).

	Št.	Starost živali (leta)	Odstrel živali (kg)	Masa maternice (g)	Brej rog	Prisotnost plodu	Masa plodu (g)	Tip/višina epitelija	Prosta površina	Pod-epitelijске celice	Izločanje	Cisternaste razširitve	Histiotrofa	
LPN Jelen	1	6	nov.	78	159,50	L	da	2,4	M/VP	B	ne	da	ne	da
	2	2	nov.	67	18,80	ne	ne		NM/VP	R	da	ne	ne	ne
	3	2	nov.	60	80,50	D	da	3,8	M/VP	R	da	ne	ne	ne
	4	2	nov.	65	19,40	*	ne		M/IP	B	da	ne	ne	ne
	5	2	nov.	62	161,40	L	da	17,30	M/VP	B	ne	ne	ne	da
	6	2	nov.	63	10,20	ne	ne		A	A	A	A	A	A
	7	2	dec.	64	8,70	ne	ne		M/VP	R	da	ne	ne	ne
	8	3	dec.	75	317,30	D	da	70	M/VP	B	da	da	ne	da
	9	6	dec.	92	370,90	D	da	102	M/VP	B	ne	da	da	da
	10	2	dec.	52	17,50	ne	ne		M/VP	R	ne	da	ne	ne
	11	10	dec.	91	523,30	D	da	129,80	NM/IP	B	ne	da	da	da
	12	2	dec.	55	15,60	ne	ne		NM/IP	R	da	ne	ne	ne
	13	10	okt.	87	119,60	*	ne		A	A	A	A	A	A
	14	10	okt.	95	126,70	L	da	6,70	M/VP	B	ne	da	ne	ne
	15	10	nov.	78	241,10	L	da	22,70	A	A	A	da	da	da
	16	3	dec.	74	226,10	L	da	32,18	M/VP	R	da	da	ne	da
	17	6	dec.	88	263,80	L	da	73,60	M/VP	B	ne	da	da	da

in prehajanje granulocitov in limfocitov v žleze in površinski epitelij, kar bi bilo v prihodnosti smiselno podrobnejše proučiti. Žlezni lumen je ozek in prazen in obdan z visokoprizmatskim epiteljem. Histiotrofe in cisternastih razširitev ni.

Sluznica pri breji maternici oblikuje gube in vgreznine. Sluznični epitelij je glede na stadij brejosti visokoprizmatski ali izoprizmatski. Pod epiteljem ponavadi ni plasti celic selivk, kot je to značilno za maternico neoplojenih živali. Epitelij materničnih žlez je visokoprizmatski, lumen pa širok in poln izločka. Žleze se na površino široko odpirajo in oblikujejo številne cisternaste razširitev, ki so specifične samo za brejo maternico (slika 3). Specifičen znak brejosti je tudi histiotrofa, njena prisotnost je vezana na zgodnji stadij brejosti, njen vlogo pozneje prevzame posteljica.

Visokoprizmatski epitelij, ki pokriva površino maternične sluznice pri neoplojenih živalih,

Izvirni znanstveni članek

Št.	Starost živali (leta)	Odstrel	Masa živali (kg)	Masa maternice (g)	Brej rog	Prisotnost plodu	Masa plodu (g)	Tip/višina epitelija	Prosta površina	Pod-epitelijске celice	Izločanje	Cisternaste razširivte	Histiotrofa	
1	10	nov.	87	108	L	da	0,83	NM/VP	R	da	da	ne	ne	
2	4	nov.	80	59,5	D	da	0,67	M/VP	B	ne	da	da	da	
3	5	nov.	87	81,8	*	ne		M/VP	B	ne	da	da	da	
4	12	nov.	97	129,3	D	da	1,96	M/VP	R	da	ne	ne	ne	
5	10	nov.	74	120,3	D	da	0,9	NM/IP	B	da	ne	ne	ne	
6	7	nov.	75	156,3	D	da	2,3	M/VP	B	ne	da	da	da	
7	3	nov.	84	112,6	L	da	0,8	A	B	ne	da	da	da	
8	8	nov.	73	77,6	L	da	0,45	NM/VP	R	ne	da	da	da	
9	10	nov.	81	98,2	ne	ne		NM/IP	B	ne	ne	ne	ne	
10	3	nov.	63	107	D	da	7,48	M/VP	B	ne	da	da	da	
11	10	nov.	91	91,6	L	da	1,11	A	A	A	da	A	A	
12**	2	nov.	79	131,2	D & L	da	1,88 & 1,95	M/VP	B	ne	da	ne	da	
LPN Medved	13	3	nov.	77	156,7	L	da	7,74	M/VP	B	ne	da	da	ne
	14	4	nov.	69	154,1	D	da	5,29	A	A	A	A	A	A
15	2	nov.	64	14,9	ne	ne		M/VP	R	ne	ne	ne	ne	ne
16	12	nov.	79	326,9	D	da	14,3	M/VP	B	ne	da	da	da	da
17	15	nov.	64	56,6	ne	ne		M/VP	R	ne	ne	ne	ne	ne
18	2	nov.	64	72,4	L	da	3	NM/IP	R	ne	da	ne	ne	ne
19	2	nov.	82	122,5	D	da	17,66	M/VP	B	ne	da	da	da	da
20	5	dec.	72	331,8	D	da	60,68	M/VP	B	ne	ne	ne	da	da
21	6	dec.	58	295,2	D	da	70	M/VP	B	ne	da	da	da	da
22	2	dec.	62	75,4	D	da	4,77	M/VP	R	ne	da	ne	ne	ne
23	12	dec.	76	62,3	ne	ne		M/VP	R	ne	ne	ne	ne	ne
24	3	dec.	70	489,8	D	da	165,4	M/VP	R	ne	da	ne	da	da
25	11	dec.	72	489,8	L	da	226,1	A	A	ne	ne	da	ne	ne
26	10	dec.	80	485,9	L	da	129,4	A	A	ne	ne	da	ne	ne

D – prisotnost plodu v desnem materničnem rogu

L – prisotnost plodu v levem materničnem rogu

\* – histološko dokazana brejost

\*\* - brejost v obeh rogovi

A – avtoliza materiala

M/NM – migetalčni/nemigetalčni epitelij

VP – visokoprizmatski epitelij

IP – izoprizmatski epitelij

B – razgibana površina sluznice

R – ravna površina sluznice

v povprečju doseže  $15 \pm 4,72 \mu\text{m}^2$ , pri brejih pa  $22,5 \pm 9,35 \mu\text{m}^2$  (Preglednica 2). Povprečna debelina endometrija pri neoplojenih živalih znaša  $933,45 \pm 215,77 \mu\text{m}$ , pri brejih pa  $858,71 \pm 344 \mu\text{m}$ . Žleze površinske plasti strome endometrija so zelo zavite in pri brejih živalih dosežejo površino  $3888 \pm 239 \mu\text{m}^2$ , pri neoplojenih živalih pa  $2016,1 \pm 985,1 \mu\text{m}^2$ , medtem ko žleze globinske plasti pri brejih živalih pokrivajo površino  $1131,91 \pm 572,11 \mu\text{m}^2$ , pri neoplojenih pa  $886 \pm 379,67 \mu\text{m}^2$ . Premer žlez v površinski

plasti pri brejih živalih znaša  $67,42 \pm 20,16 \mu\text{m}$  v globinski pa  $38,8 \pm 9,18 \mu\text{m}$ . Pri neoplojenih živalih premer žlez v površinski plasti v povprečju doseže  $49,4 \pm 11,32 \mu\text{m}$ , v globinski pa  $32,85 \pm 7,13 \mu\text{m}$ . Razmerje med žleznim epitelom in svetlino žlez v površinski plasti pri brejih živalih znaša  $0,83 : 1$  pri neoplojenih pa  $0,90 : 1$ . V globinski plasti je pri brejih živalih razmerje  $0,98 : 1$  pri neoplojenih pa  $0,91 : 1$ . Pri brejih živalih višina žleznega epitelija žlez v površinski stromi doseže  $16,3 \pm 5,54 \mu\text{m}$  v

	Meritve	Maternica brejih živali	Maternica neoplojenih živali
Površinska plast	l-epitelija (m <sup>2</sup> )	22,51±9,35	15±4,72
	l-endom (m)	858,71±344	933,45±215,77
	Area (m <sup>2</sup> )	3988±2390,3	2016,1±985,18
	FillRatio	0,79±0,13	0,89±0,07
	EqDiameter (m)	67,42±20,16	49,40±11,32
	l. gll. ep. (m)	16,3±5,54	14,21±3,65
Globinska plast	Area (m <sup>2</sup> )	1131,99±572,11	886,96±379,67
	FillRatio	0,98±0,05	0,91±0,1
	EqDiameter(m)	38,86±9,81	32,85±7,13
	l. gll. ep. (m)	10,69±3,18	9,86±2,82

globinski pa  $10,69\pm3,18 \mu\text{m}$ , medtem, ko žlezni epitelij v površinski plasti pri neoplojenih živalih doseže  $14,21\pm3,65 \mu\text{m}$ , v globinski pa  $9,86\pm2,82 \mu\text{m}$ . Pod površinskim epitelijem brejih živali so vidni limfociti in granulociti (velike celice z eozinofilnimi zrnci v citoplazmi), ki prehajajo v žleze in površinski epitelij in se pojavi v izločku žlez. Za breje živali je značilno tudi kopičenje granulocitov v okolici žlez, od koder prehajajo v njihovo svetlino, s čimer pa se zmanjša njihovo število pod epitelijem.

#### 4 Razprava

Spremembe v zgradbi matrnice med spolnim ciklom urejajo hormoni. V času pred estrusom, ko v jajčnikih poteka rast in zorenje foliklov, se v maternični sluznici začne brstenje žlez. Le-te se začnejo podaljševati in zavijati, ko pod vplivom peptidnih hormonov adenohipofize nastopita estrus in ovulacija (Bavdek, 1993; Ross in sod., 1995). V tem času je maternična sluznica zadebeljena in polnokrvna, žleze endometrija pa so podaljšane in zavite. Približno 8 dni po ovulaciji se iz preostanka folikla oblikuje rumeno telo, endokrini organ, ki izloča hormon progesteron. V tem času so žleze matrnice najbolj aktivne, njihova zvitost pa je največja. Matrnica je pripravljena na ugnezdjenje jajčeca (Ross in sod., 1995; Berg in sod., 2008). Če oploditve ni bilo, se rumeno telo med 21 in 23 dnem razgradi in začneta se nov cikel in zorenje

Preglednica 2: Izračunane povprečne vrednosti meritve višine epitelija sluznice matrnice (l-epit), debeline endometrija (l-endom), površine žlez na prerezu (Area), razmerja med višino žleznega epitelija in svetlino žlez (FillRatio), razmerja med premerom žlez (EqDiameter) in višino žleznega epitelija (l. gll. ep.) pri breji in neoplojeni matrnici v njenem površinskem in globinskem delu.

novih foliklov (Bainbridge in Jabbour, 1997). Pri košutah je razvoj zarodka pogosteje potekal v desnem rogu matrnice. V obeh rogovih matrnice smo zarodka našli samo pri eni živali. Glede na to, da med zarodkoma ni velikih razlik v telesni masi in dolžini, sklepamo, da sodita v isti cikel oz., da je oploditev nastala v času sočasne ovulacije na obeh jajčnikih. Dvojajčni dvojčki so pri jelenjadi izjemno redki (Fisher in sod., 1989). Glede na velikost zarodkov pregledanih živali ni bistvenih razlik med začetkom ruka v obeh loviščih. Koštute se večinoma oplodijo že v prvem estrusu v sezoni, vendar to ni pravilo. V matrnici se med brejostjo dogajajo velike spremembe, ki se odražajo tako v njeni makroskopski, posebno pa v mikroskopski zgradbi. Epitelij maternične sluznice neoplojenih živali je visokoprizmatiski, vendar so epitelne celice večinoma brez mitotickih (Kojma in Selander, 1970). Površina sluznice je ravna, brez gub in ugrevzin. Znamenj izločanja žlez še ni opaziti. Žleze so majhne, njihova svetlina je ozka in prazna. Maternični epitelij je pri neoplojenih živalih v povprečju za tretjino nižji kot pri brejih, medtem ko sluznica skoraj ne kaže večjih sprememb v debelini. Prav tako je površina žlez v površinskem delu sluznice pri neoplojenih samicah za več kot polovico manjša, površina globinskih žlez pa skoraj za tretjino. Premer žlez v površinski plasti sluznice nebreje matrnice je manjši za 26,7 %, v globinski plasti pa za 15,4 % v primerjavi z brejo matrnico. Opazne so tudi razlike v višini žleznega

## Izvirni znanstveni članek

epitelija, ki je pri neoplojenih živalih v površinski plasti za 12,8 % nižji, v globinski pa za 7,7 % nižji kot pri brejih živalih (preglednica 2). V času pred nastankom posteljice je epitelij maternične sluznice praviloma visokoprizmatski. V drugi polovici novembra je izoprizmatski, kot posledica trošenja sluznice, zaradi tvorbe histiotrofe. Na zgornji površini epiteljskih celic se pojavljajo migetalki, vendar njihova prisotnost ni stalna. Sluznica je zadebeljena in polnokrvna, na prosti površini tvori gube (preglednica 1). Maternične žleze so zelo zavite in zlasti v površinski plasti sluznice polne izločka, v globinski pa segajo celo med gladko mišičje miometrija. Ob prehodu na prosto površino se široko odpirajo in na prerezu dajejo videz cistern (slika 3). Pri brejih živalih pod epiteljem najdemo limfocite in granulocite, ki kažejo težnjo po prehajjanju v žleze in površinski epitelij in se pojavijo v izločku žlez. Ponekod smo pri brejih živalih opazili kopiranje granulocitov v okolici žlez ter njihovo prehajanje v žlezno svetlino. Pri tem se je njihovo število v bazalni membrani sluznice zmanjšalo. Predvidevamo, da je njihovo pojavljanje in izginjanje povezano z njihovo funkcijo.

