



ZLATOROGOV ZBORNIK

Posebna izdaja, namenjena varstvu in ohranjanju risa

Letnik/volume X, številka/number 10,
strani/pages 1-91, 2024, ISSN 2232-6499



Lovska zveza *Slovenije*

Impresum/Impresum

ZLATOROGOV ZBORNIK/
GOLDHORN BULLETIN

Znanstveno glasilo Lovske zveze Slovenije/*Scientific journal 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*:
Tilen Hvala

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

Recenzenti/*Reviewers*: dr. Glavan Gordana;
dr. Flajšman Katarina; dr. Jerina Klemen;
dr. Kos Ivan; dr. Potočnik Hubert

Lektorica/*Language editor*: Marjetka Šivic

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

Prevodi/*Translation*:
Alkemist, prevajalske storitve, d. o. o.

Tisk/*Print*: Papirus Print d.o.o.

Naklada/*Circulation*: 400 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-obliki 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 ulica 9
SI-1000 Ljubljana
Slovenija
Tel.: 00 386 1 24 10 910
E-naslov: lzs@lovska-zveza.si

Akronim projekta/*Project Acronym*:

LIFE Lynx - Reševanje risa v Dinaridih in jugovzhodnih Alpah pred izumrtjem
LIFE Lynx - Preventing the Extinction of the Dinaric-SE Alpine Lynx Population Through Reinforcement and Long-term Conservation
LIFE 16 NAT/SI/000634

Brezplačen izvod. Tiskan na recikliranem papirju.



ZLATOROGOV ZBORNIK



Lovska zveza Slovenije

Uvodnik

Ob izidu Zlatorogovega zbornika – Posebna izdaja, namenjena varstvu in ohranjanju risa

Spoštovani,

Pred vami je **deseta številka Zlatorogovega zbornika**, znanstvenega glasila s širšega področja lovstva, ki ga izdaja Lovska zveza Slovenije, pod strokovnim vodstvom Strokovno znanstvenega sveta in uredniškega odbora ter ob sodelovanju različnih domačih in tujih recenzentov. Ob zaključku izjemnega mednarodnega **LIFE Lynx projekta** je pričujoča številka posvečena predstavitvi nekaterih rezultatov raziskovanja povezanega z evrazijskim risom - karizmatične evropske mačke. Z varstvom evrazijskega risa so slovenski lovci povezani že več desetletij, saj so bili med pobudniki ponovne naselitve na začetku dvajsetega stoletja izginule vrste v naših gozdovih.

Pobuda o ponovni naselitvi risa v naše gozdove je sledila pomembni značilnosti delovanja slovenskih lovcev. Že z začetki organiziranja slovenskih lovcev pred več kot stotimi leti je bila pomembna tema povezana z varstvom narave, še posebej živalskega sveta (Lavrenčič 1907, Beuk 1919). Razumevanje, sprejemanje in poudarjanje večnamenskosti prizadevanj lovcev se je vedno znova izražala v celovitem pogledu na naravo, s poudarjanjem domovinske pravice obstoja vsem avtohtonim rastlinskim in živalskim vrstam. Tako ne preseneča večkrat ponovljena izjava, da s ponovno naselitvijo risa v slovenske gozdove vračamo naravi tisto, kar smo ji v preteklosti na silo odvzeli. Pri ponovni naselitvi je bilo pomembno povezovanje strokovnjakov (predvsem Janeza Čopa, dipl. biol.) ter kočevskih lovcev, kar se je zelo uspešno nadaljevalo tudi ob izvajanju pravkar končanega projekta LIFE Lynx (<https://www.lifelynx.eu/>). Kompleksno zastavljen LIFE projekt varstva risa je naslovil mnoge ključne izzive nadaljnje ohranitve populacije evrazijskega risa na območju

Dinaridov ter jugovzhodnih Alp. Poleg doselitve novih osebkov in s tem rešitev populacije pred izumrtjem zaradi genetske osiromašenosti, je pomemben del projektnih aktivnosti bil namenjen ljudem, predvsem z vidika ozaveščanja o novih spoznanjih povezanih z biologijo risa, njegovim upravljanjem ter pomenom sodelovanja ljudi pri varstvu narave. Temu sledi tudi tematska številka Zlatorogovega zbornika. V njem predstavljamo nekatera nova spoznanja, pridobljena v času trajanja projekta LIFE Lynx.

Pri upravljanju z živalskimi populacijami je osnovni parameter velikost populacije. Spremljanje njene številčnosti predstavlja osnovo za populacijski monitoring. V članku **Fležarjeve s sodelavci** je tako predstavljena ocena številčnosti risa v Sloveniji, ki je bila prvič izvedena s pomočjo sistematičnega zbiranja podatkov z avtomatskimi kamerami. Metoda je v slovenskih razmerah izvedljiva le s pomočjo široke mreže terenskih sodelavcev – lovcev, ki poznajo lovišče in so v njem redno prisotni. S pripravljenostjo za sodelovanje je tako možno zbrati zadovoljivo število podatkov, ki omogočajo znanstveno korektno oceno populacijskega števila tudi pri tako redkih in v gozdnem prostoru skritih živalih. Na osnovi preko 800 posnetkov risa je bilo tako prepoznanih 24 različnih odraslih risov.

V prispevku **Smolej in sodelavci** so avtorji predstavili rezultate testiranja vzmetnih pasti v živalskem vrtu z namenom uporabe pri zbiranju neinvazivnih genetskih vzorcev risa v naravi. Zbiranje genetskih vzorcev redke vrste v naravi je poseben metodološki izziv, ki omejuje uporabo neinvazivne genetike pri populacijskem

Uvodnik

spremljanju. Izdelana vzmetna priprava za zbiranje dlake se je ob uporabi privabljanjih spojin izkazala za ustrezen način pridobivanja genetskih vzorcev s pomočjo izpuljene dlake.

Prispevek **Hočvarja in Črtaliča** obravnava uporabnost daljinskega spremljanja s pomočjo GPS telemetrije posameznih risov, ki so jih spremljali v okviru projekta LIFE Lynx. Spremljanje preseljenih in domačih osebkov je omogočilo, da smo dobili vpogled v značilnosti njihovega življenja.

Prispevek **Belejeve in sodelavcev** povzema rezultate raziskave odnosa slovenskih lovcev do risa in njegovega upravljanja. Splošno je sprejeto mnenje, da so lovci ključna interesna skupina pri varovanju risa, zato je njihov odnos ključen. Empirično korektno izvedena raziskava njihovega odnosa ter nadaljnjo spremljanje je pomembna osnova za nadaljnje varstvene aktivnosti.

V pričujoči številki smo dodali še dva prispevka, pri katerem je **Al Sayegh Petkovškova s sodelavci** obravnavala problematiko povozov na avtocestah in železniških progah ter vplive

železniške infrastrukture na prostoživeče živali. Problematika infrastrukturnih objektov ter drugih linijskih ovir je pomembna realnost našega prostora in ima pomemben vpliv na upravljanje s populacijami prostoživečih vrst in za nekatere predstavlja pomembno varstveno grožnjo. S povečevanjem prometa, novogradnjami ter tudi modernizacijo prometnih sredstev se problematika povečuje in vsekakor zahteva dodatno pozornost ter tudi izvajanje različnih omilitvenih ukrepov. Sistematična analiza zbranih podatkov je pomembno izhodišče za dogovarjanje in tudi izvedbo učinkovitih omilitvenih ukrepov.

Naj se na koncu uvoda avtorjem zahvalim za poslano prispevke in njihovo konstruktivno sodelovanje. Seveda pa so neprecenljivo delo za končno vsebino prispevkov prispevali recenzentje, ki so se v duhu akademskega pristopa do znanosti odzvali uredniškemu odboru in sprejeli strokoven pregled prispevkov.

Z mislijo na trajno vrednost in splošno dostopnost zapisanih ugotovitev vas vabim, da se z njimi seznanite v čimvečjem številu,

Dr. Ivan Kos

Odnos slovenskih lovcev do risa in upravljanja z njim v letu 2021

Attitude of Slovenian hunters towards lynx and its management in 2021

Bernarda Bele¹, Meta Mavec¹, Tomaž Skrbinšek¹, Aleksandra Majič Skrbinšek¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo,

Izveček

Obstoj velikih zveri je odvisen od uspešnega sobivanja s človekom. Na njihovo ohranjanje vpliva tudi, kako jih sprejemajo posamezne deležniške skupine. Da bi preverili odnos deležnikov do risa v Sloveniji, smo v projektu LIFE Lynx izvedli javnomnenjsko raziskavo, v katero smo kot deležniško skupino vključili tudi lovce. Raziskavo smo izvedli na dinarskem in alpskem območju projekta.

Raziskava, predstavljena v tem članku, je ena redkih o odnosu deležnikov do risa, ki je potekala v našem prostoru. Ugotovili smo, da je v Sloveniji večina lovcev do risa pozitivno naravnana in podpira ohranitev vrste v Sloveniji in da bi to dosegli, podpira dodatne naselitve risov v Slovenijo ter povečanje njihove številčnosti. Lovci zelo nasprotujejo krivolovu risov. Večina meni, da je risov premalo, da bi jih lovili, po drugi strani pa jih slaba četrtina meni, da bi bilo treba določiti redne kvote za njihov odstrel in se do neke mere tudi bojijo, da bi ris vplival na njihove možnosti za lov na parkljasto divjad.

Čeprav ima večina lovcev pozitiven odnos do risa, je ozaveščanje o njegovi ogroženosti pri nas in pomembnosti povečanja populacije še vedno potrebno, ravno tako kot je pomembno izobraževanje o njegovi biologiji in o najnovejših spoznanjih raziskav o vplivu risa na parkljarje. Prav tako je pomembno nadaljevati periodične javnomnenjske raziskave, saj je mogoče na tak način hitro zaznati spremembe v javnem mnenju in se nanje tudi primerno odzvati.

Ključne besede: ris, Lynx lynx, odnos lovcev, odnos deležnikov

Abstract

The existence of large carnivores depends on successful coexistence with humans. Their conservation is also influenced by how they are perceived by different stakeholder groups. In order to examine stakeholder attitudes towards lynx in Slovenia, the LIFE Lynx project conducted a public opinion survey in which hunters were included as a stakeholder group. The survey was conducted among hunters in the Dinaric and Alpine parts of the project area.

The research presented in this article is one of the few studies on stakeholder attitudes towards lynx carried out in our region. We found that the majority of hunters in Slovenia have a positive attitude towards the lynx and support the conservation of the species in Slovenia and additional lynx introductions to Slovenia to achieve this. Hunters are strongly opposed to lynx poaching, and most of them support increasing the abundance of the species in Slovenia. A majority also thinks that there are too few lynx to hunt, while on the other hand almost a quarter of them think that regular quotas for hunting lynx should be set, and to some extent they also fear that lynx would affect their chances of hunting ungulates.

Although most hunters have a positive attitude towards the lynx, there is a need to continue raising hunters' awareness of the endangered lynx population in Slovenia and the importance

of increasing the population, as well as educating them about the lynx's biology and informing them about the latest research on the impact of the lynx on ungulates. It is also important to continue to conduct periodic public opinion surveys, as this allows changes in public opinion to be detected quickly and responded to appropriately.

Key Words: *lynx, Lynx Lynx, attitude of hunters, stakeholder attitude*

1 Uvod

V Sloveniji je evrazijski ris (*Lynx lynx*) zaradi lova, izgube habitata in pomanjkanja plenskih vrst izumrl na začetku 20. stoletja. Po večdesetletni odsotnosti pa so leta 1973 v kočevske gozdove ponovno naselili šest osebkov, ki so osnovali zdajšnjo populacijo. Pri ponovni naselitvi risa v Slovenijo so ključno vlogo odigrali lovci in gozdarji, ki so tudi zaslužni, da v Sloveniji ris sploh živi.

Zdaj je ris strogo zavarovana vrsta, ki jo varujejo nacionalni in tudi mednarodni predpisi.

V Sloveniji je populacija risa majhna in izolirana, zaradi česar prihaja do parjenja v sorodstvu in zmanjševanja genetske pestrosti. Vsaka smrtnost zelo poveča možnost za izumrtje, z vsako smrtnostjo posameznega osebk se poveča tudi zmanjšanje reprodukcije (Strategija ohranjanja in trajnostnega upravljanja navadnega risa (*Lynx lynx*) v Sloveniji 2016–2026, 2016).

Ena ključnih groženj ohranjanja velikih zveri v Evropi je, da jih slabo sprejemajo določene interesne skupine. Pomembna je tudi podpora lovcev, saj jim lahko ris pomeni konkurenco zaradi plenjenja parkljarjev (Boitani in sod., 2015). Na Češkem so raziskovalci zaznali spremembo odnosa lovcev do risa. V primerjavi z letom 2001 je bil leta 2015 odnos lovcev bolj negativen (Červený in sod., 2019). Negativen odnos lovcev do velikih zveri lahko privede

tudi do krivolova, ki je ena največjih groženj populacijam velikih zveri v Evropi. Ker je to nezakonita dejavnost in storilci trupla ubitih živali skrijejo, je težko oceniti, koliko vpliva na posamezne populacije risa v Evropi. Kljub vsemu pa raziskave kažejo, da je krivolov pogost in njegov vpliv je velik. Na Hrvaškem naj bi bil krivolov vzrok za kar 60 % zabeleženih smrtnosti med letoma 1999 in 2013 (Sindičić in sod., 2016), medtem ko je na Švedskem in Norveškem pomenil 46 % smrtnosti (Andrén in sod., 2006). V Švici je prav krivolov vzrok za majhno gostoto tamkajšnje populacije v Švicarskih Alpah (Arlettaz in sod., 2021). Tudi na Poljskem so se kljub zakonski zaščiti pojavljali številni primeri krivolova risa (Bath in sod., 2008). Na Češkem so ugotovili, da je pri njih ravno krivolov najverjetnejši dejavnik smrtnosti, ki preprečuje večanje številčnosti; 10 % anketiranih lovcev je priznalo krivolov na risa (Červený in sod., 2019).

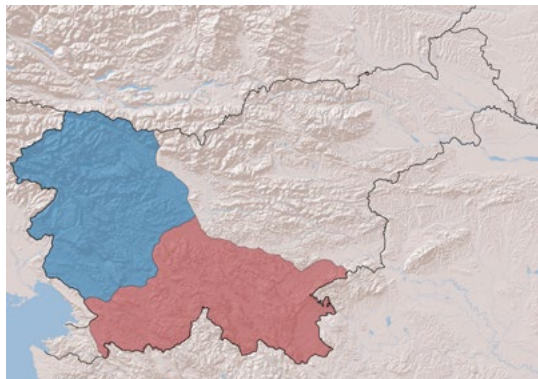
Da bi preverili, kakšen je odnos javnosti in deležnikov do risa in njegovega upravljanja v Sloveniji, smo v okviru projekta LIFE Lynx izvedli javnomnenjsko raziskavo. V tem članku bomo predstavili odnos lovcev s projektnege območja do te vrste in njenega upravljanja ter primerjali odnos lovcev iz Dinaridov in Alp.

2 Metode dela

2.1 Območje raziskave

Javnomnenjsko raziskavo smo izvedli na območju projekta LIFE Lynx, ki smo ga za raziskavo razdelili na alpski in dinarski del (Slika 1). V dinarskem delu je ris pogostejši, medtem ko je v alpskem delu, kljub primernosti okolja, redke oziroma ga do lanskega aprila (2021), ko smo na tamkajšnje območje v okviru projekta naselili pet risov, ni bilo.

Pomembno je izpostaviti, da smo javnomnenjsko raziskavo izvajali ravno v času naselitve prvih risov v alpski del Slovenije.



Slika 1: Območje raziskave v Sloveniji: z modro je pobarvan alpski del, z rdečo pa dinarski.

2.2 Vprašalnik

Pri anketnih vprašanjih je pomembno, da jih vsi anketiranci razumejo na enak način. Anketni vprašalnik je bil sestavljen iz vprašanj, ki so bila večinoma zaprtega tipa, pri katerih so možni odgovori anketirancu ponjeni vnaprej. Vprašalnik je vseboval vprašanja o: splošnem odnosu do risa, prepričanjih o risu, poznavanju risa, odnosu do različnih upravljaljskih ukrepov, demografski značilnosti anketirancev in prepoznavnosti projekta.

2.3 Ciljna skupina in vzorčenje

V javnomnenjsko raziskavo smo vključili lovce, saj so deležniška skupina, na katero vpliva prisotnost risa oziroma so ključnega pomena za njegovo varovanje.

Vzorec lovcev smo pridobili tako, da smo na projektnem območju vsaki od lovskih družin poslali od 3 do 5 vprašalnikov in prosili starešine lovskih družin, naj jih razdelijo med lovce. Za večji odziv smo v paketu skupaj z vprašalniki lovskim družinam poslali tudi zahvalne kartice in prednaslovljene kuverte s plačano poštnino. Lovskim družinam smo tako skupno poslali šeststo vprašalnikov (tristo v dinarskem delu in tristo v alpskem).

2.4 Zbiranje podatkov

Podatke z vrnenih anket smo vnašali v vnaprej pripravljeno preglednico. Ob zaključku zbiranja smo naključno izbrali 3 % vnesenih vprašalnikov, ki smo jih pregledali za določitev napake pri vnašanju, kjer pa nismo zaznali napak.

3 Rezultati

V opisu rezultatov navajamo mnenja anketiranih lovcev na celotnem projektnem območju. Kjer pa navajamo mnenje posebej v dinarskem in posebej v alpskem delu, pa je to izrecno omenjeno.

3.1 Vzorec

V vzorcu smo imeli 193 vprašalnikov lovcev, od katerih jih je bilo 89 z alpskega območja in 104 z dinarskega.

3.2 Socio-demografski podatki vzorca

Kot smo tudi pričakovali, so vzorec lovcev večinoma sestavljali moški. Skupni delež žensk je bil 5,7 %. Na alpskem območju je delež žensk znašal 6,7 %, na dinarskem pa 4,9 %.

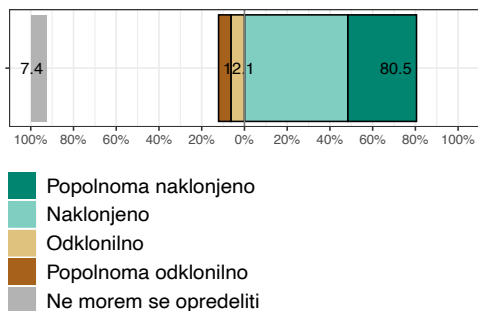
Večina anketiranih lovcev je imela srednješolsko izobrazbo (62 %), sledili sta ji univerzitetna (28,1 %) in osnovnošolska izobrazba (9,9 %). V alpskem delu je imelo univerzitetno izobrazbo 36,4 % lovcev, 58 % jih je imelo srednješolsko in 5,7 % osnovnošolsko. V dinarskem delu je imelo 21,2 % anketiranih lovcev univerzitetno izobrazbo, 65,4 % srednješolsko in 13,5 % osnovnošolsko.

Povprečna starost anketiranih lovcev je bila 53,3 leta. V dinarskem delu je bila povprečna starost 52,3 leta, v alpskem pa 54,6 leta.

3.3 Stališča do risa

Pri prvem vprašanju so anketirani lovci opisali svoj odnos do risa (Slika 2), pri čemer so uporabili

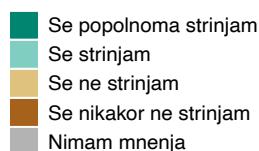
petstopenjsko lestvico (popolnoma odklonilno – popolnoma naklonjeno). Iz rezultatov je razvidno, da so bili lovci večinoma naklonjeni risu (80,5 %).



Slika 2: Kakšno je vaše stališče do risa?

Na dinarskem območju jih je naklonjenost risu izrazilo 91,3 %, v alpskem pa 67,8 %.

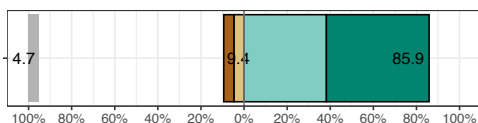
Pri vseh naslednjih trditvah vprašalnika smo uporabljali malce drugačno petstopenjsko lestvico (se nikakor ne strinjam – se popolnoma strinjam) (Slika 3).



Slika 3: Legenda za vse naslednje grafe, predstavljene v rezultatih.

Veliko podporo risu lahko razberemo tudi iz mnenja o trditvi: »Risa je v Sloveniji potrebno ohraniti za prihodnje generacije« (Slika 4). S trditvijo se je namreč strinjalo 85,9 % anketiranih lovcev.

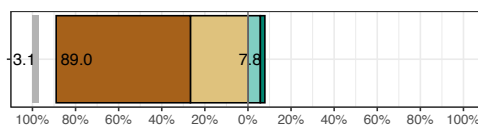
S trditvijo: »Risa je v Sloveniji potrebno ohraniti za prihodnje generacije,« se je v Dinaridih strinjalo 91,3 % lovcev, v Alpah pa 79,5 %.



Slika 4: Risa je v Sloveniji potrebno ohraniti za prihodnje generacije.

3.4 Strah pred risom

Anketirancem smo ponudili trditev: »V gozdu, kjer je prisoten ris, si ne bi upal/a hoditi.« Tako smo želeli ugotoviti, ali anketiranci menijo, da jim risova prisotnost predstavlja nevarnost. Anketirani lovci se s to trditvijo večinoma niso strinjali. Glede na rezultate lahko trdimo, da se večina lovcev zaveda, da ris zanje ni nevaren.

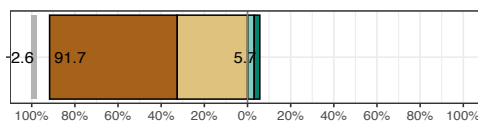


Slika 5: V gozdu, kjer je prisoten ris, si ne bi upal/a hoditi.

S trditvijo, »V gozdu, kjer je prisoten ris, si ne bi upal/a hoditi,« se je v Dinaridih strinjalo le 2,9 % vprašanih lovcev, v Alpah pa 13,6 %.

3.5 Sprejemanje risa v lokalnem okolju

S trditvijo »Ris ne sodi v Slovenijo in ga je potrebno iztebiti« (Slika 6), se velika večina anketiranih lovcev (91,7 %) ni strinjala, kar kaže na željo po njegovi ohranitvi.

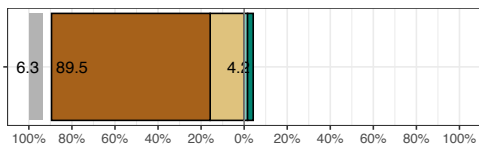


Slika 6: Ris ne sodi v Slovenijo in ga je potrebno iztebiti.

Na dinarskem območju se je s trditvijo strinjalo 2,9 % vprašanih lovcev, na alpskem pa 9 %.

Na trditev »Nezakonito ubijanje (krivolov) risov je upravičeno« (Slika 7) se je večina anketiranih lovcev odzvala z nestrinjanjem (89,5 %), s trditvijo se jih je strinjalo le 4,2%.

Izvirni znanstveni članek

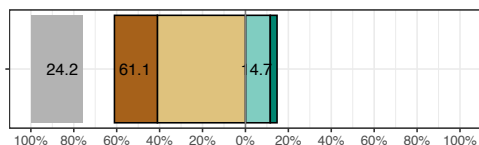


Slika 7: Nezakonito ubijanje (krivolov) risov je upravičeno.

V Dinaridih se je s trditvijo strinjalo le 2,9 % lovcev, v Alpah pa 5,7 %.

3.6 Prepričanja in mnenja o upravljanju populacije risa

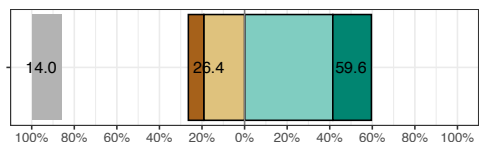
Anketirani lovci se večinoma niso strinjali, da je populacija risa v dobrem stanju (61,1 %). Velik delež je izrazil neopredeljenost glede te trditve, z njo pa se jih je strinjalo 14,7 % (Slika 8).



Slika 8: Populacija risa v Sloveniji je v dobrem stanju.

Zanimivo je, da je bil v Dinaridih (17,6 %) odstotek lovcev, ki so se strinjali, da je populacija v dobrem stanju, večji, kot pa je bil v Alpah (11,4 %). To je po eni strani razumljivo, saj je bil ris v Dinaridih stalno prisoten vse od ponovne naselitve (leta 1973) in mogoče imajo nekateri tamkajšnji lovci zato občutek, da je populacija v dobrem stanju.

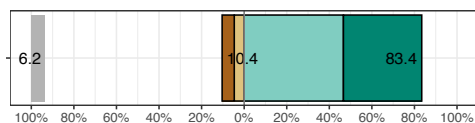
Podpora povečanju številčnosti risa je med anketiranimi lovci znašala 59,6 %, 26,4 % lovcev pa se s povečanjem ni strinjalo.



Slika 9: V Sloveniji bi morali povečati število risov.

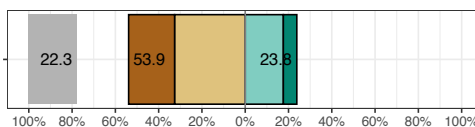
Zanimivo je, da je bila podpora povečanju številčnosti risa v Dinaridih in Alpah popolnoma enaka (59,6 %).

S trditvami »Zaenkrat je v Sloveniji premalo risov, da bi jih lovili« (Slika 10) in »Potrebno bi bilo določiti redne kvote za odstrel risa v Sloveniji« (Slika 11) smo preverili mnenje anketirancev o odvzemu risov. 83,4 % anketiranih lovcev je verjelo, da je risov premalo, da bi jih lovili, 10,4 % pa se jih z mnenjem, da jih je premalo, da bi jih lovili, ni strinjalo. Od tega se jih je v Dinaridih z mnenjem, da jih je premalo, da bi jih lovili, strinjalo 87,5 % anketirancev, v Alpah pa 78,6 %.



Slika 10: Zaenkrat je v Sloveniji premalo risov, da bi jih lovili.

Čprav se je v Sloveniji večina lovcev strinjala, da je risov premalo, da bi jih lovili, pa se jih je 23,8 % tudi strinjalo, da bi bilo treba določiti redne kvote za odstrel, 53,9 % se jih s tem ni strinjalo, 22,3 % pa je bilo glede tega neopredeljenih (Slika 11). Kaže, da se nekateri lovci zavedajo, da je risov premalo, da bi jih lovili, po drugi strani pa vseeno do neke mere podpirajo uvedbo kvot za odstrel.

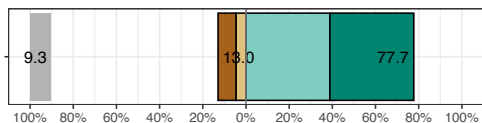


Slika 11: Potrebno bi bilo določiti redne kvote za odstrel risa v Sloveniji.

Pri trditvi o kvotah med dinarskim in alpskim območjem ni bilo večjih razlik v mnenju.

3.7 Dodatna naselitve

Rezultati ankete kažejo, da se je z doselitvijo novih risov (Slika 12) strinjalo 77,7 % anketiranih lovcev, medtem ko znaša delež tistih, ki se s tem niso strinjali, 13 %.

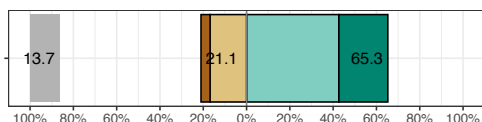


Slika 12: Podpiram doselitev novih risov v Slovenijo za rešitev populacije.

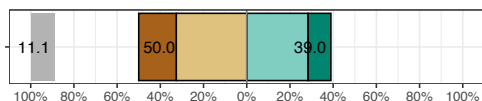
V Dinaridih je doselitev podpiralo 84,6 % anketiranih lovcev, v Alpah pa 69,7 %. Zanimivo je tudi, da jih v Dinaridih doselitve ni podpiralo 7,7 % v Alpah pa 19,1 %.

3.8 Lovstvo in prepričanja o risovem vplivu na planske vrste

Anketirancem smo postavili dve trditvi: »Ris ima pomembno vlogo pri uravnavanju števila srnjadi« (Slika 13) in »Zaradi prisotnosti risa imajo lovci manj priložnosti za lov parkljaste divjadi« (Slika 14). Iz rezultatov lahko spoznamo, da se je 65,3 % lovcev strinjalo o pomembni vlogi, ki jo ima ris pri uravnavanju števila srnjadi, hkrati pa jih je kar 39 % skrbelo, da bodo imeli zaradi risa manj možnosti za lov na parkljasto divjad.



Slika 13: Ris ima pomembno vlogo pri uravnavanju števila srnjadi.



Slika 14: Zaradi prisotnosti risa imajo lovci manj priložnosti za lov parkljaste divjadi (srnjadi in jelenjadi).

V Dinaridih se je 72,8 % anketiranih lovcev strinjalo s pomembno vlogo risa pri uravnavanju števila srnjadi, medtem ko se jih je v Alpah s tem strinjalo 56,3 %. Skrb, da bodo imeli zaradi prisotnosti risa manj možnosti za lov na parkljasto divjad, jih je v Dinaridih izrazilo 36,3 %, v Alpah pa 42 %.

3.9 Poznavanje risa

Rezultati so pokazali, da lovci risa kar dobro poznajo, saj so v povprečju pravilno odgovorili na 78,4 % vprašanj. Na vprašanje, ali je ris v Sloveniji zavarovana vrsta, jih je na primer pravilno odgovorilo kar 97,4 %.

V Dinaridih so v povprečju pravilno odgovorili na 81,1 % vprašanj, v Alpah pa na 75,2 %.

3.10 Seznanjenost s projektom LIFE Lynx

Lovci kar dobro poznajo projekt LIFE Lynx, saj je kar 89,6 % anketiranih lovcev odgovorilo, da so že slišali zanj. Lovska zveza je ena izmed projektnih partnerjev, s čimer lahko tudi razložimo dobro poznanost projekta med anketiranimi lovci.

V Dinaridih je za projekt že slišalo 90,4 % anketiranih lovcev, v Alpah pa 88,6 %.

4 Razprava

V naši raziskavi smo uporabili le deskriptivno statistiko, za poglobljene raziskave bi jo morali nadgraditi. Vseeno iz rezultatov lahko spoznamo, da se velika večina anketiranih lovcev risa ne boji in ima pozitiven odnos do vrste ter podpira njeno ohranitev v Sloveniji. Zelo pozitiven odnos do risa lahko pripišemo vlogi, ki so jo imeli lovci pri ohranitvi risa v Sloveniji, vključenosti in podpori Lovske zveze Slovenije za ohranitev risa ter izobraževanjem o novih spoznanjih, povezanih s stanjem populacije risa. Odnos lovcev do risa v Sloveniji smo spremljali že v prejšnjih raziskavah (Majič Skrbinšek, 2008, Mavec in sod., 2020), rezultati pa kažejo, da odnos ostaja pozitiven skozi daljše obdobje.

Lovci v veliki večini nasprotujejo iztrebitvi in krivolovu risov; z upravičenostjo krivolova se jih je strinjalo le 4,2 %. Številka je sicer majhna, vendar lahko za majhne in izolirane populacije (kakršna je tudi dinarsko-jugovzhodnoalpska

Izvirni znanstveni članek

populacija) mogoče že ena sama oseba, ki svoje ilegalne aktivnosti izvaja strateško, pomeni resno grožnjo (Arlettaž in sod., 2021). V letu 2022 je bil v obravnavi prvi primer suma na krivolov risa, ki pa je bil zaznan le zato, ker je osebek nosil GPS/GSM-telemetrično ovratnico, ki je ob smrti osebk oddala signal o smrti. Domnevamo, da je takih primerov, ki jih ne zaznamo, več.

Da populacija risa v Sloveniji ni v dobrem stanju, meni dobrih 61 % anketiranih lovcev. Večina anketiranih lovcev (59,6 %) podpira povečanje števila risov v Sloveniji, vseeno pa se jih dobra četrtina ni strinjala s povečanjem številčnosti. Zanimivo je, da doselitev novih risov v Slovenijo za rešitev populacije podpira kar 77,7 % vseh vprašanih lovcev, kar je več, kot pa jih podpira povečanje števila risov, čeprav doselitve hkrati pomenijo tudi povečanje števila teh živali. Kaže, da si večina lovcev želi rešiti populacijo risov pri nas, četudi z doselitvami, da pa se jih po drugi strani kar nekaj ne zaveda ogroženosti populacije in pomembnosti njenega povečanja.

83,4 % anketiranih lovcev verjame, da je risov premalo, da bi jih lovili, po drugi strani pa se jih 23,8 % strinja, da bi bilo treba določiti redne kvote za odstrel. Kaže, da lovci do neke mere podpirajo uvedbo kvot za odstrel, čeprav se večina anketiranih lovcev zaveda, da je risov premalo, da bi jih lovili. Lahko sklepamo, da si nekateri v prihodnosti želijo lova, konec koncev ima lov na velike zveri dolgo zgodovino v Evropi, ris pa je ponekod cenjena lovna vrsta (Liukkonen in sod., 2009). V javnomnenjski raziskavi, izvedeni leta 2008 v južni Sloveniji, se je takrat kar dobrih 76 % lovcev strinjalo, da naj se v Sloveniji risa lovi, vendar v omejenem številu in v določeni lovni dobi (Majič Skrbinšek, 2008). V naši raziskavi se precej manj lovcev strinja z rednimi kvotami, kot pa se jih je strinjalo v raziskavi iz leta 2008. Vseeno pa je treba nadaljevati informiranje lovcev o dejanskem številu in stanju populacije risa v Sloveniji in o vplivih ter morebitnih negativnih posledicah odlova na dolgoročen obstoj risov v Sloveniji.

Večina lovcev je menila, da ima ris pomembno vlogo pri uravnavanju števila srnjadi, vendar pa jih je 39 % izrazilo tudi zaskrbljenost glede risovega vpliva na njihove možnosti za lov parkljarjev. Očitno je med lovci do neke mere skrb glede risovega negativnega vpliva na lov, kar so zaznali tudi v tujih raziskavah (Červený in sod., 2019).

Glede na rezultate ankete lahko ugotovimo, da v Sloveniji lovci kar dobro poznajo risa. V raziskavi, ki so jo izvedli na Poljskem, so lovci v povprečju pravilno odgovorili na manj kot 50 % vprašanj (Bath in sod., 2008), medtem ko so lovci v naši raziskavi v povprečju pravilno odgovorili na več kot 78 % vprašanj.

Anketiranimi lovci so na dinarskem in alpskem območju pozitivno naravnani do risa, med območjema pa lahko opazimo razlike v odstotkih tako pri odnosu kot tudi pri strahu. V Dinaridih so namreč izkazali manj strahu in tudi bolj pozitiven odnos do vrste. Mogoče je vzrok v tem, da imajo v Dinaridih lovci več izkušenj z risom, zaradi česar jih ni strah risove prisotnosti, medtem ko alpski lovci zaradi risove nove prisotnosti še nimajo izkušenj. Ris sicer za človeka ni nevaren.

V Dinaridih in v Alpah povečanje števila risov podpira enak delež anketiranih lovcev. Na ravni države je velika podpora doselitvam, je pa v Dinaridih (84,6 %) še večja kot v Alpah (69,7 %). V Dinaridih se s tem, da je risov premalo, da bi jih lovili, strinja večji delež vprašanih lovcev kot v Alpah, kar je zanimivo glede na to, da so bili v zadnjih desetletjih risi stalno prisotni le v Dinaridih, v Alpah pa jih ni bilo. V Dinaridih je večji delež vprašanih lovcev menil, da ima ris pomembno vlogo pri uravnavanju števila srnjadi kot v Alpah. Glede risovega vpliva na možnosti za lov pa so bolj zaskrbljeni v Alpah (42 %) kot v Dinaridih (36,3 %). V Dinaridih so v povprečju o risu pravilno odgovorili na več vprašanj kot v Alpah. Kaže torej, da je znanje anketiranih lovcev boljše v Dinaridih.

Našo javnomnenjsko raziskavo smo izvedli v času ponovne naselitve prvih risov na Gorenjsko. Zato predvidevamo, da ponovna naselitev še ni imela večjega vpliva na rezultate v Alpah. Prav tako so deležniške skupine v Sloveniji v času naselitve aktivno vključene v aktivnosti, poteka pa tudi velika komunikacijska kampanja. Tako je mogoče, da so razlike med slovenskima območjema posledica dolgoletne odsotnosti risa na alpskem območju, zaradi česar so imeli tamkajšnji lovci manj stikov in izkušenj s to vrsto. Morda imajo tisti, ki živijo z velikimi zvermi, več znanja o njih, manj strahu pred njimi in so bolj strpnji (Bath in sod., 2008).

5 Zaključki

Raziskava, predstavljena v tem članku, je ena redkih o odnosu deležnikov do risa. Ugotovili smo, da je v Sloveniji večina lovcev pozitivno naravnana do risa in podpira ohranitev vrste v Sloveniji ter tudi dodatne naselitve risov v Slovenijo. Lovci zelo nasprotujejo krivolovu risov, večina jih tudi meni, da populacija risov ni v dobrem stanju in podpira povečanje številčnosti vrste pri nas. Menijo tudi, da je risov premalo, da bi jih lovili, po drugi strani pa se do neke mere bojijo, da bi ris vplival na njihove možnosti za lov na parkljasto divjad. Lovci imajo precej dobro znanje o risu, saj so pravilno odgovorili na večino vprašanj. Velika večina jih je tudi odgovorila, da so že slišali za projekt, v okviru katerega je nastala ta raziskava.

Zaradi majhnosti in izoliranosti dinarske populacije risov in njene posledične občutljivosti za človeške vplive je kljub pozitivnemu odnosu večine lovcev le-te treba še naprej ozaveščati o risovi ogroženosti in pomembnosti povečanja populacije ter jih izobraževati o njegovi biologiji in ekologiji ter seznanjati z najnovejšimi raziskavami o vplivu risa na parkljarje. Pri ozaveščanju in informiranju je zaradi razlike v mnenju med območjema in ponovnih doselitev risa po dolgoletni odsotnosti vrste na njihovem

območju treba posebno pozornost namenjati lovcem v alpskem delu Slovenije.

6 Povzetek

Ris je strogo zavarovana vrsta, ki jo varujejo nacionalni in tudi mednarodni predpisi. V Sloveniji živi dinarsko-jugovzhodnoalpska populacija evrazijskega risa (*Lynx lynx*). Populacija je zelo ogrožena zaradi majhnega števila osebkov in parjenja v sorodstvu. Vsaka smrtnost zelo poveča možnost za izumrtje, z vsako smrtnostjo posameznega osebkpa pa se zmanjša tudi reprodukcija (Strategija ohranjanja in trajnostnega upravljanja navadnega risa (*Lynx lynx*) v Sloveniji 2016–2026, 2016).

Ena od ključnih groženj ohranjanju risa v Evropi je, da ga slabo sprejemajo določene interesne skupine. Da bi preverili, kakšen je odnos deležnikov do risa in njegovega upravljanja v Sloveniji, smo v okviru projekta LIFE Lynx izvedli javnomnenjsko raziskavo, v katero smo kot pomembne deležnike vključili lovce s projektne območja.

Ugotovili smo, da je v Sloveniji večina lovcev pozitivno naravnana do risa in podpira ohranitev vrste v Sloveniji ter za doseg tega cilja tudi dodatne naselitve risov v Slovenijo. Lovci zelo nasprotujejo krivolovu risov, večina jih tudi meni, da populacija risov ni v dobrem stanju in podpirajo povečanje številčnosti vrste pri nas. Menijo, da je risov premalo, da bi jih lovili, po drugi strani pa se do neke mere tudi bojijo, da bi vplivali na njihove možnosti za lov na parkljasto divjad. Lovci imajo precej znanja o risu, saj so pravilno odgovorili na večino vprašanj.

Na dinarskem in alpskem delu območja raziskave je bilo splošno mnenje lovcev o risu in dodatni naselitvi osebkov te vrste pozitivno, so pa razlike v odstotkih med obema območjema. Kaže namreč, da so v Dinaridih risu še bolj naklonjeni kot v Alpah.

7 Summary

*The lynx is a strictly protected species, protected by both national and international regulations. Slovenia is home to the Dinaric population of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*). The population is severely threatened because of its low number of individuals and inbreeding. Each mortality therefore greatly increases the chance of extinction, and each individual mortality also increases the reproductive decline (Strategija ohranjanja in trajnostnega upravljanja navadnega risa (*Lynx lynx*) v Sloveniji 2016–2026, 2016).*

One of the key threats to lynx conservation in Europe is the low acceptance of lynx by certain stakeholders. In order to examine stakeholder attitudes towards lynx and lynx management in Slovenia, the LIFE Lynx project conducted a public opinion survey involving hunters from the project area as important stakeholders.

We found that the majority of hunters in Slovenia have a positive attitude towards the lynx and support the conservation of the species in Slovenia and additional lynx introductions in Slovenia to achieve this. Hunters are strongly opposed to lynx poaching, and most of them also believe that the lynx population is not in good condition and support increasing the abundance of the species in Slovenia. They believe that there are too few lynx to hunt them, but to some degree also fear that the lynx will affect their chances of hunting ungulates. They are quite knowledgeable about the lynx, answering most of the questions correctly.

In both the Dinaric and Alpine parts of the study area, hunters' general opinion of the lynx and the additional introduction of lynx was positive, but there were differences in the percentages between the two areas, with lynx seeming to be even more favoured in the Dinarides than in the Alps.

8 Viri

Andrén, H., Linnell, J. D. C., Liberg, O., Andersen, R., Danell, A., Karlsson, J., in sod., 2006. Survival rates and causes of mortality in Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in multi-use landscapes. *Biol. Conserv.* 131, 23–32.

Arlettaz, R., Chapron, G., Kéry, M., Klaus, E., Mettaz, S., Roder, S., Vignali, S., Zimmermann, F., Braunisch, V., 2021. Poaching Threatens the Establishment of a Lynx Population, Highlighting the Need for a Centralized Judiciary Approach. *Frontiers in Conservation Science*, 2.

Bath, A., Olszanska, A., Okarma, H., 2008. From a Human Dimensions Perspective, the Unknown Large Carnivore: Public Attitudes Toward Eurasian Lynx in Poland, *Human Dimensions of Wildlife*, 13:1, 31–46.

Boitani, L., Alvarez, F., Anders, O., Andren, H., Avanzinelli, E., Balys, V. et al., 2015. Key actions for Large Carnivore populations in Europe. Report to DG Environment, European Commission, Bruxelles.

Červený, J., Krojerová-Prokešová, J., Kušta, T., Koubek, P., 2019. The change in the attitudes of Czech hunters towards Eurasian lynx: Is poaching restricting lynx population growth? *Journal for Nature Conservation*, 47, 28–37.

Liukkonen, T., Mykrä, S., Bisi, J., Kurki, S., 2009. Conflicts and compromises in Lynx Lynx lynx conservation and management in Finland. *Wildlife Biology*, 15, 165–174.

Majič Skrbinšek, A., 2008. Stališče širše javnosti in lovcev do risa. Opisna analiza rezultatov anketne raziskave. Izdelano v okviru Interreg IIIA, projekt DinaRis.

Mavec, M., Majič Skrbinšek, A., Skrbinšek, T., 2020. Odnos slovenske javnosti in interesnih skupin do risa in upravljanja z njim. Akcija A.7 projekta Reševanje risa v Dinaridih in jugovzhodnih Alpah pred izumrtjem. Izdelano v okviru projekta LIFE Lynx.

Sindičić, M., Gomerčić, T., Kusak, J., Slijepčević, V., Huber, Đ., and Frković, A., 2016. Mortality in the Eurasian lynx population in Croatia over the course of 40 years. *Mamm. Biol.* 81, 290–294.

Strategija ohranjanja in trajnostnega upravljanja navadnega risa (*Lynx lynx*) v Sloveniji 2016–2026: 41 str.

Vplivi železniške infrastrukture na prostoživeče živali: opredelitev dejavnikov bariernega učinka

The impact of railways on wildlife: Identifying factors related to barrier effects

Samar Al Sayegh Petkovšek¹, Klemen Kotnik¹, Boštjan Pokorny^{1,2}

¹ Fakulteta za varstvo okolja, Trg mladosti 7, Velenje

² Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana

Izvleček

Železniški promet ponovno postaja vodilni globalni kopenski transportni sistem. Praviloma je ekonomsko in okoljsko sprejemljivejši od drugih vrst transporta. Vendar tudi železniški promet in infrastruktura povzročata različne okoljske težave, ki jih ne smemo prezreti. Prepoznani so štirje osnovni tipi vplivov železniške infrastrukture na prostoživeče živali, ki skupaj povzročajo velik barierni učinek: (i) fizična in vedenjska ovira; (ii) motnje zaradi hrupa, vibracij, onesnaženja in prisotnosti ljudi; (iii) izguba, sprememba in drobljenje (fragmentacija) habitatov ter (iv) povečana umrljivost zaradi trkov živali z vlaki. Navedeni vplivi so pogosto prepleteni in jih težko ločimo med seboj; zaradi sinergističnih učinkov posameznih dejavnikov je lahko skupen negativen vpliv na prostoživeče živali še večji. Med vplivi smo se osredotočili na trke vlakov z večjimi vrstami sesalcev, ki so pomemben dejavnik umrljivosti parkljarjev in zveri (zlasti medvedov). V zadnjem obdobju se število trkov povečuje zaradi povečane intenzivnosti železniškega prometa in posodobitve železnic, saj so vlaki vse tišji in manj robustni ter zato za živali manj opazni. Posledično so trki z večjimi vrstami sesalcev bolj moteči tudi za ljudi (povzročena večja škoda; zamude v prometu). Pričujoči pregledni članek je prispevek k zavedanju pomena poznavanja vplivov železniške infrastrukture na prostoživeče živali, kar je pogosto spregledano v nacionalnem raziskovalnem prostoru in tudi globalno.

Ključne besede: železniška infrastruktura, barierni učinek, trki prostoživečih živali z vlaki

Abstract

Rail transport is once again emerging as the leading global land transport system. It is generally considered more environmentally and economically friendly than other types of transport; however, railways also cause a range of environmental problems, which should not be ignored. The following broad types of impacts, causing a barrier effect, are identified: (i) physical and behavioural barriers; (ii) disturbance from traffic noise, vibration, chemical pollution and human presence; (iii) habitat loss and fragmentation, and (iv) increased mortality due to animal collisions with trains. The various sources of railway barrier effects are often closely related and it is difficult to separate them; due to the synergistic effects of individual factors, the overall negative impact on wildlife can be even greater (ibid.). Among the impacts shown, we focused on train collisions with large mammals, which contribute significantly to the mortality of ungulates and bears. In recent years, the number of collisions has been increasing due to the increased intensity of rail traffic and the modernisation of railways, as trains are becoming quieter and less robust and therefore less noticeable to animals. As a result, collisions with large mammals are also more disruptive to humans (damages and traffic delays). This article

contributes to the awareness of the importance of knowledge regarding the impacts of railway infrastructure on wildlife, a topic often overlooked on both the national and global scales.

Keywords: railways, barrier effect, wildlife-train collisions

1 Uvod

Železniški promet ponovno postaja vodilni globalni kopenski transportni sistem (Dulac, 2013; Popp in Boyle, 2017). Praviloma je ekonomsko in okoljsko sprejemljivejši od drugih vrst transporta. Vendar pa tudi železniški promet in infrastruktura povzročata različne okoljske težave, ki jih ne smemo prezreti. Med njimi je zelo pomemben vpliv na prostoživeče živali in biotsko raznovrstnost. Železniška infrastruktura negativno vpliva na prostoživeče živali predvsem zaradi t. i. bariernega učinka (učinka ovir oz. pregrad). Le-ta onemogoča oz. zmanjšuje premike prostoživečih živali (iskanje hrane, zatočišč in razmnoževanja), ki so eden ključnih pogojev za dolgoživost populacij (Dorsey in sod., 2015; Heske, 2015; Barrientos in Borda-de-Agua, 2017; Borda-de-Agua in sod., 2017; Santos in sod., 2017; Potočnik in sod., 2019).

Prepoznani so štirje osnovni tipi vplivov železniške infrastrukture na prostoživeče živali, ki skupaj povzročajo velik barierni učinek: (i) fizične in vedenjske ovire; (ii) motnje zaradi hrupa, vibracij, onesnaženja in prisotnosti ljudi; (iii) izguba, sprememba in drobljenje (fragmentacija) habitatov ter (iv) povečana umrljivost zaradi trkov živali z vlaki. Navedeni vplivi so pogosto prepleteni in jih težko ločimo med seboj; zaradi sinergističnih učinkov posameznih dejavnikov je lahko skupen negativen vpliv na prostoživeče živali še večji (Borda-de-Agua in sod., 2017).

Pričujoči pregledni članek je prispevek k zavedanju pomena poznavanja vplivov železniške infrastrukture na prostoživeče živali, ki je tema, pogosto spregledana globalno (Popp in Boyle, 2017)

in tudi v nacionalnem raziskovalnem prostoru. Popp in Boyle (2017) sta analizirala znanstvene članke v obdobju dvajsetih let v štirinajstih pomembnih znanstvenih revijah in ugotovila, da 259 člankov raziskuje vplive cest na prostoživeče živali; v istem obdobju pa so se avtorji le v sedemnajstih člankih ukvarjali z raziskavami o vplivu železnice na živali. Glavni vzrok je pomanjkanje tovrstnih raziskav, kar posledično prispeva k manjšemu razumevanju vpliva železnic na prostoživeče živali ne glede na dejstvo, da železniški promet pridobiva na pomenu in obsegu (*ibid.*). Pričujoči članek pomeni eno prvih predstavitev tovrstne problematike v slovenskem raziskovalnem prostoru in je lahko osnova za pravilno načrtovanje in uvedbo omilitvenih ukrepov za zmanjšanje bariernega učinka železniške infrastrukture ter za zagotovitev ekoloških koridorjev prostoživečim živalim.

2 Material in metode

Opravili smo pregled in sintezo literature, ki obravnava vplive železniške infrastrukture na prostoživeče živali (s poudarkom na parkljarjih in zvereh), upošteva zlasti prvo pomembno pregledno delo Railway Ecology (Borda-de-Agua in sod., 2017) in novejša raziskave (npr. Gilhooly in sod., 2019; Mattson, 2019; Pollock in sod., 2019; St. Clair, 2020; Backs in sod., 2017, 2022). V preglednem članku smo se osredotočili na povečano umrljivost večjih vrst sesalcev zaradi trkov z vlaki, ki poleg pomembnega vpliva na umrljivost populacij parkljarjev in medvedov povzročajo tudi zamude v železniškem prometu in škodo na železniški infrastrukturi.

3 Železniška infrastruktura kot fizična in vedenjska ovira

Železniška proga je fizična ovira, ko je osebek ne more prečkati. Ko progo lahko prečka, vendar se ji zaradi neugodnih razmer in zaznanega tveganja izogne, pa govorimo o vedenjski oviri (Barrientos in Borda-de-Agua, 2017). Kot

fizična ovira najbolj vpliva na manjše vrste, ki so slabo mobilne (npr. želve) in/ali se sezonsko selijo ter premikajo vsak dan (npr. dvoživke) čez železniške proge in v njihovi okolici. Tako npr. različne vrste želv, kot sta karolinska škatlarica (*Terrapena carolina*) in grška kornjača (*Testudo hermanni*), ne morejo preplezati železniških tirnic in pogosto ostanejo ujete na tirih, kar jih vodi v smrt (Kornilev in sod., 2006; Iosif, 2012). Med dvoživkami je najbolj prizadeta vrsta navadna krastača (*Bufo bufo*), ki je najmanj mobilna vrsta med brezrepimi dvoživkami (red Anura) (Budzik in sod., 2014). Pogosto jih oslepijo luči prihajajočega vlaka in zmotijo (ustavijo) njihovo premikanje. Umrljivost navadnih krastač povečuje tudi dejstvo, da pogosto ostanejo ujete med tirnicami (*ibid.*). Za večino velikih sesalcev železniški tiri niso fizična ovira; neprehodna ovira je le, če je obdana z ograjo ali če je intenzivnost prometa izredno velika (Potočnik in sod., 2019).

Obnašanje čmrljev (*Bombus impatiens*; *B. affinis*) je primer vpliva železniške infrastrukture na vedenje. Čmrlji neradi prečkajo železniške proge; ko priletijo do njih, se obrnejo in vrnejo v gnezda oziroma panje (Bhattacherya in sod., 2003). Nasprotno lahko metulji vrste gozdni vratar (*Pyronia tithonus*) brez težav prečkajo hitro železnico in se vrnejo (Vandeveldt in sod., 2012). Jasnejši in izrazitejši je vpliv železnic na vedenje velikih sesalcev. Tako je, npr., spremljanje obnašanja mongolske gazele (*Procapra gutturosa*) potrdilo, da železniška infrastruktura ovira prostorske premike te vrste, saj gazele večinoma ne prečkajo železniških prog, čeprav bi jih lahko. Ker se ne selijo v zimska prebivališča, bogatejša s hrano, se poveča umrljivost živali (Ito in sod., 2013). Podobno vedenje, tj. izogibanje prečkanju brez fizičnega razloga za to, so opazili pri sajgi (*Saiga tatarica*) v Kazahstanu (Olson, 2013; Olson in van der Ree, 2015).

Železniška proga ni le vedenjska ovira, ampak pogosto vpliva na vedenje živali večplastno.

Železniška infrastruktura namreč lahko vpliva na vedenje živali zaradi povečevanja dostopnosti prehranskih virov ob progah in izkoriščanje železniške proge za lažje premikanje (Dorsey in sod., 2015; Pollock in sod., 2017, 2019). Vedenje medvedov ob pacifiški železnici, ki poteka skozi gorata in gozdnata območja narodnih parkov Banff in Yoho, so v zadnjih desetletjih raziskali natančneje. Z izotopsko analizo dlake grizljev (*Ursus arctos horribilis*) so ugotovili, da se nekateri medvedi prehranjujejo z ostanki povoženih živali in/ali z rastlinami, ki rastejo ob robu železnice (Hopkins in sod., 2014). Opazili so, da grizlije in črne medvede (*Ursus americanus*) privlačijo robovi oziroma prostorski pasovi ob železniških progah, ker so bogati z jagodičjem (Gibeau in Herrero, 1998; Pollock in sod., 2017, 2019). Med letoma 2000 in 2016 so spremljali gibanje medvedov s pomočjo GPS-telemetrije. Ovratnice so namestili 27 grizlijem in potrdili, da obstajata časovni in prostorski vzorec gibanja grizljev ob železniških progah in na njih. Najpogosteje so se medvedi zadrževali ob železnici spomladi in jeseni; ugotovili so, da sta najpomembnejša dejavnika prehranjevanje vzdolž železniških prog in prisotnost primerne hrane (npr. jagodičje, praproti). Presenetljivo so se medvedi zadrževali ob železnicah večinoma podnevi, kljub večji možnosti srečanja z ljudmi (Pollock in sod., 2019). Hkrati so Gangadharen in sod. (2017) potrdili, da se medvedi pogosto prehranjujejo tudi z žiti (še posebno s koruzo), ki padajo z vagonov. Rastros žit z vagonov povečuje tudi številčnost malih sesalcev in njihovih plenilcev, npr. kojotov (*Canis latrans*), ob železniških progah (Wells, 1999).

Železniška infrastruktura lahko olajša premikanje živalim in jim omogoča boljše izrabo energije. Navadna lisica (*Vulpes vulpes*) in volk (*Canis lupus*) se hitreje gibljeta vzdolž linijske infrastrukture in uspešneje plenita (Latham in sod., 2011; Dickie in sod., 2017). To je še zlasti pomembno v gorskih območjih, kjer relief pogosto otežuje gibanje živalim. Tako se, npr., losi (*Alces alces*) in volkovi v Kanadi ter losi

in evropska srna/srnjad (*Capreolus capreolus*) na Švedskem (Paquet in Callaghan, 1996; Eriksson, 2014) premikajo vzdolž železniških prog v globokem snegu, rjavi medvedi (*Ursus arctos*) pa na strmeh terenu (Kaczensky in sod., 2003; Pollock in sod., 2019). Uporaba železnice kot »transportne poti« hkrati potencialno vpliva na večjo umrljivost živali. Tiste, ki se pogosto gibljejo oz. potujejo vzdolž železniških prog, so namreč ranljivejše (večja možnost trkov z vlakom) v primerjavi z drugimi osebki, ki železniške proge le prečkajo in se tam zadržujejo krajši čas (Pollock in sod., 2019).

4 Motnje zaradi hrupa, vibracij in onesnaževanja

Motnje zaradi hrupa, vibracij, onesnaženja in prisotnosti ljudi vplivajo na populacije prostoživečih živali, ki živijo v bližini železniške infrastrukture, in prispevajo k bariernemu učinku. Motnje se pojavljajo v času gradnje in med obratovanjem železniških prog. Prvim so, zaradi kratkotrajnosti, namenili manj raziskav, kljub opaznemu vplivu na prostoživeče živali. Čeprav je bila gradnja železniške infrastrukture na Kitajskem ustavljena v času selitev tibetanske antilope (*Pantholops hodgsonii*), živali niso uporabljale prehodov za živali zaradi spremenjenega okolja (gradbeni stroji, izkopi). Vendar se je ta vrsta po končanju del prilagodila in začela uporabljati prehode za živali (Yang in Xia, 2008).

Med dolgotrajnimi motnjami med obratovanjem, ki predstavljajo barierni učinek, je najpomembnejši hrup z vibracijami, ki ga povzročajo vlaki in se spreminja glede na: (i) intenzivnost prometa, vrsto tračnic, tip lokomotiv in vagonov; (ii) vrsto krajine oziroma topografijo (odprta krajina, doline, gozdna krajina itn.); (iii) vreme in strukturo ter vrsto okoliške vegetacije. Na širjenje vibracij vplivajo geološke značilnosti in sestava tal. Motnje zaradi hrupa na vplivnem območju železniške infrastrukture so opazne zlasti zaradi odsotnosti vegetacije ob železniških progah

in zaradi spreminjanja frekvenc zvoka. Slabša slišanost vlakov lahko prispeva k več trkom s prostoživečimi živalmi, ker le-te ne morejo razviti pravočasnega izogibalnega vedenja (Bucks in sod., 2022).

Raziskave so pokazale različno občutljivost posameznih vrst živali na hrup. Na Nizozemskem so, npr., opazili zmanjšano vrstno pestrost močvirskih ptic tik ob železniški progi (Waterman in sod., 2002). Nasprotno je bila v gozdovih na Poljskem vrstna pestrost gozdnih ptic večja bližje progi (Wiacek in sod., 2015), v brazilskih gozdovih pa hrup ni vplival na male sesalce, najverjetneje zaradi manjšega prometa (Cerbocini in sod., 2016).

Onesnaženost zraka zaradi železniške infrastrukture povzročajo dizelske lokomotive, zaviralni sistemi in prah, ki lahko nastaja zaradi transporta razsutega tovora. Glavni izpusti dizelskih lokomotiv so CO₂, metan (CH₄), CO, NO_x, NO₂, SO₂, hlapne organske spojine, prašni delci itn. Izpusti se lahko kopičijo v tleh, dodatna nevarnost so izpusti goriv in nesreče pri transportu različnega materiala, še posebno nevarnih snovi. Poleg onesnaževanja tal lahko nastane tudi onesnaženje vodnih virov. Onesnaženo okolje lahko na živalske populacije vpliva neposredno ali posredno (prek vnosa onesnažil v prehranjevalno verigo). Tako so koncentracije pesticidov in herbicidov, s katerimi pršijo železniške tire, zelo velike in pogosto smrtno za vodno živalstvo, še posebno za ribe. Ugotovili so, da traja 6–48 mesecev, da se koncentracija pesticidov (npr. *imazapyr*, *diuron*) v okolju zmanjša na polovico (Vo in sod., 2015).

5 Izguba, sprememba in drobljenje habitatov

Linearna infrastruktura je ena izmed največjih globalnih groženj biotski raznovrstnosti, vključno z izgubo in drobljenjem (fragmentacijo) habitatov. Gosta prometna omrežja drobijo

habitata na manjše habitatske krpe, ki so pogosto tako izolirane druga od druge, da imajo osebkoma malo možnosti, da bi uspešno prehajali med njimi in si izmenjavali genetski material. Slednje vodi do ogroženosti in/ali celo do izumrtja vrst (Iuell in sod., 2003; Barrientos in Borda-de-Agua, 2017; Potočnik in sod., 2019; Penko Seidel in sod., 2021).

Če železniška proga seka habitat vrste, se del habitata, po katerem poteka železniška proga, lahko spremeni v transportno pot in omogoča premike plenilcev ter tako vpliva na odnos plenilec – plen. Takšen primer vpliva linijske infrastrukture na populacijo severnega jelena (*Rangifer tarandus*) so raziskali v Kanadi. Ugotovili so, da so ceste in železniške proge omogočile lažji dostop volkov do habitatov severnega jelena, ki so zato postali ogroženi (Whittington in sod., 2011).

Spremembe habitata se dogajajo ob železniških koridorjih, kjer nastajajo robovi oziroma prostorski pasovi, ki se razlikujejo od okoliških habitatov (Pollock in sod., 2017). Po eni strani so le-ti lahko pomemben življenjski prostor za nekatere vrste prostoživečih živali, hkrati pa lahko usmerjajo živali v bližino/na železniške proge, kjer se njihova umrljivost poveča (Barrientos in Borda-de-Agua, 2017; Pollock in sod., 2019; Potočnik in sod., 2019). Ustvarjanje tovrstnih habitatov lahko tudi pozitivno vpliva na nekatere skupine živali. Biotska raznovrstnost metuljev in čebel, ki jih privlačijo medonosne rastline, ki so pogoste na robovih železniških prog, se lahko poveča. Območja ob železniških progah so za take vrste pomembna kot novi, alternativni habitati (Kalarus in Bakowski, 2015).

6 Vpliv na umrljivost populacij prostoživečih živali zaradi trkov z vlaki

Eden najočitnejših in pomembnih vplivov železniške infrastrukture na prostoživeče živali je povečanje umrljivosti zaradi trkov živali

z vlaki. Največ ugotovitev je pridobljenih na podlagi opažanj trkov velikih sesalcev z vlakovnimi kompozicijami. Veliki sesalci lahko namreč zaradi svoje velikosti povzročijo prometne nesreče, ki se kažejo tudi v zamudah in škodi na železniški infrastrukturi, vse skupaj pa pomeni finančno izgubo (Dorsey in sod., 2015). Med vretenčarji predstavlja umrljivost sesalcev, zaradi trkov z vlakovnimi kompozicijami, pomemben delež (van der Griff, 1999; Seiler in sod., 2014; Santos in sod., 2017; Seiler in Olsson, 2017; Pollock in sod., 2019; Nezval in Bil, 2020). Po dostopnih podatkih je delež sesalcev med vsemi povoženimi vretenčarji na železniških progah 26 % (Nizozemska), 36 % (ZDA) oz. 38 % (Španija) (Santos in sod., 2017).

kljub vedno večjemu železniškemu prometu in posledično pričakovanemu povečanju števila trkov živali z vlaki, pa je tovrstni vpliv na populacije večjih vrst prostoživečih živali slabo raziskan; večinoma so raziskave usmerjene le na posamične ogrožene vrste v Evropi (Huber in sod., 1998; Kaczensky in sod., 2003; Seiler in sod., 2014; Krofel in sod., 2015; Seiler in Olsson, 2017; Potočnik in sod., 2019), v Indiji (Roy in Sukumar, 2017) in v Severni Ameriki (Gilhooly in sod., 2019; Mattson, 2019; Pollock in sod., 2019; St. Clair, 2020). Izjema so sistematične raziskave trkov večjih vrst sesalcev (zlasti medvedov in parkljarjev) z vlaki na območju narodnih parkov Banff in Yoho v Kanadi, ki potekajo z uporabo kompleksne podatkovne baze registriranih trkov v zadnjih štirih desetletjih (*ibid.*).

Umrlijivost sesalcev zaradi trkov lahko še zlasti pomembno vpliva na ogrožene vrste, vrste z manjšo gostoto in manjšim razmnoževalnim potencialom, kot so npr., rjavi medved, azijski slon (*Elephas maximus*), mongolska gazela in azijski divji osel (*Equus hemionus*) (Ito in sod., 2013; Roy in Sukumar, 2017; Pollock in sod., 2019). Največja umrljivost je praviloma ugotovljena na tistih odsekih železniških prog,

ki sekajo pomembne habitate vrst in njihove selitvene koridorje (van der Griff, 1999). Presenetljivo je, da trki z vlaki povzročajo veliko umrljivost pri nekaterih skupinah živali (npr. parkljarji, medvedi), saj je v primerjavi s cestnim prometom železniški manj intenziven, vlaki so večji, bolj hrupni in večinoma dosegajo zmerne hitrosti (Morelli in sod., 2014; Heske, 2015). Zagotovo je treba upoštevati tudi dejstvo, da vlaki (tudi tovorni) včasih dosegajo velike hitrosti (do 200 km/h) in da se praviloma vlakovne kompozicije ne morejo pravočasno ustaviti, četudi strojevodja opazi žival na železniških tirih. Trkov losov in medvedov z vlaki je pogosto več kot na cestah (Santos in sod., 2017). Po drugi strani pa lahko vibracije nekatere skupine živali (npr. kače) opozorijo na prihajajoči vlak. Manjša umrljivost ptic pevk in malih sesalcev je povezana z dejstvom, da se te skupine živali lahko uspešneje izognejo vlaku kot pa avtomobilom na cesti (Heske, 2015).

Poleg zmanjšanja številčnosti lahko umrljivost na tirih povzroči spremembe v starostni strukturi populacij; za populacijo vaptitijev (*Cervus canadensis*) v bližini razvejane železniške infrastrukture so ugotovili, da osebkovi težje dosežejo primerljivo visoko starost, značilno za populacije, ki živijo daleč od železniške infrastrukture (Huggard, 1993). V Sloveniji in na Hrvaškem so ugotovili, da je bilo med medvedi povoženih več eno- in dveletnih samcev (medina = 1,3 leta oz. 1,5 leta) v primerjavi s samicami (delež samic je bil 43 % oz. 46 %), tj. živali, ki so bolj podvržene mladostni disperziji oz. širjenju v nova območja (Krofel in sod., 2015).

6. 1 Umrljivost parkljarjev

Trki parkljarjev z vlaki so pogosti po vsem svetu. Losi (*Alces alces*) v Kanadi, na Aljaski, na Švedskem in na Norveškem se premikajo vzdolž železniških prog in jih zato vlaki pogosto pvozijo (Santos in sod., 2017). V Kanadi (Britanska Kolumbija) so ocenili, da je bilo v

zimah med letoma 1969 in 1982 povoženih od nekaj sto do več kot tisoč osebkov (Child, 1983). Na Aljaski povoz losov na železnici predstavlja okoli 25 % znane umrljivosti in je drugi največji razlog umrljivosti te vrste. V zimi 1989/1990 so poročali o 30 % zmanjšanju populacije losa v dolini ob reki Susitna kot seštevek umrljivosti zaradi povozov na železnici in neugodnih zimskih razmer. Dodatno se je populacija losov na tamkajšnjem območju zmanjšala zaradi povozov na avtocesti (Modafferi in Becker, 1997).

Na Norveškem se je število povoženih losov na železnici povečalo s 50 osebkov/leto v petdesetih letih prejšnjega stoletja na 676 osebkov v obdobju 1990–1996 oz. v povprečju za 85 osebkov/leto; finančno posledico stroškov zaradi škode na vlakih in izgube dohodka upravljavcev lovišč so v tej državi ocenili na 2.600 EUR za vsakega povoženega losa, kar je na začetku devetdesetih let znašalo na letnem nivoju 225.000 EUR (Seiler in sod., 2014; Seiler in Olsson, 2015, 2017). Na veliko povozov te vrste na železnicah vpliva tradicionalna selitev losov iz letnih prebivališč v prezimovališča. Losi se selijo vzdolž železniških prog (še zlasti ob globokem snegu) oziroma jih prečkajo in tako nastajajo pogosti trki z vlaki. Ocenjujejo, da se okoli 79 % vseh trkov z losi na Norveškem zgodi med decembrom in marcem zaradi sezonskih selitev. Več trkov je zjutraj, ponoči in zvečer, ker so takrat aktivnejši (Gundrsen in sod., 1998; Santos in sod., 2017).

Na Norveškem pogosto poročajo tudi o povozih srnjadi na železnicah (12,4 % vseh povoženih sesalcev med letoma 1993 in 1996), medtem ko je severni jelen (*Rangifer tarandus*) manj pogosto žrtev prometa (Gundrsen in sod., 1998). Na Češkem je srnjad najbolj prizadeta vrsta med večjimi sesalci, ki so povoženi na železniških progah. Na 50 km dolgem odseku železniške proge, ki večinoma poteka skozi agrarno krajino (polja s travniki), je bila 60 % vsega registriranega povoza divjadi srnjad, sledila sta ji poljski zajec (*Lepus europeus*) s 17 % in fazan (*Phasianus colchicus*) s 15 % (Kušta in sod., 2011, 2014).