## 5 Zaključki

Pri neoplojenih živalih se pod epitelijem pojavlja plast celic selivk in limfocitov. Njihov pojav je povezan s fazo cikla. Sluznica maternice brejih živali na površini oblikuje cisterne, kar ji daje razgiban videz. Žleze so razporejene v obeh plasteh strome sluznice. Po obliku jih uvrščamo med cevaste žleze z merokrinim tipom izločanja. V površinski plasti sluznice so bolj ali manj preme, v globinski pa so izrazito vijugave in segajo celo v miščinico. V času brejosti se razmire v maternici zelo spremenjajo. Površina žlez v površinski plasti se poveča za 48,14 %, v globinski pa za 21,64 %. Površinski epitelij se z napredovanjem brejosti zniža iz visokoprizmatskega v izoprizmatskega. V zgodnji brejosti sta pojav in prehajanje granulocitov in limfocitov v žleze in površinski epitelij značilen morfološki pojav, ki bi ga bilo treba v prihodnosti natančneje proučiti. Prav tako ostaja odprtvo vprašanje vloge celic selivk in limfocitov v času zgodnje brejosti, kot tudi

natančnejša proučitev razvoja placentarnega stika pri košuti, t.j. placentacije. Oploditev v času prvega cikla ni pravilo, zato se neoplojene živali vračajo v spolni cikel. Prisotnost ploda smo makroskopsko ugotovili pri 74,4 % brejih živalih, medtem ko smo plod s histološko raziskavo dokazali še pri 6,9 % živali. Brejost smo pogosteje ugotovili v desnem rogu. Začetek sezone parjenja se glede na velikost in maso zarodkov v proučevani populaciji v obeh loviščih pojavi v približno istem času.

## 6 Povzetek

Predstavljena je histološka zgradba maternice med spolnim ciklom in prvim trimesečjem pri košuti navadnega rdečega jelena (*Cervus elaphus*). V raziskavo je bilo zajetih 43 košut iz dveh lovišč s posebnim menom (LPN), Lovišče Medved in Lovišče Jelen. Plod je bil v maternici 74,4 % pregledanih živali, histološko pa je bila brejost dodatno potrjena še pri 6,9 % živali. Za živali, ki niso bile oplojene, je značilna ravna prosta površina maternične sluznice, ki je pokrita z visokoprizmatskim epitelijem. Tik pod epitelijem sluznice se pojavi plast celic selivk in limfocitov. Sluznica pri brejih živalih je zadebeljena in polnokrvna, pokrita je z visoko ali izoprizmatskim epitelijem in oblikovana v gube in ugreznine. V maternični sluznici so razporejene cevaste enostavne in razvejane žleze. Le-te so pri neoplojenih živalih ozke in prazne, brez cisternastih razširitev in histiotrofe, medtem ko so pri brejih živali zelo zavite, njihova svetlina je široka in polna izločka, na koncu pa se cisternasto odpirajo na površino. Žleze se na površino specifično široko odpirajo, prisotna je histiotrofa. V prvem trimesečju se površina žlez v površinski plasti poveča za 48,14 %, v globinski pa za 21,64 %.

## 7 Summary

The paper presents the histological structure of the uterus of red deer hind (*Cervus elaphus*) during the sexual cycle and the first trimester of pregnancy. The survey covered 43 hinds from Slovenian hunting grounds Medved and

*Jelen. The fetus was found in the uterus of 74,4 % examined animals, additionally, pregnancy was histologically confirmed in 6,9 % animals. The uterine surface of non pregnant hinds is flat covered with columnar epithelium. A layer of migrating cells and lymphocytes was located in mucous membrane just below the surface epithelium. Mucosa in pregnant animals is edematous and hyperemic covered with columnar or cuboidal epithelium and formed in folds. Uterine glands are simple tubular and coiled and extend from surface deep into the underlying stroma of the endometrium. The uterine glands in non pregnant hinds are narrow and empty without cistern widening and histotroph. While in pregnant animals glands are very meandering with wide lumen full of secretion and cistern opening to the surface where the histotroph is observed as well. In the first trimester of*

*pregnancy the area of the uterine glands in the proximal layer increased by 48,14 % and in the distal layer by 21,64 %.*

## 8 Zahvala

Ta prispevek je del večje raziskave reprodukcijske dinamike košut, ki je potekala pod mentorstvom pok. prof. dr. Srdjana V. Bavdka in somentorstvom upok. prof. dr. Andreja Bidovca, za kar se jima lepo zahvaljujemo. Za sodelovanje se zahvaljujemo tudi kolegom z Inštituta za anatomijo, histologijo in embriologijo Veterinarske fakultete, prof dr. Gregorju Fazarincu, doc. dr. Malan Štrbenc in Jasni Šporar, teh. sod. Posebna zahvala velja lovcom lovišč s posebnim namenom Medved in Jelen, ki so več let zbirali material in s svojimi opažanji sodelovali pri raziskavi.

## 9 Viri

- Bainbridge, D. R. J., Jabbour, H. N. 1997. Effect of pregnancy and exogenous interferon on synchronous pulsatile release of oxytocin and luteolytic prostaglandin  $F_{2\alpha}$  in red deer (*Cervus elaphus*). Journal of Reproduction and Fertility, 11: 299–307.
- Bavdek, S. V. 1993. Temelji embriologije: za študente veterinarske medicine. Ljubljana: Veterinarska fakulteta: 217 str.
- Berg, D. K., Thompson, J. G., Peterson, A. J., Asher, G. W. 2008. The temporal relationship between oocyte maturation and early fertilisation events in relation to the pre-ovulatory LH peak and preimplantation embryo development in red deer (*Cervus elaphus*). Animal reproduction science, 105 (3-4): 332–343.
- Fisher, M. W., Fennessey, P. F., Henderson, K. M., Newman, R. E., Manley, T. R. 1989. Induction of twin ovulations in red deer hinds with steroid-free bovine follicular fluid. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, 49: 103–106.
- Guiness, F., Lincoln, G. A., Short, R. V. 1971. The reproductive cycle of female red deer, *Cervus elaphus*. Journal of Reproduction and Fertility 27: 427–438.
- Kojma, Y., Selander, U. 1970. Cyclical changes in the fine structure of bovine endometrial gland cells. Zeitschrift für Zellforschung und mikroskopische Anatomie, 104: 69–86.
- Perez, R. C. M. 2018. A study on reproductive endocrinology of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) by immunoassay of steroid hormones metabolytes in feces. Open Access Journal of Science. 2(4): 224-226. DOI: 10.15406/oajs.2018.02.00077.
- Ross, M. H., Romell, L. J., Kaye, G. I. 1995. Histology: a text and atlas, 3rd ed. Maryland: Williams and Williams: 823 str.

## Analiza iskanj obstreljene divjadi na območju državnega odprtrega lovišča VII/15 "Zapadna Garjevica" (RH)

### Analiza potraga za ranjenom divljači na području državnog otvorenog lovišta VII/15 „Zapadna Garjevica“ (RH)

#### *Analysis of the searches for wounded game in the open state hunting ground VII/15 „Zapadna Garjevica“ (RH)*

Zvonko Novotny<sup>1</sup>, Krunoslav Pintur<sup>2</sup>, Tomislav Dumić<sup>2</sup>, Nera Fabijanić<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Uli. Dr. Polaka 52c, 44317 Popovača, Hrvatska

<sup>2</sup>Veleučilište u Karlovcu, Trg J.J. Strossmayera 9, 47 000 Karlovac, Hrvatska

<sup>3</sup>Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, Radnička cesta 80, 10 000 Zagreb, Hrvatska

#### Izvleček

Iskanje zastreljene divjadi po krvni sledi je ena izmed najzahtevnejših disciplin v lovski kinologiji. Cilj te raziskave je bil ugotoviti, kako meteorološki dejavniki (temperatura zraka, relativna vlaga), starost sledi in mesto zadetka vplivajo na uspešnost iskanja zastreljene divjadi. V raziskavi so analizirali podatke, pridobljene z iskanjem zastreljene parkljarske divjadi v odprtrem državnem lovišču, št. VII/15 Zapadna Garjevica (Republika Hrvaska) v obdobju 2003-2009. Analizirali so 364 iskanj, ki so jih opravili z dvema psoma pasme hanoverski barvar. Uspešno so našli 241 osebkov. V 53,1 % primerih je bila divjad še živa in jo je bilo treba ustaviti in ustreliti. Starost sledi ranjene divjadi je bila od 0,5 do 26 ure. Z analizo podatkov je bilo ugotovljeno, da temperatura zraka pomembno, a vseeno ne odločilno vpliva na uspeh iskanja. Najslabši rezultati iskanja so bili, če je bilo izrazito deževje.

**Ključne besede:** krvna sled, hanoverski barvar, divjad, lovišče Zapadna Garjevica

#### Sažetak

Traženje ranjene divljači po krvnom tragu sa psom krivosljednikom jedna je od najzahtjevnijih disciplina lovne kinologije. Cilj istraživanja bio je utvrditi kako meteorološki čimbenici (temperatura zraka, relativna vlaga), starost traga ranjene divljači i mjesto pogotka utječu na uspješnost traženja ranjene divljači. Istraživanje je provedeno na području državnog otvorenog lovišta broj VII/15 „Zapadna Garjevica“ u Hrvatskoj (2003-2009) i to na prirodnom tragu ranjene krupne divljači. Ukupno su izvedene 363 potrage za ranjenom divljači s dva psa pasmine hanoverski krivosljednik prilikom kojih je pronađeno 241 grlo ranjene divljači. U 53,1 % slučajeva na kraju traga pronađena je živa divljač koju je bilo potrebno zaustaviti i usmrstiti samilosnim hicem. Starost traga ranjene divljači kretala se od 0,5 do 26 sati. Rezultati istraživanja pokazuju da temperatura zraka ima važnu ali ne i presudnu ulogu u uspjehu potraga za ranjenom divljači. Najlošiji rezultati traženja postignuti su vrijeme i nakon jakе kiše.

**Ključne riječi:** krvni trag, hanoverski krivosljednik, divljač, lovište „Zapadna Garjevica“

## Abstract

*Tracking for wounded game animals with bloodhound dog is one of the most demanding disciplines of hunting cynology. The aim of research was to determine how meteorological factors (air temperature, relative humidity), age of blood trail and shot placement, impact on the success of tracking for wounded animals. Research was conducted in the State Open Hunting Ground no VII/15 „Zapadna Garjevica“ in Croatia (2003.-2009.) on the natural trail of large wounded wild animals. A total of 363 wounded game animal trackings were performed, with two Hanoverian Bloodhound dogs and in total 241 animals were successfully found. In 53.1% of cases, animals were found alive at the end of the track and it was necessary to stop the wounded animal and make the „mercy shot“. Age of wounded animal trail ranged from 0.5 to 26 hours. Research results show that air temperature plays an important role in the tracking for wounded wild animals but is not crucial. The worst results were achieved during and after the heavy rain.*

**Keywords:** *blood trail, Hanover hound, game animals, hunting ground „Zapadna Garjevica“*

## 1 Uvod

Pas krvosljednik je od velikog značaja za svako lovište u kojem se uzgaja i lovi krupna divljač (Varga, 1958). Najbolji rezultati postižu se specijaliziranim pasminama za krvni trag: bavarskim i hanoverskim krvosljednikom, koji su kroz stoljeća selekcionirani i usavršavani upravo za tu namjenu (Fabiani, 2009). U vrijeme provedbe ovog istraživanja, za krvni trag su se u Hrvatskoj, prema tada važećem hrvatskom Pravilniku o pasminama, broju i načinu korištenja lovačkih pasa za lov (Anonymous, 2005) mogle koristiti sve pasmine lovačkih pasa koje su imale položen radni ispit na krvnom tragu. Zakonodavac je tada nalagao da svako lovište koje se bavi lovom krupne divljači mora imati svoga ili ugovorom osiguranog krvosljednika sa položenim

radnim ispitom (Anonymous, 2005a). Unatoč navedenom, mali broj lovišta se mogao pohvaliti kvalitetnim krvosljednikom. Prema trenutno važećem hrvatskom Pravilniku o lovačkim psima (Anonymous, 2019) lovoovlaštenici više nisu obavezni imati svog psa niti ugovorni dokaz o korištenju psa krvosljednika. Cilj ovog rada je analizirati potrage za ranjenom krupnom divljači na području državnog otvorenog lovišta br. VII/15 „Zapadna Garjevica“ u Hrvatskoj te rezultate potraga usporediti sa rezultatima drugih analiza i istraživanja.