Na železniškem omrežju Madžarske se je število trkov s srnjadjo v obdobju 2000–2010 povečalo za skoraj devetkrat, medtem ko se je ocenjena populacijska gostota srnjadi v istem obdobju povečala le za okoli 1,2-krat (Cserkesz in Farkas, 2015). Tudi na železniškem omrežju na Češkem se je v obdobju 2011–2019 hitro povečalo število trkov. Trkov s srnjadjo in divjim prašičem je bilo kar 82 % vseh registriranih povozov (Nezval in Bil, 2020). Na Iberskem polotoku oz. v Španiji je na tirih najpogosteje povožena vrsta divji prašič (*Sus scrofa*). Po slovenskih podatkih (Oslis, 2022) je v obdobju 2016–2019 evropska srna predstavljala 58 % vsega registriranega povoza večjih vrst prostoživečih živali, sledili so navadni jelen/jelenjad (*Cervus elaphus*) (22 %) in divji prašič (15 %); povozov rjavega medveda je bilo 3 % (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2020).

Tudi na Švedskem je problematika trkov večjih vrst sesalcev z vlaki čedalje bolj aktualna (Seiler in sod., 2014; Seiler in Olsson, 2017). Tudi tam železniške proge niso ograjene, razen maloštevilnih na severu, saj je slednje ocenjeno kot stroškovno nevzdržno. V zadnjem času so železnice posodobili, vlaki so tišji in manj robustni ter zato za živali verjetno manj opazni. Število trkov se povečuje, trki z živalmi pa postajajo vse bolj moteči tudi za ljudi (večja škoda in zamude). Skupna škoda (socio-ekonomska) zaradi trkov z divjadjo je ocenjena na 100 do 150 milijonov EUR na leto, kar je primerljivo s škodo na cestah (250 milijonov EUR), čeprav železnice po dolžini zavzemajo le 2 % prometnega omrežja na Švedskem (Seiler in sod., 2014). Na švedskih železnicah so za obdobje 2001–2010 poročali o 2.500 do 3.000 trkih z velikimi sesalci na leto; v povprečju je to na leto znašalo 1.070 losov, 1.336 srnjadi in 994 osebkov drugih velikih sesalcev (večinoma severni jeleni redkeje pa damjek (*Dama dama*), navadni jelen in divji prašič). Po letu 2001 se je število povozov vsako leto povečalo za 2,5 %, četudi se je odstrel manjšal (slednji naj bi bil odraz manjših populacij). Tudi na cestah so opazili enak trend večanja povozov in enak

vzorec sezonske ter dnevne variabilnosti (več povozov v večernem mraku in zori ter jeseni in pozimi). Kljub enakim trendom in vzorcem povozov na cestah in železnicah so slednje na splošno za lose nevarnejše kot ceste. Vzrok naj bi bil v relativno dolgih intervalih med vlaki, ki tako manj odvrtaajo živali od železniških prog. Na povoz losov in srnjadi vpliva tudi intenzivnost prometa; povozov je več, ko je od 50 do 150 vlakov na dan (Seiler in Olsson, 2017).

Na omrežju švedskih železnic so analizirali zgostitve povozov, da bi določili črne točke (angl. »hot spots«). Za ta namen so v analizo vključili 1.377 odsekov železniških prog, daljših od enega kilometra (v povprečju je bila dolžina 8 km). Na takih odsekih je bil povprečen letni povoz 0,08 losa/km oziroma 0,11 osebkov srnjadi/km; na nekaterih odsekih je bil povoz večji kot en osebek/km. Seiler in Olsson (2017) sta posamezne odseke, kjer je bilo letnih povozov $>0,24$ losa/km in $>0,33$ srnjadi/km, določila/prepoznala kot črne točke. Na podlagi analize povozov sta avtorja pričakovano ugotovila, da so le-ti pogostejši, če so gostote populacij večje. Slednje je odvisno od mnogih dejavnikov (razpoložljivost hrane, krajinske značilnosti), neodvisnih od upravljanja železniškega prometa. Na verjetnost trka z vlakom vpliva tudi vedenje posameznega osebkov (živali), ki lahko prepreči trk z vlakom (strojevodja ne more). Ob pregledu videoposnetkov so opazili, da je ubežni čas kratek še posebno ob hitrih in razmeroma tihih vlakih. Na podlagi slednjega so zaključili, da so smiselni ukrepi, ki bi živali bolj zgodaj opozorili na prihajajoči vlak (*ibid.*).

6.2 Umrljivost medvedov

Trki z medvedi in posledično njihova umrljivost zaradi prometa so pogosto predmet raziskav, saj spadajo med zavarovane vrste, ki potrebujejo velik življenjski okoliš in so hkrati zaradi velikosti tveganje za varnost v prometu, vključno z železniškim prometom (npr. Wellls in sod., 1999; Kusak in sod., 2000; Gangadharen in sod., 2017; Gilhooly in sod., 2019; Mattson, 2019; Potočnik

Pregledni znanstveni članek

in sod., 2019; St. Clair in sod., 2020). Ranljivost oziroma umrljivost populacij medvedov zaradi trkov z vlaki povečujejo tudi naslednji dejavniki: (i) medvedi zaznajo celotno vlakovno kompozicijo kot en sam dogodek za razliko od avtoceste, kjer je zanje vsako vozilo poseben dogodek; (ii) tudi na najbolj obremenjenih železnicah so dolga obdobja, ko ni prometa in medvedi zato proge ne dojemajo kot pomembne grožnje in se zato pogosto hranijo na progi ali v njeni bližini; (iii) posledično nimajo razvitega izogibalnega vedenja, torej se ne izogibajo intenzivnemu železniškemu prometu v enaki meri kot prometu na avtocestah (Mattson, 2019).

Trki z vlaki so pomemben vzrok umrljivosti medvedov na območju narodnih parkov Banff in Yoho v Kanadi (Wellls in sod., 1999; Berch in Gibeau, 2009; Burley, 2015; Dorsey in sod., 2017), v osrednjem območju Italije (Boscagli, 1987), na območju Gorskega kotarja na Hrvaškem (Huber in sod., 1998; Kusak in sod., 2000; Vivoda in sod., 2015) in tudi v Sloveniji, kjer je bilo v obdobju 2005–2014 največ povozov medvedov na železnicah (45 %), nato na glavnih, regionalnih, občinskih in gozdnih cestah (37 %) ter na avtocestah (18 %) (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2015; Krofel in sod., 2015). Na letnem nivoju je bilo na slovenskih železniških progah v tem obdobju povoženih okoli sedem osebkov na leto. Trki so se zgodili večinoma na območju selitvenih koridorjev velikih sesalcev, ki povezujejo dinarski in alpski prostor; pogosto so bili zgoščeni v usekih (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019).

Dejstvo, da k umrljivosti medvedov prispeva tudi bližina prehranskih virov, vključno z razsutim tovorom (žita), so potrdili že Gangadharen in sod. (2017). Zanimala jih je količina razsutih žit, ki so jih prevažali po 134 km dolgi transpacifiški železniški progi v obdobju 2012–2015. Ugotovili so, da na omenjenem odseku količina razsutega žita zadošča energetskim potrebam 42–54 grizljev. Čeprav vsa količina razsutega žita ni dostopna medvedom, lahko njegova privlačnost prispeva k povečanju umrljivosti medvedov do

stopnje, ki lahko ogroža populacijo. Ocenjena številčnost grizljev na tamkajšnjem območju je bila sorazmerno majhna (50 do 73 osebkov), po letu 2000 pa so registrirali 19 trkov z vlaki (ibid.).



Slika 1: Odtis medvedje šape na železniški progi na Lokvičkem vrhu na Hrvaškem, tj. v okolici Brod Moravice oz. Lokvice (foto: S. Reljic, 2017)

Figure 1: A bear footprint on the railway track at Lokvički Vrh, Croatia, near Brod Moravice and Lokvica (Photo: S. Reljic, 2017)

Mattson (2019) je povzel in analiziral ugotovitve raziskav, ki so obravnavale vplive vlakov in železniške infrastrukture na populacijo grizljev na območju narodnih parkov v Kanadi (Banff in Yoho) in v ZDA (Glacier park v Montani) v obdobju 1980–2018. Na podlagi analize je zaključil, da: (a) so povozni grizljev in črnih medvedov na železniških progah vsako leto. V Montani je povoz grizljev po letu 1980 predstavljal 9 % zaznane umrljivosti; na območju parka Banff v Kanadi je bilo povozov na železnicah še več (25 % zaznane umrljivosti); (b) obstaja sezonska variabilnost v številu trkov, ki dosega vrh v maju in med septembrom ter oktobrom in nakazuje, da na število trkov vplivajo sezonske spremembe (npr. razpoložljivost hrane, sezonsko različno prostorsko vedenje); (c) žita, ki se raztresajo z železniških vagonov vzdolž obeh obravnavanih železniških prog, usmerjajo medvede k progam, kjer lahko nastanejo trki. Hkrati grizlje privlačijo tudi drugi viri prehrane (npr., poginule živali in vegetacija/jagodičje), ki se pojavljalo na železniških progah oz. vzdolž

njih; (d) medvedi ne prečkajo avtocest, če je intenzivnost prometa večja kot sto vozil na uro ali 4.000 do 5.000 vozil na dan. Posledično je večina prehodov/prečkanj avtocest ponoči oziroma ko se mrači ali svita; to je tudi obdobje največjih prehranjevalnih aktivnosti medvedov. Medvedi se torej izogibajo intenzivnemu dnevniemu prometu na avtocestah, zato tudi vzporedne železniške proge prečkajo največkrat ponoči ali ko se dani oz. mrači in je hrup z avtocest manjši. Če je takrat železniški promet intenzivnejši, tovrstna neugodna kombinacija prometnih obremenitev na vzporedno potekajočih prometnicah zanesljivo poveča umrljivost na železniški progi (Mattson, 2019).

6.3 Umrljivost velikih sesalcev na območju narodnih parkov Banff in Yoho

Primer sistematičnih raziskav umrljivosti velikih sesalcev (zlasti medvedov) zaradi trkov z vlaki so raziskave na območju transpacifiške železnice, ki poteka v dolžini 134 km skozi nacionalna parka v Kanadi (Banff in Yoho) (Dorsey in sod., 2017; Gangadharen in sod., 2017; Mattson, 2019; Gilhooly in sod., 2019; St. Clair in sod., 2020). Dorsey in sod. (2017) so analizirali podatke o registriranih trkih parkljarjev (navadni jelen in belorepi oz. mulasti jelena (*Odocoileus* ssp.)) in medvedov (grizli in črni medved) v 21-letnem obdobju (1989–2009) vzdolž transpacifiške železnice, ki se vije skozi nacionalna parka Banff in Yoho. Skupaj je bilo zabeleženih 862 trkov, med njimi skoraj 70 % trkov z vapatiji (*Cervus canadensis*) in slabih 10 % z medvedi. Identificirali so zgotovitve povozov za navadnega jelena in preostale jelene, ne pa za medvede. Ugotovili so, da na lokacijo trkov vplivajo populacijska gostota divjadi na območju železnice, hitrost vlakov in premostitveni objekti na avtocesti, ki poteka vzporedno z železnico (*ibid.*).

V sklopu raziskav vplivov večmodalnih prometnih koridorjev (Trans Canada Highway; transpacifiška železnica) na umrljivost velikih

sesalcev je Gilhoolyja in sod. (2019) zanimalo, ali omilitveni ukrepi na avtocesti (6 zelenih mostov, 39 podhodov in 166 km avtocestne ograje) povečujejo umrljivost velikih sesalcev (zveri in parkljarjev) na železnici in ali so spremembe lokacij povozov na železnici, kjer ukrepi niso bili izvedeni. Za obdobje 1981–2014 so primerjali stopnjo povozov (angl. *collision rate*), ki je definirana kot letno število povozov na km, med obema prometnicama (avtocesta, železnica), upošteva obdobje pred izvedbo omilitvenih ukrepov in po njih ter dva ključna živalska taksona (parkljarji in zveri). Pomembnejše ugotovitev so bile: (i) večja umrljivost je bila registrirana na avtocesti v primerjavi z železnico; (ii) umrljivost parkljarjev (vapiti, los, mulasti jelen (*Odocoileus hemionus*), belorepi jelen (*Odocoileus virginianus*)) je bila vsaj desetkrat večja kot umrljivost medvedov, upošteva avtocesto in železnico skupaj; (iii) po uvedbi omilitvenih ukrepov se je skupna umrljivost (parkljarji + zveri) na avtocestah zmanjšala, vendar le za parkljarje; (iv) omilitveni ukrepi, izvedeni na vzporedni avtocesti, so povečali skupno umrljivost živali na železnici; slednje naj bi bila predvsem posledica povečane populacijske gostote vapatijev in manj vplivov omilitvenih ukrepov; (v) umrljivost medvedov se je na obeh prometnicah sčasoma povečala, a se je na odsekih z izvedenimi omilitvenimi ukrepi pomembno zmanjšala. Gilhooly in sod. (2019) torej niso potrdili, da je nastal premik lokacij povozov na železnici po izvedbi omilitvenih ukrepov na avtocesti. Poudarili so, da je pri vrednotenju podatkov o umrljivosti prostoživečih živali zaradi prometa, poleg gostote populacij, treba upoštevati še druge vplivne dejavnike: odnos plenilec – plen, vpliv urbanih okolij, prisotnost dodatnih prehranskih virov vzdolž železniških prog in v bližini naselij. Pomembno je tudi upoštevati, da je območje, kjer je potekala raziskava, eno najbolj obljudenih območij (z veliko turistov) v Severni Ameriki s stalno prisotnostjo grizljev (*ibid.*).

Pregledni znanstveni članek

St. Clair in sod. (2020) so ovrednotili časovne in prostorske dejavnike, ki so vplivali na tveganje za trk z vlakovnimi kompozicijami na območju transpacifiške železnice, ki poteka skozi nacionalna parka v Kanadi (Banff in Yoho). V analizo so vključili 646 trkov enajstih vrst sesalcev v treh skupinah (medvedi, ostale zveri, parkljarji), registriranih v obdobju 24 let (1995–2018). Ugotovili so, da je v vseh skupinah velikih sesalcev tveganje za trk neposredno povezano s hitrostjo vlaka, značilnostmi železniške infrastrukture oz. njene umeščeni v prostor in bližino naravnih barier (npr. vodotokov). Posebno problematični so nepregledni odseki proge, ki vplivajo na pravočasno zaznavo prihoda vlaka, medtem ko vodotoki na zmanjšanje možnosti pobega. Na umrljivost so v nekoliko manjši meri vplivali tudi nekateri drugi dejavniki, npr. pokritost oz. zaraščenost terena (grmovnice), reliefne značilnosti in bližina cest. Največjo umrljivost parkljarjev in preostalih zveri so opazili pozimi, pozno spomladi pa umrljivost medvedov (St. Clair in sod., 2020).

6.4 Umrljivost ptic zaradi trkov z vlaki in železniško infrastrukturo

V preteklosti je bila poleg velikih sesalcev precejšnja pozornost namenjena raziskavam umrljivosti ptic v železniškem prometu. Umrljivost ptic zaradi trkov z vlaki oz. železniško infrastrukturo znaša od 11 % (ZDA) do 55 % (Španija) oziroma celo 57 % (Nizozemska) umrljivosti vseh taksonomskih skupin vretenčarjev. Umrljivost ptic pa ni le posledica trkov z vlakovnimi kompozicijami; mnoge se namreč zaletijo tudi v električne drogove in žice (Santos in sod., 2017). Tudi električni drogovci, ki na vrhu niso pokriti, so past za ptice, ki v njih gnezdiijo, saj ne morejo izleteti (Malo in sod., 2016).

Na Nizozemskem je bila večina trkov s pticami registrirana z labodi (*Cygnus spp.*), gosmi in racami (družina Anatidae) ter liskami (*Fulica*

spp.), nekaj pa tudi z ujedami in sovami. V Španiji (Guadarrama) so dve leti spremljali umrljivost ptic na 8 km dolgem odseku železniške proge. Najpogostejša žrtev trka je bila lesna sova (*Strix aluco*: 18 %), nato črna vrana (*Corvus corone*: 16 %) in čuk (*Athene noctua*: 10 %). Umrljivost je bila največja poleti (46 % zabeleženih primerov), mnogo manjša pa pozimi in spomladi (13 % oziroma 16 %) (Pena in Llana, 1997). Tudi v drugi raziskavi, opravljeni v Španiji (SVC, 1996), so bile najpogostejše žrtve trkov sove. Ocenili so, da jih luči vlakov zaslepijo in zato izgubijo orientacijo; posledica je trk z vlakom. Ujede so pogoste žrtve zaradi iskanje hrane/plena v okolici oz. na železniških progah (ostanki povoženih živali, raztresena žita itn.), kar jih usmeri v bližino vlakov. Nekatero vrsto ptic (npr. španska kotorna (*Alectoris rufa*), fazan) na železniških progah iščejo kamenčke, ki jih potrebujejo za učinkovito prebavljanje (mletje) hrane. Za majhne, izolirane populacije je tudi smrt samo nekaj osebkov pomemben dejavnik, ki lahko prizadene dolgoživost populacij. Še posebno so občutljive ujede in sove, čeprav so nekatere vrste splošno razširjene. Trki z vlaki so drugi najpomembnejši vzrok umrljivosti kanj (*Buteo buteo*) in postovk (*Falco tinnunculus*) na Nizozemskem. V Švici so trki velikih uharic (*Bubo bubo*) z vlaki in avtomobili tretji najpomembnejši vzrok umrljivosti te vrste (Santos in sod., 2017).

6.5 Povozi dvoživk in plazilcev

Mnogo je podatkov o povozih dvoživk in plazilcev na cestah, mnogo manj pa za železnice. Če upoštevamo raziskave, ki so zajemale povoze različnih vrst vretenčarjev na železniških progah, je umrljivost dvoživk 47 % (ZDA) vseh zabeleženih povozov vretenčarjev, umrljivost plazilcev pa 4 % (Španija) oziroma 6 % (ZDA). Na Nizozemskem sploh ni registriranega povoza dvoživk ali plazilcev na železnicah. Na Poljskem so raziskovali umrljivost dvoživk na 34 km dolgem odseku železniške proge. Največ povoženih osebkov je bilo navadnih

krastač, sekulj (*Rana temporaria*) in zelenih žab (*Pelophylax* spp.), ki so tudi sicer najpogostejše predstavnice dvoživk v tej državi (Budzik in Budzik, 2014).

7 Zaključek

Na podlagi pregleda in sinteze literature, ki obravnava vplive železniške infrastrukture na prostoživeče živali (s poudarkom na parkljarjih in velikih zvereh oz. medvedih), lahko zaključimo oziroma navedemo naslednje usmeritve:

- poznavanje vplivov železniške infrastrukture na prostoživeče živali je pogosto spregledana tema tako globalno kot tudi v nacionalnem raziskovalnem prostoru zaradi pomanjkanja tovrstnih raziskav. Pričujoči članek pomeni eno prvih predstavitev tovrstne problematike v slovenskem raziskovalnem prostoru in je lahko osnova za pravilno načrtovanje in uvedbo omilitvenih ukrepov za zmanjšanje bariernega učinka;
- med prepoznanimi vplivi železniške infrastrukture na prostoživeče živali, ki skupaj povzročajo velik barierni učinek, je pomemben dejavnik umrljivost parkljarjev in zveri (zlasti medvedov) zaradi trkov z vlaki. Pozornost je treba usmeriti k boljšemu ocenjevanju in registraciji povozov, saj je registracija trkov pogosto problematična in nezanesljiva. Hkrati je treba raziskave trkov oziroma vplivov na umrljivost živali usmeriti k večjemu številu vrst prostoživečih živali;
- umrljivost velikih sesalcev (zlasti parkljarjev) zaradi trkov z vlaki se v zadnjih desetletjih marsikje v Evropi veča (npr. Švedska, Norveška, Madžarska, Češka); posledično so se raziskave usmerjale v prepoznavo območij zgostitev povozov (črne točke; angl. »hot spots«) in v analize vedenja velikih sesalcev ob prečkanju železniških prog oziroma zadrževanju ob njih. Tovrstno znanje lahko prispeva k izboru

primernih ukrepov za zmanjšanje povozov na območju železniške infrastrukture.

8 Povzetek

Železniški promet ponovno postaja vodilni globalni kopenski transportni sistem. Praviloma je ekonomsko in okoljsko sprejemljivejši od drugih vrst transporta, vendar tudi železniški promet in infrastruktura povzročata različne okoljske težave, ki jih ne smemo prezreti. Med njimi je zelo pomemben vpliv na prostoživeče živali in biotsko raznovrstnost. Železniška infrastruktura negativno vpliva na prostoživeče živali predvsem zaradi t. i. bariernega učinka (učinka ovir oz. pregrad). Prepoznani so štirje osnovni tipi vplivov železniške infrastrukture na prostoživeče živali, ki skupaj povzročajo velik barierni učinek: (i) fizične in vedenjske ovire; (ii) motnje zaradi hrupa, vibracij, onesnaženja in prisotnosti ljudi; (iii) izguba, sprememba in drobljenje (fragmentacija) habitatov in (iv) povečana umrljivost zaradi trkov živali z vlaki. Navedeni vplivi so pogosto prepleteni in jih med seboj težko ločimo; zaradi sinergističnih učinkov posameznih dejavnikov je lahko skupen negativen vpliv na prostoživeče živali še večji.

Med predstavljenimi vplivi smo se osredotočili na trke vlakov z večjimi vrstami sesalcev, ki so pomemben dejavnik umrljivosti parkljarjev in zveri (zlasti medvedov). V zadnjem obdobju se število trkov povečuje zaradi povečane intenzivnosti železniškega prometa in posodobitve železnic, saj so vlaki so vse tišji in manj robustni ter zato za živali manj opazni. Posledično so trki z večjimi vrstami sesalcev bolj moteči tudi za ljudi (povzročena škoda; zamude v prometu). Kljub vedno večjemu železniškemu prometu in posledično pričakovanemu večanju števila trkov živali z vlaki, pa je tovrstni vpliv na populacije večjih vrst prostoživečih živali slabo raziskan; večinoma so raziskave usmerjene le na posamične ogrožene vrste v Evropi, Severni Ameriki in Indiji. Izjema so sistematične raziskave trkov

večjih vrst sesalcev (zlasti medvedov in parkljarjev) z vlaki na goratem in gozdnatem območju kanadskih narodnih parkov Banff in Yoho, ki so potekale na podlagi uporabe obsežne podatkovne baze registriranih trkov v zadnjih štirih desetletjih.

Vlaki povzročajo veliko umrljivost med nekaterimi skupinami živali (npr. parkljarji, medvedi), čeprav je železniški promet v primerjavi s cestnim manj intenziven, vlaki so večji, bolj hrupni in večinoma dosegajo zmerne hitrosti. Zagotovo je treba upoštevati tudi dejstvo, da vlaki (tudi tovorni) včasih dosegajo velike hitrosti (do 200 km/h) in da se praviloma vlakovne kompozicije ne morejo pravočasno ustaviti, četudi strojevodja opazi žival na železniških tirih. V nekaterih raziskavah so tako ugotovili, da je število trkov z medvedi (Montana, ZDA; Italija) in losi (Aljaska in Minnesota v ZDA) na železnici večje kot na cestah.

V prispevku smo navedli tudi ugotovitve poglobljene raziskave trkov večjih sesalcev z vlaki kanadske transpacifiške železnice v obdobju 24 let (1995–2018), ki so pomembne za razumevanje dejavnikov, ki vplivajo na prostorsko in časovno razporeditev trkov vzdolž železniške proge. Raziskava je pokazala, da so tveganja za trk s parkljarji, medvedi in drugimi zvermi neposredno povezana s hitrostjo vlaka, značilnostmi železniške infrastrukture oz. njene umeščenosti v prostor in z bližino rek. Posebno problematični so nepregledni odseki proge, ki onemogočajo pravočasno zaznavo vlaka, medtem ko bližina rek zmanjšanje možnosti pobega živali. Na umrljivost so v nekoliko manjši meri vplivali tudi nekateri drugi dejavniki, npr. pokritost oz. zaraščenost terena z grmovnicami, reliefne značilnosti in bližina cest. Največjo umrljivost parkljarjev in preostalih zveri je bilo opaziti pozimi; največ trkov medvedov pa je bilo pozno spomladi (St. Clair in sod., 2020).

Predstavljeni pregled raziskav o vplivih železnice na živali s poudarkom na trkih večjih sesalcev z vlaki je lahko osnova za pravilno načrtovanje in

umeščenje omilitvenih ukrepov za zmanjšanje bariernega učinka in povečanje ekološke povezljivosti prostora.

9 Summary

Rail transportation is once again emerging as the leading global land transport system. It is generally considered more environmentally and economically friendly than other types of transport; however, railways also cause a range of environmental problems, which should not be ignored. Among them, the impact on wildlife and biodiversity is very significant. Railways have a negative impact on wildlife, mainly because of the so-called barrier effect. The following broad types of impacts, causing a barrier effect, are identified: (i) physical and behavioural barriers; (ii) disturbance from traffic noise, vibration, chemical pollution and human presence; (iii) habitat loss and fragmentation, and (iv) increased mortality due to animal collisions with trains. The various sources of railway barrier effects are often closely related and it is difficult to separate them; due to the synergistic effects of individual factors, the overall negative impact on wildlife can be even greater.

In a review article, we addressed collisions of trains with large mammals, which contribute significantly to the mortality of ungulates and bears. In recent years, the number of collisions has been increasing due to the increased intensity of rail traffic and the modernisation of railways, as trains are becoming quieter and less robust and therefore less noticeable to animals. As a result, collisions with large mammals are also more disruptive to humans (damage and traffic delays). Despite the fact that railway transport is gaining in importance and scope, this type of impact on the populations of larger wildlife species has been poorly researched; for the most part, research is focused only on individual endangered species in Europe, North America and India. An exception is the systematic research on collisions of larger mammal species (especially bears and ungulates) with trains in the

mountainous and forested area of the Banff and Yoho National Parks, which are located in the Canadian Rockies. Studies were performed with the use of a complex database regarding the registration of collisions in the last four decades.

The mortality of mammals (e.g., ungulates and bears) due to train collisions can be of considerable importance, despite the fact that trains are less frequent, noisier; larger and, most of the time, travel at low to medium speed. However, even freight trains can sometimes reach speeds close to 200 km/h and cannot stop in time, even if the driver notices animals on the railway tracks. The number of dead bears and moose along the railway is often higher than road mortality.

An in-depth analysis of collisions of large mammals with trains of the Canadian Trans-Pacific Railway, over 24 years (1995-2018), showed that the mortality risk increased for ungulates, bears and other carnivores with the maximum train speed and higher track curvature, as well as the closer proximity of water. The mortality risk was also correlated, but more varied, with shrub cover; topographic complexity or the availability of food sources (berries, ferns and bulk grains), as well as the proximity to roads. The highest mortality of ungulates and other carnivores was observed in the winter, as well as in late spring for bears (St. Clair et al., 2020).

The presented review of research on collisions of larger species of wild animals with trains can be a basis for the proper planning and implementation of mitigation measures to reduce the barrier effect and increase the ecological connectivity of the area.

10 Zahvala

Pregled vplivov železniške infrastrukture na prostoživeče živali smo deloma opravili v sklopu projektne naloge Strokovne podlage za izdelavo navodil in tehničnih specifikacij za zagotovitev migracijskih koridorjev živali na območju železniške infrastrukture, ki jo je financirala Direkcija RS za infrastrukturo (DRSI). Financer je pokazal hvalevredno zanimanje za reševanje tovrstne problematike in se mu na tem mestu zahvaljujemo.

11 Viri in literatura

Al Sayegh Petkovšek, S., Kotnik, K., Bužan, E., Pokorny, B. 2019. Strokovne podlage za zagotovitev ustreznih migracijskih koridorjev velikih zveri in drugih vrst velikih sesalcev na AC odseku Vrhnika–Postojna. Velenje: Visoka šola za varstvo okolja, 78 str.

Al Sayegh Petkovšek, S., Klemen, K., Pokorny, B. 2020. Strokovne podlage za izdelavo navodil in tehničnih specifikacij za zagotovitev migracijskih koridorjev živali na območju železniške infrastrukture. Velenje: Visoka šola za varstvo okolja, 210 str.

Al Sayegh Petkovšek, S., Pokorny, B., Pavšek, Z., Jerina, K., Krofel, M., Ličina, T. 2015. Action plan for the implementation of mitigation measures for reducing road mortality of brown bear in Slovenia. Action plan prepared within A.4 action of the LIFE DINALP BEAR (LIFE13 NAT/SI/000550). Velenje: ERICo, 40 str.

Backs, J. A. J., Nychka, J. A., St. Clair, C. C. 2022. Low audibility of trains may contribute to increased collisions with wildlife. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 13: 100516, 16 str.

Backs, J. A. J., Nychka, J. A., St. Clair, C. C. 2017. Warning systems triggered by trains could reduce collisions with wildlife. *Ecological Engineering*, 106: 563–569.

Barrientos, R., Borda-de-Agna, L. 2017. Railways as Barriers for Wildlife: Current Knowledge. In: Borda-de-Agna, L., Rafael Barrientos, R., Beja, P., Pereira, H. M. (eds). *Railway ecology*. Switzerland: Springer International Publishing AG: 43–64.

Bertch, B., Gibeau, M. 2009. Grizzly bear monitoring in the Mountain National Parks: Mortalities and bear/human encounters 1999–2008. Second Annual Report. Canada: Mountain National Parks.

Pregledni znanstveni članek

- Bhattacharya, M., Primack, R. B., Gerwein, J. 2003. Are roads and railroads barriers to bumblebee movement in a temperate suburban conservation area? *Biological Conservation*, 109: 37–45.
- Borda-de-Água, L., Barrientos, R., Beja, P., Pereira, M. 2017. *Railway Ecology*. In: Borda-de-Água, L., Rafael Barrientos, R., Beja, P., Pereira, H. M. (eds). *Railway ecology*. Switzerland: Springer International Publishing AG: 3–10.
- Boscagli, G. 1987. Brown bear mortality in central Italy from 1970 to 1984. *Bears: Their Biology and Management*, Vol. 7, A Selection of Papers from the Seventh International Conference on Bear Research and Management, Williamsburg, Virginia, USA, and Plitvice Lakes, Yugoslavia, February and March 1986. (1987), pp. 97–98.
- Budzig, K. A., Budzig, K. M. 2014. A preliminary report of amphibian mortality patterns on railways. *Acta Herpetologica*, 9 (1): 103–107.
- Burley, B. 2015. Determinants of risk in bear-train interactions. Master's Thesis. Canada, Alberta, Calgary: University of Calgary.
- Carvalho, F., Santos, S. M., Mira, A., Lourenço, R. 2017. Methods to Monitor and Mitigate Wildlife Mortality in Railways. In: Borda-de-Água, L., Barrientos, R., Beja, P., Pereira, H. M. (eds). *Railway ecology*. Switzerland: Springer International Publishing AG: 23–42.
- Cerboncini, R. A. S., Roper, J. J., Passos, F. C. 2016. Edge effects without habitat fragmentation? Small mammals and a railway in the Atlantic forest of southern Brazil. *Oryx*, 50: 460–467.
- Child, K. 1983. Railways and moose in the central interior of BC: A recurrent management problem. *Alces*, 19, 118–135.
- Cserkés, T., Farkas, J. 2015. Annual trends in the number of wildlife-vehicle collisions on the main linear transport corridors (highway and railway) of Hungary. *North-Western Journal of Zoology*, 11: 41–50.
- Dickie, M., Serrouya, R., Boutin, S. A. 2017. Faster and farther: wolf movement on linear features and implications for hunting behaviour. *Journal of Applied Ecology*, 54: 253–263.
- Dorsey, B., Olsson, M., Rew, L. J. 2015. Ecological effects of railways on wildlife. In Van der Ree, R., Smith, D. J., Grilo, C. (Eds.), *Handbook of road ecology*. West Sussex, Wiley: 219–227.
- Dorsey, B. P., Clevenger, A., Rew L. J. 2017. Relative risk and variables associated with bear and ungulate mortalities along a railroad in the Canadian Rocky Mountains. In: Borda-de-Água, L., Barrientos, R., Beja, P., Pereira, H. M. (eds). *Railway ecology*. Switzerland: Springer International Publishing AG: 135–154.
- Dulac, M. 2013. Global and land transport infrastructure requirements: Estimating road and railway infrastructure capacity and copsts to 2050. *International Energy Agency*: 1–45.
- Eriksson, C. 2014. Does tree removal along railroads in Sweden influence the risk of train accidents with moose and roe deer? Dissertation, Second cycle, A2E. Grimsö och Uppsala: SLU, Dept. of Ecology, Grimsö Wildlife.
- Gangatharan A., Pollock S., Gilhooly P., Friesen A., Dorsey B, St. Clair C.C. 2017. Grain spilled moving trains create a substational wildlife attractant in protected area. *Animal Conservation*, 20: 391–400.
- Gibeau, M. L., Herrero, S. 1998. Roads, rails and grizzly bears in the Bow River Valley, Alberta. In Evink G. L., Garrett, P., Zeigler, D., Berry J. (edit.). *Proceeding of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation (ICOET)*, Fort Myers, Florida, USA. Federal Highway Administration, Washington, D.C., USA; pp. 104–108.
- Gilhooly, P. S., Nielsen, S. E., Whittington, J., St. Clair C. C. 2019. Wildlife mortality on roads and railways following highway mitigation. *Ecosphere*, 10 (2): 1–12.
- Gundersen, H., Andreassen, H. P., Storaas T. 1998. Spatial and temporal correlates to Norwegian moose-train collisions. *Alces*, 34: 385–394.
- Heske, E. J. 2015. Blood on tracks: Track mortality and scavenging rate in urban nature preserves. *Urban Naturalist*, 4: 1–13.
- Hopkins, J. B., Whittington, J., Clevenger, A. P., Sawaya, M. A., St. Clair C. C. 2014. Stable isotopes reveal rail-associated behavior in a threatened carnivore. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 50: 322–331.
- Huber, Đ., Kusak, J., Frković, A. 1998. Traffic kills of brown bears in Gorski Kotar, Croatia. *Ursus*, 10: 167–171.
- Huggard, D. J. 1993. Prey selectivity of wolves in Banff National Park. II. Age, sex and condition of elk. *Canadian Journal of Zoology*, 71: 140–147.
- Iosif, R. 2012. Railroad-associated mortality hot spots for a population of Romanian Hermann's tortoise (*Testudo hermanni boettgeri*): A gravity model for railroad-segment analysis. *Procedia Environmental Sciences*, 14: 123–131.

Pregledni znanstveni članek

Vplivi železniške infrastrukture na prostoživeče živali: opredelitev dejavnikov bariernega učinka

Ito, T. Y., Lhagvasuren, B., Tsunekawa, A., Shinoda, M., Takatsuk, S., Buuveibaata, B., et al. 2013. Fragmentation of the habitat of wild ungulates by anthropogenic barriers in Mongolia. *PLoS ONE*, 8, e56995.