## 2 Materijali i metode

### 2.1 Područje istraživanja

Istraživanje je provedeno na području državnog otvorenog lovišta br. VII/15 „Zapadna Garjevica“ u Hrvatskoj, a kojim gospodari Lovno gospodarstvo Moslavina. Lovište obuhvaća površinu od 25799 ha. Smješteno je većim dijelom na području Bjelovarsko-bilogorske županije te manjim dijelom na području Sisačko-moslavačke županije. Lovište je pretežito brdskog tipa uz prevladavanje nižih nadmorskih visina koje se kreću od 180 do 489 m.n.v. Kao glavnim i stalnim vrstama krupne divljači gospodari se jelenom običnim (*Cervus elaphus*), jelenom lopatarom (*Dama dama*), srnom običnom (*Capreolus capreolus*), muflonom (*Ovis aries musimon*) i divljom svinjom (*Sus scrofa*).

### 2.2 Metoda evidentiranja podataka i traženja ranjene divljači

Nakon svake potrage ranjene divljači, u razdoblju od 2003. do 2009. godine, u obrazac, koji je sastavljen za tu namjenu, upisani su podaci o svakoj potrazi. U obrascu su evidentirani podaci o vrsti, spolu i dobi divljači, procijenjenoj trofejnoj vrijednosti, mjestu i načinu ranjavanja divljači, temperaturi i vremenskim prilikama tijekom potrage te podaci o radu psa i ponašanju ranjene divljači (reakcija na pogodak, smjer kretanja ranjene divljači, kretanje u skupini i sl.). Opći podaci kao: ime lovca, kalibar puške,

## Izvirni znanstveni članek

mjesto i vrijeme nastrela dobiveni su temeljem komunikacije s lovcom prilikom prijave ranjavanja, a trenutni vremenski uvjeti na tragu divljači, dužina potrage, mjesto ranjavanja i životno stanje ranjene divljači rezultat su zapažanja vodiča. Tjelesna masa divljači i trofejna vrijednost utvrđeni su prilikom obrade divljači, odnosno nakon ocjenjivanja trofea. Za traženje ranjene divljači korištena su dva psa pasmine hanoverski krvosljednik, mužjak Felix (Heiteri Cinkos) oštenjen 2000. god. i ženka Felita (Alma Froidcour) oštenjena 2005. god. Odmah nakon ranjavanja divljači vodič lovca ili sam lovac propisno je označio mjesto nastrela te smjer kretanja ranjene divljači u duljini od 20-30 m. Potrage za divljači započinjane su uvek po danu, a ukoliko se ranjavanje dogodilo u večernjim satima, potraga je započeta ujutro. Oprema za rad psa se sastojala od: okovratnika, povodnika dugog 10 m, i VHF ogrlice sa odašiljačem, u slučaju pogona za lakše pozicioniranje psa i divljači. Nakon dolaska na mjesto ranjavanja, psa se pripremilo i odložilo, vodič je pregledao mjesto nastrela, a tek potom se psa navodilo na trag, odnosno započinjala je potraga. Ako bi ranjena divljač bila živa i potrcala ispred psa, vodič bi skinuo povodnik i psa pustio u pogon. Ukoliko

je traženje divljači započeto unutar jednog sata nakon ranjavanja, isto se smatralo potragom na topлом tragu, dok ona koja je započeta na tragu koji je bio stariji od jednog sata evidentirana je kao potraga na hladnom tragu (Fabiani, 2009). Ranjavanja divljači su u 89,5 % slučajeva (ili 325 grla divljači) izvršena puškom s uzlijebnjim cijevima kal. .30-06 Springfield, metak proizvođača RWS konstrukcije zrna UNI Classic 11,7 g. težine. Slijedeći najzastupljeniji kalibar bio je 7x64, s kojim je ranjeno 18 grla divljači. Ostali kalibri su bili malo zastupljeni sa svega nekoliko ranjavanja.

## 3 Rezultati i rasprava

### 3.1 Analiza potraga prema lovnim godinama

U analiziranom periodu ukupno su tražena 363 grla ranjene krupne divljači, pri čemu je pronađeno 241 grlo divljači. Prosječna uspješnost traženja je iznosila 66,4 %. Najmanje potraga provedeno je 2003/04. godine - njih 46, a najviše 2007/08. godine, kada su provedene 74 potrage. Prosječno su godišnje provedene 66,33 potrage. Usporedimo li ove rezultate uspješnosti traženja sa rezultatima traženja u Sloveniji, koje je

Tablica 1. Analiza potraga prema vrstama divljači i lovnim godinama.

Table 1. Analysis of tracking efficacy through game species and hunting years.

	Jelen obični		Jelen lopatar		Divlja svinja		Muflon		Srna obična	
Lovna godina	U	N	U	N	U	N	U	N	U	N
2003/2004	18	18	0	0	7	0	4	0	0	0
2004/2005	16	12	1	0	18	3	2	1	0	0
2005/2006	22	14	2	0	12	6	0	0	1	4
2006/2007	17	11	1	0	18	6	0	1	0	1
2007/2008	21	20	0	0	20	9	4	0	0	0
2008/2009	26	10	3	0	26	5	2	1	0	0
ukupno	120	85	7	0	101	29	12	3	1	5
	205		7		130		15		6	
% uspješnosti	58,53%		100%		77,69%		80%		16,66%	

U: uspješno N: neuspješno

obradila Kovačec (2011) može se zaključiti da je postotak uspješnosti potraga u lovištu Zapadna Garjevica (66,4 %) veći od uspjeha vodiča iz Slovenije, koji se kreće od 43,99 % do 49,41 %. Razloge bolje uspješnosti treba tražiti u činjenici da su podaci iz Slovenije prikupljeni sa područja cijele države dok u ovom istraživanju podaci potječu od jednog vodiča koji se koristio sa dva psa u samo jednom lovištu.

### **3.2 Analiza potraga prema vrstama divljači**

Najveći postotak uspješnosti traženja je utvrđen kod vrste jelen lopatar i iznosio je 100 % (ukupno traženo 7 grla). Kod muflona je ukupno traženo 15 grla, a uspješnost traženja je iznosila 80 %. Provedeno je 130 potraga za divljom svinjom (uspješnost 77,69 %) te 205 potraga za jelenom običnim (uspješnost 58,53 %). Najmanja uspješnost (16,66 %) i najmanje traženja (6 potraga) je provedeno nakon ranjavanja vrste srna obična.

### **3.3 Uspješnost potraga prema starosti traga ranjene divljači**

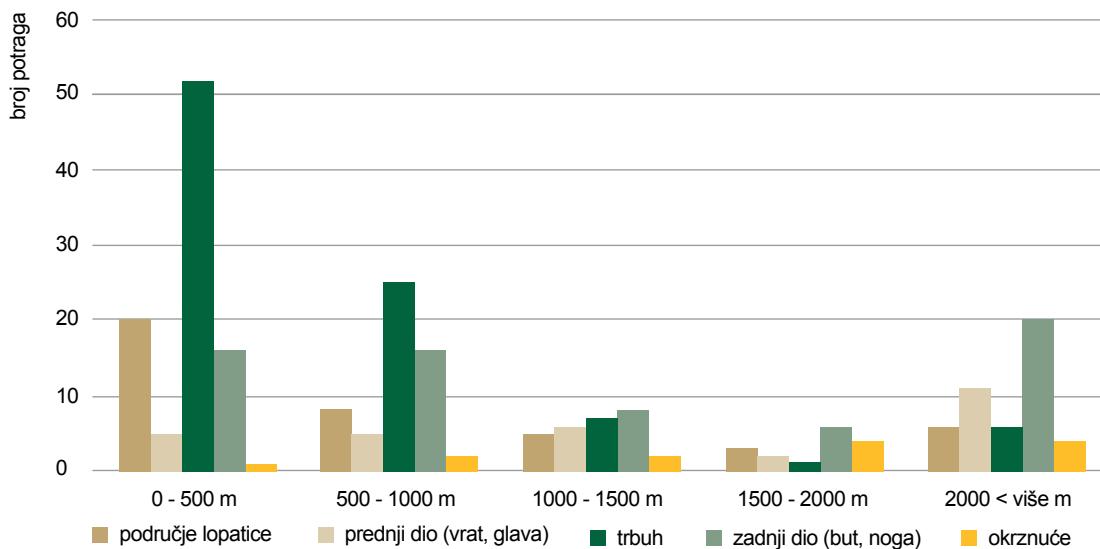
Tijekom ovog istraživanja 36 potraga (9,95 %) je rađeno na toplom tragu pri čemu je 77,7 % potraga bilo uspješno. Na hladnom tragu odradeno je 326 potraga pri čemu je ostvaren uspjeh od 64,1 %. Prosječna starost traga ranjene divljači bila je oko 10 h (0,5-26 sati).

### **3.4 Utjecaj meteoroloških elemenata na traženje ranjene divljači**

Na istraživom području intenzivnija sezona lova divljači započinje u mjesecu rujnu, početkom lova na mužjake jelena običnog, dok se najintenzivniji lov odvija tijekom mjeseca prosinca i siječnja. Intenziviranjem odstrela povećavao se i broj potraga ranjene divljači. Tijekom prosinca i siječnja bilo je najviše potraga (111), pri čemu je najviše istih završilo uspješno (81,08 %). U tim mjesecima je zabilježena prosječna temperatura zraka od -5 do 5°C. Izrazito niska temperatura zraka nije imala presudnu

ulogu u uspješnosti potraga, ali je svakako bila otežavajuća okolnost za rad na krvnom tragu. Na temperaturama ispod 0°C pri kojima su krv i znakovi traga smrznuti, zrak sadrži manje mirisnih čestica zbog njihove slabe evaporacije (Pollard, 2007) te pas teže pronalazi trag. U takvim slučajevima kontrolirana je ispravnost slijedenja traga uz pomoć tragova u snijegu i sl. Uspješnost traženja u siječnju iznosila je 78 % što je u razini ostalih mjeseci u godini. Matijačić (1988) smatra da je na temperaturama ispod 0°C gotovo nemoguće izraditi trag te da se pri takvim uvjetima isključuje utjecaj temperature i relativne vlage iz uspješnosti potrage. Bošković i sur. (2008) u istraživanju o utjecaju ekoloških čimbenika na rad po krvnom tragu navode da uspješnost potrage po umjetnom krvnom tragu ne ovisi o starosti traga već o temperaturi zraka. Ispitani psi bolje su i lakše pronalazili divljač na višim temperaturama od 0°C, lakše u podne nego rano u jutro. U istraživanju je također utvrđeno da se vrijeme potrebno za izradu traga razlikuje i ovisno je o temperaturi zraka. Izrada traga na višim temperaturama daleko je lakša i brža od onih na niskim temperaturama. Za potrebe ovog istraživanja vremenski uvjeti svrstani su u 7 kategorija: sunčano-toplo, sunčano-hladno, oblačno-toplo, oblačno-hladno, snijeg, vjetar i kiša. Najviše potraga odradeno je po sunčanom i toplom vremenu (150) kada su temperature zraka bile iznad 5°C. Prema Fabiani (2009) to su najbolji uvjeti za rad na krvnom tragu. U ovom istraživanju najbolji rezultati postignuti su u sunčano-hladnim i oblačno-hladnim vremenskim uvjetima, kada je temperatura zraka iznosila do 5°C, sa povišenom relativnom vlagom zraka. U takvim uvjetima često se na tlu nalazilo malo rose, a mirisi koje ostavlja ranjene divljači ostajali su na tlu i vjetar ih nije raznosio. Takvi uvjeti najčešće se pojavljuju u mjesecu prosincu. Traženje divljači za vrijeme i nakon padanja kiše zasigurno je najteži zadatak za psa i vodiča. U takvim uvjetima ostvareni su najlošiji rezultati na potragama, ispod 50 %. U vremenskim uvjetima kada je snijeg prekrio tlo i kada je temperatura zraka bila ispod 0°C ukupno su provedene 42

### Izvirni znanstveni članek



Slika 1. Odnos mjesto pogotka na tijelu i duljine potrage.