Iuel, B., Bekke, G. J., Cuperu, R., Dufe, J., Fr, G., Hick, C., Hlavá, V., Kelle, V., B., Rosel, C., Sangwin, T., Tørslov, N., Wandall, B., le Maire, B. (Eds.) 2003. *Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure. COST 341.*

Jaren, V., Andersen, R., Ulleberg, M., Pedersen, P., Wiseth, B. 1991. Moose-train collisions: The effects of vegetation removal with a cost-benefit analysis. *Alces*, 27: 93–99.

Kaczensky P., Knauer F., Krze, B., Jonozovic M., Adamic, M., Gossow H. 2003. The impact of high speed, high volume traffic axes on brown bears in Slovenia. *Biological Conservation*, 111, 191–204.

Kalarus, K., Bąkowski, M. 2015. Railway tracks can have great value for butterflies as a new alternative habitat. *Italian Journal of Zoology*, 82: 565–572.

Kornilev, Y., Price, S., Dorcas, M. 2006. Between a rock and a hard place: Responses of eastern box turtles (*Terrapene carolina*) when trapped between railroad tracks. *Herpetological Reviews*, 37: 145–148.

Krofel, M., Al Sayegh Petkovišek, S., Huber, Đ., Jonozovič, M., Ličina, T., Pokorny, B., Pavšek Z., Rejić, S., Stergar, M., Klemen J. 2015. Povozi medvedov na cestah in železnicah; analiza umrljivosti in akcijski načrt za preprečevanje povozov. *Lovec*, XCVIII, št. 12.

Kusak, J., Huber, D., Frković, A. 2000. The effects of traffic on large carnivore populations in Croatia. *Biosphere Conservation*, 3(1): 35–39.

Kušta, T., Holá, M., Keken, Z., Ježek, M., Zika, T., Hart, V. 2014. Deer on the railway line: Spatiotemporal trends in mortality patterns of roe deer. *Turkish Journal of Zoology*, 38, 479–485.

Kušta, T., Ježek, M., Keken Z. 2011. Mortality of large mammals on railway traks. *Scientia Agriculturae Bohemia*, 42(1): 12–18.

Latham, A. D., Latham, M. C., Boyce, M. S., Boutin, S. 2011. Movement responses by wolves to industrial linear features and their effect on woodland caribou in northeastern Alberta. *Ecological Applications*, 21: 2854–2865.

Malo, J. E., Garcia de la Morena, E. L., Hervas I., Mata, C., Herranz, J. 2016. Uncapped tubular poles along high-speed

railway lines act as pitfall traps for cavity nesting birds. *European Journal of Wildlife Research*, 62: 483–489.

Mattson D. J. 2019. Effects of Trains and Railways on Grizzly Bears. The Grizzly Bear Recovery Project. Report BGRP-2019-1.

Modafferi, R. D., Becker E. F. 1997. Survival of radiocollared adult moose in lower Susitna river valley, southcentral Alaska. *Journal of Wildlife Management*, 61: 540–549.

Morelli, F., Beim, M., Jerzak, L., Jones, D., Tryjanowski, P. 2014. Can roads, railways and related structures have positive effects on birds? A review. *Transportation Research Part D*, 30, 21–31.

Nezval, V., Bil, M. 2020. Spatial analyses of wild-train collisions on the Czech rail network. *Applied Geography*, 125: 102304, 7 str.

Olson, K. A. 2013. Saiga crossing options: Guidelines and wildlife recommendations to mitigate barrier effects of border fencing and railroad corridors on saiga antelope in Kazakhstan. *Smithsonian Conservation Biology Institute.*

Olson, K. A., van der Ree R., 2015. Railways, roads and fences across Kazakhstan and Mongolia threaten the survival of wide-ranging wildlife. In van der Ree, R., Smith, D. J., Grilo, C. (Eds.), *Handbook of road ecology.* West Sussex, Wiley: 472–478

Oslis, 2022. Osrednji slovenski lovsko-informacijski sistem. <http://oslis.govdis.si>

Paquet, P. C., Callahan, C. 1996. Effects of linear developments on winter movements of gray wolves in the Bow River Valley of Banff National Park, Alberta. In: Evink, G. L., Garrett, P., Zeigler, D., Berry, J. (Edit.). *Proceedings of the Florida Department of Transportation/ Federal Highway Administration Transportation-related Wildlife Mortality Seminar. Highways and movement of wildlife: improving habitat connections and wildlife passageways across transportation corridors*, Orlando, Florida, USA. Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida, USA, pages 46–66.

Peña O.L., Llama O.P. 1997. Mortalidad de aves en un tramo de linea de ferrocarril. Grupo Local SEO-Sierra de Guadarrama, Spain: 32 pp.

Penko Seidl, N., Bevk, T., Golobič, M., Jerina, K., Bordjan, D., Hudoklin J., Hočevar, I., Jenič, A. 2021. Opredelitev ekoloških koridorjev na ravni SI kot podpora načrtovanju prostorskega razvoja in upravljanje narave ter drugih virov – končno poročilo, dopolnjeno po pripombah naročnika. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 231 str.

Pregledni znanstveni članek

- Popp, J. N., Boyle, S. P. 2017. Railway ecology: Underrepresented in science? *Basic and Applied Ecology*, 19: 84–93.
- Pollock, S. Z., Nielsen, S. E., St. Clair, C. C. 2017. A railway increases the abundance and accelerates the phenology of bear-attracting plants in a forested, mountain park. *Ecosphere*, 8 (10): e01985.
- Pollock, S. Z., Whittington, J., Nielsen, S. E., St. Clair, C. C. 2019. Spatiotemporal railway use by grizzly bears in Canada's Rocky Mountains. *Tje Journal of Wildlife Management*, 83 (8): 1787–1799.
- Potočnik, H., Al Sayegh Petkovšek, S., De Angelis, D., Huber, Đ., Jerina, K., Kusak, J., Mavec, M., Pokorny, B., Reljić, S., Rodriguez Recio, M., Skrbinšek, T., Vivoda, B., Jelenko Turinek, I. 2019. Priročnik za vključevanje povegljivosti in primernosti prostora za medveda v prostorsko načrtovanje. *Life Dinalp Bear*, Ljubljana: 66 str.
- Roy, M., Sukumar, R. 2017. Railways and Wildlife: A case study of Train-Elephant Collisions in Northern West Bengal, India. In: Borda-de-Água, L., Rafael Barrientos, R., Beja, P., Pereira, H.M. (eds). *Railway ecology. Switzerland: Springer International Publishing AG: 157–178.*
- S.C.V., 1996. Mortalidad de vertebrados en líneas de ferrocarril. Documentos Técnicos de Conservación SCV 1, Sociedad Conservación Vertebrados, Madrid.
- Santos, S. M., Carvalho, F., Mira, A. 2017. Current Knowledge on Wildlife Mortality in Railways. In: Borda-de-Água, L., Rafael Barrientos, R., Beja, P., Pereira, H.M. (eds). *Railway ecology. Switzerland: Springer International Publishing AG: 11–22.*
- Seiler, A., Olsson, M. 2015. Cost-benefit of wildlife mitigation measures on roads. In Swedish: Viltåtgärder på väg - en lönsamhetsbedömning (Vol. 94). Uppsala, Triekol report, CBM Publications. <http://www.TRIEKOL.se>
- Seiler, A., Olsson, M. 2017. Wildlife Deterrent Methods for Railways—An Experimental Study. In: Borda-de-Água, L., Rafael Barrientos, R., Beja, P., Pereira, H.M. (eds). *Railway ecology. Switzerland: Springer International Publishing AG: 277–291.*
- Seiler, A., Olsson, M., Helldin, J. O., Norin, H. 2011. Ungulate-train collisions in Sweden (In Swedish with English summary: Klövviltolyckor på järnväg - kunskapsläge, problemanalys och åtgärdsförslag). Vol. 2011, pp. 058. Borlänge: Trafikverket Publikation.
- Seiler, A., Söderström, P., Olsson, M., Sjölund, A. 2014. Costs and effects of deer-train collisions in Sweden. Paper presented at the IENE 2014 International Conference on Ecology and Transportation, Malmö, Sweden.
- St. Clair, C. C., Whittington, J., Forshner, A., Gangadharan, A., Laskin, D. N. 2020. Railway mortality for several mammal species increases with train speed, proximity to water, and track curvature. *Scientific Reports*, 10 (1): 20476.
- Van der Grift, E. A. 1999. Mammals and railroads: Impacts and management implications. *Lutra*, 42, 77–98.
- Vandeveldel, J. C., Penone, C., Julliard, R. 2012. High-speed railways are not barriers to *Pyronia tithonus* butterfly movements. *Journal of Insect Conservation*, 16: 801–803.
- Vivoda, B., Matković, T., Huber, Đ., Rejić, S., Jelenko Turinek, I. 2015. Action plan for the implementation of mitigation measures for reducing road mortality of brown bear in Slovenia. Action plan prepared within A.4 action of the LIFE DINALP BEAR (LIFE13 NAT/SI/000550).
- Vo, P. T., Ngo, H. H., Guo, W., Zhou, J. L., Listowski, A. Du, B., et al. 2015. Stormwater quality management in rail transportation—Past, present and future. *Science of the Total Environment*, 512: 353–363.
- Waterman, E., Tulp, I., Reijnen, R., Krijgsveld, K., Braak, C. 2002. Disturbance of meadow birds by railway noise in The Netherlands. *Geluid*, 1, 2–3.
- Wells, P., Woods, J. G., Bridgewater, G., Morrison, H. 1999. Wildlife mortalities on railways: Monitoring methods and mitigation strategies. Revelstoke, British Columbia. Unpublished report.
- Whittington, J., Hebblewhite, M., DeCesare, N. J., Neufeld, L., Bradley, M., Wilmshurst, J., et al. 2011. Caribou encounters with wolves increase near roads and trails: A time-to-event approach. *Journal of Applied Ecology*, 48, 1535–1542.
- Wiacek, J., Polak, M., Filipiuk, M., Kucharczyk, M., Bohatkiewicz, J. 2015. Do birds avoid railroads as has been found for roads? *Environmental Management*, 56: 643–652.
- Yang, Q., Xia, L. 2008. Tibetan wildlife is getting used to the railway. *Nature*, 452: 810–811.

Povozi na avtocestah in železniških progah: podcenjen vir umrljivosti prostoživečih živali v Sloveniji

Wildlife-traffic collisions on highways and railways: an underestimated source of wildlife mortality in Slovenia

Samar Al Sayegh Petkovšek¹, Klemen Kotnik¹, Boštjan Pokorny^{1,2}

¹ Fakulteta za varstvo okolja, Trg mladosti 7, Velenje

² Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana

Izvleček

Na prometnicah so trki s prostoživečimi živalmi tveganje za varnost voznikov, povzročajo materialno škodo in prispevajo k umrljivosti prostoživečih živali. Pričujoča raziskava, ki obravnava povoze na slovenskem avtocestnem in železniškem omrežju, je prispevek k boljšemu poznavanju te problematike ter osnova za izvedbo ukrepov za zmanjšanje števila trkov s prostoživečimi živalmi na avtocestah in železniških progah v Sloveniji. V prvi fazi smo za izbor relevantnih podatkov opravili primerjavo med parcialnimi bazami povozov za izbrana tri leta (2016, 2018, 2019) štirih vrst prostoživečih živali (evropske srne (*Capreolus capreolus*), navadnega jelena (*Cervus elaphus*), divjega prašiča (*Sus scrofa*) in rjavega medveda (*Ursus arctos*)), ki jih vodijo upravljavci lovišč (Oslis: Osrednji slovenski lovskoinformacijski sistem) in upravljavci avtocest (DARS: Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji) oz. železniške infrastrukture (SŽ: Slovenske železnice). Ugotovili smo, da je za povoze na avtocestah in hitrih cestah popolnejša baza DARS (v primerjavi z Oslis), za povoze na železniških progah pa baza Oslis (v primerjavi z bazo SŽ). V proučevanih letih je bilo povozov osebkov dvanajstih vrst velikih sesalcev 7,0 % (avtocestno omrežje) oziroma 2,6 % (železniško omrežje) vseh registriranih povozov na prometnicah. Delež povozov evropske srne na železniških progah je bil

nekoliko manjši v primerjavi s povozi te vrste na avtocestah (2,1 % vs. 3,3 %); nasprotno pa je bil v primerjavi z avtocestami mnogo večji delež umrljivosti na železniškem omrežju pri navadnem jelenu (2 % vs. 23 %), divjem prašiču (5 % vs. 15 %) in rjavem medvedu (10 % vs. 40 %). V nadaljevanju smo za izbrani obdobji (avtocestno omrežje: 2018–2020; železniško omrežje: 2015–2019) določili povprečno letno gostoto povozov velikih sesalcev na avtocestnih in železniških odsekih (št. povozov osebkov/ km odseka) in tako določili najbolj problematične odseke, kjer je smiselno predlagati omilitvene ukrepe (npr. nadgradnja in posodobitev železniških prog) oz. nadaljevati z njihovo izvedbo (za avtocestno omrežje).

Ključne besede: prostoživeči parkljarji, povoz živali, avtocesta, železniško omrežje, Oslis (Osrednji slovenski lovskoinformacijski sistem)

Abstract

Wildlife-traffic collisions pose a risk to road safety, contribute to considerable economic loss, and are an important factor in wildlife mortality. This research, which investigates wildlife-traffic collisions on the Slovenian highway and railway network, contributes to a better understanding of this issue and represents a basis for the implementation of mitigation measures to reduce the number

Izvirni znanstveni članek

*of collisions with wildlife on the highways and railways in Slovenia. Firstly, we compared different wildlife-traffic collision databases to select relevant data for further analyses. For a random three-year period (2016, 2018 and 2019), we compared the wildlife traffic database of four selected species (roe deer (*Capreolus capreolus*), red deer (*Cervus elaphus*), wild boar (*Sus scrofa*) and brown bear (*Ursus arctos*)), obtained from the Central Slovenian Hunting Information System (Oslis), with databases managed by DARS (Motorway Company in the Republic of Slovenia) and SŽ (the Slovenian Railways database). We found that the DARS database is more comprehensive for wildlife-traffic collisions on highways and expressways (compared to the Oslis, while the Oslis database is better for railways (compared to the SŽ base). The wildlife mortality of twelve selected species of large mammals represent 2.6% (railways) or 7.0% (highways) of all registered mortality on the roads and railways. Roe deer mortality on the railways is slightly lower compared to the highways (2.1% vs. 3.3%) and relatively large for roe deer (23% vs. 2%), wild boar (15% vs. 5%), and brown bear (40% vs. 10%). A spatial distribution of collisions of large mammals per individual highway or railway section was performed for the 2018–2020 period (highway network) and the 2015–2019 period (railway network) as well. The sections of Slovenian highway and railway with the highest collision rates (no. of wildlife collision per km section) were determined with the aim of proposing mitigating measures (e.g., upgrading and modernising railway lines) or continuing with the implementation of measures (for the highway network).*

Keywords: *wild ungulates, wildlife mortality, highway, railway, Oslis (Central Slovenian Hunting Information System)*

1 Uvod

Na prometnicah so trki s prostoživečimi živalmi tveganje za varnost voznikov, povzročajo materialno škodo in negativno vplivajo na

populacije prostoživečih živali, vključno s povečano umrljivostjo. Prometnice kot prostorski element in promet povzročajo naslednje negativne vplive na prostoživeče živali: (i) uničujejo primerne habitate in povzročajo njihovo razdrobljenost; (ii) predstavljajo zapreko (bariero), ki otežuje in onemogoča sezonske in dnevne premike živali; (iii) vplivajo na spremembe v sestavi zoocenoze in zmanjšujejo biotsko raznolikost; (iv) slabšajo življenjske razmere zaradi onesnaževanja in hrupa; (v) so pomemben dejavnik tveganja za izumrtje nekaterih redkih in ogroženih vrst in (vi) vplivajo na povečano umrljivost živalskih vrst (Alexander in Waters, 2000; Putman in sod., 2004; Pokorny, 2006; Lagos in sod., 2012; Cserkesz in sod., 2013; Šprem in sod., 2013; Červinka in sod., 2015; Dorsey in sod., 2015; Krofel in sod., 2015; Shilling in Waetjen, 2015; Santos in sod., 2017; Jakubas in sod., 2018; Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019, 2020; Hamr in sod., 2021; Pokorny in sod., 2022).

Slovenija sodi med države, kjer se upravljavci državne prometne infrastrukture (DRSI: Direkcija RS za infrastrukturo za državne ceste in železniške proge; DARS za avtoceste) že več let trudijo zmanjšati tveganje za trke z divjadjo, in sicer z izvedbo različnih odvrtačnih ukrepov predvsem na območju glavnih in regionalnih cest (npr. Pokorny in sod., 2016; Al Sayegh Petkovšek in sod., 2021a). V zadnjih letih je vse več pozornosti namenjene tudi trkom prostoživečih živali na železniških progah, kjer so vplivi na populacije prostoživečih živali podobni kot pri cestnem prometu, vendar pa je treba upoštevati tudi nekatere razlike, kot so: (i) železniški promet je manj intenziven kot cestni; so daljša obdobja, ko prometa sploh ni (npr. ponekod ponoči), vendar sta povzročeni hrup in nastajanje vibracij praviloma mnogo večja kot pri cestnem prometu; (ii) umrljivost zaradi trkov z vlaki (število povoženih oseb) je za večino vrst mnogo manjša kot v cestnem prometu; vendar moramo biti pri vrednotenju tega podatka previdni, saj je cestno omrežje

bistveno daljše in bolj razvejano; (iii) železniški koridorji so ožji v primerjavi s cestnimi, kar vpliva na manjšo izgubo habitatov ob umeščanju/izgradnji novih železniških prog; (iv) onesnaženje, ki ga povzroča železniški promet, je manjše v primerjavi s cestnim, še posebno, ker mnoge vlakovne kompozicije vlečejo električne lokomotive (Iuell in sod., 2003; Barrientos in Borda-de-Agua, 2017, Borda-de-Agua in sod., 2017, Santos in sod., 2017; Potočnik in sod., 2019; Al Sayegh Petkovšek in sod., 2020). Poleg negativnih vplivov na živalstvo pomenijo trki z osebkami večjih vrst, kot so parkljarji in velike zveri, pomembno tveganje za varnost udeležencev v prometu ter veliko ekonomsko izgubo zaradi škode na vozilih, stroškov zdravljenja in zdravstvenega varstva poškodovanih oseb ter izgube mesa divjadi (Groot Bruinderink in Hazebroek, 1996; Bissonette in sod., 2008). Z vidika cestnoprometne varnosti je še posebno problematično zahajanje prostoživečih živali na avtoceste, saj so tam hitrosti vozil večje; varen odstrel živali znotraj ograje ni mogoč in ga zaradi dejstva, da gre za nelovno površino, tudi ni mogoče preprosto izvajati na legalen način; varno odganjanje živali povzroča velike zastoje v prometu; odvoz kadavrov je lahko vprašljiv s sanitarno-higienskega vidika, način odvoza pa vsaj pri nas tudi ni zadovoljivo pravnoformalno urejen (Pokorny in sod., 2020; Al Sayegh Petkovšek in sod., 2021b).

Namen raziskave je bil: (i) narediti primerjavo različnih podatkovnih baz o povozih prostoživečih živali (tj. tistih, ki jih pripravljajo/vodijo upravljavci lovišč (Oslis) in upravljavci avtocest (DARS) oz. železniške infrastrukture (SŽ)); (ii) določiti obseg (v lovskoupravljavskih statistikah sicer podcenjen problem) povozov na avtocestah in na železnicah, in sicer glede na celotne izgube izbranih vrst velikih sesalcev v prometu; (iii) primerjati značilnosti povozov na avtocestnem in železniškem omrežju; (iv) določiti/ugotoviti odseke avtocest in železniških prog z največ povozov, kar bo lahko osnova za vzpostavitev (na območju železniške

infrastrukture) oziroma nadaljevanje izvajanja (na avtocestnem omrežju) omilitvenih ukrepov za zmanjšanje povozov velikih sesalcev.

2 Materiali in metode

2.1 Avtocestno omrežje in prometna obremenitev

Slovensko avtocestno omrežje (tudi avtocestni križ) obsega pet avtocest (štiri in večpasovne) in pet hitrih cest (tri in dvopasovne) (slika 1). Brez priključkov je avtocest (AC) in hitrih cest (HC) skupaj 616,1 km (avtoceste: 547,2 km; hitre ceste: 68,9 km), vključno s priključki pa 778,2 km (DRSI, 2021). Najdaljša je avtocesta A1 (štajerski in primorski krak oziroma AC), ki poteka od Šentilja do Kopra (245,3 km), sledi ji avtocesta A2 (gorenjski in dolenski krak oziroma AC), ki se začne s predorom Karavanke in konča na Obrežju (175,5 km). Preostale avtoceste so bistveno krajše: pomurska AC (A5) je dolga 79,6 km, podravska AC (A4) 34,6 km in avtocesta A3, ki poteka od primorske AC proti Sežani, le 12,3 km. Med hitrimi cestami je najdaljša cesta H4 med Razdrtim in Vrtojbo (42,1 km). Avtocestno omrežje, vključno s hitrimi cestami, upravlja in vzdržuje DARS.



Slika 1: Avtocestno omrežje, vključno s hitrimi cestami, v Sloveniji; z vijoličasto so označeni odseki v gradnji (vir: DARS, 2021).

Figure 1: Highway network in Slovenia, including expressways; segments under construction are indicated in violet (source: DARS, 2021).

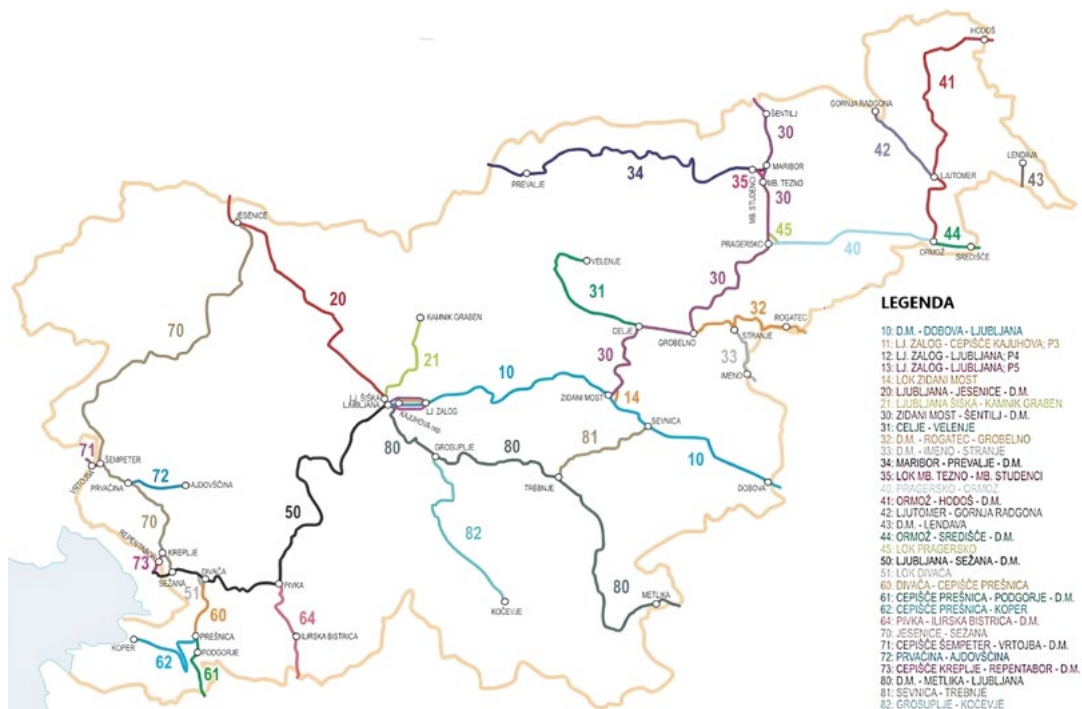
Izvirni znanstveni članek

Največ prometa je na ljubljanskem avtocestnem obroču, in sicer na odseku zahodne ljubljanske obvoznice (A2, Brdo–Kozarje), kjer je bil v letu 2016 povprečni letni dnevni promet (PLDP) 74.438 vozil/dan, v letu 2019 pa že 76.954 vozil/dan. Na posameznih odsekih severne (H3, Savlje–industrijska cona Šiška), južne (A1, Peruzzijska–Barjanska cesta) in vzhodne (A1, Litijska cesta–Malence) ljubljanske obvoznice je PLDP v obdobju 2015–2019 presegal 60.000 vozil/dan. To mejo je presegal oziroma dosegal tudi promet na odsekih Vrhnika–Brezovica, kjer je PLDP v 2019 znašal 67.061 vozil/dan, na odsekih Vrhnika–Logatec in razcep Malence–Šmarje Sap pa okoli 58.700. Analiza prometa na prometno bolj obremenjenih odsekih A1 in A2 kaže, da se je promet vseskozi povečeval, razen leta 2020, ko se je zaradi ukrepov zoper covid-19 zmanjšal za okoli 25 % glede na leto 2019, na dolenski AC pa je bilo zmanjšanje

prometa v smeri proti Obrežju celo 65 % (DRSI, 2021; DARS, 2021; Bil in sod., 2021).

2.2 Železniško omrežje in prometna obremenitev

Železniško omrežje v Sloveniji obsega 1.207,7 km železniških prog (slika 2), od katerih je večina enotimnih (874,2 km), elektrificirane so vse glavne. Na progah je 3.355 mostov, viaduktov in prepustov v dolžini 16,98 km ter 94 predorov in galerij v skupni dolžini 37,4 km. Najbolj obremenjena železniška proga v obdobju 2016–2019 je bila Dobova–Ljubljana, in sicer odsek Ljubljana Zalog–Ljubljana Moste, ki ga je vsak dan prevozilo v povprečju od 80 do 102 potniških vlakov. Druga najbolj obremenjena železniška proga s potniškim prometom je Zidani Most–Šentilj z odsekoma Pragersko–Maribor Tezno s 76 vlaki vsak dan in Celje–Grobelno s 72 do 76 vlaki vsak dan.



Slika 2: Slovensko železniško omrežje in poimenovanje prog (vir: <https://www.gov.si teme/zelezniska-infrastruktura/>).

Figure 2: Slovenia's railway network and names of segments (Source: <https://www.gov.si teme/zelezniska-infrastruktura/>).

Povozi na avtocestah in železniških progah: podcenjen vir umrljivosti prostoživečih živali v Sloveniji

Upošteva je tovorni promet sta najbolj prometno obremenjeni železniški progi Ljubljana–Sežana z odseki Postojna–Pivka, Borovnica–Postojna in Pivka–Divjača (okoli 85 vlakov vsak dan) ter Dobova–Ljubljana (okoli 80 vlakov vsak dan) (DRSI, 2020).

2.3 Pridobivanje in analiza podatkov o povozih na železniškem in avtocestnem omrežju

Podatke o povozih živali na avtocestnem oziroma železniškem omrežju zbirata upravljavca prometne infrastrukture, DARS in SŽ. Poleg teh baz pa je že vrsto let v sklopu upravljanja in monitoringa populacij divjadi tudi mnogo bolj celosten lovskoinformacijski sistem, ki ga s podatki oskrbujejo upravljavci lovišč; tako je, npr., vsak dan ažurirana podatkovna baza Oslis, kjer so shranjeni/zavedeni podatki o odstrelu in izgubah vseh vrst divjadi (in nekaterih zavarovanih vrst) v Sloveniji. Oslis je informacijski sistem, ki temelji na združevanju podatkovnih zbirk sistema Lisjak, ki ga je razvila in ga vzdržuje Lovska zveza Slovenije, ter zbirke X-Lov, ki jo vzdržuje Zavod za gozdove Slovenije. V skladu z določili Zakona o divjadi in lovstvu (Ur. l. RS, št. 16/04) morajo policija, upravljavci cest in veterinarsko-higienska služba o trku divjadi z vozili in o najdbi ranjene ali poginule divjadi na cestišču (pred njeno odstranitvijo) obvestiti Regijski center za obveščanje, ki o tem obvesti upravljavca lovišča. Le-ta nato registrira povoz v osnovni podatkovni bazi, ki je povezana z bazo Oslis. Zakon pa ne

ureja evidentiranja povozov na železnicah, zato je obveščanje upravljavcev lovišč neobvezno in verjetno pomanjkljivo.

Pred analizo povozov na slovenskih avtocestah in železnicah smo primerjali bazi DARS oziroma SŽ s podatki v sistemu Oslis, da bi ugotovili, katera baza podatkov je najbolj celovita oz. vsebuje največ podatkov. V primerjavo smo vključili štiri ciljne vrste, tj. evropsko srno/srnjad (*Capreolus capreolus*), navadnega jelena/jelenjad (*Cervus elaphus*), divjega prašiča (*Sus scrofa*) in rjavega medveda (*Ursus arctos*). V preglednici 1 prikazujemo primerjavo števila registriranih povozov na železniških tirih med bazama Oslis in SŽ, in sicer za izbrana leta (2016, 2018, 2019). Vključili smo vse podatke iz baze Oslis o povozih na železniški progi ali v njeni neposredni bližini, kot vzrok odvzema pa je bila opredeljena kategorija »povoz na železnicah«. Podatki iz baze SŽ so bili za isto obdobje pridobljeni v sklopu izdelave Strokovnih podlag za izdelavo navodil in tehničnih specifikacij za zagotovitev migracijskih koridorjev živali na območju železniške infrastrukture (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2020). Iz preglednice 1 je razvidno, da je baza Oslis mnogo obsežnejša in bolj reprezentativna, saj je bilo v primerjavi z njo v bazi SŽ zabeleženih le 17–27 % povozov srnjadi, jelenjadi in divjega prašiča ter <50 % povozov rjavega medveda. V nadaljevanju smo zato za analize uporabili osnovne upravljavske podatke iz baze Oslis.

Preglednica 1: Primerjava registriranih povozov (število osebkov) štirih vrst velikih sesalcev na železniških progah v bazi Oslis in v bazi SŽ v izbranih letih (2016, 2018, 2019)

Table 1: A comparison of registered animal-vehicle collisions (in numbers of individual animals) among the four large mammal species on railway lines according to the Oslis database and the Slovenian Railways database in the selected years (2016, 2018, 2019)

	Baza Oslis	Baza SŽ	Delež v bazi SŽ glede na Oslis
Evropska srna	401	86	21,4 %
Navadni jelen	155	41	26,4 %
Divji prašič	91	16	17,6 %
Rjavi medved	19	9	47,4 %

Izvirni znanstveni članek

Preglednica 2: Primerjava registriranih povozov (število osebkov) štirih vrst velikih sesalcev na avtocestnem omrežju v bazi Oslis in v bazi DARS v letih 2016, 2018 in 2019

Table 2: A comparison of registered animal-vehicle collisions (in numbers of individual animals) among the four large mammal species on the highway network according to the Oslis database and the DARS database in 2016, 2018 and 2019

	Baza Oslis	Baza DARS	Delež v Oslis glede na bazo DARS
Evropska srna	83	488	17,0 %
Divji prašič	14	23	60,9 %
Navadni jelen	4	13	30,8 %
Rjavi medved	3	3	100 %

Zanimala nas je tudi primerjava med bazama Oslis in DARS (preglednica 2); slednje smo pridobili v sklopu projekta Odvrčanje divjadi z AC in HC, in sicer po posameznih avtocestnih bazah (ACB), ki vzdržujejo avtocestno omrežje (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2021b). V podatkovni bazi DARS so sicer vključeni tudi podatki o povozih na hitrih cestah, ki jih v nadaljevanju ne obravnavamo posebej, temveč skupaj z avtocestami. Primerjali smo podatke za tri leta (2016, 2018 in 2019). Številčni podatki o povozih rjavega medveda so bili enaki v obeh bazah, podatki o povozih divjega prašiča, srnjadi in jelenjadi pa so bistveno obsežnejši/popolnejši v bazi DARS, kar je razumljivo, saj upravljavci lovišč (lovci) sami ne odstranjujejo kadavrov povozenih živali z avtocestnega telesa. V Oslisu je bilo v proučevanih letih zabeleženih zgolj 60 % povozenih divjih prašičev, 30 % jelenjadi in le 17 % srnjadi (v primerjavi z bazo DARS). Očitno je, da je glede podatkov o povozih velikih sesalcev na avtocestnem omrežju popolnejša baza njegovega upravljavca (baza DARS), ki je zavezan k hitremu in natančnemu obveščanju voznikov o potencialni nevarnosti trkov z divjadjo. Zato smo za nadaljnje analize povozov na avtocestnem omrežju uporabili bazo podatkov DARS.

2.4 Izračun gostote povozov

Za določitev odsekov avtocestnega in železniškega omrežja z največjo zgoščenostjo povozov smo izračunali število povozenih osebkov večjih vrst sesalcev (evropska srna, navadni jelen, divji prašič,

sevni gams (*Rupicapra rupicapra*), evropski muflon (*Ovis gmelini musimon*), jelen lopatar ali damjek (*Dama dama*), rjavi medved, volk (*Canis lupus*), evrazijski šakal (*Canis aureus*), navadna lisica (*Vulpes vulpes*), evrazijski jazbec (*Meles meles*), poljski zajec (*Lepus europaeus*)) na kilometer železniške proge oziroma avtocestnega odseka in tako določili gostoto povozov (kp = št. osebkov/km) za posamezne odseke (po Seiller in Olsson, 2017; Gilhooly in sod., 2019). Posebej smo izračunali povoze samo za parkljarje na avtocestnih odsekih (navadni jelen, evropska srna, divji prašič) in na odsekih železniških prog (navadni jelen, evropska srna, divji prašič, sevni gams, evropski muflon) (kpp = št. osebkov/parkljarjev /km). Odseke železniških prog, ki so bistveno daljši od avtocestnih odsekov (slika 5), smo smiselno razdelili na pododseke, katerih dolžina je bila od 10 do 26 km, največ pa je bilo dolgih okoli 15 km. Avtocestne odseke, katerih dolžina je bila od 1,9 km do 14,5 km, smo obravnavali kot celoto (slika 3).

3 Rezultati in razprava

3.1 Primerjava med povozimi na avtocestnem in železniškem omrežju

Ne glede na vrsto (skupaj dvanajst obravnavanih vrst prostoživečih živali, ki jih v nadaljevanju zaradi lažje berljivosti poimenujemo s skupnim imenom »veliki sesalci«) je bilo v treh proučevanih letih (2016, 2018, 2019) na avtocestah registrirano povozenih

Povozi na avtocestah in železniških progah: podcenjen vir umrljivosti prostoživečih živali v Sloveniji

Izvirni znanstveni članek

1.603 osebkov, od tega 525 prostoživečih parkljarjev (navadni jelen, evropska srna, divji prašič, severni gams). Na letnem nivoju to pomeni v povprečju 175 povoženih prostoživečih parkljarjev, in sicer 163 osebkov srnjadi, štiri osebkje jelenjadi in osem divjih prašičev.