Figure 1. The corelation of the shot placement and the length of the search.

potrage, od kojih su 32 bile uspješne. Traženje ranjene divljači po vjetrovitom vremenu u ovom istraživanju zabilježeno je u samo 4 slučaja, stoga na temelju malog broja uzoraka nije moguće donositi zaključke o utjecaju vjetra na traženje ranjene divljači. Bošković i sur. (2008) smatraju da vjetar ima značajan utjecaj na potragu ranjene divljači, odnosno na rad na krvnom tragu. Naime, u prema istim autorima u nekom slučaju na trag divljači može se dogoditi da vjetar odnesе miris sa traga, što će zbuniti vodiča jer će pas slijediti trag tamo gdje najbolje osjeti miris, a to ne mora uvijek biti tamo gdje vidimo krvni trag divljači.

### 3.5 Utjecaj mesta pogotka u divljač na dužinu traga ranjene divljači

Na udaljenosti 500 m od mjesta ranjavanja oko 80 % pronađene ranjene divljači bilo mrtvo. U tim slučajevima se najčešće radilo o teškim oštećenjima tkiva uzrokovanim pogodcima u područje prsa (lopatice). Navedeno se podudara sa istraživanjem Kelle (2013) koji navodi da tek oko 5 % divljači pogodeno u predjelu prsa odlazi više od 500 m od mjesta nastrela. Između 500 i 1000 m od mjesta ranjavanja pola divljači je bilo živo,

a pola mrtvo. U tim slučajevima divljač je bila pogodena u području trbuha ili stražnjeg dijela tijela (but ili stražnja noge). Navedeni rezultati se podudaraju sa rezultatima istraživanja Rühe i sur. (2005) provedenog u Njemačkoj. Duže potrage od 1000 m u pravilu su završavale sa dugotrajnim pogonom psa, oblajavanjem i zaustavljanjem divljači kako bi se mogao uputiti samilosni hitac. Ukoliko je trag bio duži od 2000 metara od mjesta nastrela u 95 % slučajeva pronađena divljač je bila živa, a ranjavanje je bilo u vidu okrznuća. Istovjetni podatak u svojoj knjizi navode Numßen i Balke (2012). Od ukupnog broja pronađene divljači (241 grlo), njih 128 ili 53 % je pronađeno živo i bilo je potrebno uputiti samilosni hitac.

### 3.6 Mjesto pronalaska ranjene divljači

Na području istraživanja konfiguracija terena i biljni pokrov su izuzetno raznoliki. Više od 50 % ranjene divljači pronađeno je živo, ponekad i nakon 12 i više sati od trenutka ranjavanja, što znači da je divljač bila u mogućnosti birati mjesto zatkona. Jelenska divljač je u 2/3 slučajeva pronađena na otvorenom području: visoka šuma starijih dobnih razreda, bregovit teren, uz jarke

i potoke. Divlje svinje pronađene su u gotovo jednakom omjeru na otvorenim područjima i područjima koja su gusto obrasla vegetacijom. Važno je napomenuti da su divlje svinje pronađene na otvorenom bile uglavnom mrtve ili teško ranjene u nemogućnosti sklanjanja u sigurno područje bara i gustiša. Ovaj podatak nam govori da, iako ranjena, divljač se i dalje drži svojih navika i životnog prostora te sigurnost traži na njoj znamen i sigurnim područjima.

### 3.7 Ekonomski isplativost traženja ranjene divljači

Tijekom provedenog istraživanja evaluirana je vrijednost trofeja i mesa divljači sukladno cjenicima Hrvatskog lovačkog saveza i Hrvatskih šuma d.o.o. Korišteni cjenici najčešće se uzimaju kao standard pri obračunu cijene trofeja i mesa divljači u Hrvatskoj. Masa divljači (u koži, bez utrobe, glave i nogu) evidentirana je prilikom obrade divljači te prema rezultatima istraživanja Konjevića i sur. (2012). Cjenik mesa divljači preuzet je iz kataloga lovišta Hrvatskog lovačkog saveza (Anonymous, 2017). Ukupna masa pronađene jelenske divljači iznosila je 11395 kg, a divljih svinja 7080 kg. Ukupno je pronađeno 19145 kg raznih vrsta divljači što u procijenjenoj vrijednosti iznosi 52.646,50 €. U ovom istraživanju u lovištu „Zapadna Garjevica“ u razdoblju od 6 godina pronađeno je ukupno 79 grla trofejne divljači, a vrijednost trofeja procijenjena je prema cjeniku Hrvatskih šuma d.o.o. za lovišta na području Slavonije (Anonymous, 2017a). Procijenjena vrijednost trofeja pronađene divljači običnog jelena iznosi 114.569,89 €, dok je procijenjena vrijednost pronađenih trofeja vepra iznosi 18.010,75 €. Ukupna vrijednost pronađenih trofeja divljači iznosi je 132.580,64 €. Ukupna vrijednost trofeja i mesa pronađene divljači iznosi 185.227,14 € iz čega možemo zaključiti da je traženje ranjene divljači u razdoblju istraživanja za ovo lovište bilo od iznimno velikog značaja. Važnost upotrebe pasa krvoslijednika i njihov ekonomski značaj u lovištima koja se bave lovnim turizmom potvrđuju Dević i Ristić

(2008) pri čemu navode da je jedan pas u lovištu „Derdap“ (R. Srbija) tijekom 7 godina pronašao divljač u ukupnoj vrijednosti mesa i trofea više od 6.000 €.

### 4 Zaključak

Istraživanje je provedeno u razdoblju od 6 lovnih sezona tijekom kojih su provedene ukupno 363 potrage s 241 pronađenim grлом ranjene divljači. Uspješnost traženja je iznosila 66,39 %. Najviše je tražena jelenska divljač, 205 grla, zatim svinja divlja sa 130 grla dok su jelen lopatar, muflon i srnjak zastupljeni sa manje od 10 % potraga na ukupan broj traženja ranjene divljači. Najviše potraga izrađeno je na temperaturi između 5 i 15°C, a najbolji rezultati potraga postignuti su na temperaturi između -5 i 5°C. U sunčanim i toplim vremenskim uvjetima održano je najviše potraga, njih 150, dok su najbolji rezultati traženja postignuti u sunčano hladnim i oblačno hladnim vremenskim uvjetima. Na udaljenosti do 500 m od mjesta nastrela gotovo 80 % pronađene divljači pronađeno je mrtvo. Takva divljač je smrtno pogodjena u području lopatice ili trbuha. Na udaljenosti većoj od 2000 m, divljač je bila živa u 95 % slučajeva. Takva divljač je pogodjena u području stražnje noge i buta ili se radilo se o raznim okrznućima. Nakon ranjavanja divljač zadržava svoje životne navike te je shodno tome jelenska divljač pronađena na preglednim terenima visokih šuma i brežuljaka, a svinja divlja u gustišima i barama. Tijekom istraživanog razdoblja pronađena je divljač u vrijednosti više od 185.000 € što potvrđuje važnost i ekonomsku isplativost korištenja krvoslijednika u lovištu.

### 5 Summary

The research was conducted over a period of 6 hunting seasons, during which a total of 363 searches were carried out with total of 241 wounded animals found. The search success was 66.39 %. Most searches were after red deer, 205 animals, followed by wild boar with 130 animals, while fallow deer, mouflon and roe deer represented less than 10 % of the total number of searches for wounded game animals. Working on a warm blood trail, up to an

Izvirni znanstveni članek

*hour old, is easier for a dog, and the search success on such trail was 77.7 %. Most searches were performed at a temperature between 5 and 15°C, and the best search results were achieved at a temperature between -5 and 5° C. Most searches were performed during the sunny and warm weather, 150 of them, while the best search results were achieved in sunny cold and cloudy cold weather. Nearly 80 % of the game was found dead at a distance of up to 500 m from the shooting site. Such game was fatally shot in the area of the scapula or abdomen. At distances*

*greater than 2000 m, game was alive in 95 % of cases. Such game has been shot in the hind legs or in some cases just various scratches. After being wounded, the game retains its life habits. Red deer game was found in clean grounds of high forests and hills, and the wild boar in the bushes and marshy ponds. During the researched period game animals in value of more than 185.000 € were found which confirms the importance and cost-effectiveness of using bloodhounds in hunting grounds.*

## 6 Literatura

- Anonymous 2005. Pravilnik o pasminama, broju i načinu korištenja lovačkih pasa za lov. NN 140/05, NN 75/09, NN 143/10.
- Anonymous 2005a. Pravilnik o uvjetima i načinu lova, nošenju lovačkog oružja, obrascu i načinu izdavanja lovačke iskaznice, dopuštenju za lov i evidenciji o obavljenom lov. NN 140/05 i NN 75/09.
- Anonymous 2017. Cjenik odstrjela divljači i usluga u lovnu u državnim lovištima broj III/9 „Grede Kamare“ i VII/5 „Gradina-Krnjača“ od 1. travnja 2017 do 31. ožujka 2018, Hrvatski lovački savez.
- Anonymous 2017a. Cjenik odstrela divljači i usluga u lovnu s važnošću od 1. travnja 2017 do 31. ožujka 2018, Hrvatske šume.
- Anonymous 2019. Pravilnik o lovačkim psima. NN 108/19.
- Bošković, I., Florijančić, T., Opačak, A., Tucak, Z., Puškadija, Z., Gross-Bošković, A. 2008. Utjecaj ekoloških čimbenika na rad pasa po krvnom tragu. Krmiva 50, 3, 129-136.
- Dević, M., Ristić, Z. 2008: Ekonomска opravdanost upotrebe pasa krvoslednika u lovištima, Međunarodni naučni skup u organizaciji Lovačkog udruženja Žagubica, 12-13. maj 2008., Međunarodno savetovanje o krupnim zverima i tragačima po krvi, Zbornik radova, 81-85.
- Fabiani, L. 2009. Barvarji in krvosledništvo. Zlatorogova knjižnica, Ljubljana.
- Kelle, A. 2013. 6000 Nachsuchen - eine Auswertung. Nachsuchenring der BJV - Kreisgruppe Kronach, Verein Dachsbracke e.V.
- Konjević, D., Slavica, A., Janicki, Z., Rokoš, B., Manojlović, L., Krapinec, K. 2012. Prilog poznavanju tjelesnog prirasta jelena običnog na području državnog otvorenog lovišta br. VII/15 "Zapadna Garjevica". MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu, XIV (3), 218-222.
- Kovačec, K. 2011. Statistička analiza traženja nastrijeljene divljači po krvnom tragu u Sloveniji u razdoblju od 2000. do 2010. godine. Završni rad, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac.
- Matijačić, I. 1988. Krvosljednik na tragu (1). Lovački vjesnik, 10, 398-400.
- Numßen, J., Balke, C. 2012. Nachsuchen wie die Profis – Erfolgreich auf der Schweißfährte. BLV Buchverlag, München.
- Pollard, H. B. C. 2007. Fox Hunting – The Mystery of Scent. Read Books, United Kingdom.
- Ruhe, F., Baumgart, A., Riemer, T. 2005. Analyse von Nachsuchen Hannoverscher Schweißhunde unter besonderer Berücksichtigung der Hetzenlänge. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 176(11/12): 212-220.
- Varga, E. 1958. Pas krvosljednik. Lovačka knjiga, Zagreb.

## Dejavniki, ki vplivajo na velikost domačih okolišev poljskih zajcev (*Lepus europaeus*)

### Factors influencing home range size of the European brown hare (*Lepus europaeus*)

Anja Kos<sup>1</sup>, Ivan Kos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lamutova 2, 1000 Ljubljana; anja.blackbird@gmail.com

<sup>2</sup>Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana; ivan.kos@bf.uni-lj.si

#### Izvleček

V zadnjih desetletjih poročajo o drastičnem zmanjšanju številčnosti poljskega zajca (*Lepus europaeus*) po vsej Evropi. Posledično so se začele intenzivne raziskave ekologije zajca, predvsem s področja rabe prostora, da bi se ugotovilo, kakšen način upravljanja s prostorom je potreben za ugodno stanje populacij. V zadnjih dveh desetletjih so ob razvoju telemetrične tehnologije, zlasti možnosti GPS-telemetrije, tovrstne raziskave lažje izvedljive. Raziskave s tega področja se med seboj razlikujejo glede na metode in okolje, v katerem so spremljali osebke, zato sta za predstavitev splošnih bioloških dejstev potrebna sinteza in pregled rezultatov s tega področja. V prispevku smo povzeli dosedanja dognanja o vplivu dejavnikov na velikost domačih okolišev zajcev. Podatki o velikostih njihovih domačih okolišev se gibljejo od 12 do 190 ha. Ugotovljena velikost domačih okolišev je odvisna od mnogih dejavnikov, ki so podrobnejše predstavljeni v pregledu, kot so spol, populacijska gostota, struktura prostora in uporabljene metode. Velikosti dnevnih okolišev se med letom spremenjajo in se razlikujejo med dnevom in nočjo. V Sloveniji obsežnejših raziskav s tega področja ni bilo, kar je deloma posledica finančne in časovne zahtevnosti takih raziskav.