Na železniških progah so bili v letih 2016, 2018 in 2019 registrirani povozi 606 osebkov velikih sesalcev, od tega 541 prostoživečih parkljarjev oz. povprečno na leto 180, in sicer 103 osebkje srnjadi, 50 osebkov jelenjadi, 23 divjih prašičev, trije

osebki evropskih muflonov in manj kot en osebek gamsa in jelena lopatarja na leto. V skupnem številu povozov vseh dvanajstih vključenih vrst je bilo povozov na železniških progah 2,6 % registriranega povoza na vseh prometnicah in so bili v intervalu od 0,5 % (poljski zajec) do 40 % (rjavi medved). Relativno velik delež (precej večji v primerjavi z avtocestami) v skupnem številu povozov so tudi povozi na železniških tirih navadnega jelena (23 %) in divjega prašiča (15 %); nasprotno je bil na železniških progah zelo majhen delež registriranih povozov srednje

Preglednica 3: Registrirani povozi (število osebkov) dvanajstih vrst velikih sesalcev v letih 2016, 2018 in 2019 na avtocestah, železniških progah in drugih cestah (vir: baza Oslis, 2021; DARS, 2021)

Table 3: Registered animal-vehicle collisions (in numbers of individual animals) among twelve large mammal species on highways, railways and other roads in 2016, 2018, and 2019 (Source: Oslis database, 2021; DARS, 2021)

	Avtoceste*	Železniške proge*	Druge ceste**	SKUPAJ
Evropska srna	488 (3,3 %) ^{***}	309 (2,1 %)	13.950 (94,6 %)	14.747
Navadna lisica	645 (17,9 %)	26 (0,7 %)	2.927 (81,4 %)	3.598
Evrazijski jazbec	306 (15,8 %)	14 (0,7 %)	1.622 (83,5 %)	1.942
Poljski zajec	121 (9,6 %)	6 (0,5 %)	1.133 (89,9 %)	1.260
Divji prašič	23 (5,0 %)	69 (15,0 %)	367 (80,0 %)	459
Navadni jelen	13 (2,0 %)	151 (23,0 %)	493 (75,0 %)	657
Evrazijski šakal	3 (7,1 %)	6 (14,3 %)	33 (78,6 %)	42
Jelen lopatar ali damjek	0 (0,0 %)	1 (2,9 %)	33 (97,1 %)	34
Rjavi medved	3 (10,0 %)	12 (40,0 %)	15 (50,0 %)	30
Severni gams	1 (3,3 %)	2 (6,7 %)	27 (90,0)	30
Evropski muflon	0 (0,0 %)	9 (50,0 %)	9 (50,0 %)	18
Volk	0 (0,0 %)	1 (10,0 %)	9 (90,0 %)	10
SKUPAJ	1603 (7 %)	606 (2,6 %)	20.618 (90,4 %)	22.827
Povprečen povoz/km/leto****	0,69	0,17	0,18	0,19

* Povozi na železniških progah so pridobljeni iz baze Oslis, povozi na avtocestah pa iz baze DARS. ** Povozi na drugih cestah (glavnih, regionalnih in občinskih cestah) so pridobljeni iz baze Oslis. *** V oklepaju je naveden delež glede na celotne povoze na prometnicah. ****Prikazujemo povprečne povoze na km avtocest, železnic in drugih cest; upoštevali smo naslednje dolžine: 778,2 km (avtoceste), 1.207,7 km železniške proge) in 39.132 km (druge ceste).

* Data on animal-vehicle collisions on the railway lines comes from the Oslis database, while data on animal-vehicle collisions on the highways comes from the DARS database. **Data on other roads (arterial, regional and municipal roads) comes from the Oslis database. ***The share of animal-vehicle collisions on all roads is given in parentheses. ****The average number of animal-vehicle collisions per km of highways, railways and other roads is shown here; it is based on the following distances: 778.2 km (highways), 1207.7 km (railways) and 39,132 km (other roads).

Izvirni znanstveni članek

velikih zveri, npr. lisice in jazbeca (preglednica 3). V skupnem številu povozov vseh dvanajstih vključenih vrst je bilo povozov na avtocestnem omrežju 7,0 % registriranih povozov na vseh prometnicah in so bili v intervalu od 2 % (navadni jelen) do 18 % (navadna lisica); povozi osebkov jelena lopatarja, evropskega muflona in volka niso bili zabeleženi (preglednica 3). Povprečno je na leto 0,7 registriranega povozna na kilometer avtocestnega omrežja, kar je več kot na železniškem omrežju in drugih cestah, kjer je okoli 0,2 povozov/km/leto (preglednica 3). Povprečni letni povoz na kilometer avtoceste je večji primerjavi z avtocestami in drugimi cestami na Hrvaškem, kjer je bil povprečni letni povoz 0,15 (avtoceste) oz. 0,09 osebka/km/leto (druge ceste) (Šprem in sod., 2013). Pri tem velja upoštevati, da so podatki za Hrvaško za obdobje 2007–2009, da so bili upoštevani tudi povozi ptic (mlakarice, fazani) in kun, ki jih mi nismo uvrstili v analizo, in da so bile podatki pridobljeni od policije in ne upravljavcev avtocest. Nasprotno pa je bilo na madžarskih avtocestah povozov več, in sicer se je število povečevalo do leta 2007, ko so povozi dosegli vrh z 1,4 osebka/km/leto in so se nato nekoliko zmanjšali (Cserkesz in sod., 2013).

3.2 Gostota povozov na avtocestah v obdobju 2018–2020

Gostoto povozov v raziskavo vključenih devetih vrst velikih sesalcev (evropska srna, navadni jelen, divji prašič, rjavi medved, volk, evrazijski šakal, navadna lisica, evrazijski jazbec, poljski zajec) na avtocestnih odsekih smo analizirali za obdobje 2018–2020; izračunali smo povprečno letno gostoto povozov za vse vrste skupaj (slika 3) in posebej samo za tri vrste parkljarjev. Izpostavili smo tiste odseke, na katerih je bila gostota povozov (kp) na letnem nivoju vsaj en registriran povoz velikih sesalcev na kilometer odseka; poleg tega smo izpostavili tudi odseke z velikim absolutnim povozom velikih sesalcev (preglednica 4).

Največja povprečna letna gostota povozov vseh, v raziskavo vključenih vrst (3 osebki/km), je bila ugotovljena na odsekih Bertoki–Koper in Kranj vzhod–Brnik (slika 3). Na gorenjskem kraku A2 lahko kot zelo problematičen izpostavimo še odsek Brnik–Vodice (kp = 2,5), na dolenskem kraku pa odsek Ivančna Gorica–Bič (kp = 2,7). Na avtocesti A1 je bila največja povprečna letna gostota povozov na štajerskem kraku registrirana na odseku Draženci–Podlehnik (kp = 2,2); na primorskem kraku avtoceste oz. na hitri cesti pa na odsekih Gabrk–Divača (kp = 2,8) in H5 Škofije–Srmin (kp = 2,4). Vsi naštetih odseki so relativno kratki, njihova dolžina je od 2,5 km do 6,7 km; razen odseka Kranj vzhod–Brnik, kjer v obdobju 2018–2020 ni bilo registriranega povozov parkljarjev, ampak predvsem povozov lisic, so četrtno do tretjino povozov predstavljali parkljarji; na odseku Škofije–Srmin je bil njih delež še večji, tj. 47 %. Na daljših odsekih (11,0–20,0 km), kjer je gostota povozov (kp) zmanjševala njihova dolžina, lahko kot najbolj problematične izpostavimo, upoštevaje tudi povoze parkljarjev, predvsem odsek Grosuplje–Ivančna Gorica (kp = 2,2), kateremu sledita odseka Vrhnika–Brezovica (kp = 1,5) in Postojna–Razdrto (kp = 1,2). Na navedenih odsekih je bilo povozov parkljarjev od 38 % (Grosuplje–Ivančna Gorica) do 63 % (Postojna–Razdrto) (preglednica 4).

Kljub zaščitni ograji, ponekod dodanemu električnemu pastirju vzdolž ograje (na primorski avtocesti med Logatcem in Ravbarkomando) in nameščenimi zvočnimi odvrtači na priključkih v letih 2019 in 2020 je bilo v obdobju 2018–2020 na številnih avtocestnih odsekih v Sloveniji še vedno relativno veliko povozov velikih sesalcev (tudi prostoživečih parkljarjev). Najverjetnejši vzroki za to so lahko: (i) umeščenost problematičnih odsekov v prostor, kjer se prepletata gozdna(ta) in kmetijska krajina; (ii) posamezni avtocestni odseki prečkajo ustaljene selitvene poti velikih sesalcev; (iii) izredno obilen obrod plodonosnih listavcev v letu 2018, ki je vplival na medletno variabilnost v prirastku oz. na precej večje

Izvirni znanstveni članek

gostote parkljarjev v letu 2019; (iv) vedno intenzivnejši tranzitni promet na avtocestah; (v) ponekod neprimerna (prenizka oz. poškodovana) zaščitna ograja, ki omogoča zahajanje živali na avtocestno telo (zbrano v Al Sayegh Petkovšek in sod., 2021b).

Na trke večjih vrst sesalcev na območju prometnic vplivajo številni dejavniki. V preglednem delu

Gunsona in sod. (2011), kjer so analizirali raziskave (24) trkov vretenčarjev na cestnem omrežju, so potrdili, da obstaja soodvisnost med intenzivnostjo prometa in hitrostjo vozil (Bashore in sod, 1985; Seiler, 2005), krajino in cestno infrastrukturo (Hubbard in sod., 2000; Clevenger in sod., 2003; Malo in sod., 2004; Gunson in sod., 2011) ter vrsto in biologijo živali (Orlowski in Nowak, 2006; Grilo in sod., 2009; Gunson in sod., 2011). Na število

Preglednica 4: Seznam avtocestnih odsekov z največ registriranimi povozi velikih sesalcev (devet v raziskavo vključenih vrst: vse, kp; samo tri vrste prostoživečih parkljarjev: parkljarji, kpp) v obdobju 2018–2020

Table 4: A list of highway sections with the most registered animal-vehicle collisions involving large mammals (nine species included in the study: all, kp; only three species of free-living ungulates: ungulates, kpp) in the 2018–2020 period

	Št. odseka	Odsek	Dolžina (km)	Povoz (vse)	Povoz (parkljarji)	kp* (N/km/leto)	kpp* (N/km/leto)
1.	0237 + 0737	Bertoki–Koper	2,549	23	6	3,00	0,78
2.	0008 + 0608	Kranj vzhod–Brnik	3,900	35	0	2,99	0,00
3.	0007 + 0607	Kranj zahod–Kranj vzhod	5,691	49	6	2,87	0,35
4.	0059 + 0659	Gabrk–Divača	2,878	24	8	2,78	0,93
5.	0009 + 0609	Brnik–Vodice	5,264	40	8	2,53	0,51
6.	0023 + 0623	Ivančna Gorica–Bič	6,889	51	18	2,47	0,87
7.	0093 + 0693	Draženci–Podlehnik	5,905	39	15	2,20	0,85
8.	0388 in 0788	Škofije–Srmin	4,156	30	14	2,41	1,12
9.	0022 + 0622	Grosuplje–Ivančna Gorica	20,00	131	50	2,18	0,83
10.	0042 + 0642	Vransko–Šentrupert	7,899	48	12	2,03	0,50
11.	0060 + 0660	Divača–Kozina	7,151	43	10	2,00	0,47
12.	0021 + 0621	Šmarje Sap–Grosuplje	3,873	23	6	1,97	0,52
13.	0006+ 0606	Podtabor–Kranj zahod	7,324	36	3	1,64	0,14
14.	0154	Razcep Nanos	1,664	8	3	1,60	0,60
15.	0003 + 0603	Lipce–Lesce	7,963	38	4	1,59	0,17
16.	0032 + 0632	Maribor–Pesnica	4,513	21	11	1,55	0,81
17.	0041 + 0641	Arja vas–Šentrupert	9,652	45	7	1,55	0,24
18.	0047 + 0647	Šentjakob–Lj. Zadobrova	2,883	13	5	1,50	0,58
19.	0052 + 0652	Vrhnika–Brezovica	12,424	55	22	1,48	0,59
20.	0043 + 0643	Vransko–Trojane	9,962	42	9	1,41	0,30
21.	0035 + 0635	Fram–Slivnica	1,913	8	3	1,39	0,52
22.	0044 + 0644	Krtina–Blagovica	12,456	52	11	1,41	0,29
23.	0045 + 0645	Krtina–Domžale	3,485	14	1	1,34	0,19
24.	0066 + 0666	Slivnica–Maribor	4,090	15	9	1,22	0,73
25.	0054 + 0654	Logatec–Unec	10,431	38	19	1,21	0,61

Izvirni znanstveni članek

26.	0056 + 0656	Postojna–Razdrto	11,182	40	25	1,19	0,15
27.	0024 + 0624	Trebnje V–Novo mesto V	13,168	47	10	1,19	0,25
28.	0375 + 0775	Vipava–Ajdovščina	6,757	23	2	1,13	0,29
29.	0005 + 0605	Brezje–Podtabor	5,002	16	1	1,07	0,13
30.	0068 + 0668	Gaberk–Sežana vzhod	7,982	25	7	1,04	0,29
31.	0061 + 00661	Kozina–Črni Kal	11,818	36	12	1,01	0,20

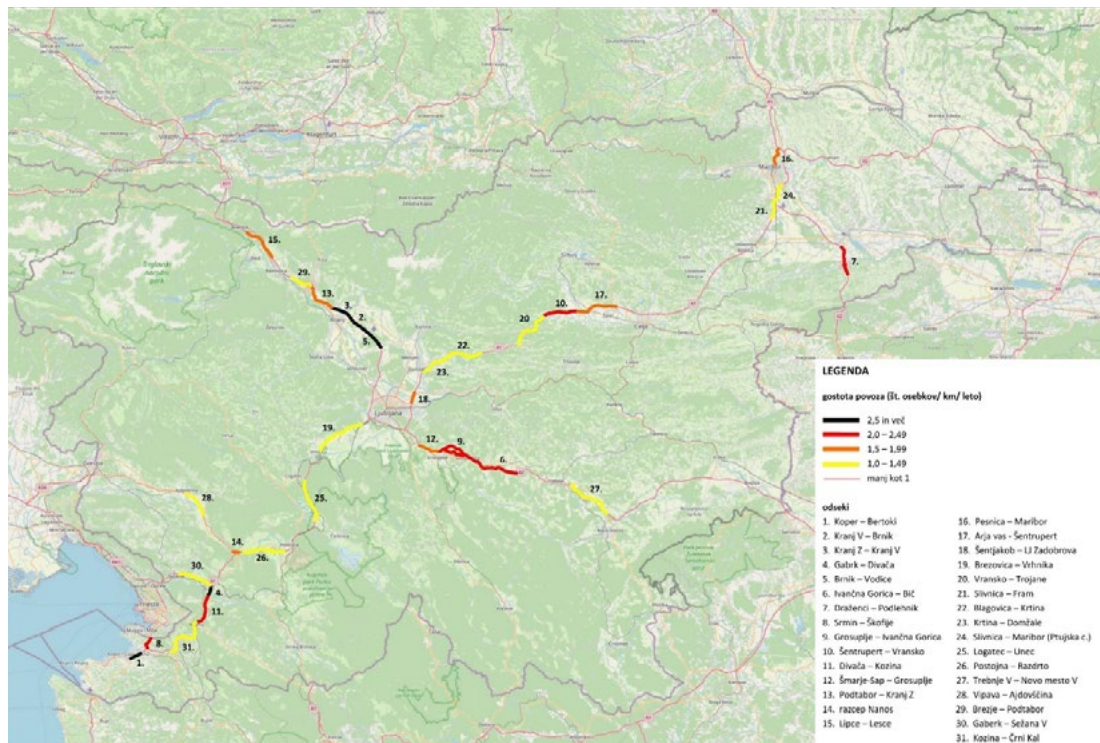
* kp: Letna gostota povozov velikih sesalcev (št. osebkov/km odseka), tj. vseh devetih vključenih vrst (navadni jelen, evropska srna, divji prašič, rjavi medved, volk, evrazijski šakal, lisica, volk, poljski zajec); ** kpp: Letna gostota povozov treh vrst parkljarjev. Krepko smo označili veliko registriranih povozenih osebkov na posameznih odsekih (>45 za vse vrste; >15 za parkljarje) in največje gostote povozov (kp ≥ 2 oz. kpp ≥ 0,8).

* kp: The annual frequency of animal-vehicle collisions involving large mammals (in numbers of individual animals per kilometre of road section), i.e., all nine species included in the study (red deer, European roe deer, wild boar, brown bear, wolf, Eurasian jackal, fox, wolf and European hare); ** kpp: Annual frequency of animal-vehicle collisions involving all three types of ungulates. Large numbers of animals lost to animal-vehicle collisions on various stretches of road (>45 for all species; >15 for ungulates) and the highest frequencies of animal-vehicle collisions (kpp ≥ 2 or kpp ≥ 0.8) have been bolded.

povozov parkljarjev (in še posebno evropske srne) zelo vpliva tudi medletna variabilnost v prirastku evropske srne zaradi različnih vremenskih in prehranskih razmer (Flajšman, 2017; Chirichella in sod., 2018). Številčnost parkljarjev zelo povečuje obilen obrod plodonosnih listavcev (bukev, kostanj, hrast); tovrsten obrod je bilo opaziti v slovenskih gozdovih v letu 2018 (ZGS, 2019). Hkrati so selitve in posledično povozi odvisni tudi od življenjskega ritma živali in letnega časa (npr. paritveno obdobje, sezonske selitve zaradi iskanja ustreznega/nezasedenega življenjskega okoliša) (Pokorny, 2006; Langbein in sod., 2011; Cserkesz in sod., 2013; Pokorny in Flajšman, 2016; Bil in sod., 2019, 2023).

Avtoceste so praviloma ograjene z zaščitnimi ograjami, ki v primeru kakovostne izvedbe preprečujejo dostop živalim na cestišče. Na madžarski avtocestni mreži je bilo največ trkov (60–70 %) registriranih na območju avtocestnih priključkov in prehodov. Slednje so povezovali s prehajanjem živali na cestišče avtoceste na območjih, kjer je bila zaščitna ograja prekinjena (Cserkesz in sod., 2013). Priključki so namreč za živali svojevrstna past, saj jim omogočajo relativno preprost vstop na avtocesto, medtem ko je izhod bistveno težji, še posebno, če zaščitne ograje niso kombinirane z drugimi

omilitvenimi ukrepi (npr. premostitveni objekti, izskočne rampe, enosmerna vrata) (Iuell in sod., 2003; Dodd in sod., 2004; Mata in sod., 2008; Jones in sod., 2022). Ustrezne zaščitne ograje in premostitveni objekti lahko zmanjšajo vpliv lokalnih gostot populacij živali na povečano število povozov. Markolt in sod. (2012), ki so raziskovali soodvisnost med gostoto populacij večjih sesalcev (evropska srna, divji prašič, evrazijski jazbec, navadna lisica) in povozi v obdobju od 2002 do 2009 v okolici izbrane avtoceste (madžarska avtocesta M3), niso potrdili soodvisnosti med pogostnostjo povozov in lokalno gostoto populacij. Domnevali so, da v primeru, ko se med obema dejavnikoma pojavi soodvisnost, je le-ta posledica predvsem nefunkcionalne zaščitne ograje in neustreznega vzdrževanja (Markolt in sod., 2012). Na podlagi terenskega ogleda avtocestnih odsekov z zgotovitvijo povozov smo sklepali, da je tudi v primeru slovenskih avtocest pomemben dejavnik, ki vpliva na poveze, ponekod neprimerna (prenizka oz. poškodovana, nepravilno umeščena) zaščitna ograja, ki živalim omogoča vstop na območje avtocest (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2021b).



Slika 3: Prikaz avtocestnih odsekov s povprečno letno gostoto povozov velikih sesalcev (vseh devet vključenih vrst) v obdobju 2018–2020

Figure 3: An overview of highway sections with the average annual frequency of animal-vehicle collisions involving large mammals (all nine species included in the study) in the 2018–2020 period

3.3 Gostota povozov na železniških progah v obdobju 2015–2019

Gostoto povozov na železniških odsekih (slika 2) smo analizirali za petletno obdobje (2015–2019) in odseke z več povozmi razdelili na pododseke. Za prikaz zgostitve povozov smo za pododseke izračunali povprečno letno gostoto povozov za vse proučevane vrste velikih sesalcev (preglednica 5).

Na območju slovenske železniške infrastrukture je bilo največ povozenih velikih sesalcev, registriranih na železniški progi od Preserja do Logatca, in sicer na pododsekih in Preserje–Verd in Verd–Logatec ($kp = 0,7$ osebk/km/leto) (preglednica 5, slika 5). Povozi so bili registrirani vzdolž celotnega pododseka Preserje–Verd (slika 4) oziroma v gozdni krajini med Verd in

Logatcem. Med vsemi registriranimi povozenimi osebkami (88) v obdobju 2015–2019 je bilo največ osebkov jelenjadi (49) in nekoliko manj srnjadi (27); registriran je bil tudi povoz štirih rjavih medvedov (Oslis, 2021).

Povečano število povozov v primerjavi z drugimi odseki smo registrirali tudi na pododseku Pragersko–Maribor (preglednica 5, slika 5), kjer je bil $kp = 0,5$ osebk/km/leto. Na omenjenem odseku je bilo v petletnem obdobju (2015–2019) registriranih 28 povozenih velikih sesalcev. Med njimi je bilo največ srnjadi (23), preostalo so bili divji prašiči (5) (Oslis, 2021).

Praviloma na število trkov živali z vlaki vplivajo predvsem hitrost vlakov, umeščenost železniške proge v prostor in bližina naravnih ovir (npr.

Povozi na avtocestah in železniških progah: podcenjen vir umrljivosti prostoživečih živali v Sloveniji

Izvirni znanstveni članek

Preglednica 5: Seznam pododsekov železniških prog z največ registriranimi pvozimi velikih sesalcev (dvanajst v raziskavo vključenih vrst: vse, kp; pet vrst prostoživečih parkljarjev: parkljarji, kpp) v obdobju 2015–2019

Table 5: A list of railway subsections with the highest number of animal-vehicle collisions involving large mammals (twelve species included in the study: all, kp; five species of free-living ungulates: ungulates, kpp) in the 2015–2019 period

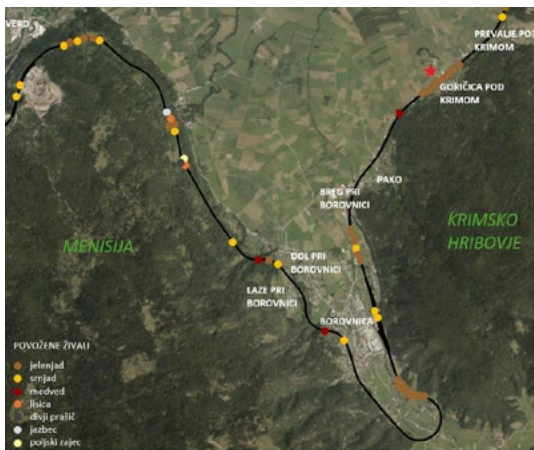
Pododsek	Dolžina	Povoz (vse)	Povoz (parkljarji)	kp* (N/km/leto)	kpp* (N/km/leto)
1. Verd–Logatec	10,0	37	34	0,74	0,68
2. Preserje–Verd	15,0	51	45	0,68	0,59
3. Pragersko–Maribor	11,0	28	28	0,51	0,51
4. Maribor–Ožbalt	26,0	51	51	0,41	0,41
5. Poljčane–Pragersko	16,0	31	31	0,39	0,39
6. Prešnica–Rižana	20,5	34	30	0,33	0,30
7. Rižana–Koper	11,0	18	18	0,33	0,33
8. Podbrdo–Most na Soči	20,0	31	31	0,31	0,31
9. Zidani Most–Zagorje	18,0	27	26	0,30	0,29
10. Logatec–Rakek	15,0	22	19	0,29	0,25
11. Rakek–Postojna	11,0	15	8	0,27	0,15
12. Kranj–Otoče	14,0	19	19	0,27	0,27
13. Kresnice–Ljubljana	24,0	29	29	0,26	0,26
14. Ožbalt–Vuzenica	22,0	25	25	0,25	0,25
15. Ljubljana–Šmarje Sap	14,0	16	16	0,23	0,23
16. Branik–Koprive	11,0	12	12	0,22	0,22
17. Bled–Bohinjska Bistrica	16,0	16	16	0,20	0,20
18. Divača–Sežana	12,5	12	12	0,19	0,19
19. Ormož–Središče	11,6	11	11	0,19	0,19
20. Polzela–Velenje	21,0	16	16	0,15	0,15
21. Ljubljana–Preserje	15,0	11	11	0,15	0,15
22. Vuzenica–Holmec (2)***	34,5	25	25	0,14	0,14
23. Postojna–Prešnica (4)***	54,5	39	34	0,14	0,12
24. Otoče–Žirovnica	15,0	10	10	0,13	0,13
25. Šmarje Sap–Semič (4)***	84,0	56	56	0,13	0,13
26. Most na Soči–Volčja Draga (3)***	39,0	25	25	0,13	0,13
27. Laško–Zidani Most	15,0	10	10	0,13	0,13
28. Zidani Most–Sevnica	17,0	11	11	0,13	0,13
29. Zagorje–Kresnice	24,0	14	14	0,12	0,12
30. Šentilj–Maribor	17,0	9	9	0,11	0,11
31. Rogaška Slatina–Grobelno	21,0	12	12	0,11	0,11
32. Jesenice–Bled	10,0	5	5	0,10	0,10
33. Hodoš–Murska Sobota (2)***	30,0	15	15	0,10	0,10

Povozi na avtocestah in železniških progah: podcenjen vir umrljivosti prostoživečih živali v Sloveniji

Izvirni znanstveni članek

*: kp: Letna gostota povozov večjih vrst prostoživečih sesalcev (navadni jelen, evropska srna, evropski muflon, severni gams, divji prašič, rjavi medved, volk, evrazijski šakal, lisica, navadna lisica, evrazijski jazbec, poljski zajec), izražena kot št. osebkov/km/leto. **: kpp: Letna gostota povozov parkljarjev (navadni jelen, evropska srna, evropski muflon, severni gams, divji prašič), izražena kot št. osebkov/km/leto. ***: Navedeni pododseki obsegajo več pododsekov (število je navedeno v oklepaju), ki smo jih združili, saj imajo enako gostoto povozov. Krepko smo označili kp in kpp > 0,3 osebkov/km/leto

*: kp: The annual frequency of animal-vehicle collisions involving large wild mammal species (red deer, European roe deer, European mouflon, northern chamois, wild boar, brown bear, wolf, Eurasian jackal, fox, red fox, European badger and European hare), expressed as individuals/km/year. **: kpp: The annual frequency of animal-vehicle collisions involving ungulates (red deer, European roe deer, European mouflon, northern chamois and wild boar), expressed as individuals/km/year. ***: The subsections listed here include several subsections (the number is listed in parentheses) that have been combined because they have the same frequency of animal-traffic collisions. The kpp and kpp of > 0.3 individuals/km/year have been bolded.



Slika 4: Odsek železniške proge Preserje–Verd z vidika umeščenosti v prostor in zgostitve povozov (levo) ter območje Goričice pod Krimom (označeno z rdečo zvezdo) (desno).

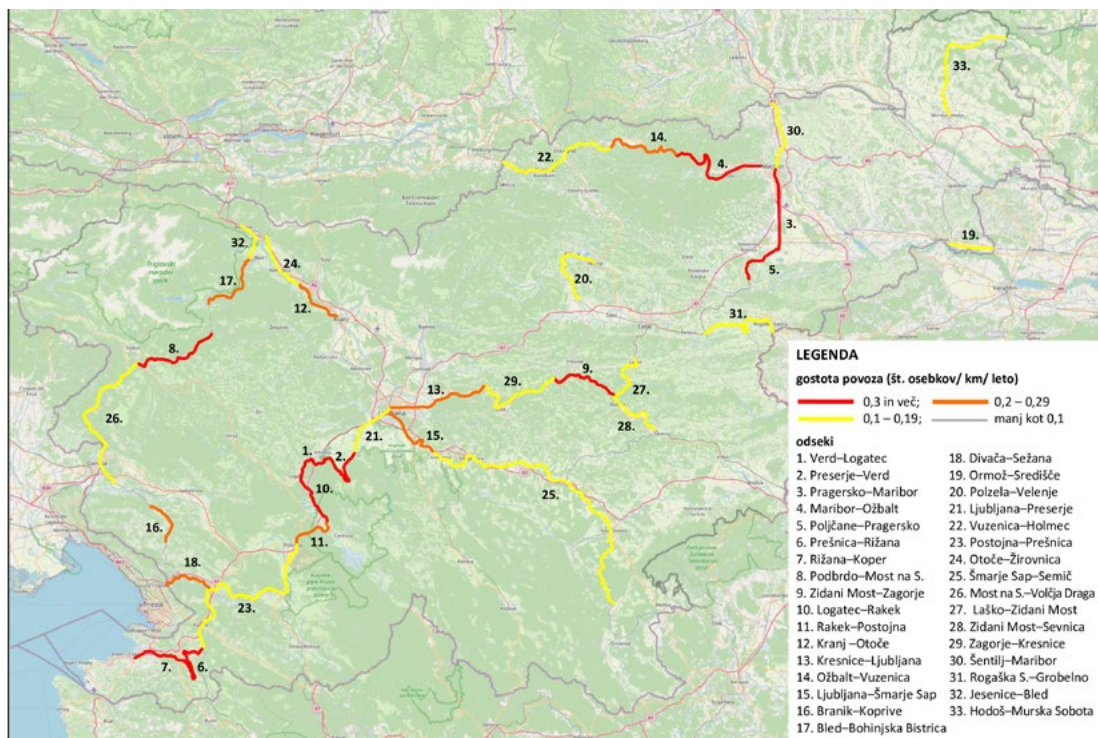
Figure 4: The Preserje-Verd railway section from a spatial planning perspective and the increased frequency of animal-vehicle collisions (left) and Goričica pod Krimom (marked with red star) (right).

vodotoki); v nekoliko manjši meri pa okoliški habitati, reliefne značilnosti in bližina cest. Posebno problematični so nepregledni odseki proge, ki onemogočajo pravočasno zaznavo vlaka (Santos in sod., 2017; Seiler in Olsson, 2017; St. Clair in sod., 2020). Odseke švedskih železniških prog, kjer je bila povprečna letna gostota povozov srnjadi $\geq 0,33$ osebkov/km, sta Seiler in Olsson (2017) opredelila kot črne točke povozov (angl. »Hot spots«). V Sloveniji je, upoštevaje registrirane povoze med letoma 2015 in 2019, pododsekov s povprečno letno gostoto povozov parkljarjev $\geq 0,30$ osebkov/km železniške proge devet in skupaj predstavljajo okoli 12 % dolžine železniških prog (147,5 km

(preglednica 5). Za omenjene pododseke je na območju zgostitve povozov smiselno načrtovati in uvesti ustrezne omilitvene ukrepe, da bi zmanjšali število povozov in povečali povezljivost prostora.

Vzroki za relativno veliko povozov na pododsekih Preserje–Logatec in Pragersko–Maribor so najverjetneje: (i) velike populacijske gostote parkljarjev (Stergar in sod., 2009), ki predstavljajo skoraj 90 % vseh povozov; (ii) umeščenost železniške infrastrukture v prostor (razgibano gozdnato območje in stik med odprto (barjansko) krajino in gozdom (Verd–Logatec) oz. mozaična krajina (Maribor–Pragersko); (iii) velike pogostnosti vlakov, ki je bila v letu 2019

Izvirni znanstveni članek



Slika 5: Prikaz pododsekov slovenskih železniških prog s povprečno letno gostoto povozov velikih sesalcev (vseh dvanajst vključenih vrst) v obdobju 2015–2019.

Figure 5: An overview of the Slovenian railways with the average annual frequency of animal-vehicle collisions involving large mammals (all twelve species included in the study) in the 2015–2019.

v povprečju 121 vlakov/dan (35 potniških in 86 tovornih) med Preserjem in Logatcem oziroma 101 vlak/dan (78 potniških in 23 tovornih) med Mariborom in Pragerskim (DRSI, 2020).

K povozom na območju železniške proge med Verdrom in Logatcem oziroma Postojno (slika 5) prispevajo tudi značilnosti prostorskega vedenja nekaterih vrst velikih sesalcev (navadni jelen, evropska srna, divji prašič, rjavi medved) na tamkajšnjem območju, saj železniška proga poteka čez območje, ki povezuje populacije velikih sesalcev iz dinarskega in alpskega prostora (Adamič in sod., 2000; Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019; Potočnik in sod., 2019; Recio in sod., 2021). Na železniški progi med Preserjem

in Postojno, ki seka disperzijski koridor rjavega medveda (Potočnik in sod., 2019; Recio in sod., 2021), smo v obravnavanem petletnem obdobju registrirali povoze dvanajstih rjavih medvedov.