**Ključne besede:** poljski zajec, *Lepus europaeus*, telemetrija, domači okoliš, poljedelstvo, raba prostora

#### Abstract

The populations of the European brown hare (*Lepus europaeus*) have been in decline

throughout Europe for the last decades. As a consequence, intensive studies have been conducted focusing on the ecology of the brown hare and its habitat trying to figure out how to adapt landuse of agricultural landscapes to keep the populations in favourable condition. In the last two decades the development of telemetry, especially GPS telemetry, made the methodology more widely used. Researches differ from each other according to the methods and the environments in which the individuals were followed. Therefore the synthesis of the findings in the research field is necessary. In the paper we compiled findings on the factors influencing home range sizes of european hare. Reported sizes of home ranges are between 12 ha anf 190 ha. Identified sizes of the home ranges depend on many factors, presented in the paper, such as sex, population density, landscape structure and used methods. In Slovenia, only few studies in this field were conducted, partially because of expensive and time consuming methodology.

**Keywords:** European brown hare, *Lepus europaeus*, telemetry, agriculture, habitat use, home range

#### 1 Uvod

Z intenzivnejšimi raziskavami ekologije poljskega zajca (*Lepus europaeus*) so začeli predvsem po opažanju zmanjševanja populacij poljskega zajca v prejšnjem stoletju (npr. Tapper in Barnes, 1986, Smith in sod., 2005, Rühe in Hohmann,

Pregledni znanstveni članek

2004). Da bi razumeli vzroke za zmanjševanja, so raziskovalci začeli intenzivno proučevati njegovo ekologijo, med drugim populacijsko dinamiko (npr. Wincentz, 2009, Potočnik, 2004, Schmidt, 2004) in rabo prostora (npr. Schai-Braun in sod., 2013, Tapper in Barnes, 1986). Velik napredek v možnosti raziskav so prinesle nove tehnologije, sprva dostopnejše metode radiotelemetrije, kasneje tudi GPS-telemetrije, še vedno pa se uporablajo tudi druge metode, npr. transektné metode. Med drugim so razkrile pomen individualnosti posameznih osebkov, kar dodatno povečuje zapletenost proučevanega področja in potrebo po večji previdnosti pri interpretaciji rezultatov (Rühe in Hohmann, 2004).

Kljub novemu znanju ostaja še veliko neraziskanega, ob tem pa večina raziskav izhaja iz območij intenzivnega poljedelstva srednje in zahodne Evrope (Velika Britanija, Švica, Nemčija, Poljska, in druge) (preglednica 1), kjer so značilnosti prostora lahko precej drugačne kot npr. v slovenskem prostoru z manj obsežnim in manj intenzivnim poljedelstvom. Posledično

je pri prenosu ugotovitev iz teh raziskav in pri sprejemanju upravljalnih ukrepov v slovenskem prostoru potrebna velika mera previdnosti. V Sloveniji je bilo le malo raziskav s področja ekologije zajca. Markelj (2013) je v diplomskem delu raziskovala gibanje poljskega zajca v agroekosistemih, Potočnik (2004) pa populacijsko dinamiko te vrste. Še vedno prepogosto ostaja razlog za manjšo raziskanost pomanjkanje finančnih sredstev za telemetrične študije. Za boljše poznavanje vrste in učinkovitejše upravljanje bi bilo treba z novimi, učinkovitejšimi metodami raziskati ekologijo zajca tudi v našem prostoru.

Pripravili smo pregled raziskav, kjer so proučevali velikosti domačih okolišev poljskih zajcev. Osredotočili smo se predvsem na novejše raziskave, objavljene po letu 2000. Članke smo poiskali v spletnih bazah Web of Science, Wiley online library in SpringerLink z iskalnimi besedami home range, brown hare, habitat use. Posamezne članke smo poiskali tudi po omembah v katerem od prvotno najdenih člankov.

Preglednica 1: Primerjava rezultatov velikosti domačih okolišev zajcev med različnimi raziskavami. M – raziskava je bila omenjena v Misiorowska, 2013, U – v raziskavi so uporabili zajce, ki so jih vzredili v obori in nato izpustili na območju raziskave, T – vrsta poljski zajec je na območju raziskave tujerodna. ? – podatek ni dostopen.

Table 1: Comparison of the reported home range sizes of the european hare in published studies. M – study was cited in Misiorowska 2013, S – study was cited in Smith in sod. (2004), U – hares used in the study were raised enclosure-type rearing and released into study area, T – european hare is non native species in the study area. ? – information not available.

Št. os.	Povp. velikost (ha)	Metoda ocene	Metoda spremljanja osebkov	Povp. gostota (/km <sup>2</sup> )	Raba tal na območju	Trajanje študije/intervall	Vir
45	330	Velikost kroga	CMR	?	?	več sezoni	Pielowski, 1979M
10	26	MCP (<100 %)	TEL + nočno opazovanje	?	pašniki, prevladuje govedo	1–14 mesecev	Broekhuizen in Maaskamp, 1982
3	39	MCP (<100 %)	TEL+ nočno opazovanje	?	večinoma poljščine	1–14 mesecev	Broekhuizen in Maaskamp, 1982
5	53	MCP (90 %)	TEL	?	?	vse leto	Parkers, 1984 MT
15	38	harmonična sredina (90 %)	TEL	64	cca. 50% poljščine, drugo trava, 6% pašniki	1–7 mesecev; sep–jan	Tapper in Barnes, 1986

Pregledni znanstveni članek

Št. os.	Povp. velikost (ha)	Metoda ocene	Metoda spremljanja osebkov	Povp. gostota (/km <sup>2</sup> )	Raba tal na območju	Trajanje študije/intervall	Vir
6	37	MCP (100 %)	TEL	?	?	?	Kovacs in Buza, 1992 M
6	45	MCP (100%)	TEL	?	?	?	Kovacs in Buza, 1992 M
6	123	MCP (100 %)	TEL	spomladji 10–20	večinoma poljščine, <6 % travnatih površin, povp. Velikost polja 10 ha	jun–mar / 9–10 mesecev	Reitz in Leonard, 1994
14	44	Kernel (95 %)	TEL	spomladji 10–20	večinoma poljščine, <6 % travnatih površin, povp. Velikost polja 10 ha	Jul–sep / 2,5 meseca	Reitz in Leonard, 1994
20	190	MCP (95 %)	TEL	153	večinoma poljščine, 11% neobdelanih površin, povp. Velikost polja 20ha	maj–sep	Marboutin in Aebsicher, 1996
6	142	MCP (100 %)	TEL	jeseni 100	slano močvirje	apr–maj, dec–jan	Kunst in sod., 2001 T
6	43	MCP (95 %)	TEL	jeseni 100	slano močvirje	apr–maj, dec–jan	Kunst in sod., 2001 T
38	21	MCP (95 %)	TEL	/	večinoma poljščine, 1% neobdelanih površin, povp. Velikost polja 6,5 ha	celo leto/ na 2 meseca	Rühe in Hohmann, 2004
1	40	/	TEL	/	travnik obsegajo 25 %, gozd 23 %, njive 7,5 %	302 dni	Markelj, 2004 U
25	88	MCP (95 %)	TEL	jeseni 10	večinoma poljščine, 4 % neobdelanih površin	eno leto	Misiorowska, 2013 U
9	12	MCP (100 %)	TEL + GPS	jeseni 35	večinoma poljščine, 10% neobdelanih površin, povp. Velikost polja 3,1 ha	maj–sep/ na 1 teden	Schai-Braun in Hackländer, 2014
43	29	MCP (100 %)	TEL	jeseni 16	mešano kmetijstvo, 23 % poljščine, 63% travnatih površin, povp. Velikost polja 6,6 ha	celo leto/ na 1mesec	Smith in sod., 2004
6	133	MCP (100 %)	TEL	/	poljedelstvo in reja drobnice, 13% grmovnih površin, povp. Velikost polja 50 ha	okt–apr	Stott, 2003 T
85	25	MCP (100 %)	TEL	?	mešano kmetijstvo, 25 % travnatih površin	2 meseca	Bradshaw, 1993 S

## 2 Domači okoliš

Domači okoliš zajema prostor, kjer lahko osebek zadovolji svoje potrebe, predvsem po hrani in kritju (Smith in sod., 2004, Tarman, 1992). Največja velikost okoliša je odvisna od energijske bilance in socialne strukture populacije (Rühe in Hohmann, 2004).

Podatki o velikostih domačih okolišev poljskih zajcev se gibljejo od 21 ha do 190 ha. Na variabilnost velikosti domačih okolišev vpliva tudi heterogenost značilnosti prostora (npr. različni posevki) in sprememb v njem kot posledica človeških aktivnosti (npr. sajenje, žetev) (Rühe in Hohmann, 2004, Schai-Braun in Hackländer, 2014).

### 3 Vpliv spola in populacijske gostote

Samci imajo večje domače okoliše kot samice (npr. Misiorowska, 2013, Zaccaroni in sod., 2009, Bray in sod., 2007, Rühe in Hohmann, 2004), a spol pri analizi podatkov mnogokrat ni bil upoštevan. Velikosti domačih okolišev, kjer so spol upoštevali, nakazujejo veliko variabilnost med osebkami in študijami (preglednica 2). Še posebno odstopajo velikosti domačih okolišev posameznih samcev v nekaterih raziskavah, ki imajo mnogo večji domači okoliš od drugih (Misiorowska, 2013, Reitz in Leonard, 1994). Odstopanja bi bila lahko povezana s socialno strukturo populacije (Rühe in Hohmann, 2004).

Različna velikost domačih okolišev med samci in samicami je verjetno odvisna tudi od populacijskih gostot (Bray in sod., 2007). Bray in sod. (2007) so ugotovili, da imajo ob majhnih gostotah samci večje domače okoliše kot samice. Pri večjih gostotah se okoliši samcev zmanjšajo ob

skorajda nespremenjeni velikosti okolišev samic (preglednica 2). To je skladno z rezultati Kunsta in sod. (2001), ki v raziskavi na območju z velikimi populacijskimi gostotami niso potrdili razlik med velikostmi domačih okolišev med spoloma.

Velikost domačih okolišev je obratno sorazmerna s populacijsko gostoto (npr. Rühe in Hohmann, 2004, Bray in sod., 2007, Rühe in Hohmann, 2004, cit. po Späth, 1989), najverjetneje, ker je ob večjih gostotah močnejša intraspecifična kompeticija (Rühe in Hohmann, 2004). Schai-Braun in Hackländer (2014) sta primerjala rezultate predhodnih raziskav (Tapper in Barnes, 1986, Reitz in Leonard, 1994, Smith in sod., 2004, Marboutin in Aebischer, 1996). Povezave med populacijsko gostoto in velikostjo domačega okoliša nista ugotovila. Vendar so njune ugotovitve vprašljive, saj sta primerjala posamezne raziskave, ki so se med seboj poleg populacijskih gostot razlikovale še v drugih dejavnikih - spremenljivkah.

Preglednica 2: Primerjava rezultatov velikosti domačih okolišev zajcev med spoloma. U – v raziskavi so uporabili zajce, ki so jih vzredili v obori in nato izpustili na območju raziskave, T – vrsta poljski zajec je na območju raziskave tujerodna, ? – podatek ni dostopen. f – samice, m – samci.

Table 2: Comparison of the reported home range sizes of the male and female european hares. U – hares used in the study were raised enclosure-type rearing and released into study area, T – european hare is non native species in the study area. ? – information not available. f – female, m – male.

Št. os.	Povp. velikost (ha) – m (n = 5)	Povp. velikost (ha) – f (n = 1)	Metoda ocene	Št. točk/ lokacij	Povp. gostota (/km <sup>2</sup> )	Raba tal na območju	Vir
6	54	33	Kernel (95 %)	221 (14)	10-20 (pomlad)	poljedelska krajina	Reitz in Leonard, 1994
10	18–29	11–45	Kernel (95 %)	povp. 785	?	mešana raba tal	Zaccaroni in sod., 2009
?	23	37	?	?	49 (pomlad)	poljedelsko- živinorejska krajina	Bray in sod., 2007
?	64	39	?	?	14 (pomlad)	poljedelsko- živinorejska krajina	Bray in sod., 2007
25	168 (n = 9)	43 (n = 16)	MCP (95 %)	95 (45–110)	10 (jesen)	poljedelska krajina	Misiorowska, 2013 U
6	25 (n = 3)	30 (n = 3)	MCP (90 %)	povp. 204	100 (jesen)	slano močvirje	Kunst in sod., 2001 T

## 4 Vpliv lastnosti krajine

Zajci imajo v krajini s prevladujočimi intenzivno obdelanimi večjimi polji večje domače okoliše, kot v krajini, kjer prevladujejo pašniki in travniki. To velja kljub dejству, da v poljedelski krajini dosegajo večje gostote (Smith in sod., 2004). Poudarimo pa naj, da skorajda ni raziskav, ki bi ugotavljale velikosti domačih okolišev v manj intenzivno obdelani krajini z večjimi deleži travnikov in pašnikov.

Veliko raziskav nakazuje, da se domači okoliši povečajo ob povečani velikosti ‘domačega’ polja (Reitz in Léonard, 1994, Marboutin in Aebischer, 1996, Schai-Braun in Hackländer, 2014, Rühe in Hohmann, 2004, cit. po Späth, Tapper in Barnes, 1986). Nasprotno Rühe in Hohmann (2004), v raziskavi, kjer je bila velikost polj 3–31 ha, niso potrdili te povezave. Najverjetneje so dobili drugačne rezultate, ker so okoliši zajemali preseke več različnih polj. Pri zelo velikih površinah polj se lahko celo zmanjšanja domači okoliš (Rühe in Hohmann, 2004). Na splošno pa lahko povzamemo, da naj bi povečanje velikosti polj do 20 hektarjev vplivalo na povečevanje domačih okolišev zajcev (Rühe in Hohmann, 2004).

Pozitivna povezava med velikostjo domačih okolišev in velikostjo polj pri manjših poljih bi bila lahko posledica vpliva linearnih struktur, kot so robovi polj (Rühe in Hohmann, 2004), števila habitatnih struktur (Tapper in Barnes, 1986, Rühe in Hohmann, 2004) in dostopnosti poljščin (Rühe in Hohmann, 2004), ki so posledica večje heterogenosti prostora (Schai-Braun in Hackländer, 2014, Smith in sod., 2004). Povezava med velikostjo polj in domačih okolišev je v skladu z ugotovitvami, da zajci v primeru večjih polj razširijo domače okoliše tako, da vključujejo vse potrebne habitatne tipe (Reitz in Leonard, 1994, Stott, 2003; Smith in sod., 2004), ne pa tudi z rezultati avtorjev Tapper and Barnes (1986). Najverjetneje so odstopanja njunih ugotovitev posledica uporabe drugačne metode za oceno domačih okolišev.

Schai-Braun in Hackländer (2014) sta primerjala rezultate predhodnih raziskav (Tapper in Barnes, 1986, Smith in sod., 2004, Marboutin in Aebischer, 1996, Rühe in Hohmann, 2004) in ugotovila, da najverjetneje ni povezave med deležem neobdelanih površin in velikostjo domačega okoliša. Njune ugotovitve temeljijo zgolj na primerjavi rezultatov zelo različnih raziskav, zato bi bile potrebne za potrditev njunih zaključkov dodatne študije.

## 5 Spremebe domačih okolišev med letom

Med letom se spreminja struktura prostora in posledično dostopnost kritja in hrane ter preference prehranjevanja z različnimi poljščinami glede na razvoj posevkov. Spremembe so še posebno izrazite na območju intenzivnega poljedelstva (Rühe in Hohmann, 2004, Tapper in Barnes, 1986). Posledično se velikost domačih okolišev med letom lahko spreminja (Reitz in Léonard, 1994, Misiorowska, 2013, Smith in sod., 2005a) (Preglednica 3), medtem ko Rühe in Hohmann (2004) nista ugotovila razlik med posameznimi deli leta (sezonomi). Možno je, da značilnih razlik v velikosti domačih okolišev niso zaznali zaradi velike individualne variabilnosti in premajhnega vzorca. Prav tako pri delitvi v dvomesečne intervale nista upoštevala obdobja parjenja (Misiorowska, 2013). Tudi Kunst in sod. (2001) v raziskavi, ki je bila izvedena na območju slanega mokrišča, niso ugotovili razlik v domačih okoliših. Območje osrednjega gibanja zajcev v tej raziskavi (izračunano iz 50 % najblžjih si točk) je bilo najmanjše pozimi.

Misiorowska (2013) je v raziskavi zajcev, izpuščenih iz obore, ugotovila, da se velikost domačega okoliša med letom pri samicah ni spremenjala. Pri samcih je bila značilno večja velikost domačega okoliša v pomladansko-poletnem času v primerjavi z jesensko-zimskim. Smith in sod. (2005a) so v raziskavi, kjer prevladujejo pašniki in travniki, ugotovili, da so domači okoliši največji pozimi, najmanjši pa poleti in jeseni. To se razlikuje od ugotovitev

Pregledni znanstveni članek

Preglednica 3: Primerjava rezultatov velikosti domačih okolišev zajcev med letom. (U – v raziskavi so uporabili zajce, ki so jih vzredili v obori in nato izpustili na območju raziskave; f – samice, m – samci).

Table 3: Comparison of the reported home range sizes of the European brown hares in different seasons. (U – hares used in the study were raised enclosure-type rearing and released into study area. ? – information not available. f – female, m – male).

Št. os.	Povp. velikost (ha) ±SD	Metoda ocene	Število točk	Raba tal na območju	Obdobje spremljanja	Vir
14	60 ± 31	Kernel (95 %)	179	poljedeljska krajina	poletje - jesen	Reitz in Leonard, 1996
13	50 ± 39	Kernel (95 %)	179	poljedeljska krajina	jesen - zima	Reitz in Leonard, 1997
16	f = 30 ± 19 / m = 180 ± 169	MCP (95 %)	95 (45-110)	poljedeljska krajina	pomlad - poletje	Misiorowska, 2013U
16	f = 21 ± 10 / m = 52 ± 32	MCP (95 %)	95 (45-110)	poljedeljska krajina	jesen - zima	Misiorowska, 2013U
10–11	64 ± 24	Kernel (95 %)	>30	večinoma travniki in pašniki	zima	Smith, 2005a
10–11	37 ± 28	Kernel (95 %)	>30	večinoma travniki in pašniki	pomlad	Smith, 2005a
10–11	25 ± 15	Kernel (95 %)	>30	večinoma travniki in pašniki	poletje	Smith, 2005a
10–11	21 ± 16	Kernel (95 %)	>30	večinoma travniki in pašniki	jesen	Smith, 2005a

drugih avtorjev, kar je mogoče pripisati drugačnim značilnostim prostora, v kateri je bila raziskava izvedena. Primerjava raziskav spreminjanja domačih okolišev med letom pogosto ni mogoča zaradi različnih delitev v časovne intervale pri analizi ali zaradi spremembe velikosti zajcev le v določenem delu leta.

Kot možne vzroke za spremembo velikosti domačih okolišev med letom v literaturi navajajo spremembe v dostopnosti hrane (Misiorowska, 2013, cit. po Hubert in sod., 1996) in posledično manjšo mobilnost zajcev pozimi zaradi varčevanja z energijo (Kunst in sod., 2001, Misiorowska, 2013, cit. po Hubert in sod., 1996), spremembe v dostopnosti kritja (Smith in sod., 2005a) in spremembe v vedenju v obdobju parjenja (Kunst in sod., 2001, Misiorowska, 2013, Smith in sod., 2005a). Paritveno vedenje je najaktivnejše proti koncu zime in spomladi (Smith in sod., 2005a).

Razen študije Smitha in sodelavcev (2005a) nam ni poznano, da bi bile opravljene raziskave, ki bi podrobneje iskale vzroke za spremembe velikosti domačih okolišev med letom.

Smith in sodelavci (2005a) so v raziskavi prehrane in rabe prostora zajcev, kjer prevladujejo pašniki, utemeljili, da spremembe v razpoložljivosti energijske vsebnosti paše v proučevanem okolju najverjetneje niso vzrok za spremembe velikosti (nočnih) domačih okolišev med letom. V raziskavi so bili največji domači okoliši pozimi, ko je dostopnost hrane najmanjša. Spomladi, ko je bila dostopna energijska vrednost paše sedemkrat večja kot pozimi, so se domači okoliši zmanjšali. To je v nasprotju s trditvami Misiorowske (2013) in deloma Kunst in sod. (2001), da naj bi velikost zimskih domačih okolišev omejevala dostopnost hrane. Spremembe v velikosti domačih okolišev Smith in sodelavci (2005a)

Pregledni znanstveni članek

pojasnjujejo s spremembami v dostopnosti kritja in s spremembami vedenja v času parjenja. Raziskava Smitha in sod. (2005a) se od drugih razlikuje, saj je edina izvedena v krajini, kjer prevladujejo pašniki in travniki. Posledično se značilnosti in dinamika dostopnosti hrane in kritja precej razlikujejo od razmer v poljedeljski krajini.

Veliko zmanjšanje razpoložljivosti hrane in kritja v kmetijski krajini predstavlja žetev poljščin (npr. Rühe in Hohmann, 2004, Tapper in Barnes, 1986). Mnoge raziskave so proučevale vpliv žetve na spremembo velikosti domačih okolišev, vendar se ugotovitve med raziskovalci razlikujejo. Reitz in Leonard (1994) sta ugotovila, da je bila žetev povezana z zmanjšanjem velikosti domačih okolišev. Drugi raziskovalci (Marboutin in Aebischer, 1996, Rühe in Hohmann, 2004) niso ugotovili značilnega vpliva žetve na velikost domačih okolišev. Rühe in Hohmann (2004) sta sklepalna, da se zajci spremembam v dostopnosti hrane in kritja zaradi rasti poljščin prilagodijo v okviru svojega domačega okoliša, kar je skladno z ugotovitvami Schai-Brauna in sodelavcev

(2014), ki so ugotovili, da se po žetvi v krajšem obdobju nočni domači okoliš poveča, dnevni pa se ne spremeni. Spremembu je zelo kratkotrajna, saj je že pri analizi tedenskih domačih okolišev razlika v velikosti domačih okolišev pred žetvijo in po njej opazna samo ob uporabi metode MCP, ne pa tudi po metodi Kernel. Po žetvi se je spremenila raba prostora znotraj domačega okoliša, sprememb lokacije domačega okoliša pa ni bila. Vpliv žetve na spremembe velikosti domačih okolišev je najverjetneje odvisen tudi od drugih dejavnikov (vrsta poljščin, heterogenost prostora, socialna struktura, in drugo), ki bi jih bilo treba podrobnejše raziskati.

Med letom se sezonski okoliši v velikem deležu površine prekrivajo (Misiorowska, 2013, Rühe in Hohmann, 2004). Misiorowska (2013) je ugotovila 60 % prekrivanje med pomladno-poletnimi in jesensko-zimskimi domačemi okoliši pri samicah in 46 % pri samcih. Rühe in Hohmann (2004) sta ugotovila, da se je središče domačega okoliša v povprečju premaknilo za 131 m med dvema dvomesečnima obdobjema.

Preglednica 4: Primerjava rezultatov velikosti domačih okolišev zajcev med obdobjem večje aktivnosti (nočni) in manjše aktivnosti (dnevni). m = mediana; D – interval za izračun je 24h, T – interval za izračun je en teden.

Table 4: Comparison of the reported home range sizes of the european haare during active (night) and inactive (day) period. m = median; D – the interval for calculation was 24h, T – the interval for calculation was seven days.

Št. os.	Povp. velikost (ha) - nočni	Povp. velikost (ha) – dnevni	Metoda ocene	Povp. gostota (/km <sup>2</sup> )	Raba tal na območju	Trajanje študije	Vir
24	61 SE=± 7	46 SE=± 6	MCP (100 %)	/	poljedeljska krajina	jul-sep	Reitz in Leonard, 1997
20	138 SD=± 52	92 SD=± 38	MCP (95 %)	153	poljedeljska krajina	maj-sep	Marboutin in Aebischer, 1996
38	19 SD=± 8	11 SD=± 5	MCP (95 %)	/	poljedeljska krajina	vse leto	Rühe in Hohmann, 2004
9	m = 2,5 SE=±0,28	m = 0,03 SE=±0,03	MCP (100 %)	35 (jesen)	poljedeljska krajina	maj-sep	Schai-Braun in Hackländer, 2014, D
9	m = 11 SE=±1,23	m = 2,9 SE=±0,64	MCP (100 %)	35 (jesen)	poljedeljska krajina	maj-sep	Schai-Braun in Hackländer, 2014, T
43	36 SD=± 26	19 SD=± 13	Kernel (95 %)	16	predvsem pašniki vse leto in travniki		Smith in sod., 2004

## 6 Zvestoba domačemu okolišu in stopnja prekrivanja

Domači okoliši zajcev se med osebki lahko znatno prekrivajo. Zabeleženi so podatki o 51 % oz. 32 % prekrivanju okolišev z drugimi osebki (Kunst in sod., 2001, Rühe in Hohmann, 2004). Rühe in Hohmann (2004) sta ugotovila, da imajo zajci zelo izraženo zvestobo (ang. site fidelity) domačemu okolišu. Posledično verjetno nastaja močna kompeticija in vzpostavitev hierarhije med njimi (ibid.). Podatkov o populacijski gostoti v tej raziskavi ni, čeprav verjetno vpliva na intraspecifične interakcije, ki vplivajo tudi na prekrivanje domačih okolišev.