4 Zaključki

Na podlagi primerjave baz podatkov (baze Oslis, DARS, SŽ) in analize povozov na slovenskem avtocestnem in železniškem omrežju v letih 2016, 2018 in 2019 ter določitve gostote povozov, ki za namene tega prispevka predstavljajo število povozenih osebkov večjih vrst prostoživečih sesalcev (evropska srna, navadni jelen, severni gams, evropski muflon, jelen lopatar ali damjek, divji prašič, rjavi medved, volk, evrazijski šakal, navadna lisica, evrazijski jazbec, poljski zajec) na kilometer avtocestnega oz. železniškega odseka na leto za izbrani obdobji (avtocestno omrežje: 2018–2020; železniško omrežje: 2015–2019), smo ugotovili:

Izvirni znanstveni članek

- a. za povoze na avtocestah in hitrih cestah je popolnejša baza DARS (v primerjavi z Oslis), za povoze na železniških progah pa baza Oslis (v primerjavi z bazo SŽ). Ugotovitev opozarja, da je treba bazo Oslis, ki je v uporabi kot najpomembnejši informacijski sistem pri načrtovanju in monitoringu upravljanja populacij divjadi, nadgraditi tako, da bi upravljavce/vzdrževalce avtocest aktivno vključili v registracijo povozov v lovsko-informacijski sistem. To bi bilo mogoče zelo preprosto in takoj narediti tako, da bi vzdrževalcem avtocest omogočili uporabo aplikacije Povozi divjadi, ki sta jo znotraj informacijskega sistema Lisjak razvili DRSI in Lovska zveza Slovenije. Z uporabo omenjene aplikacije tudi na avtocestah bi upravljavci lovišč v realnem času neposredno v svoje podatkovne baze dobili podatke o povoženih osebkih, ki bi jih potem zgolj potrdili, kar bi s skoraj nič dodatnega dela zagotovilo večjo celovitost in usklajenost podatkov o povozih prostoživečih živali na avtocestah;
- b. povozov na železniških progah je 2,6 %, povozov na avtocestnem omrežju pa 7,0 % registrirane umrljivosti proučevanih vrst velikih sesalcev na slovenskih prometnicah. Relativen povoz srnjadi na železniškem omrežju je nekoliko manjši v primerjavi s povozom na avtocestah (2,1 % vs. 3,3 % vseh povozov); bistveno več (v primerjavi z avtocestami) pa je povozov jelenjadi (23 % vs. 2 %), divjega prašiča (15 % vs. 5 %) in rjavega medveda (40 % vs. 10 %);
- c. povprečni letni registrirani povozni veliki sesalci so na avtocestnem omrežju (175 osebkov) primerljivi s povozom v železniškem omrežju (180 osebkov), čeprav je železniško omrežje bistveno daljše (1.200 km vs. 778 km) in ni ograjeno z zaščitnimi ograjami, kot je to značilno za avtoceste. Na avtocestah so bili v primerjavi s povozom na železniških progah registrirani večji povprečni letni povozni smjadi (163 vs. 103 osebki) in bistveno manjši za jelenjad (4 vs. 50), divjega prašiča (8 vs. 23) in medveda (1 vs. 4);
- d. registrirana gostota povozov, upoštevaje vse večje vrste prostoživečih sesalcev, je pomembno večja na avtocestah, k čemu prispeva tudi dejstvo, da je baza DARS (upoštevaje primerjavo z bazo Oslis) pri registraciji povozov srednje velikih vrst (lisica, jazbec, poljski zajec) precej bolj celovita (domnevamo lahko, da je registracija povozov naštetih vrst na železniških progah v bazi Oslis še manj zanesljiva);
- e. največja gostota povozov na avtocestah je bila ugotovljena na odsekih Koper–Bertoki in Kranj vzhod–Brnik (kp = 3,0 osebke/km/leto). V skupini krajših avtocestnih odsekov (2,5–6,9 km) je bila večja gostota povozov še na odsekih: Gabr–Divjača (kp = 2,8), Brnik–Vodice (kp = 2,5), Ivančna Gorica–Bič (kp = 2,5), Draženci–Podlehnik (kp = 2,4) in Škofije–Srmin (kp = 2,4). Med daljšimi odseki (9,6–20 km) je bila gostota povozov največja na odsekih Grosuplje–Ivančna Gorica (kp = 2,2), Arja vas–Šentrupert (kp = 1,5) in Vrhnika–Brezovica (kp = 1,5). Po absolutnem številu trkov z velikimi sesalci izstopa odsek Grosuplje–Ivančna Gorica v dolžini 20 km, kjer so bili v obdobju 2018–2020 registrirani povozni 131 osebkov, od tega 50 parkljarjev (srnjad, jelenjad, divji prašič). Med železniškimi odseki glede na gostoto povozov izstopajo odseki Verd–Logatec (kp = 0,7), Preserje–Verd (kp = 0,7) in Pragersko–Maribor (kp = 0,5);
- f. za navedene problematične odseke na slovenskem avtocestnem in železniškem omrežju, kjer je bila ugotovljena večja gostota povozov, je smiselno izvajati že preizkušene omilitvene ukrepe, kot je uporaba odvračal in predvsem povečanje povezljivosti oz. varnega prehajanja živali prek infrastrukture z izgradnjo novih (npr.

Izvirni znanstveni članek

ob gradnji novih avtocest in železniških prog; na avtocestnem odseku Vrhnika–Postojna) ter rekonstrukcijo/prilagoditvijo obstoječih premostitvenih objektov.

5 Summary

Wildlife-traffic collisions pose a risk to road safety, contribute to considerable economic loss, and are an important factor in wildlife mortality. This research, which investigates wildlife-traffic collisions on the Slovenian highway and railway network for the first time, contributes to a better understanding of this issue and represents a basis for the implementation of mitigation measures to reduce the number of collisions with wildlife on the highways and railways in Slovenia.

*The comparison of databases (Central Slovenian Hunting Information System (Oslis), the Motorway Company of the Republic Slovenia database (DARS), and the Slovenian Railways database (SŽ)), the analysis of road traffic on the Slovenian highway and railway network in 2016, 2018 and 2019, and determining the collision rates (the number of individual large wild mammals (roe deer (*Capreolus capreolus*), red deer (*Cervus elaphus*), northern chamois (*Rupicapra rupicapra*), European mouflon (*Ovis gmelina musimon*), wild boar (*Sus scrofa*), brown bear (*Ursus arctos*), wolf (*Canis lupus*), golden jackal (*Canis aureus*), red fox (*Vulpes vulpes*), Eurasian badger (*Meles meles*), and European hare (*Lepus europaeus*)) per km of highway/railway section per year for the selected periods (motorway network: 2018–2020; railway network: 2015–2019), were performed.*

The DARS database is more comprehensive for wildlife-traffic collisions on the highways and expressways (compared to the Oslis), while the Oslis database is better for railways (compared to the SŽ base). The finding points out that the Oslis database, which is used as the most important information system in planning and monitoring the management of game populations, needs to be upgraded in

such a way that the managers of the highways are actively involved in the registration of the hunting information system (Oslis). It would be possible to do this very easily and quickly by allowing managers of the highways to use the “Wildlife-traffic collisions” application, which was developed by the Directorate of Infrastructure of the Republic of Slovenia (DRSI) and the Hunting Association of Slovenia (LZS) within the Lisjak information system. By using this application on highways as well, managers of hunting grounds would get data about run-over animals directly into their databases in real-time, which would then only be verified. That would ensure the greater integrity and consistency of data about wildlife-traffic collisions on highways with almost no additional work.

Wildlife mortality represents 2.6% (railways) or 7.1% (highways) of all registered road mortality, including railways. Roe deer mortality on railways is slightly lower compared to the highways (2.1% vs. 3.3%) and relatively large for roe deer (23.2% vs. 2.0%), wild boar (15.5% vs. 5.2%) and brown bear (40% vs. 10%).

The registered annual mortality of large mammals on highways (175 specimens) is comparable with the mortality on the railways (180 specimens), although the railway network is larger (1,200 km vs. 778 km) and without fencing as is typical for highways. On the highways, a higher average annual wildlife mortality was registered for roe deer (163 vs. 103) and significantly lower for red deer (4 vs. 50), wild boar (8 vs. 23) and brown bear (1 vs. 4) compared to the railways.

Collision rates, for all large species of wild mammals, are significantly higher on the highways, which is also contributed to by the fact that the DARS database (taking into consideration the comparison with the Oslis database) is much more comprehensive in the registration of medium-sized species (red fox, Eurasian badger and European hare); we can assume that the registration of wildlife mortality on railways in the Oslis database is even less reliable.

The highest collision rates (kp) on the highways were found in the sections Koper - Bertoki and Kranj East - Brnik (kp = 3.0 individuals/km/year). In the group of shorter highway sections (2.5 - 6.9 km), the following sections had a higher collision rate: Gabrk - Divača (kp = 2.8), Brnik - Vodice (kp = 2.5), Ivančna Gorica - Bič (kp = 2.5), Draženci - Podlehnik (kp = 2.4) and Škofije - Srmin (kp = 2.4). Among the longer sections (9.6 - 20 km), the collision rate was the highest in the sections Grosuplje - Ivančna Gorica (kp = 2.2), Arja vas - Šentrupert (kp = 1.5) and Vrhnika - Brezovica (kp = 1.5). In terms of the absolute number of collisions with large mammals, the section Grosuplje - Ivančna Gorica stands out, with a length of 20 km, where 131 individuals were registered in the 2018-2020 period, of which 50 were ungulates (roe deer, red deer and wild boar). The railway sections with the highest collision rates were Verd - Logatec (kp = 0.7), Preserje - Verd (kp = 0.7) and Pragersko - Maribor (kp = 0.5).

For the mentioned problematic sections on the Slovenian highway and railway network, where a higher wildlife-traffic collision rate was found, it makes sense to implement already tested mitigating measures, such as the use of deterrents and, above all, increasing the connectivity or safe passage of animals through the infrastructure by building new routes (e.g. during the construction of new highways and railway lines; on the highway section Vrhnika - Postojna) and the reconstruction/adaptation of existing bridging facilities.

6 Zahvala

Podatke o povozih na avtocestnem omrežju smo pridobili v sklopu projektne naloge Odvrčanje divjadi z AC in HC, ki jo je finančno omogočila DARS; podatke o povozih na železniškem omrežju pa v sklopu projektne naloge Strokovne podlage za izdelavo navodil in tehničnih specifikacij za zagotovitev migracijskih koridorjev živali na območju železniške infrastrukture,

ki jo je financirala DRSI. Oba financerja sta pokazala hvalevredno zanimanje za reševanje problematike trkov vozil s prostoživečimi živalmi na avtocestnem in železniškem omrežju in se jim na tem mestu zahvaljujemo.

7 Viri

Adamič, M., Kobler, A., Jerina, K. 2000. Strokovna izhodišča za gradnjo ekoduktov za prehajanje rjavega medveda (*Ursus arctos*) in drugih velikih sesalcev preko avtoceste (na odseku Vrhnika - Razdrto - Čebulovica). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška, fakulteta: 60 str.

Al Sayegh Petkovšek, S., Kotnik, K., Pokorny, B. 2019. Strokovne podlage za zagotovitev ustreznih migracijskih koridorjev velikih zveri in drugih vrst velikih sesalcev na AC odseku Vrhnika - Postojna. Velenje: Visoka šola za varstvo okolja: 83 str.

Al Sayegh Petkovšek, S., Kotnik, K., Pokorny, B. 2020. Strokovne podlage za izdelavo navodil in tehničnih specifikacij za zagotovitev migracijskih koridorjev živali na območju železniške infrastrukture. Velenje: Visoka šola za varstvo okolja: 210 str.

Al Sayegh Petkovšek, S., Kotnik, K., Pokorny, B. 2021b. Odvrčanje divjadi iz AC in HC: Zaključno poročilo. Velenje: Visoka šola za varstvo okolja.

Al Sayegh Petkovšek, S., Kunej, U., Alagić, A., Flajšman, K., Levanič, T., Pokorny, B. 2021a. Namestitve zvočnih in svetlobnih (modrih) odvrčal za divjad na odsekih državnih cest v letih 2018-2020: zaključno poročilo monitoringa. Velenje, Visoka šola za varstvo okolja, Ljubljana Gozdarski inštitut Slovenije: 110 str.

Alexander, S. M., Waters, N. M. 2000. The effects of highway transportation corridors on wildlife: a case study of Banff National Park. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 8: 307-320.

Barrientos, R., Borda-de-Agna, L. 2017. Railways as Barriers for Wildlife: Current Knowledge. In: Borda-de-Água, L., Barrientos, R., Beja, P., Pereira, H. M. (eds). Railway ecology. Switzerland, Springer International Publishing AG: 43-64.

Bashore, T. L., Tzilkowski, W. M., Bellis, E. D. 1985. Analysis of deer-vehicle collision sites in Pennsylvania. Journal of Environmental Management, 49: 769-774.

Izvirni znanstveni članek

- Bil, M., Andrášik, R., Čícha, V., Arnon, A., Kruuse, M., Langbein, J., Náhlik, A., Niemig, M., Pokorny, B., Colino-Rabanal, V. J., Rolandsen, C. M., Seiler, A. 2021. COVID-19 related travel restrictions prevented numerous wildlife deaths on roads: a comparative analysis of results from 11 countries. *Biological Conservation*, 256: a109076, 6 str.
- Bil, M., Andrášik, R., Dula, M., Sedoník, M. 2019. On reliable identification of factors influencing wildlife-vehicle collisions along roads. *Journal of Environmental Management*, 237: 297–304.
- Bil, M., Andrášik, R., Kušta, T., Bartonička, T. 2023. Ungulate-vehicle crashes peak a month earlier than 38 years ago due to global warming. *Climatic Change*, 176: 84.
- Bissonette, J. A., Kassar, C., Cook, L. J. 2008. An assessment of costs associated with deer-vehicle collisions: human death and injury, vehicle damage, and deer loss. *Human–Wildlife Conflicts* 2:17–27.
- Borda-de-Agua, L., Barrientos, R., Beja, P., Pereira, M. 2017. Railway Ecology. In: Borda-de-Agua, L., Barrientos, R., Beja, P., Pereira, H. M. (eds). *Railway ecology. Switzerland*, Springer International Publishing AG: 3–10.
- Chirichella, R., Pokorny, B., Bottero, E., Flajšman, K., Mattioli, L., Apollonio, M. 2018. Factors affecting implantation failure in roe deer. *Journal of Wildlife Management*: DOI: 10.1002/jwmg.21623
- Clevenger, A. P., Chruszcz, B., Gunson, K. E. 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna vehicle-kill aggregations. *Biological Conservation*, 109: 15–26.
- Cserkesz, T., Ottlecz, B., Cserkesz-Nagy, A., Farkas, J. 2013. Interchange as the main factor determining wildlife–vehicle collision hotspots on the fenced highways: spatial analysis and applications. *European Journal of Wildlife Research*, 59 (4): 587–597.
- Červinka, J., Riegert, J., Grill, S., Šalek, M. 2015. Large-scale evaluation carnivore road mortality: the effect of landscape and local scare characteristics. *Mammal Research*, 60: 233–243.
- Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo (DRSI), Sektor za železnice. 2020. Povprečno število potniških in tovornih vlakov na dan za obdobje 2016–2019.
- Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo (DRSI). 2021. Cestna infrastruktura. <https://www.gov.si teme/cestna-infrastruktura/>, 30. 8. 2021.
- Dodd, C. K., Barichivich, W. J., Smith, L. L. 2004. Effectiveness of a barrier wall and culverts in reducing wildlife mortality on a heavily traveled highway in Florida. *Biological Conservation*, 118: 619–631.
- Dorsey, B., Olsson, M., Rew, L. J. 2015. Ecological effects of railways on wildlife. In R. Van der Ree, D. J. Smith, C. Grilo (Eds.), *Handbook of road ecology*. West Sussex, Wiley: 219–227.
- Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji (DRSI). 2021. PLDP po avtocestnih odsekih v obdobju 2018-2021.
- Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji (DRSI). 2021. Analiza prometnih obremenitev. https://www.dars.si/Prometne_obremenitve/Analiza_prometnih_obremenitev, 30. 8. 2021.
- Flajšman, K. 2017. Vpliv individualnih, populacijskih in okoljskih dejavnikov na izbrane parametre razmnoževalnega uspeha samic evropske srne (*Capreolus capreolus* L.). Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.
- Gilhooly, P. S., Nielsen, S. E., Whittington, J., St. Clair, C. C. 2019. Wildlife mortality on roads and railways following highway mitigation. *Ecosphere*, 10 (2): 1–15.
- Grilo, C., Bissonette, J. A., Santos-Reis, M. 2009. Spatial-temporal patterns in Mediterranean carnivore casualties: consequences for mitigation. *Biological Conservation*, 142: 301–313.
- Groot Bruinderink, G. W., Hazebroek, E. 1996. Ungulate traffic collisions in Europe. *Conservation Biology*, 10: 1059–1067.
- Gunson, K.E., Mountrakis, G., Quackenbush, L. 2011. Spatial wildlife–vehicle collision models: a review of current work, and their application to transportation mitigation projects. *Journal of Environmental Management* 92 (4):1074–1082.
- Hamr, J., Lieske, D. J., Martin, M., Nickel, C. B., Popp, J. N. 2021. The efficacy of highway wildlife collisions mitigation in preventing elk mortality in central Ontario. *The Journal of Wildlife Management*. DOI: 10.1002/jwmg.22184.
- Hubbard, M. W., Danielson, B. J., Schmitz, R. A. 2000. Factors influencing the location of deer–vehicle accidents in Iowa. *Journal of Environmental Management*, 64:707–713.

Izvirni znanstveni članek

Iuel, B., Bekke, G. J., Cuperu, R., Dufe, J., Fr, G., Hick, C., Hlavá, V., Kelle, V., B., Rosel, C., Sangwin, T., Tørsløv, N., Wandall, B., le Maire, B. (Eds.) 2003. Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure. COST 341.

Jakubas, D. R. Y., Lazarus, M. 2018. Factor affecting wildlife-vehicle collisions on the expressway in a suburban area in northern Poland. North-Western Journal of Zoology, 14 (1): 107–116.

Jones, P. F., Jakes, A. F., Vegter, S. E., Verhage, M. S. 2022. Is it the road or the fence? Influence of linear anthropogenic features on the movement and distribution of a partially migratory ungulate. Movement Ecology 10, 37, <https://doi.org/10.1186/s40462-022-00336-3>.

Krofel, M., Al Sayegh Petkovšek, S., Huber, Đ., Jonozovič, M., Ličina, T., Pokorny, B., Pavšek Z., Rejič, S., Stergar, M., Klemen J. 2015. Povozi medvedov na cestah in železnicah; analiza umrljivosti in akcijski načrt za preprečevanje povozov. Lovec, XCVIII, št. 12/2015.

Lagos, L., Picos, J., Valero, E. 2012. Temporal pattern of wild ungulate-related traffic accidents in northwest Spain. European Journal of Wildlife Research, 58(4): 661–668.

Langbein, J., Putman, R., Pokorny, B. 2011. Traffic collisions involving deer and other ungulates in Europe and available measures for mitigation. In: Putman R, Apollonio M, Andersen R (eds). Ungulate management in Europe: problems and practices. Cambridge University Press, pp. 215–259.

Malo, J. E., Suarez, F., Diez, A. 2004. Can we mitigate animal-vehicle accidents using predictive models? Journal of Applied Ecology, 41: 701–710.

Markolt, F., Szemezhy, L., Lehoczki, R., Heltai, M. 2012. Spatial and temporal evaluation of wildlife-vehicle collisions along the M3 Highway in Hungary. North-Western Journal of Zoology, 8 (2): 414–425.

Mata, C., Hervas, I., Herranz, J., Suarez, F., Malo J. E. 2008. Are motorway wildlife passages worth building? Vertebrate use of road-crossing structures on a Spanish motorway, Environmental Management, 88: 407–415.

Mattson, D. J. 2019. Effects of Trains and Railways on Grizzly Bears. The Grizzly Bear Recovery Project. Report BGRP-2019-1.

Orlowsky, G., Nowak, L. 2006. Factors influencing mammal roadkills in the agricultural landscape of south-western Poland. Polish Journal of Ecology, 54: 283–294.

Osrednji Slovenski Lovsko Informacijski Sistem (Oslis). 2021.

Pokorny, B. 2006. Roe deer-vehicle collisions in Slovenia: situation, mitigation strategy and countermeasures. Veterinarski Arhiv, 76: S177–187.

Pokorny, B., Cerri, J., Bužan, E. 2022. Wildlife roadkill and COVID-19: A biologically significant, but heterogeneous, reduction. Journal of Applied Ecology, 59: 1291–1301.

Pokorny, B., Flajšman, K. 2016. Značilnosti povoza parkljaste divjadi: divjji prašič. Lovec, 99: 470–476.

Pokorny, B., Flajšman, K., Alagič, A., Levanič, T., Potočnik, H., Črtalič, J., Kljun, F., Zagorac, M., Laharnar, R., Kos, I., Bužan, E., Gerič U., Potušek, S., Urzi, F., Šorgo A., Al Sayegh Petkovšek, S. 2020. Divjad v naseljih, na cestah in drugih nelovnih površinah: težave, izzivi in rešitve (končno poročilo CRP projekta). Ljubljana – Velenje – Koper – Maribor, Gozdarski inštitut Slovenije – Visoka šola za varstvo okolja – Univerza v Ljubljani – Univerza na Primorskem – Univerza v Mariboru: 207 str.

Potočnik, H., Al Sayegh Petkovšek, S., De Angelis, D., Huber, Đ., Jerina, K., Kusak, J., Mavec, M., Pokorny, B., Reljič, S., Rodriguez Recio, M., Skrbinšek, T., Vívoda, B., Jelenko Turinek, I. 2019. Priročnik za vključevanje povezljivosti in primernosti prostora za medveda v prostorsko načrtovanje. Life Dinalp Bear, Ljubljana, 66 str.

Putman, R. J., Langbein, J., Staines, B. W. 2004. Deer and Road Traffic Accidents; A Review of Mitigation Measures: Costs and Cost-Effectiveness. Report to the Deer Commission for Scotland. No. contract RP 23A.

Recio, M. R., Knauer, F., Molinari-Jobin, A., Huber, Đ., Filacorda, S., Jerina, K. 2021. Context-dependent behaviour and connectivity of recolonizing brown bear populations identify transboundary conservation challenges in Central Europe. Animal Conservation, 24: 73–83, <https://doi.org/10.1111/acv.12624>.

Santos, S. M., Carvalho, F., Mira, A. 2017. Current Knowledge on Wildlife Mortality in Railways. In: Borda-de-Água, L., Barrientos, R., Beja, P., Pereira, H. M. (eds). Railway ecology. Switzerland, Springer International Publishing AG: 11–22.

Izvirni znanstveni članek

Seiler, A. 2005. Predicting locations of moose-vehicle collisions in Sweden. *Journal of Applied Ecology*, 42:371-382.

Seiler, A., Olsson, M. 2017. Wildlife Deterrent Methods for Railways—An Experimental Study. In: Borda-de-Água, L., Barrientos, R., Beja, P., Pereira, H. M. (eds). *Railway ecology*. Switzerland, Springer International Publishing AG: 277-291.

Shilling, F. M., Waetjen, D. P. 2015. Wildlife-vehicle collision hotspots at US highway extents: scale and data source effects. V: Seiler, A., Hedin, J. O. (Edit.) *Proceedings of IENE 2014 International Conference on Ecology and Transportation*, Malmö, Sweden, Nature Conservation, 11: 41-60.

St. Clair, C. C., Whittington, J., Forshner, A., Gangadharan, A., Laskin, D. N. 2020. Railway mortality for several mammal species increases with train speed, proximity to water, and track curvature. *Scientific Reports*, 10 (1): 20476.

Stergar, M., Jonozovič, M., Jerina, K. 2009. Območja razširjenosti in relativne gostote avtohtonih vrst parkljarjev v Sloveniji. *Gozdarski vestnik letnik*, 67, 9: 367-380.

Šprem, N., Duduković, D., Keros, T., Konjević, D. 2013. Wildlife-Vehicle Collisions in Croatia – A Harard for Humans and Animals. *Coll. Antropol*, 37 (2): 531-535.

Zakon o divjadi in lovstvu. 2004. Ur. l. RS, št. 16/04 in 17/08.

Zavod za gozdove Slovenije. 2019. Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2018.

Telemetrija in njena uporaba pri proučevanju evrazijskega risa (*Lynx lynx*) v sklopu projekta LIFE Lynx

*Telemetry and its application to the study of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in the LIFE Lynx project*

Lan Hočevar¹, Jaka Črtalič²

¹ Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozde vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana Lan.Hocevar@bf.uni-lj.si

² Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana; Jaka.Crtalic@bf.uni-lj.si

Izvleček

Proučevanje ekologije prostoživečih živali je bilo zahtevno zlasti v preteklosti, saj so bile raziskovalcem v pomoč predvsem metode, ki so težko izvedljive in so večinoma odvisne od okoljskih dejavnikov ter obnašanja proučevane živalske vrste. Glavna metoda je bila neposredno opazovanje živali ali znakov njihove prisotnosti. Z razvojem telemetrije je nastal velik preskok v raziskovanju živalskih vrst; najbolj je bilo to opaziti pri vrstah, ki so zlasti zahtevne za proučevanje. To so vrste, ki se človeka izogibajo, živijo v težko dostopnih okoljih in so aktivne ponoči. Ena takšnih vrst je tudi evrazijski ris (*Lynx lynx*), ki je izginil na velikem območju zgodovinske razširjenosti, v zadnjih letih pa se s pomočjo naravovarstvenih projektov zopet vrača. Eden takšnih projektov, ki so namenjeni varstvu risa, je projekt LIFE Lynx, čigar glavni cilj je rešiti populacijo risa v Dinaridih in jugovzhodnih Alpah pred ponovnim izumrtjem. Glavna akcija projekta je doselitev risa iz romunskih in slovaških Karpatov v Slovenijo in na Hrvaško. Vsi doseljeni risi so opremljeni s telemetrično ovratnico, kar omogoča zelo dober vpogled, kako se risi vključijo v obstoječo dinarsko populacijo. Poleg tega telemetrija omogoča zaznavo plenjenja, aktivnosti živali, paritvene ekskurzije, mesta brlogov in območja, ki jih risi uporabljajo za prečkanje večjih prometnic. S takimi pomembnimi podatki lahko

dobro prepoznamo dejavnike in območja, ki so pomembna za preživetje in ohranitev te vrste.

Ključne besede: telemetrija, evrazijski ris, *Lynx lynx*, spremljanje, telemetrična ovratnica

Abstract

*Studying wildlife ecology and behavior has been very challenging in the past, as researchers have had to rely mainly on methods that are difficult to implement and depend largely on environmental factors and the behaviour of the species being studied. They have relied mainly on direct observation of the animals and on signs of presence being found in the field. With the development of telemetry, the field has seen a gigantic step towards better understanding of animals, most notably in species that are more challenging to study by other methods. These are species that avoid humans, live in hard accessible environments and are active at night. One such species is the Eurasian lynx (*Lynx lynx*), which disappeared over a large part of its former range but has been making a comeback in recent years thanks to conservation projects. One such project is LIFE Lynx, whose main objective is to save the lynx population in the Dinarides and the south-eastern Alps from extinction. The main goal of the project*

is to reintroduce lynx from the Romanian and Slovak Carpathians to Slovenia and Croatia. All introduced lynx are fitted with a telemetry collar, which gives us a very good insight into how the lynx integrate into the existing Dinaric population. Telemetry also allows us to detect the locations of kills, mating excursions, den sites and areas that are used for road crossing by lynx etc. With this important information, we can quickly identify factors and areas that are important for the survival of the species.

Keywords: *telemetry, Eurasian lynx, Lynx lynx, monitoring, telemetry collar*

1 Uvod

Največja mačka v Evropi, evrazijski ris, v delih aktualnega območja razširjenosti izginja zaradi različnih dejavnikov, kot so pomanjkanje primerne habitata, parjenje v sorodstvu in odvzem iz okolja (odstrel). Zato so v zadnjih letih v Evropi potekali različni projekti doselitve risov, ki prispevajo k povečanju števila osebkov, k dotoku novih genov in tako izboljšajo genetsko pestrost v populaciji. Proučevanje risa je v naravi izjemno zahtevno; aktiven je namreč predvsem ponoči in se giblje na velikih območjih ter na dan prehodi velike razdalje. Poleg tega se v večini spretno izogiba stikom s človekom. Številne sodobne neinvazivne metode, kot so genetski monitoring, fotomonitoring in analiza prehrane iz vzorcev iztrebkov, omogočajo zelo dober vpogled v določene parametre ekologije posameznih vrst. Kljub temu pa je za boljše razumevanje ekologije vrste potrebno dobro poznavanje specifičnih parametrov, kot so: značilnosti gibanja, vzorci aktivnosti, velikost domačega okolisa, raba habitatnih tipov, stopnja plenjenja posameznih plenskih vrst, razmnoževanje in smrtnost (npr. Potočnik in sod., 2020; in sod., 2002; Heurich in sod., 2014). Naštete parametre je mogoče zaznavati s pomočjo raznih senzorjev, katerih rezultate lahko spremljamo na daljavo s pomočjo telemetrije.

1.1 Telemetrija VHF

Razvoj telemetrije VHF (*Very high frequency*) v petdesetih in šestdesetih letih prejšnjega stoletja je za raziskovalce pomenil pravo revolucijo pri proučevanju ekologije prostoživečih živali. Z metodo je bilo mogoče zbirati podatke o gibanju osebkov vrst, ki jih je zelo zahtevno proučevati v naravi. To so vrste, ki se človeku izogibajo časovno in tudi prostorsko. Telemetrija je omogočila lažje in natančnejše raziskovanje prostorske porazdelitve živalskih vrst, porazdelitve osebkov znotraj populacije, velikosti in značilnosti njihovih domačih okolij, dnevnih premikov, zaznavanje selitev, raziskovanje uporabe habitatnih tipov in podrobnejše analize izbiranja mikrolokacij posameznih osebkov. Pri telemetriji VHF ovratnica oddaja visokofrekvenčni signal, katerega smer pridobimo s pomočjo radijskega sprejemnika in usmerjevalne antene. Vsaka ovratnica oddaja signal po vnaprej določeni frekvenci in v določenih časovnih intervalih (Rodgers in sod, 1996). S pomočjo triangulacije lahko žival na terenu umestimo tako, da iz treh različnih pozicij določimo smer najmočnejšega signala, nato pa iz presečišča linij določimo približno lokacijo živali na pregledni karti. Poleg določanja lokacije je mogoče s pomočjo tehnologije VHF zaznavati tudi različne faze aktivnosti in smrtnost spremljanih osebkov. Omenjena tehnologija je relativno varčna in omogoča daljše spremljanje živali, obstaja pa kar nekaj pomanjkljivosti. Za iskanje in določanje lokacije živali je potrebno relativno veliko časa in napora, kar se kaže v manjšem naboru podatkov, pridobljenih s terena, v primerjavi s tehnologijo GPS. Poleg tega je tudi določanje lokacije osebkov s pomočjo signala VHF manj natančno ter od popisovalca zahteva več izkušenj. Za zelo uspešno se je izkazalo tudi iskanje živali iz zraka s pritrjenim sprejemnikom na letalu. V tej smeri je manj ovir in posledično je doseg signala VHF daljši (Mech, 1983; Mech in Berber, 2002; Rodgers in sod., 1996).

1.2 Telemetrija GPS

Razvoj telemetrije GPS (*global positioning system*) se je začel v devetdesetih letih prejšnjega stoletja, ko je kanadsko podjetje Lotek Engineering razvilo prvo telemetrično ovratnico GPS (Rodgers in sod., 1996). Pri tej obliki telemetrije ovratnica vzpostavlja stik z večjimi sateliti in s pomočjo triangulacije izračuna svojo lokacijo v predhodno nastavljenem časovnem intervalu. Na tak način so raziskovalci začeli pridobivati bistveno več podatkov (in tudi boljše kvalitete), kot jih je prej omogočala tehnologija VHF (Rodgers, 2001). Za prenos podatkov iz ovratnice je mogoče uporabljati več različnih sistemov (Interreg CE 3lynx, 2018). Podatke lahko prenašamo neposredno iz ovratnice s pomočjo žične povezave, lahko pa jih prenašamo tudi brezžično s sprejemnikom VHF ali UHF (*ultra-high frequency*) podatkov, za kar je treba priti na razdaljo, praviloma največ do nekaj sto metrov. Dandanes je najpogosteje v uporabi GSM (*Global System for Mobile communication*) ali satelitski prenos podatkov. Prednost satelitskega in sistemov GSM je predvsem v tem, da za pridobivanje podatkov, razen samega odlova in nameščanja ovratnice, ni potrebno terensko delo. Prejem podatkov je relativno neodvisen od slabega vremena in nedostopnega terena (Hebblewhite in Haydon, 2010). Poleg sprejemnika GPS in mobilnega oddajnika so ovratnice pogosto opremljene tudi z drugimi senzorji, kot so: oddajnik VHF, senzor aktivnosti, merilnik srčnega utripa, termometer telesne in zunanje temperature, senzor zaznavanja bližine drugega oddajnika, senzor za zaznavanje smrtnosti, kamere, mikrofoni, zvočniki itn. (Heurich in sod., 2014). Telemetrija GPS lahko v kombinaciji z drugimi metodami spremljanja, kot je na primer monitoring s fotopastmi, omogoča pridobivanje celostnejšega vpogleda v stanje populacij in veliko doprinese k razumevanju vedenjskih značilnosti posameznih osebkov (Hočevar in sod., 2020).

1.3 Pomanjkljivosti uporabe telemetrije v ekologiji

Čeprav telemetrija GPS zmanjša obseg terenskega dela in stroške, povezane z njim, je metoda sama po sebi draga. Cene telemetričnih ovratnic, ki temeljijo na tehnologiji GPS ali Argos, se gibljejo do nekaj tisoč evrov, odvisno od specifikacij ovratnice in dodanih senzorjev, kar je v primerjavi s ceno oddajnikov VHF (200 do 600 €) občutno več (Hebblewhite in Haydon, 2010). Razvoj tehnologije, predvsem zmogljivosti baterij in komunikacijskih sistemov, je v zadnjih letih zelo napredoval, zato tudi cene postajajo dostopnejše raziskovalcem. Telemetrija tudi ni najpreprostejša, saj je za uspešno izvajanje potrebno kar nekaj znanja in izkušenj (Hočevar in sod., 2020). Ena izmed pomanjkljivosti je tudi, da je za raziskovanje trendov populacije s telemetrično ovratnico opremljenih le malo osebkov, kar pa po navadi ne zadostuje pri reprezentativnosti raziskave. Dandanes je večino podatkov mogoče prejemati mobilno, kar posledično pomeni manj preživetega časa na raziskovalnem območju. To pa ni vedno dobro, saj je treba za poznavanje ekologije nekaterih vrst razviti tudi občutek do okolja, v katerem živijo, kar je mogoče pridobiti samo s terenskim delom, ki nato raziskovalcem omogoča lažjo interpretacijo podatkov, pridobljenih s telemetrijo (Hebblewhite in Haydon, 2010).

1.4 Vpliv na žival in morebitna tveganja

Za opremljanje živali s telemetričnimi ovratnicami je po navadi treba žival odloviti in uspavati, kar pa je samo po sebi določeno tveganje. Ob odlovu se žival lahko poškoduje, pri uspavanju pa lahko nastanejo različni zapleti, v najslabšem primeru tudi smrt osebka (Powell in Proulux, 2003). Težave lahko nastanejo tudi po namestitvi telemetrične ovratnice, ki pa so lahko rezultat nepravilne namestitve ali prevelike teže ovratnice, ki živali ne omogoča normalnega življenja (Rachlow in

sod., 2014). Lahko se pojavijo: izguba teže in slabša fizična sposobnost (Cypher, 1997), omejitve gibanja (Dechen Quinn in sod., 2012) in nenaravno obnašanje, kot je npr. povečana verjetnost zapuščanja lastnih mladičev (Rachlow in sod., 2014).

Kljub temu veliko raziskav poroča, da telemetrično spremljanje živali ni zelo tvegano in je malo negativnih posledic, hkrati pa omogoči ogromno koristi, ki so pomembne za ohranjanje ogroženih živalskih vrst (Ormiston, 1985; Douglass, 1992; Durnin et al., 2004).