Zaradi vezanosti na domače okoliše in razmeroma stabilne velikosti domačih okolišev skozi leto lahko v spreminjači poljedelski krajini nastane občasno pomanjkanje virov hrane. Najverjetnejne slabše prehranjevalne razmere nastanejo zgodaj poleti, ko ni mladih posevkov. Takrat sta izrazitejša močnejša intraspecifična kompeticija in plenjenje. To zaradi sovpadanja z obdobjem parjenja, kotena mladičev in dojenja najverjetnejne zmanjša preživetje mladičev (Rühe in Hohmann, 2004).

## 7 Dnevni in nočni domači okoliši

Nočni domači okoliši zajcev so 1,5- do 4-krat večji od dnevnih (npr. Rühe in Hohmann, 2004, Reitz in Leonard, 1994, Marboutin in Aebischer, 1996, Schai-Braun in Hackländer, 2014) (preglednica 4), medtem ko Kunst in sodelavci (2001) razlik med obema niso zaznali. V primeru zelo majhnih dnevnih domačih okolišev so lahko vrednosti nočnih in skupnih (dnevno-nočnih) velikosti okolišev zelo podobne (Schai-Braun in Hackländer, 2014).

Schai-Braun in Hackländer (2014) so se v raziskavi osredotočili na analizo domačih okolišev v krajsih časovnih intervalih. Ugotovili so, da so dnevni domači okoliši (v času neaktivnosti podnevi) v tedenskem intervalu precej večji kot v intervalu 24 ur. To nakazuje, da so zajci čez dan

precej nemobilni, da pa so si mesta počitka med posameznimi dnevi precej narazen (ibid.).

## 8 Vpliv raziskovalne metodologije na rezultate

Za ugotovljene rezultate velikosti domačih okolišev poleg značilnosti prostora in lastnosti opazovanih osebkov in populacije, katere del je osebek (npr. spol, starost, populacijska gostota), je pri interpretaciji rezultatov zelo pomemben tudi vpliv izbrane metodologije proučevanja.

Reitz in Leonard (1994) sta ugotovila, da trajanje študije vpliva na ocenjeno velikost domačega okoliša. Pri daljših študijah je bila tako ocenjena velikost domačega okoliša večja, kar je v skladu z raziskavama Misiorowske (2013) in Schai-Brauna in Hackländerja (2014) ter ugotovitvami, da se domači okoliši med sezonomi le delno prekrivajo (Misiorowska, 2013). Broekhuizen in Maaskamp (1982) povezave med trajanjem spremlynjanja zajcev in velikostjo ocenjenih domačih okolišev nista potrdila, kar pomeni, da so se v tem primeru zajci v krajsem obdobju gibali po celotnem območju domačega okoliša. Podobno lahko na ugotovljeno velikost domačega okoliša vpliva število analiziranih/uporabljenih lokacij. Ob uporabi več lokacij pri izračunu se poveča ocenjena velikost domačega okoliša (Kunst, 2001, cit. po Broekhuizen, 1975, Marboutin and Aebischer, 1996). Idealno število lokacij naj bi bilo tako, da ob povečanju števila vključenih točk ne bi bilo sprememb v povprečni velikosti domačega okoliša. To bi pomenilo, da je bilo v oceno zajeto celotno območje domačega okoliša osebka (Harris in sod., 1990).

Pri izračunu velikosti domačega okoliša je ključna odločitev, katero metodo za izračun izbrati ter kolikšen delež najbližjih si točk upoštevamo v analizi. Primerjava rezultatov študij z različnimi metodami izračuna ni mogoča. Najpogosteje sta v rabi metodi MCP (minimum convex polygon) in metoda Kernel (Worton 1989). Prednost metode minimalnih konveksnih

poligonov – MCP je, da omogoča grobo, a umerjeno primerjavo med študijami, kar z drugimi metodami ni mogoče (Harris in sod., 1990). Posledico uporabe različnih metod in deleža točk prikažejo tudi rezultati Reitz in Leonard (1994). Pri izračunu velikosti domačih okolišev po metodi MCP (100 %) sta ugotovila velikost domačih okolišev 123 ha, pri metodi Kernel (100 %) 109 ha, pri metodi Kernel (95 %) pa 54 ha.

## 9 Zaključek

Poznavanje ekologije zajca je še posebno v zadnjih desetletjih, ko se je njegova številčnost zmanjšala, izjemnega pomena. Na področju poznavanja domačih okolišev zajca je bilo narejenih mnogo raziskav ob uporabi različnih raziskovalnih metod. S tem prispevkom smo pregledali dostopno literaturo in izpostavili pridobljeno znanje ter priložnosti za nadaljnje raziskave.

Velikost domačih okolišev je odvisna od mnogih dejavnikov. Samci imajo kljub velikim razlikam med posameznimi osebkami in raziskavami v povprečju večje domače okoliše kot samice, velikost domačih okolišev pa je obratno sorazmerna s populacijsko gostoto. Na velikost domačih okolišev pomembno vpliva struktura prostora, ki med drugim vpliva na dostopnost hrane in razpoložljivost kritja. Domači okoliši so dinamični, kar pomeni, da se velikost in središče območja gibanja zajcev med letom spreminja in sta manjša podnevi kot ponoči.

Še vedno primankuje raziskav, ki bi uspele celoviteje predstaviti vpliv upravljanja s prostорom na ekologijo poljskega zajca. Posebno redke so raziskave v manj intenzivno obdelanih krajini. Poleg osnovnega ugotavljanja velikosti domačih okolišev imajo dodano vrednost šudije, ki iščejo zakonitosti v povezavah med okoljskimi dejavniki in njihovo velikostjo. Nedvomno je velika potreba po raziskavah v slovenskem prostoru, ki bi lahko v razmerah z drugačnim načinom kmetovanja prinesla drugačna dognanja,

kot jih poznamo sedaj. Žal so študije rabe prostora živali finančno, časovno in tehnično precej zahtevne, kar prepogosto ostaja razlog za neizvajanje takšnih raziskav.

## 10 Povzetek

V delu smo predstavili novejše raziskave, ki se osredotočajo na proučevanje rabe prostora zajcev oziroma določanja velikosti njihovih domačih okolišev. Domači okoliš zajema prostor, kjer lahko osebek zadovolji svoje potrebe, predvsem po hrani in kritju. Podatki o velikostih domačih okolišev poljskih zajcev se gibljejo od 12 ha do 190 ha. Samci imajo v povprečju večje domače okoliše kot samice, velikost domačih okolišev pa je obratno sorazmerna s populacijsko gostoto. Zajci imajo v poljedeljski krajini večje domače okoliše kot v krajini, kjer prevladujejo pašniki in travniki. Na velikost domačih okolišev vpliva struktura prostora, torej kolikšen je delež poljedeljskih in pašnih površin, velikost obdelovanih polj, heterogenost prostora in intenzivnost rabe tal. Med letom se spreminja struktura prostora ter dostopnost virov in kritja, posledično se velikost domačih okolišev med letom lahko spreminja. Nočni domači okoliši zajcev so lahko do 4-krat večji od dnevnih. Na ugotovljene rezultate raziskav lahko vpliva tudi metodologija pridobivanja podatkov, zato je pri izvajaju raziskav in interpretaciji rezultatov potreben ustrezni premislek. Prepoznavanje povezav med dejavniki in velikostjo domačih okolišev otežuje velika variabilnost med posameznimi osebkami, kar je vsaj delno posledica različnega socialnega statusa (spol, starost) osebkov.

## 11 Summary

In this paper, we presented recent findings from researches focusing on habitat use of European brown hares, more explicitly with the size of their home ranges. Home range covers an area, in which an individual can satisfy its needs, especially for food and cover. Reported sizes

of home ranges are between 12 ha and 190 ha. Males have larger average home ranges than females, home range sizes are inversely related to population density. They are larger in agricultural than in pastural landscape, even though population densities are larger in agricultural landscapes. Home range sizes can be influenced by landscape structure, e.g. proportion of agricultural and pastural area, size of fields, heterogeneity of space or intensity of land-use. During the year the structure of space, availability of resources and vegetation

cover changes, consequently there can be changes in the size of home ranges. Night home ranges are up to 4 times larger than daily HR. The methodology used influences the reported home ranges, therefore caution must be taken in conducting a research and interpreting the results. Recognizing correlations between environmental factors and home range sizes is difficult, because of great individual variability, which is at least partially a consequence of different social status between studied individuals

## 12 Viri

- Bray, Y., Devillard, S., Marboutin, E., Mauvy, B., Peroux, R. 2007: Natal dispersal of European hare in France. *Journal of Zoology*, 273(4): 426–434.
- Broekhuizen, S., Maaskamp, F. 1982: Movement, Home Range and Clustering in the European Hare (*Lepus europaeus* Pallas) in The Netherland. *Zeitung für Säugetierkunde*, 47(1): 22–32.
- Harris, S., Cresswell, W. J., Forde, P. G., Trewhella, W. J., Woppard, T., Wray, S. 1990: Home-range analysis using radio-tracking data—a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mamm Rev* 20: 97–123.
- Holley, A. J. F. (1986): A hierarchy of hares: dominance status and access to oestrous does. *Mammal Review*, 16(3-4): 181–186.
- Hutchings, M. R., Harris, S. 1996: The current status of the brown hare (*Lepus europaeus*) in Britain. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, 1–78.
- Kryštufek, B. 1991: Sesalci Slovenije. Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana, 294 str.
- Kunst, P. J., Van der Wal, R., van Wieren S. 2001: Home ranges of brown hares in a natural salt marsh: comparisons with agricultural systems. *Acta Theriologica*, 46(3): 287–294.
- Marboutin, E., Aebscher, N. J. 1996: Does harvesting arable crops influence the behaviour of the European hare *Lepus europaeus*? *Wildlife Biology*, 2: 83–9.
- Markelj, M. 2013: Gibanje poljskega zajca (*Lepus europaeus* P.) v agroekosistemih. Diplomsko delo. Ljubljana, 76 str.
- Misiorowska, M. 2013: Annual and seasonal home range and distances of movements of released hares (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) in Central Poland. *Folia Zoologica*, 62(2): 133–142.
- Potočnik, M. 2004: Izdelava modela populacijske dinamike poljskega zajca (*Lepus europaeus*). Diplomsko delo. Ljubljana, 196 str.
- Reitz, F., Léonard, Y. 1994: Characteristics of European hare *Lepus europaeus* use of space in a French agricultural region of intensive farming. *Acta Theriologica*, 39: 143–157.

Pregledni znanstveni članek

- Rühe, F., Hohmann, U. 2004: Seasonal locomotion and home-range characteristics of European hares (*Lepus europaeus*) in an arable region in central Germany. European Journal of Wildlife Research, 50(3): 101–111.
- Schai-Braun, S. C., Weber, D., Hackländer, K. 2013: Spring and autumn habitat preferences of active European hares (*Lepus europaeus*) in an agricultural area with low hare density. European journal of wildlife research, 59(3): 387–397.
- Schai-Braun, S. C., Peneder, S., Frey-Roos, F., Hackländer, K. 2014: The influence of cereal harvest on the home-range use of the European hare (*Lepus europaeus*). Mammalia, 78: 497–506.
- Schai-Braun, S. C., Hackländer, K. 2014: Home range use by the European hare (*Lepus europaeus*) in a structurally diverse agricultural landscape analysed at a fine temporal scale. Acta theriologica, 59(2): 277–287.
- Schmidt, N. M., Asferg, T., Forchhammer, M. C. 2004: Long-term patterns in European brown hare population dynamics in Denmark: effects of agriculture, predation and climate. BMC ecology, 4(1): 15.
- Smith, R. K., Jennings, N. V., Robinson, A., Harris, S. 2004: Conservation of European hares *Lepus europaeus* in Britain: is increasing habitat heterogeneity in farmland the answer? Journal of Applied Ecology, 41(6): 1092–1102.
- Smith, R. K., Jennings, N. V., Tataruch, F., Hackländer, K., Harris, S. 2005a: Vegetation quality and habitat selection by European hares *Lepus europaeus* in a pastoral landscape. Acta Theriologica, 50(3): 391–404.
- Smith, R. K., Vaughan Jennings, N., Harris, S. 2005b: A quantitative analysis of the abundance and demography of European hares *Lepus europaeus* in relation to habitat type, intensity of agriculture and climate. Mammal review, 35(1): 1–24.
- Stott, P. 2003: Use of space by sympatric European hares (*Lepus europaeus*) and European rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Australia. Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde, 68(5): 317–327.
- Tapper, S. C., Barnes, R. F. W. 1986: Influence of farming practice on the ecology of the brown hare (*Lepus europaeus*). Journal of Applied Ecology, 23: 39–52.
- Tarman, K., 1992: Osnove ekologije in ekologija živali. Državna založba Slovenije, Ljubljana, 547 str.
- Wincentz, T. 2009: Identifying causes for population decline of the brown hare (*Lepus europaeus*) in agricultural landscapes in Denmark. Doktorska dizertacija, Copenhagen, 194 str.
- Worton, B. J. 1989: Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. Ecology, 10: 164–168.
- Zaccaroni, M., Biliotti, N., Calieri, S., Ferretti, M., Genghini, M., Riga, F., ... in Dessì-Fulgheri, F. 2009: Habitat use by brown hares (*Lepus europaeus*) in an agricultural ecosystem in Tuscany (Italy) using GPS collars: implication for agri-environmental management. In: Short communication, published in the act of the conference, IUGB.