1.5 Primeri iz prakse: telemetrija risa v projektu LIFE Lynx

V sklopu projekta LIFE Lynx, čigar glavni cilj je rešitev dinarske in JV alpske populacije risa, vse osebkke iz romunskih in slovaških Karpatov opremimo s telemetrično ovratnico zaradi spremljanja njihove vključitve v že obstoječo populacijo. Poleg tega v Sloveniji in na Hrvaškem poteka tudi telemetrično spremljanje rezidenčnih risov zaradi boljšega poznavanja dinamike populacije in spremljanje socialnih interakcij z doseljenimi risi. Življenjska doba baterij v ovratnici je pogojena z intenzivnostjo zajema podatkov. Pri doseljenih osebkkih je prioriteta daljše spremljanje osebkov, zato se je intenzivnost zajema podatkov zmanjšala na eno do tri lokacije na dan, kar podaljša čas delovanja ovratnice. Pri rezidenčnih risih pa smo, odvisno od socialnega statusa osebkka, določili intenzivnost zajema lokacij od tri do osem lokacij na dan. V sklopu projekta smo doselili osemnajst risov, od tega pet samcev in eno samico v slovenske Dinaride, tri samce in tri samice na območje slovenskih Alp ter šest samcev na Hrvaško.

V naslednjih poglavjih bomo predstavili primere uporabnosti podatkov, pridobljenih iz telemetričnega spremljanja risov v sklopu projekta LIFE Lynx.

2 Odlov risa

Za telemetrično spremljanje risov je treba najprej žival odloviti in ji nato namestiti oddajnik. Pri risih je odlov najpogosteje s pomočjo zabojnih pasti, ki so postavljene na markirna mesta ali na lokacije, kjer se risi pogosto gibljejo (stečine, gozdne poti, prehodi itn. ...). Druga tehnika je odlov z nožnimi zankami, ki so jih razvili švicarski raziskovalci. Le-te se po navadi postavlja poleg uplenjene živali, s katero se ris hrani lahko tudi več dni (npr. Krofel, 2012). Tretja tehnika pa temelji na daljinsko upravljani uspalni puški, ki jo namestimo poleg risovega plena, s katero lahko tarčno izberemo osebek, ki ga želimo uspavati in opremiti. Pasti zabojnega tipa so odprte na obeh straneh s premičnimi vrati, ki se zaprejo ob sprožitvi. V kombinaciji sprožitvenega mehanizma, ki lahko temelji na nitki ali stopalki, je tudi alarm, ki sporoča, ali se je past sprožila (Breitenmoser in sod., 2008). Po sprožitvi alarma je treba risa uspavati zaradi lažjega rokovanja in nameščanja ovratnice. Nato je treba uspavanega risa zdravstveno pregledati, opraviti morfološke meritve in namestiti ovratnico. Le-ta je opremljena s samosprožitvenim (drop off) mehanizmom, ki ga lahko sprožimo na razdaljo, da ovratnico odstranimo z risa. Če ta mehanizem zataji, je na ovratnici še vezni člen iz bombaža, ki s časom razpade in se pretrga.



Slika 1: Zabojna past za odlov risa, nastavljena na stečini pod skalnim previsom. Foto: Lan Hočevar

Image 1: Lynx box trap set at the game trail below the overhang rock. Photo: Lan Hočevar



Slika 2: Nožne pasti, postavljene pri uplenjenem gamsu, pred zakritjem. Foto: Lan Hočevar

Image 2: Foot snares set next to a preyed chamois, before the covering. Photo: Lan Hočevar



Slika 3: Telemetrična ovratnica na risu z veznim členom iz bombaža, ki ob morebitni okvari mehanizma drop-off omogoča, da ovratnica čez čas odpade z živali. Foto: Lan Hočevar

Image 3: Telemetry collar on a lynx with a cotton link, which allows the collar to fall off in case of drop-off mechanism failure. Photo: Lan Hočevar

3 Zaznavanje risjega plena

Risi so specializirani plenilci, ki večinoma plenijo parkljarje srednjih velikosti, pri nas je to srnjad (*Capreolus capreolus*); je lovec iz zasede ali zalaza in stavi na element presenečenja. Če mu po nekaj metrih ne uspe, z lovom odneha (Kos in sod., 2005). Ob uspešni uplenitvi se ris po navadi začne prehranjevati z zadnjim

stegnom uplenjene živali, kar je ob značilnemu ugrizu v vrat in zakopavanju plena precej zanesljiv znak, da je bil uplenitelj ris. Ker ris celega plena ne more pojesti naenkrat, se s plenom hrani več dni, v povprečju je to 3,2 dneva (Krofel in sod., 2013). Čas hranjenja je zelo pogojen s prihodom medveda, ki kot kleptoparazit v povprečju najde eno tretjino risjih plenov in v povprečju poje 36 % mase celotnega risovega plena. To pomeni, da mora ris povečati stopnjo plenjenja (Krofel in Jerina, 2016). Telemetrične ovratnice omogočajo, da potencialni plen zaznamo kot prikaz skupka točk na preglednih kartah, narejenih s pomočjo geografskih informacijskih sistemov. Grozd lokacij risa nakazuje, da se ris dalj časa zadržuje

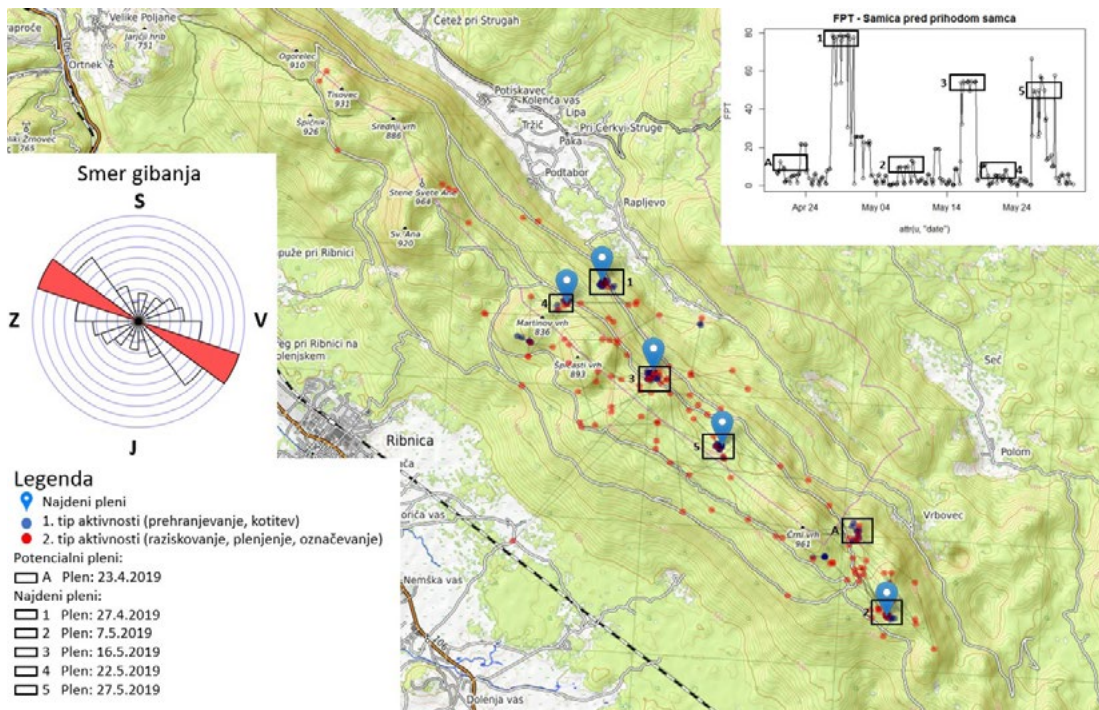


Slika 4: Uplenjena sma. Foto: Lan Hočevar

Image 4: Roe deer killed by a lynx: Photo: Lan Hočevar

na istem mestu, kar najpogosteje pomeni plen. Krofel in sod. 2013 so v raziskavi ugotovili, da se risi v času hranjenja v povprečju zadržujejo okoli 70 metrov od plena. S prenosom podatkov na napravo Garmin GPS se odpravimo na teren, kjer poiščemo plen in postavimo kamere, s katerimi spremljamo prehranjevalne risove navade, poleg tega pa tudi beležimo vrste mrhovinarjev. Najpogostejši mrhovinarji so lisica (*Vulpes vulpes*), rjavi medved (*Ursus arctos*), kuna belica (*Martes martes*), šoja (*Garrulus glandarius*), krokar (*Corvus corax*) in kanja (*Buteo buteo*). Poleg naštetih vrst se je z

Izvirni znanstveni članek



Slika 5: Primer prikaza rezultatov analize vzorcev gibanja risa z možnostjo prepoznavanja plenjenja z označenimi najdenimi pleni (Črtalič, 2023)

Image 5: Analysis of lynx movement patterns with the possibility to identify predation with marked preys found on the field (Črtalič, 2023)

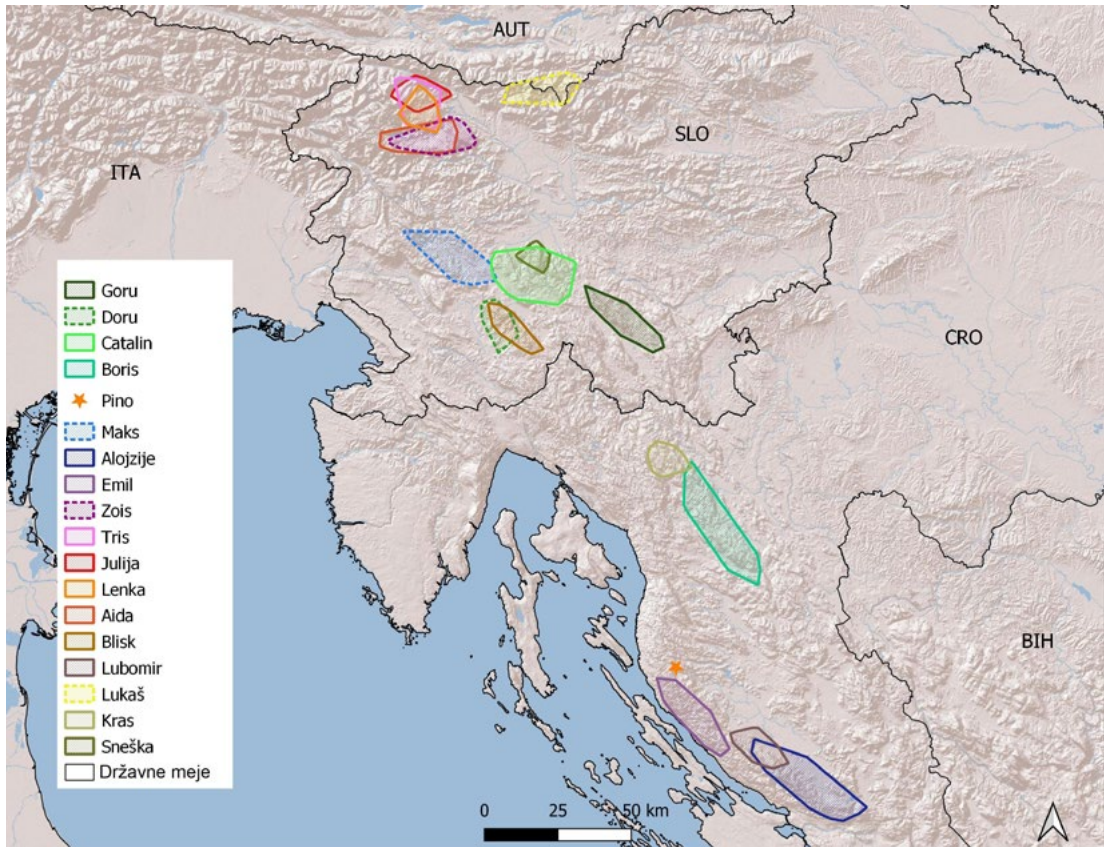
ostanki risa hranilo nekaj redkejših vrst, kot so planinski orel (*Aquila chrysaetos*), orel belorepec (*Haliaeetus albicilla*), šakal (*Canis aureus*), divja mačka (*Felis silvestris*) in volk (*Canis lupus*). Najpogosteje uplenjena vrsta večjega plena doseljenih risov je srnjad, sledi ji jelenjad (*Cervus elaphus*), od katere večinoma upleni mlade osebkne in samice, ter gams (*Rupicapra rupicapra*) na območju njegove razširjenosti. S podatki iz ovratnice lahko izračunamo tudi pogostost plenjenja. V povprečju so doseljeni risi uplenili večji plen vsakega 6,4 dneva (Fležar in sod., 2022), kar je pogosteje od ugotovitev prejšnjih raziskav (Krofel in sod., 2013).

4 Teritorialnost

Risi so teritorialna vrsta, kar pomeni, da osebek brani svoje ozemlje pred osebkami iste vrste. Pri

risih se teritorialnost izraža samo proti osebkom istega spola, medtem ko se teritoriji med samcem in samico prekrivajo. V prejšnjih raziskavah so ugotovili, da v Sloveniji teritoriji povprečno merijo okoli 215 km², pri čemer so teritoriji samcev večji od teritorijev samic (Krofel, 2012).

V sklopu projekta smo s pomočjo telemetričnih ovratnic lahko ugotovili, kdaj in kje si je ris vzpostavil teritorij oziroma dejansko spoznali, kakšne so približne meje v primeru odlova rezidenčnih risov. Ugotovili smo, da je povprečna velikost teritorija doseljenih risov 197 km² (100% MCP). Če upoštevamo še velikost teritorijev rezidenčnih risov, ki so bili opremljeni s telemetrično ovratnico v sklopu projekta LIFE Lynx, potem je povprečna velikost teritorija 201 km², pri čemer so teritoriji samic (160 km²) manjši od teritorijev samcev (221 km²) (LIFE Lynx, neobjavljeni podatki).



Slika 6: Domači okoliši doseljenih risov v sklopu projekta LIFE Lynx. Vir: LIFE Lynx

Image 6: Home ranges of translocated lynx within LIFE Lynx project. Source: LIFE Lynx

5 Paritvene ekskurzije

Pri risih paritvena sezona traja od februarja do konca aprila. V tem obdobju se tudi poveča intenzivnost oglašanja risov, ki se na tak način lažje najdejo (Krofel in Kos, 2009). V času parjenja se risi začnejo bolj aktivno premikati, premagujejo tudi večje razdalje (Jedrzejewski in sod., 2002). Med spremljanjem risov s telemetrijo smo zaznali, da se nekateri samci po parjenju s samico na svojem teritoriju odpravijo na t.i. paritveno ekskurzijo, ki pogosto vodi tudi zunaj meja njihovih teritorijev. V nadaljevanju sta predstavljena dva primera paritvene ekskurzije doseljenih risov, Goruja in Katalina.

5.1 Goru

Od leta 2019, odkar s telemetrično ovratnico spremljamo risa Goruja, smo zabeležili, da se je v vsaki paritveni sezoni odpravil na paritveno ekskurzijo zunaj meja svojega teritorija na Mali gori, ki meri 215 km² (100 % MCP). Leta 2019 se je Goru z risinjo Tejo paril junija znotraj svojega teritorija, ki ga ni zapustil vse do začetka marca leta 2020, ko je odšel na območje Ravne gore in vse do gozdov v okolici Ogolina, kjer je bila takrat s pomočjo fotopasti potrjena tudi prisotnost samic. Na svoj teritorij se je vrnil en mesec kasneje, v začetku aprila. V tem obdobju je prehodil več kot 230 km zračne razdalje. Čeprav je Goru en mesec

Izvirni znanstveni članek



Slika 7: Prikaz paritvenih ekskurzij risa Goruja v vseh letih spremljanja (2020–2022)

Image 7: Lynx Goru mating excursions in all years of telemetry monitoring (2020 – 2022)



Slika 8: Paritvene ekskurzije risa Katalina v letih 2021 in 2022. Vir: LIFE Lynx

Image 8: Lynx Katalin mating excursions in 2021 and 2022. Source: LIFE Lynx

preživel zunaj teritorija, ne vemo, ali ima na Hrvaškem iz leta 2020 tudi kaj potomcev. V letu 2021 se je Goru konec marca odpravil proti jugozahodu, na območje notranjskega Snežnika in Gorskega Kotarja na Hrvaškem. Tam se je takrat v bližini zadrževal tudi teritorialni rezidenčni ris Mihec, ki smo ga spremljali s pomočjo telemetrije. Skupno je prehodil več kot 215 km (zračne razdalje) v slabem mesecu. Lani pa je Goru med paritveno sezono odšel proti Dragi, nato pa se vrnil na svoj teritorij, od koder se je potem odpravil še južno proti Kočevskemu rogu. Lanska paritvena ekskurzija je bila najkrajša doslej, saj je skupna pot merila okoli 112 km zračne razdalje, hkrati pa je bila tudi časovno najkrajša.

5.2 Katalin

Prav tako kot Goru se je tudi Katalin v obeh sezonah parjenja odpravil na paritveno ekskurzijo zunaj območja svojega teritorija na Menišiji in Rakitni, ki meri 258 km² (100 % MCP). Leta 2021 se je po parjenju z lokalno samico, ki je kasneje skotila mladiče, odpravil na območje Velike in Racne gore, kjer se je zadrževal tri dni, kar je v primerjavi z risom Gorujem precej manj. Skupno je prehodil okoli 76 kilometrov zračne razdalje. Ker bi Katalinova

ovratnica prenehala delovati konec zime 2022, smo ga 20. 2. 2022 odlovili in zamenjali ovratnico, ki bo delovala še nadaljnji dve leti. Odlov je potekal s pomočjo nožnih pasti v sodelovanju z ZOO Ljubljana in lovcev iz LD Rakek. V paritveni sezoni 2022 se je Katalin ponovno odpravil v isti smeri kot leto prej, vendar tokrat samo skozi območje Racne gore do okolice Drage. Skupno je prehodil približno 69 kilometrov zračne razdalje, zunaj svojega teritorija pa je ostal šest dni.

6 Zaključek

Za raziskovanje prostoživečih živali je razvoj telemetrije pomenil velik napredek za pridobivanje več podrobnejših in natančnejših podatkov, ki jih prej ni bilo mogoče pridobiti s klasičnimi metodami. Posledično se je precej izboljšalo naše poznavanje ekologije in etologije živali, kar pa je ključna vloga za varovanje, upravljanje in izboljševanje sobivanja prostoživečih živali z ljudmi. Razvoj telemetrije se je najprej začel v obliki telemetrije VHF, pri kateri ovratnica oddaja signal, katerega lokacijo pridobimo z usmerjevalno anteno in radijskim sprejemnikom. Ta bazična metoda je precej naporna za pridobitev zadostne količine

podatkov, zato so kasneje razvili telemetrijo GPS, ki deluje po načelu sprejemanja signalov iz več satelitov, iz katerih nato ovratnica (sprejemnik) s pomočjo triangulacije izračuna natančno lokacijo na Zemlji. Glavne prednosti te oblike telemetrije so, da je za večji obseg podatkov treba vložiti manj navora, pridobljene lokacije živali pa so tudi natančnejše kot pri klasični telemetriji VHF. Pri proučevanju prostoživečih živali je uporaba telemetrije zelo priročna predvsem pri raziskovanju velikih zveri, ki zavzemajo velike domače okoliše in imajo visoko stopnjo aktivnosti. Ena izmed takih vrst je tudi evrazijski ris, ki se v Evropi s pomočjo naravovarstvenih projektov vrača na območja, s katerih je prej izginil. Telemetrija lahko v kombinaciji z drugimi metodami služi kot dobro orodje za monitoring risa, hkrati pa omogoča vpogled v skrivno življenje tega plenilca.

V sklopu projekta LIFE Lynx, katerega glavni cilj je ohranjanje populacije risa na območju Dinaridov in JV Alp, smo rise doseljevali zaradi genetske osvežitve populacije, vsi pa so opremljeni s telemetričnimi ovratnicami, kar omogoča dober pregled procesa vključevanja v že obstoječo populacijo. Da je proces vključitve še lažje spremljati, v sklopu projekta potekata tudi odlov in telemetrično spremljanje rezidenčnih risov. Odlov večinoma poteka s pomočjo zabojnih pasti, postavljenih na lokacije, ki jih risi radi uporabljajo za markiranje, ali na stečine, kamor pogosto zahajajo. Za odlov so v rabi tudi druge metode, kot sta odlov z nožnimi zankami in odlov s pomočjo daljinsko upravljane uspalvalne puške. Po namestitvi ovratnice lahko poljubno izberemo jakost pošiljanja lokacij na dnevni bazi. To je odvisno od tega, kaj točno bi radi proučevali. Višja je jakost zajema lokacij, krajša je življenjska doba baterije v ovratnici.

Pri proučevanju ekologije risa telemetrija omogoča zaznavati lokacije uplenitev, kar se kaže kot grozd lokacij v radiju, manjšem od 30 m. V primerih sveže uplenitve ob plenu

občasno postavimo tudi avtomatske kamere, saj se ris na plen vrača tudi več dni. S pomočjo kamer pridobimo vpogled v vzorce aktivnosti risov ob plenu, pa tudi informacije o aktivnosti kleptoparazitov ob njegovem plenu. V času trajanja projekta smo s telemetrijo lahko izmerili velikost domačih okolišev risov in tudi zaznali različne zanimive vzorce gibanja risov. Kot primer tega smo zaznali, da nekateri samci odidejo na tako imenovane (po)paritvene ekskurzije zunaj meja svojih domačih okolišev, kar je eden od vzrokov za vnaprej napovedano hitro večanje številčnosti risov v prvih letih po doselitvah. V času trajanja projekta smo to opazili pri samcih Goruju in Katalinu, ki sta v vsaki paritveni sezoni odšla na takšno pot, na kateri sta prečkala tudi državne meje in večje linearne naravne ter človekove ovire. Na ekskurziji sta zahajala na območja, kjer je bila zaznana tudi prisotnost samic.

7 Povzetek

V delu smo predstavili razvoj telemetrije v raziskavah prostoživečih živali, njene prednosti, slabosti in omejitve ter predstavili njeno uporabo v praksi skozi projekt LIFE Lynx. Telemetrija je s svojim razvojem raziskovalcem omogočila pridobivanje podatkov, ki prej niso bili dostopni, kar je posledično omogočilo nova spoznanja o nekaterih ogroženih vrstah, kot je ris. Vsi doseljeni risi s Karpatov so bili opremljeni z ovratnico, zato smo lahko določili, kje in kako hitro so si vzpostavili domači okoliši, katere plenske vrste so izbirali, koliko časa so se z njimi hranili ter s katerimi drugimi risi so bili v stiku. Poleg tega smo lahko zaznali tudi premike zunaj domačih okolišev, ki so se kazali kot paritvene ekskurzije. Čeprav je spremljanje s telemetrijo zelo invazivna metoda za osebkje in v zelo redkih primerih povzroča tudi negativne posledice, omogoča ogromno dragocenih podatkov, ki pripomorejo k boljšemu poznavanju ogroženih vrst, kar pa je ključno za njihovo varstvo.

8 Summary

In this paper we present the development of telemetry in wildlife research, its advantages, disadvantages and limitations, and its practical application through the LIFE Lynx project. Telemetry has enabled researchers to obtain data that was previously unavailable, which in turn has led to new insights into life of some endangered species such as the lynx. All lynx introduced from the Carpathian Mountains were fitted with a collar, so we were able to determine where and how quickly they established a home range, which prey species they selected, how long they fed on the kill, and which other lynx they interacted with. In addition, we were also able to detect movements outside home ranges that appeared to be mating excursions. Even though telemetry monitoring is a very invasive method for specimens and that in very few cases it has negative consequences, it provides us with a lot of valuable information that contributes to a better understanding of the species, which is crucial for its conservation.

9 Zahvala

Za pomoč na terenu bi se radi zahvalili vsem lovcem in lovkam, ki so sodelovali pri odlovu risov, pri iskanju plenov in pri postavljanju kamer v sklopu projekta LIFE Lynx. Zahvaljujemo se Ministrstvu za okolje in prostor, mehanizmu LIFE (projekt LIFE Lynx LIFE16 NAT/SI/000634), Interreg Central Europe (projekt 3Lynx) in Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (N1-0163 in P4-0059), ki so s sofinanciranjem omogočili delo, ki je neposredno povezano s tem prispevkom.

10 Viri

- Breitenmoser U., & Breitenmoser-Würsten C. (2008). Der Luchs – ein Grossraubtier in der Kulturlandschaft. Salm Verlag, Bern, Switzerland.
- Cypher, B. L. (1997). Effects of radiocollars on San Joaquin kit foxes. *Journal of Wildlife Management* 61:1412–1423.
- A. C Dechen Quinn D. M Williamsand W. F Porter (2012). Postcapture movement rates can inform data-censoring protocols for GPS-collared animals. *Journal of Mammalogy* 93:456–463.
- Douglass, R. J. (1992). Effects of radio collaring on deer mouse survival and vulnerability to ermine predation. *American Midland Naturalist* 127: 198–199.
- Durnin M. E., R. R. Swaisgood, N. Czekala, and Z. Hemin. (2004). Effects of radiocollars on giant panda stress-related behavior and hormones. *Journal of Wildlife Management* 68:987–992
- Fležar, U, Hočevar, L., Sindičić, M., Gomerčič, T., Konec, M., Slijepčević, V., ... Krofel, M. (2022). Surveillance of the reinforcement process of the Dinaric - SE Alpine lynx population in the lynx-monitoring year 2020-2021. Technical report, LIFE Lynx project.
- Hebblewhite M., Haydon D.T. (2010). Distinguishing technology from biology: a critical review of the use of GPS telemetry data in ecology. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 365, 2303–2312. doi:10.1098/rstb.2010.0087
- Heurich M, Hilger A, Küchenhoff H et al (2014). Activity patterns of Eurasian lynx are modulated by light regime and individual traits over a wide latitudinal range. *PLoS ONE* 9:e114143

Hočevar, L., Fležar, U. & Krofel, M. (2020). Overview of good practices in Eurasian lynx monitoring and conservation. INTERREG CE 3Lynx report. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Ljubljana

Interreg CE 3Lynx (2018). Compendium of existing approaches within the partnership including joint barriers and driver assessment. 55 pp.

Jedrzejewski, W., Schmidt, K., Okarma, H. & Kowalczyk, R. (2002). Movement pattern and home range use by the Eurasian lynx in Biatowieza Primeval Forest (Poland). — Ann. Zool. Fennici 39: 29–4

Kos I., Potočnik H., Skrbinšek T., Skrbinšek Majič A., Jonozovič M., Krofel M. (2005). Ris v Sloveniji. 2. izdaja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani.

Krofel M., Kos. I. (2009). Recording the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) vocalization sequences on Snežnik plateau, Slovenia. Field note.

Krofel M., Jerina K. (2016). Mind the cat: Conservation management of a protected dominant scavenger indirectly affects an endangered apex predator. Biol Conserv 197:40–46

Krofel M., Skrbinšek T., Kos I. (2013). Use of GPS location clusters analysis to study predation, feeding, and maternal behavior of the Eurasian lynx. Ecol Res 28:103–116

Krofel M. (2012). Predation-related interspecific interactions in Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in northern Dinaric Mountains. PhD thesis. University of Ljubljana

Mech LD (1983). Handbook of animal radio-tracking. University of Minnesota Press, Minneapolis.

Mech L.D., Barber S.M. (2002). A critique of wildlife radio-tracking and its use in national parks. A report to the U.S. National Park Service

Mueller, S. A., Prost, S., Anders, O., Breitenmoser-Würsten, C., Kleven, O., Klinga, P., ... & Nowak, C. (2022). Genome-wide diversity loss in reintroduced Eurasian lynx populations urges immediate conservation management. Biological Conservation, 266, 109442.

Ormiston, B. G. (1985). Effects of a subminiature radio collar on activity of free-living white-footed mice. Canadian Journal of Zoology 63:733–735.

Potočnik H., Črtalič J., Kos I., Skrbinšek T. (2020). Značilnosti rabe prostora in pomen krajinskih značilnosti za ponovno naseljene populacije Evrazijskega risa (*Lynx lynx*). Acta Biologica Slovenica- Ljubljana 2020. Vol. 63, št.2:65–88.

Powell, R. A., and G. Proulx. (2003). Trapping and marking terrestrial mammals for research: integrating ethics, performance criteria, techniques, and common sense. Institute for Laboratory Animal Research (ILAR) Journal 44:259–276.

Rachlow L.J., Peter R.M., Shipley L.A., Johnson T.R. (2014). Sub-Lethal Effects of Capture and Collaring on Wildlife: Experimental and Field Evidence. Wildlife Society Bulletin. September 2014 DOI: 10.1002/wsb.444

Rodgers A.R. (2001). Tracking animals with GPS: The first 10 years. An International conference held at the Macaulay Land use Research Institute Aberdeen 12-13 March 2001.

Rodgers A.R., Rempel R.S., Abraham K.F. (1996). A GPS-based telemetry system. Wildlife Society Bulletin, Vol. 24, No. 3, Predators (Autumn, 1996), pp. 559-566

Schadt S, Revilla E, Wiegand T, Knauer F, Kaczensky P, Breitenmoser U et al. (2002). Assessing the suitability of central European landscapes for the reintroduction of Eurasian lynx. Journal of Applied Ecology 39: 189–203.

Uspešnost pridobivanja neinvazivnih genetskih vzorcev risov (*Lynx lynx*) z vzmetnimi pastmi za dlake ter uporabnost metode za monitoring populacije

*Effectiveness of collecting noninvasive genetic samples from a lynx (*Lynx lynx*) with coil spring hair traps and applicability of the method for lynx population monitoring*

Tadeja Smolej¹, Tomaž Skrbinšek², Hubert Potočnik², Ivan Kos², Franc Kljun²

¹ Velesovska cesta 67, 4208 Šenčur; tadeja.smolej@gmail.com

² Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Večna pot 111, 1001 Ljubljana

Izveleček

Zaradi velikih domačih okolišev, izogibanja človeku, pretežno nočne aktivnosti, nizkih populacijskih gostot, kamuflaže in bivanja v okoljih z gostim vegetacijskim pokrovom sta neposredno opazovanje evrazijskega risa in pridobivanje različnih podatkov ter neinvazivnih genetskih vzorcev težavna in časovno zahtevna. Metode monitoringa s pomočjo vonjalnih postaj oziroma pasti za dlake navadno izkoriščajo učinek vedenjskega odziva mačk na mačjo meto z drgnjenjem (ang. catnip response). V ogradi Živalskega vrta Ljubljana, v kateri bivajo trije evrazijski risi, smo od maja 2017 do konca januarja 2018 testirali učinkovitost neinvazivne metode vzorčenja z novimi, izboljšanimi vonjalnimi postajami oziroma aktivnimi vzmetnimi lovilci, ki omogočajo aktivno ujetje dlak z dlačnimi mešički ter individualno ujetje dlak le enega osebk. V laboratoriju smo preverili, če vzorci vsebujejo dovolj dlak za genetske analize, nato pa smo jih analizirali in primerjali učinkovitost posameznih metod. Nova vonjalna postaja je primerna in učinkovita pri zbiranju neinvazivnih genetskih vzorcev dlak s pomočjo pasivnih lovilcev in aktivnih vzmetnih lovilcev. Metoda je v kombinaciji s fotopastmi pomembna tudi za monitoring populacije risov s pomočjo videoposnetkov.

Ključne besede: vrazijski ris (*Lynx lynx*), monitoring, neinvazivni genetski vzorci, vonjalne postaje, vzmetne pasti za dlake

Abstract

Due to their large home ranges, avoiding humans, predominantly night activity pattern, low population densities, camouflage and living in environments with a dense vegetation cover, direct observation of the Eurasian lynx, obtaining various data and noninvasive genetic samples are difficult to perform and time-consuming. Monitoring methods using scent stations or hair traps are usually based on cats' behavioural response to catnip with rubbing or so called catnip response. We tested the effectiveness of the noninvasive sampling method in the enclosure with three Eurasian lynxes at ZOO Ljubljana, from May 2017 to the end of January 2018. New, improved scent stations or so called active coil spring hair traps were used, which enable the active capture of hair with hair roots and individual hair capture of only one specimen. In the laboratory, we checked that the samples contained enough hair for genetic analysis, and then we analysed them and compared the effectiveness of individual methods. The new scent station is

suitable and efficient in collecting noninvasive genetic samples using passive hair traps and active coil spring hair traps. The method is in combination with phototraps also important in terms of monitoring the population with the help of videos.

Keywords: *Eurasian lynx (*Lynx lynx*), monitoring, noninvasive genetic samples, scent stations, coil spring hair traps*

1 Uvod

Spremljanje stanja populacij je težavno že samo po sebi, kar še zlasti velja za evrazijskega risa (*Lynx lynx*), saj je neinvazivne genetske vzorce (dlako, iztrebke, urin, slino) te zveri v okolju težko najti. Zbiranje takih vzorcev je še dodatno oteženo na območjih, kjer pozimi ni snežne podlage oziroma je le-ta kratkotrajna (Krofel, 2008). V preteklosti so raziskovalci zato razvili metode monitoringa s pomočjo vonjalnih količkov oziroma pasivnih lovilcev za dlake, ki izkoriščajo tako imenovani učinek vedenjskega odziva mačk na mačjo meto z drgnjenjem (ang. catnip response) (McDaniel in sod., 2000). Ob uvajanju genetskega prepoznavanja posameznih osebkov na osnovi zbranih dlak na pasivnih lovilcih za dlake se je pokazalo več pomanjkljivosti omenjene metode. Med njimi lahko izpostavimo težavo zanesljivega ujetja dlak z dlačnimi mešički, ki bi vsebovali zadostno količino DNA. Druga težava je možnost pridobitve vzorcev dlak več osebkov iste ali različnih vrst na istem pasivnem lovilcu in posledično onemogočena individualna identifikacija osebkov (Kendall in McKelvey, 2008).

V raziskavi smo ugotavljali učinkovitost neinvazivne metode vzorčenja z novimi, izboljšanimi vonjalnimi količki oziroma aktivnimi vzmetnimi lovilci, ki bi omogočali aktivno ujetje dlak z dlačnimi mešički ter individualno ujetje dlak le enega osebkov. Pri

tem je, vsaj pri uporabi metod označevanja in ponovnega lova za ocenjevanje številčnosti pomembno, da naprava ob ujetju dlak živali ne odvrne, da bi se ji ponovno približale (ang. trap shyness). Z odpravo omenjene pomanjkljivosti bi ta metoda postala ena izmed najuporabnejših za spremljanje populacij risa in drugih predstavnikov mačk, pri katerih lahko izzovemo vedenjske odzive drgnjenja oziroma »catnip response« (Long in sod., 2008; McDaniel in sod., 2000; Skrbinšek in sod., 2007).

2 Materiali in metode

2.1 Proučevano območje

Uspešnost pridobivanja neinvazivnih genetskih vzorcev s pomočjo vzmetnih pasti za dlake smo od maja 2017 do marca 2018 testirali v Živalskem vrtu Ljubljana v ogradi risov, ki je na severovzhodnem delu živalskega vrta, na predelu hriba Rožnik. V ogradi bivajo trije samci evrazijskega risa in pripadajo karpatski populaciji.