## ROBERT ULE

Robert Ule se je po končani maturi na Srednji gozdarski in lesarski šoli kot gozdarski tehnik vpisal na Biotehniško fakulteto v Ljubljani, kjer je diplomiral na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire pod mentorstvom dr. Mihe Krofle in somentorstvom dr. Klemna Jerine na temo Vpliv krmljenja z mrhovino na obiskanost krmišč pri rjavem medvedu (*Ursus arctos*). Po končanem študiju se je zaposlil v družbi Slovenski državni gozdovi, d. o. o. (SiDG). Trenutno je kot delovodja zaposlen v zasebnem gozdarskem podjetju. V lovstvu je aktiven na več področjih, je član Lovske družine Cerknica, predsednik in vodja Notranjskih rogistov, vodnik lovskega psa ter aktivno sodeluje in je sodeloval pri projektih LIFE DINALP BEAR in LIFE Lynx.

## AJA BONČINA

Aja Bončina je leta 2018 diplomirala na Fakulteti za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije (FAMNIT) v Kopru na oddelku za biodiverzitet. Trenutno je vzporedna magistrska študentka Varstva narave in Podatkovne znanosti na tej fakulteti. V letu 2018 je na Nacionalnem inštitutu za biologijo – Morski biološki postaji Piran v sklopu mednarodnega projekta končala zaključno nalogo z naslovom: Identifikacija potencialno toksičnega fitoplanktonskega rodu *Pseudo-nitzschia* v Tržaškem zalivu. Prostovoljno je delala na Veterinarski postaji v Kopru. Leta 2018 je bila vključena v Studentski inovativni projekt za družbeno korist z naslovom Proučevanje biotske pestrosti Kraškega roba kot podlaga za varstvo in prepoznavanje potencialov za trajnostni turizem. Priprava njene zaključne magistrske naloge poteka v sklopu ciljnega raziskovalnega projekta Divjad v naseljih, na cestah in drugih nelovnih površinah: težave, izzivi in rešitve. Aja Bončina je tudi ena izmed organizatorjev Gibanja mladih za podnebno pravičnost, ki si prizadevajo za boljšo prihodnost mladih v smeri bolj trajnostnega gospodarskega razvoja. Trenutno prostovoljno pomaga v laboratoriju za molekularno ekologijo na FAMNIT-u, kjer se izobražuje na področju molekularne ekologije.

## DIANA ŽELE VENGUŠT

Diana Žele Vengušt je diplomirala na Veterinarski fakulteti v Ljubljani, kjer je leta 2008 zagovarjala doktorsko disertacijo s področja farmakokinetike antiparazitarnih zdravil pri damjaku. Zaposlena je na Inštitutu za patologijo, divjad, ribe in čebele na Enoti za zdravstveno varstvo in gojitev divjadi, čebel in akvakultur, ki deluje v okviru Veterinarske fakultete Univerze v Ljubljani. V okviru Nacionalnega veterinarskega inštituta je specialistka za področje bolezni prostoživečih živali in rib, na katerem deluje že več kot petnajst let. Njeno raziskovalno področje obsega proučevanje bolezni in delovanje zdravilnih učinkov pri prostoživečih in gojenih živalih. Uspešno sodeluje z lovsko organizacijo v Sloveniji ter v evropskih in svetovnih združenjih za bolezni prostoživečih živali. Rezultate svojega raziskovalnega in strokovnega dela objavlja v številnih domačih in tujih publikacijah. Aktivno sodeluje v okviru projektov LIFE, kjer deluje na področju zdravstvenega varstva prostoživečih živali.

## ZVONKO NOVOTNY

Zvonko Novotny je leta 2003 v Mašunu v Sloveniji opravil tečaj za vodnike vodnikov psov krkosledcev. Deset let se je profesionalno ukvarjal z lovom kot lovski čuvaj in vodnik psov krkosledcev v odprttem državnem lovišču VII/15, Garjevica v Republiki Hrvaški (lovozakupnik Lovno gospodarstvo Moslavina), ko mu je leta 2001 CIC dodelil prestižno plaketo Edmond Blanc Prise 2001. Na Univerzi v Karlovcu je leta 2018 zaključil strokovni študij lovstva in varstva narave. Zvonko je tudi lovsko-kinološki sodnik Hrvaške lovске zveze, trenutno pa je na začasnom delu v Nemčiji.

## ANJA KOS

Anja Kos je po končani srednji šoli na Gimnaziji Bežigrad obiskovala študij biologije na Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Diplomirala je leta 2018 in študij nadaljuje na magistrskemu študiju Ekologija in biodiverziteta, kjer obiskuje drugi letnik. Je prejemica štipendije Mestne občine Ljubljana za nadarjene. Ob študiju je priložnostno delala tudi v Živalskem vrtu Ljubljana, Botaničnem vrtu Univerze v Ljubljani in v okviru Biotehniške fakultete. Raziskovalno se ukvarja tudi na področju raziskovanja talne favne (strig); na tem področju je sodelovala tudi na mednarodni konferenci. V prostem času se udeležuje mnogih terenskih taborov in popisov. Je aktivna v Jamarskem društvu Železničar, kjer je tudi predsednica.

## **POVABILO ZA OBJAVO V ZLATOROGOVEM ZBORNIKU**

Zlatorogov zbornik je znanstveno-strokovno glasilo Lovske zveze Slovenije, ki izhaja periodično. V glasilu sta objavljeni dve vrsti prispevkov: izvirni znanstveno-strokovni prispevki ter pregledni znanstveno-strokovni prispevki. Prispevki za objavo naj se nanašajo na lovsko tematiko oziroma teme, ki jih obravnavajo tudi komisije Lovske zveze Slovenije.

---

### **Odgovorni urednik**

Odgovorni urednik glasila je prof. dr. Ivan Kos.

---

### **Sestava izvirnega znanstveno-strokovnega prispevka**

Izvirni znanstveno strokovni prispevek ima obliko standardnega formata tovrstnih del in praviloma vsebuje naslednja poglavja:

- naslov (slo, ang)
- podnaslov (slo, ang)
- izvleček (slo, ang) s ključnimi besedami
- uvod
- materiali in metode
- rezultati
- razprava
- zaključki
- povzetek (slo, ang)
- viri

---

### **Struktura preglednega znanstveno-strokovnega prispevka**

Članek naj sledi strukturi preglednega znanstvenega članka in naj praviloma obsega naslednja poglavja:

- naslov (slo, ang)
- podnaslov (slo, ang)
- izvleček (slo, ang)
- uvod
- podpoglavlja
- zaključki
- povzetek (slo, ang)
- viri

---

### **Naslov**

Naslov naj bo v slovenščini in v angleščini.

---

### **Podnaslov**

Podnaslov naj vsebuje podatke o avtorju prispevka ter naslov (naslov pošte in e-naslov).

---

### **Izvleček**

Izvleček naj bo v slovenščini in angleščini; predlagana dolžina je 1500 znakov s presledki.

---

### **Prispevek**

Prispevek naj bo napisan v pisavi Times New Roman, velikosti črk 12, z razmikom 1,5 in naj ne bo daljši od 8 strani.

---

### **Rok za oddajo prispevkov**

Prispevke je treba oddati po pošti na naslov Lovska zveza Slovenije, Župančičeva 9, 1000 Ljubljana ali na e-naslov lzs@lovska-zveza.si.

Prof. dr. Ivan Kos,  
glavni in odgovorni urednik Zlatorogovega zbornika



## **INVITATION TO PUBLISH IN THE GOLDHORN BULLETIN**

*The Goldhorn Bulletin is a scientific expert bulletin of the Hunters Association of Slovenia that comes out periodically. Two types of articles are published in the bulletin: original scientific expert articles and scientific expert reviews. Articles to be published shall refer to the subject of hunting or concern topics discussed by the committees of the Hunters Association.*

### **Editor-in-Chief**

*The Editor-in-Chief of the bulletin is Prof. Dr. Ivan Kos.*

### ***The composition of an original scientific expert article***

*An original scientific expert article follows the standard form of such articles and generally contains the following sections:*

- Title (Slo, Eng)
- Subtitle (Slo, Eng)
- Abstract (Slo, Eng) with key words
- Introduction
- Materials and methods
- Results
- Discussion
- Conclusions
- Summary (Slo, Eng)
- Sources

### ***The structure of a scientific expert review***

*An article shall follow the structure of a scientific review and shall generally contain the following sections:*

- Title (Slo, Eng)
- Subtitle (Slo, Eng)
- Abstract (Slo, Eng)
- Introduction
- Subsections
- Conclusions
- Summary (Slo, Eng)
- Sources

### **Title**

*The title shall be in Slovene and English.*

### **Subtitle**

*The subtitle shall contain data on the author of the article and their contact information (postal address and e-mail address).*

### **Abstract**

*The abstract shall be in Slovene and English; the proposed length is 1500 characters including spacing.*

### **Article**

*The article shall be written in Times New Roman, font size 12 and 1.5 line spacing; the article shall not be longer than 8 pages.*

### **Closing date for the submission of articles**

*The articles must be sent by post to the address: Lovska zveza Slovenije, Župančičeva 9, 1000 Ljubljana, or by e-mail to the address: lzs@lovska-zveza.si.*

*Prof. Dr. Ivan Kos  
Editor-in-Chief of the Goldhorn Bulletin*







## Vsebina/Contents

### Uvodnik/Editorial

Ob izidu šeste številke Zlatorogovega zbornika/  
*Upon the release of the sixth issue of the  
Zlatorogov zbornik/Goldhorn Bulletin*  
Boštjan POKORNY

### Izvirni znanstveni članek/ *Original scientific paper*

2–9 Vpliv dodajanja mrhovine na obiskanost  
krmišč pri rjavem medvedu (*Ursus arctos*)/  
*Effect of adding carrion food on visitation of  
feeding sites by brown bear (*Ursus arctos*)*  
Robert ULE, Miha KROFEL, Klemen JERINA

10–28 Genetska povezanost in sorodstvena  
razmerja evropske srne v modelnem lovišču  
osrednje Slovenije/  
*Genetic connectivity and relativeness of  
European roe deer in the model hunting  
ground of central Slovenia*

Aja BONČINA, Boštjan POKORNY, Martin  
STERNAD, Elena BUŽAN

29–36 Histološke značilnosti breje maternice  
pri košuti (*Cervus elaphus*)/  
*Histological features of pregnant uterus in the  
red deer hind (*Cervus elaphus*)*  
Diana ŽELE VENGUŠT, Gorazd VENGUŠT

37–43 Analiza iskanj obstreljene divjadi na  
območju državnega odprtega lovišča VII/15  
Zapadna Garjevica (RH)/

Analiza potraga za ranjenom divljači na  
području državnog otvorenog lovišta VII/15  
„Zapadna Garjevica“ (RH)/  
*Analysis of the searches for wounded game  
in the open state hunting ground VII/15  
“Zapadna Garjevica” (RH)*

Zvonko NOVOTNY, Krinoslav PINTUR,  
Tomislav DUMIĆ, Nera FABIJANIĆ

### Pregledni znanstveni članek/ *Review scientific paper*

44–54 Dejavniki, ki vplivajo na velikost  
domačih okolišev poljskih zajcev (*Lepus  
europaeus*)/  
*Factors influencing home range size of the  
European brown hare (*Lepus europaeus*)*  
Anja KOS, Ivan KOS