2.2 Vonjalne postaje in fotopasti

Vonjalne postaje, ki so sestavljene iz količka, atraktanta in dela, kjer se ujamejo dlake, so pomemben del monitoringa prostoživečih živali. Novo vonjalno postajo smo razvili, priredili in izboljšali tako, da poleg pasivnega načina omogoča tudi aktivno zbiranje vzorcev dlak z dlačnimi mešički.

Za aktivno zbiranje vzorcev smo uporabili dve različici aktivnih vzmetnih lovilcev (dvojni aktivni vzmetni lovilec od maja do septembra 2017 in enojni aktivni vzmetni lovilec januarja 2018), ki lahko ob proženju ujameta, izpulita in zadržita dlake. Aktivni vzmetni lovilci so bili postavljeni levo in desno od pasivnih lovilcev. Glavna slabost dvojnega vzmetnega lovilca (Slika 1) je bila, da sta se v večini primerov zaradi prenosa treslajev po železnem ogrodju

Izvirni znanstveni članek

ob sproženju ene izmed vzmeti sprožili obe naenkrat. Posledično smo razvili drugo različico oziroma enojni aktivni vzmetni lovilec (Slika 2), na katerem se je ob proženju sprožila le ena od vzmeti. Prednost druge različice je bila, da smo višino posameznega enojnega vzmetnega lovilca lahko prilagodili glede na naklon terena in ju namestili na različni višini, kar pri dvojnem vzmetnem lovilcu ni bilo mogoče. Prav tako smo prilagodili prožilec, ki je omogočal, da je vzmet lažje zdrsnila iz aktivne lege kot pri prvi različici oziroma pri dvojnem vzmetnem lovilcu. Izvedbeni različici se glede

delovanja mehanizma in z vidika pridobivanja neinvazivnih vzorcev dlak bistveno ne razlikujeta. Mehanizem, ki smo ga razvili, je bil izdelan tako, da je menjava pasivnih lovilcev in vzmeti v primeru, da so na njih vidni ujeti vzorci dlak, enostavna in omogoča kasnejše natančno pobiranje dlak v laboratoriju.

Pasivni lovilec je deska z vijaki in preprogo, na katero so se lahko ujele dlake iz več različnih serij drgnjenj risov. Testirali smo tri različice pasivnih lovilcev za dlake (Slika 3). Od maja do septembra 2017 smo testirali prvo in drugo



Slika 1: Prva različica vonjalne postaje z aktiviranim dvojnem aktivnim vzmetnim lovilcem, pasivnim lovilcem, atraktantom, oznako lokacije v ogradi in višinsko skalo (Smolej, 2018).

Figure 1: The first version of the scent station with activated double active coil spring hair trap, passive hair trap, attractant, a mark of the location in the enclosure and a height scale (Smolej, 2018).



Slika 2: Druga različica vonjalne postaje z aktiviranim enojnim aktivnim vzmetnim lovilcem, pasivnim lovilcem, atraktantom, oznako lokacije v ogradi in višinsko skalo (Smolej, 2018).

Figure 2: The second version of the scent station with activated single active coil spring hair trap, passive hair trap, attractant, a mark of the location in the enclosure and a height scale (Smolej, 2018).



Slika 3: Prva, druga in tretja različica pasivnega lovilca za dlake (od leve proti desni) (Smolej, 2018).

Figure 3: The first, second and the third version of the passive hair trap (from left to right) (Smolej, 2018).

različico pasivnega lovilca za dlake, ki sta se razlikovali po višini flora preproge. Preproga je predstavljala mehko podlago, ob katero so se risi drgnili in je hkrati zadržala odpadle ali izpujene dlake. Ker smo ugotovili, da dlake najbolje zadrži prva različica pasivnega lovilca, ki ima višjo višino flora, smo tako preprogo uporabili pri tretji različici. Pri načrtovanju tretjega pasivnega lovilca, ki smo ga v ogradi risov testirali januarja 2018, je bil glavni namen zmanjšanje stroškov same proizvodnje, saj tako postane metoda tudi finančno ugodnejša, zlasti ob intenzivnem monitoringu na velikih območjih. Namesto vijakov smo uporabili žeblice za pnevmatski spenjalnik, ki so cenejši in jih je mogoče hitreje pričvrstiti na desko. Izvedbene različice se bistveno ne razlikujejo glede mehanizma pridobivanja neinvazivnih vzorcev dlak.

Za učinkovito pridobivanje neinvazivnih vzorcev dlak je treba žival privabiti do lokacije, kjer je postavljena vonjalna postaja, in s pomočjo določene vrste atraktanta sprožiti odziv drgnjenja. Atraktant, ki je vseboval mešanico vazelina, bobrovega olja (*Castor canadensis*) in 100 % olja mačje mete (*Nepeta cataria*) smo pripravili v skladu z navodili, ki jih predlagajo McDaniel in sod. (2000). Da bi preprečili lizanje in zaužitje

same mešanice, smo jo nanesti v zamašek in ga zavili z gazo. Tako pripravljen zamašek smo namestili v vnaprej pripravljeno odprtino na pasivnem lovilec in jo na enem mestu pritrdili z vijakom.

Napravo smo z vijaki pritrdili na lesene količke, ki so bili visoki od 1 m do 1,2 m, široki in dolgi približno 7 cm. Na lesenem količku smo označili 10 cm razdalje, da smo lahko kasneje iz videoposnetkov ocenili višino, pri kateri se je ris drgnil, in glede na to prilagajali višino namestitve pasivnega in aktivnega vzmetnega lovilca dlak. Po optimizaciji metode smo aktivne vzmetne lovilce in pasivne lovilce nameščali v območju od 40 do 65 cm višine, merjeno od tal. Za uspešno pridobivanje dlak aktivnih vzmetnih lovilcev je bilo pomembno, da je naprava nekoliko odmaknjena od količka, saj je tako lažje prišlo do sproženja mehanizma. Količek, kovinsko ogrodje in desko na posamezni lokaciji smo označili z ujemajočimi številčnimi oznakami (od 1 do 6), kar je omogočalo lažje določanje posamezne lokacije pri shranjevanju vzorcev dlak in video analizi.

Na vsaki lokaciji v ogradi smo poleg vonjalne postaje postavili tudi fotopast, ki je omogočala spremljanje dogajanja in pridobivanje podatkov za nadaljnje analize. Fotopasti smo postavljali na razdalji 3 do 5 m od vonjalnega količka na ustrezno višino. V dnevnem času so snemale v vidnem spektru, ponoči pa v infrardečem.

2.3 Razporeditev in lokacije postavitve vonjalnih postaj

4. 5. 2017 smo v ogrado risov prvič postavili šest vonjalnih količkov na različne lokacije v ogradi risov v Živalskem vrtu Ljubljana. Pozorni smo bili, da je bila razdalja med vonjalnimi količki najmanj 20 do 30 m. Na količek smo pričvrstili aktivne vzmetne lovilce za dlake z dvema vzmetema, ki so neaktivirane ostale do 16. 5. 2017. Količki so bili postavljeni zato, da bi se jih živali navadile, povohale in markirale.

Izvirni znanstveni članek

Preglednica 1: Poletno vzorčenje

Table 1: Summer sampling

Serijska	Datum	Različica vzmetnega lovilca	Različica pasivnega lovilca
1	16.–22. 5. 2017	1	1
2	29. 5. –5. 6. 2017	1	2
3	19.–26. 6. 2017	1	1
4	3.–10. 7. 2017	1	2
5	17.–24. 7. 2017	1	1
6	31.–7. 8. 2017	1	2
7	14.–21. 8. 2017	1	1
8	28. 8.–4. 9. 2017	1	2

Preglednica 2: Zimsko vzorčenje

Table 2: Winter sampling

Serijska	Datum	Različica vzmetnega lovilca	Različica pasivnega lovilca
9	8.–15. 1. 2018	2	3
10	22.–29. 1. 2018	2	3

Vzorčenje smo izvajali v poletnem obdobju od 16. 5. 2017 do 4. 9. 2017 in v zimskem obdobju od 8. 1. 2018 do 29. 1. 2018 (Preglednica 1, Preglednica 2). Posamezne serije vzorčenja so trajale en teden. V ogrado smo vsak teden namestili aktivne vzmetne lovilce in aktivirali vzmeti, pasivne lovilce z obnovljenim atraktantom in vključili fotopasti. Po enem tednu smo iz ograde odstranili aktivne vzmetne lovilce in pasivne lovilce tako, da so v ogradi ostali samo prazni količki in fotopasti. Sledil je premor, dolg en ali dva tedna brez lovilcev za dlake in brez atraktanta, da ne bi prišlo do čutne deprivacije na dražljaj in posledično do zmanjšane odziva na mešanico atraktanta.

Vonjalne postaje in kamere smo postavili na lokacije v ogradi vzdolž risovih stečin. Izmed devetih izbranih lokacij jih je bilo šest ob stečinah, tri so bile v sredini ograde, kjer ni bilo

poti. Pri izbiri lokacije smo pazili, da vonjalna postaja ni bila postavljena v bližini ležišča, saj bi se posledično risi prehitro navadili na dražljaj atraktanta. Če se risi v določenem delu ograde niso pogosto gibali, je bilo v neposredni bližini ležišče ali pa so bili vključeni drugi dejavniki, ki bi negativno vplivali na zbiranje neinvazivnih genetskih vzorcev, smo vonjalno postajo premaknili na drugo lokacijo. V ogradi je bilo v vsaki seriji vzorčenj vedno postavljenih šest vonjalnih postaj in fotopasti.

2.4 Shranjevanje in analiza vzorcev dlak

Po končanem tednu vzorčenj smo sprožene vzmeti in pasivne lovilce shranili v plastično vrečko z zadrigo. V laboratoriju smo iz vzmeti in pasivnih lovilcev pobrali vzorce dlak, jih shranili v ustrezno označene papirnate pisemske ovojnice in jih zaprli v plastične vrečke z

Preglednica 3: Učinkovitost proženja in delovanja aktivnih vzmetnih lovilcev

Table 3: Effectiveness of the activation and performance of active coil spring hair traps

Serija	Število sproženih vzmetnih lovilcev	Število vzmetnih lovilcev, po katerih so se risi drgnili	Uspešnost proženja (%)
3	1	4	25
4	3	3	100
5	2	4	50
7	1	2	50
9	1	2	50
10	1	1	100
SKUPAJ	9	16	56,25

zadrگو ter priložili sredstvo za absorbcijo vlage (silika gel). Do analize smo jih tako zapakirane hranili v temnem prostoru na sobni temperaturi. V laboratoriju smo s pomočjo stereo lupe na beli podlagi prešteli dlake v posameznih vzorcih in pri tem določili ter prešteli dlake z dlačnimi mešički in brez njih. Vsi koraki v procesu dela so potekali aseptično, vzorce pa smo ustrezno označene primerno shranili za nadaljnje genetske analize.

3 Rezultati

3.1 Učinkovitost proženja aktivnih vzmetnih lovilcev

V desetih serijah vzorčenj smo dokumentirali devet dogodkov proženj aktivnih vzmetnih lovilcev (Slika 4). Pri analizi učinkovitosti delovanja aktivnih vzmetnih lovilcev smo v dveh serijah vzorčenj zaznali 100 % delež proženj, pri treh 50 % in pri eni 25 % (Preglednica 3). Uspešnost proženja je v celotnem obdobju vzorčenj znašala 56,25 %.

3.2 Analiza številčnosti dlak – aktivni lovilci

V poletni sezoni vzorčenj so risi v osmih serijah

vzorčenj sprožili sedem aktivnih vzmetnih lovilcev. Rezultate prikazuje Preglednica 4, Slika 5 in Slika 7. Največ ujetih dlak z dlačnimi mešički je bilo 306 dlak, kar je 54,2 % vzorca (Slika 5). V tem primeru se je ris s telesom dovolj približal vzmeti in jo sprožil z licem in vratom. Drugi največji vzorec je vseboval 197 dlak z dlačnimi mešički (55,8 %). V tem primeru se je ris podrgnil z bokom, s telesom se je dovolj približal vzmeti in jo uspešno sprožil. Tretji najboljše vzorec je vseboval 38 dlak z dlačnimi mešički (57,6 %), fotopast pa dogodka proženja ni posnela. Pri vzorcu, kjer smo pridobili sedem dlak z dlačnimi mešički (63,6 %) se je ris vzmeti približal s sprednjim delom gobca, kjer so krajše dlake, ki so se težje ujele med reže in posledično smo pridobili manjši vzorec. Tisti, ki smo ga pridobili pri prvem zabeleženem proženju vzmeti, je vseboval eno dlako z dlačnim mešičkom. V tem primeru je bil aktivni vzmetni lovilcec postavljen nekoliko prenizko. Ris se je z vratom podrgnil ob varovalo, ob rahlem dotiku se je vzmet sprožila, s telesom pa je bil ob proženju vzmeti preveč oddaljen, da bi se lahko v reže ujel večji vzorec dlak. Pri vzorcu, pri katerem smo pridobili eno dlako z dlačnim mešičkom (33,3 %), se je ris podrgnil z zgornjim delom lica, kjer so krajše dlake, kar je vplivalo na

Izvirni znanstveni članek



Slika 4: Drgnjenje risa Luksa na drugi vonjalni postaji, 10. 7. 2017. Iz dela slike označenega z 1 in 2 je razvidno, da se je ris po vonjalni postaji drgnil z licem in vratom. Ob proženju aktivnega vzmetnega lovilca na delu slike, označenem s 3, se je odmaknil. Po proženju aktivnega vzmetnega lovilca se je po nekaj sekundah vrnil in ovažal vonjalno postajo (del slike, označen s 4).

Figure 4: Rubbing of the lynx Luks at the second scent station, 10 July 2017. The part of the figure marked with 1 and 2 shows that the lynx rubbed on the scent station with his cheek and neck. In the part of the figure marked with 3, he moved away when the active coil spring hair trap was activated. A few seconds after activation of the active coil spring hair trap he returned and sniffed the scent station (part of the figure marked with 4).

velikost vzorca. Proženja vzmeti, pri katerem smo pridobili pet dlak z dlačnimi mešički (62,5 %), fotopast ni posnela.

V zimski sezoni vzorčenj so risi v dveh serijah vzorčenj sprožili dva aktivna vzmetna lovilca. Rezultate prikazujejo Preglednica 4, Slika 6 in Slika 7. Pri prvem proženju druge različice aktivnega vzmetnega lovilca je vzmet izpulila 381

dlak, od katerih je le 12 vsebovalo dlačne mešičke (3,1 %; Slika 6). Ris se je ob vzmet podrgnil z vratom, se ji dovolj približal in pridobili smo velik vzorec dlak. V drugem primeru se je ris vzmeti dotaknil in jo sprožil z bokom. Pridobili smo dve dlaki z dlačnim mešičkom (10 %), vzorec je skupaj obsegal 20 dlak.

Izvirni znanstveni članek



Slika 5: Sprožena vzmet na dvojnem aktivnem vzmetnem lovilcu oziroma prvi različici. Sprožena je bila desna vzmet, ki je skupno zadržala 565 dlak, od katerih je bilo v vzorcu 306 dlak z dlačnimi mešički (54,2 %).

Figure 5: Activated coil spring on a double active coil spring hair trap or the first version. The right spring was activated and obtained in total of 565 hair, among them 306 hair with hair roots (54.2%).



Slika 6: Sprožena vzmet na enojnem aktivnem vzmetnem lovilcu oziroma drugi različici. Sprožena je bila leva vzmet, ki je skupno zadržala 381 dlak, od katerih je bilo v vzorcu 12 dlak z dlačnimi mešički (3,1 %).

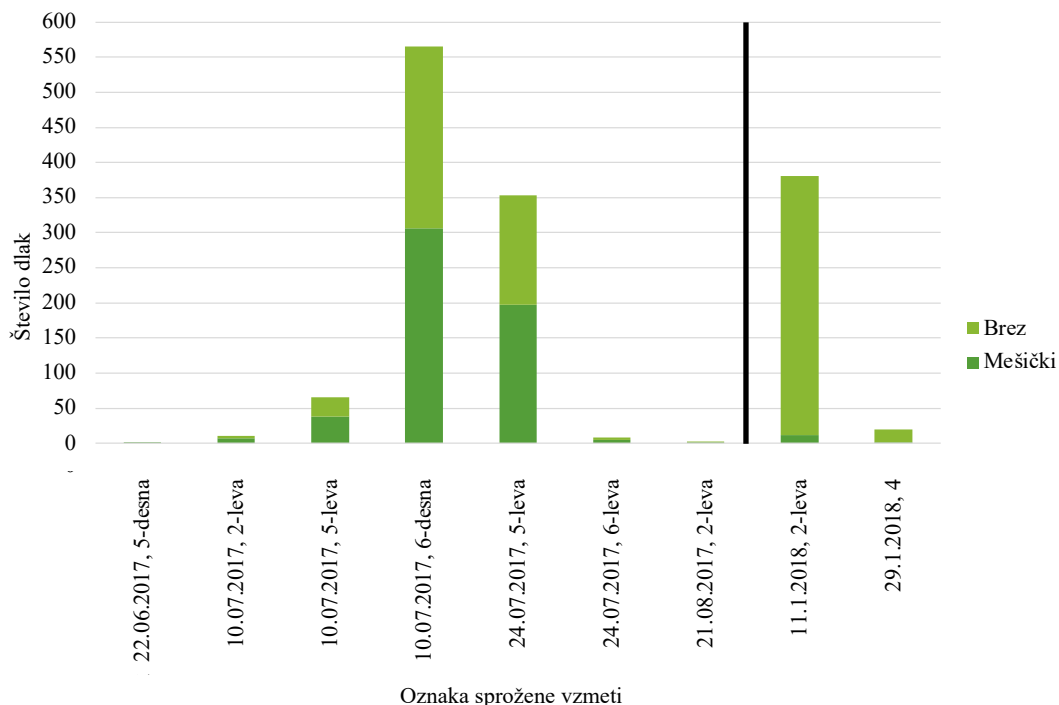
Figure 6: Activated coil spring on a single active coil spring hair trap or the second version. The left spring was activated and obtained a total of 381 hair, among them 12 hair with hair roots (3,1 %).

Preglednica 4: Število in deleži dlak, pridobljeni z aktivnimi vzmetnimi lovilci

Table 4: Number and the percentage of hair obtained by active coil spring hair traps

Serijska	Lokacija	Leva ali desna vzmet	Del telesa	Mešički	Delež dlak z mešički (%)	Brez	Delež dlak brez mešičkov (%)	Skupaj
3	5	desna	vrat	1	100,0	0	0,0	1
4	2	leva	gobec	7	63,6	4	36,4	11
4	5	leva	ni znano	38	57,6	28	42,4	66
4	6	desna	lice in vrat	306	54,2	259	45,8	565
5	5	leva	bok	197	55,8	156	44,2	353
5	6	leva	ni znano	5	62,5	3	37,5	8
7	2	leva	zgornji del lica	1	33,3	2	66,7	3
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>								
9	2	leva	vrat	12	3,1	369	96,9	381
10	4	/	bok	2	10,0	18	90,0	20

Izvirni znanstveni članek



Slika 7: Število dlak z mešički in brez mešičkov na sproženih vzmeteh v poletnem in zimskem obdobju vzorčenj.

Figure 7: Number of hair with and without hair roots on activated coil springs during the summer and winter sampling periods.

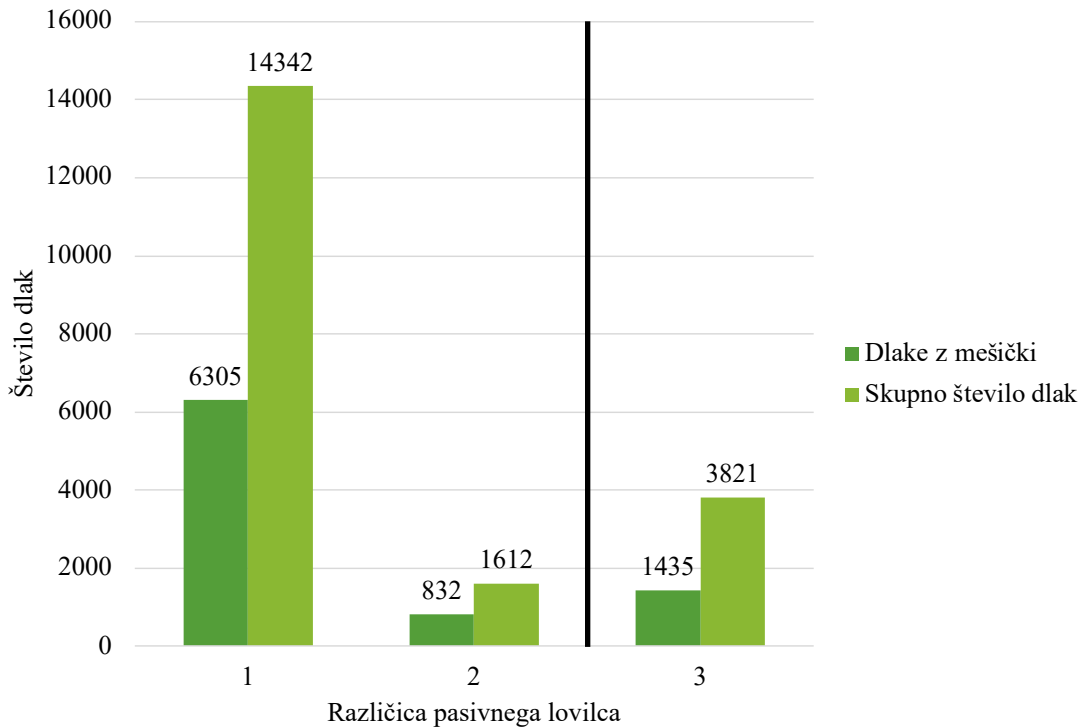
3.3 Analiza številčnosti dlak – pasivni lovilci

Primerjali smo učinkovitost treh različic pasivnega lovilca dlak. Za vsako različico smo izbrali deset pasivnih lovilcev, kjer smo zaznali največje število drgnjen risov ob vonjalni postaji oziroma, kjer je bil vzorec dlak največji in prešteli število dlak. Na vsakem smo prešteli do 400 dlak. Če je bil vzorec večji, smo ocenili delež preštete vzorca in število ekstrapolirali na celoten vzorec. Največje število zbranih dlak smo dokumentirali pri prvi različici lovilca. Skupno število na desetih izbranih pasivnih lovilcih je znašalo 14342 dlak (od tega 6305 z dlačnimi mešički; 43,96%). Na drugi različici pasivnega lovilca je bilo skupno 1612 dlak (od tega 832 z dlačnimi mešički; 51,61%), kar je bilo najmanj od vseh treh testiranih različic. Pri vzorčenju s pomočjo tretje različice pasivnih

lovilcev smo zbrali 3821 dlak (od tega 1435 z dlačnimi mešički; 37,56%) (Slika 8).

S statistično analizo smo s pomočjo testa Mann-Whitney U ($p < 0,05$) primerjali učinkovitost posamezne različice pasivnih lovilcev (Preglednica 5). S tveganjem, manjšim od 0,05 ($Z = -2,498$; $p = 0,012$) lahko trdimo, da je pri lovljenju dlak z dlačnimi mešički učinkovitejša prva kot druga različica pasivnega lovilca. S tveganjem, manjšim od 0,05 ($Z = -2,498$; $p = 0,012$) lahko trdimo, da je pri lovljenju dlak z dlačnimi mešički učinkovitejša prva kot tretja različica pasivnega lovilca. Med učinkovitostjo pridobivanja dlak z dlačnimi mešički med drugim in tretjim pasivnim lovilcem nismo zaznali statistično pomembnih razlik ($Z = -2,117$; $p = 0,034$).

Izvirni znanstveni članek



Slika 8: Skupno število dlak in dlak z mešički na desetih pasivnih lovilcih posamezne različice.

Figure 8: The total number of hair on the ten passive hair traps of each version.

Preglednica 5: Deskriptivna in inferenčna statistika primerjave posameznih različic pasivnih lovilcev glede na učinkovitost pridobivanja dlak z dlačnimi mešički

Table 5: Descriptive and inferential statistics comparing different versions of passive hair traps in term of the efficiency of collecting hair with hair roots

	1 in 2 pasivni lovilec	2 in 3 pasivni lovilec	1 in 3 pasivni lovilec
M	630,50	83,20	630,50
SE	405,85	46,55	405,85
MEDIAN	269,00	9,00	269,00
SD	1283,41	147,20	1283,41
MIN	21,00	2,00	21,00
MAX	4248,00	437,00	4248,00
N	10,00	10,00	10,00

M	83,20	143,50	143,50
SE	46,55	86,95	86,95

Izvirni znanstveni članek

MEDIAN	9,00	5,50	5,50
SD	147,20	274,96	274,96
MIN	2,00	0,00	0,00
MAX	437,00	858,00	858,00
N	10,00	10,00	10,00

Z	-2,498	-0,759	-2,117
p	0,012	0,448	0,034

4 Razprava

V raziskavi, ki je potekala v ogradi risov v Živalskem vrtu Ljubljana, smo v poletnem obdobju, ki je potekalo od maja 2017 do septembra 2018, in zimskem obdobju, v januarju 2018, testirali vonjalne postaje, ki temeljijo na pridobivanju neinvazivnih vzorcev dlak s pomočjo pasivnih in aktivnih vzmetnih lovilcev. Vonjalna postaja je primerna in učinkovita pri zbiranju vzorcev dlak s pomočjo pasivnih lovilcev ter aktivnih vzmetnih lovilcev in je v kombinaciji s fotopastmi pomembna z vidika pridobivanja neinvazivnih genetskih vzorcev kot tudi monitoringa s pomočjo videoposnetkov.

V ogradi Živalskega vrta Ljubljana so risi uspešno sprožili devet aktivnih vzmetnih lovilcev, od tega sedem v poletnem in dva v zimskem obdobju vzorčenj. Vonjalno postajo, na kateri so bili pritrjeni aktivni vzmetni lovilci in pasivni lovilci z atraktantom, je bilo treba v času testiranja na terenu optimizirati. Ugotovili smo, da druga različica oziroma enojni aktivni vzmetni lovilec deluje po pričakovanjih, saj je ob proženju ene izmed vzmeti na vonjalni postaji druga ostala aktivirana. Ko se je ris drgnil po aktivnih vzmetnih lovilcih, je bila učinkovitost proženja 56,25 % (od 16 aktivnih vzmetnih lovilcev, po katerih so se risi drgnili, smo zabeležili devet proženj).

Ugotovili smo, da so aktivni vzmetni lovilci učinkovita metoda za zbiranje neinvazivnih vzorcev dlak, saj jih ujamejo, izpulijo in zadržijo. Aktivni vzmetni lovilec izpulil dlake

enega osebkov vključno z dlačnimi mešički, kar je izrednega pomena za genetske analize v varstveni biologiji. Ko je vzmet sprožena, je druge živalske vrste ali posamezni osebki iste vrste ne morejo ponovno aktivirati. Na tak način smo preprečili pridobivanje mešanih neinvazivnih vzorcev dlak. Po sproženju vzmeti ostanejo dlake ujete in dobro fiksirane v vzmeti, kar preprečuje, da bi jih odpihnil veter ali spral dež. V poletnem času vzorčenj so risi aktivirali sedem aktivnih vzmetnih lovilcev, v zimskem pa dva. Število pridobljenih dlak je bilo v največji meri odvisno od tega, s katerim delom telesa je ris aktiviral vzmetni lovilec in koliko se je s telesom približal vzmeti. Obe različici aktivnih vzmetnih lovilcev sta učinkoviti za pridobivanje vzorcev dlak z dlačnimi mešički. Raziskati bi bilo treba vpliv sezone na zbiranje dlak s pomočjo aktivnih vzmetnih lovilcev. Iz naših rezultatov sklepamo, da je zbiranje dlak z dlačnimi mešički za zbiranje neinvazivnih vzorcev za genetske raziskave primernejše v pomladno-poletnem obdobju, ko so risi v fazi menjave dlake in jim odpadata nadlanka ter podlanka. Ugotovili smo, da v tem obdobju vzmeti lažje izpulijo in zadržijo dlake z dlačnimi mešički, ki so v fazi odpadanja in niso več tako zelo vrasle v kožo. Prvo različico smo testirali v poletnem obdobju vzorčenj, ko je še vedno prisotna menjava dlake, saj smo v vzorcih zaznali nadlanko in tudi podlanko. Drugo različico smo testirali v januarju, ko imajo risi že razvit gost kožuh, izpadanje nadlanke in podlanke je veliko manj intenzivno in je posledično dlake težje izpuliti. Po pridobitvi vzorca smo dlake pregledali v laboratoriju

s pomočjo stereo lupe in ugotovili, da jih vzmet ni odstrigla, temveč so bile odtrgane na delu, kjer se dlaka stanjša, tik pred dlačnim mešičkom. Posamezni indici kažejo, da je metoda za pridobivanje neinvazivnih vzorcev dlak uspešnejša in primernejša za uporabo v spomladanskem in poletnem obdobju. V zimskem obdobju je zaradi snežne odeje lahko oteženo postavljanje vonjalnih postaj, otežena je dostopnost lokacij, količek prekrije sneg, prožilec aktivnega vzmetnega lovilca ali vzmet lahko zamrzneta, kar lahko zelo vpliva na sam monitoring (Kendall in McKelvey, 2008). Z zimskim sledenjem lahko neinvazivne genetske vzorce pridobimo tudi na drugačne načine, kot so urin na snegu, lažje najdemo iztrebke ali pridobimo dlake iz dnevnih ležišč. Metodo z vonjalnimi postajami so razvili predvsem zaradi pridobivanja neinvazivnih genetskih vzorcev na območjih, kjer je snežna podlaga kratkotrajna oziroma ni snega (McKelvey in sod., 2006; Squires in sod., 2004). Pri populacijah, kot je na primer dinarska populacija risov, kjer je populacijska gostota nizka, v naravnem okolju pričakujemo relativno nizko število pridobljenih vzorcev z aktivnimi vzmetnimi lovilci, a je v takem primeru vsak neinvazivno pridobljen vzorec izrednega pomena za genetske analize.

V poletnem obdobju vzorčenj smo testirali dve različici pasivnega lovilca dlak, ki sta se razlikovali v višini flora preproge. Ugotovili smo, da višina flora pomembno vpliva na zadrževanje dlak. Prva različica, ki je imela višji flor preproge, je v primeru, da so se risi drgnili, učinkoviteje zadržala odpadle oziroma izpuljene dlake. V primeru druge različice je bila višina flora preproge nižja in posledično je dlake, ujete na pasivnem lovilcu, lažje spral dež oziroma odpihnil veter. Ugotovili smo, da je pri prvi različici pasivnega lovilca najmanjše odstopanje med posameznimi vzorci glede številčnosti dlak z dlačnimi mešički. Največ vzorcev je vsebovalo od 47,0 % do 57,6 % dlak z dlačnimi mešički. Vsi analizirani vzorci so vsebovali več kot deset dlak z dlačnimi mešički. V raziskavi smo ugotovili, da

so vzorci z desetimi dlakami z dlačnimi mešički v primerjavi z vzorci z eno ali petimi dlakami z dlačnimi mešički omogočali najoptimalnejšo izolacijo DNA in genotipizacijo. V primeru pasivnega lovilca z nižjim florom preproge smo zaznali veliko variabilnost med posameznimi vzorci in ugotovili, da je največ vzorcev vsebovalo od 31,4 % do 53,1 % dlak z dlačnimi mešički. V polovici analiziranih vzorcev je bilo več kot deset dlak z dlačnimi mešički. Statistično smo potrdili, da je pri lovljenju dlak z dlačnimi mešički učinkovitejša prva kot druga različica pasivnega lovilca. Ker smo ugotovili, da dlake najboljše izpulji in zadrži prva različica pasivnega lovilca, ki ima višji flor, smo tako preprogo uporabili v zimskem obdobju testiranja pri načrtovanju tretje različice. V zimskem obdobju so pasivni lovilci v večjem deležu vsebovali dlake brez dlačnih mešičkov. Največ vzorcev je bilo v območju od 33,3 % do 48,4 % dlak z dlačnimi mešički. 40 % analiziranih vzorcev je vsebovalo nad deset dlak z dlačnimi mešički, ki omogočajo najoptimalnejšo izolacijo DNA in genotipizacijo. Statistično smo potrdili, da je pri lovljenju dlak z dlačnimi mešički učinkovitejša prva kot tretja različica pasivnega lovilca. Med učinkovitostjo pridobivanja dlak z dlačnimi mešički med drugim in tretjim pasivnim lovilcem nismo zaznali statistično pomembnih razlik. Tudi v tem primeru bi bilo treba raziskati vpliv sezone na zbiranje dlak s pomočjo pasivnih lovilcev. Rezultati raziskave kažejo, da je zbiranje dlak z dlačnimi mešički za namene zbiranja neinvazivnih vzorcev za genetske raziskave učinkovito v vseh letnih časih, a smo vzorce z več dlakami pridobili v poletni sezoni vzorčenj, ko so risi v fazi menjave dlake in se dlake lažje izpulijo.

Risi v živalskem vrtu so vonjalne postaje, ki so bile nov objekt v njihovi ogradi, v prvi polovici poletnega in zimskega obdobja vzorčenj intenzivneje markirali z urinom in se drgnili po njih. Zato lahko sklepamo, da bi bila lahko podobna vedenja ob stiku z vonjalno postajo prisotna tudi pri risih v naravnem okolju (natančnejši rezultati so predstavljeni v Smolej,

Izvirni znanstveni članek

2018). Ker v naravnem okolju ne pričakujemo tako pogostega stika risov z vonjalnimi postajami in izpostavljenosti atraktantu, je malo verjetno, da bi prihajalo do čutne deprivacije. Predvidevamo, da je pozimi lahko eden od razlogov za manjšo odzivnost risov manjša hlapljivost mačje mete zaradi nizkih temperatur. Odziv mačk na mačjo meto je odvisen od mnogih dejavnikov, kot so okolje, v katerem je žival, stres ali agresija, starost in kastracija oziroma sterilizacija (Espin-Iturbe in sod., 2017, Hatch, 1972; Tucker in Tucker, 1988).

Risi so se kljub proženju aktivnih vzmetnih lovilcev vračali k vonjalnim postajam in se ob njih ponovno drgnili. Ugotovitev je izredno pomembna, saj večkratno vračanje kaže, da se risi v živalskem vrtu vonjalnim postajam kljub proženju aktivnega vzmetnega lovilca niso začeli izogibati in torej ne kaže, da bi lovci povzročali učinek »trap shyness«. V ujetništvu so testiranja vonjalnih postaj izredno uspešna (Heurich in sod. 2012), vendar predstavljajo velik izziv v naravnem okolju (Portella in sod., 2013; Comer in sod., 2011; Anile in sod., 2012). Pri uporabi metode v naravnem okolju je potrebna previdnost, da se živali zaradi negativne izkušnje ne začnejo izogibati vonjalnim postajam. To je predvsem pomembno pri vrstah ali populacijah oziroma študijah, pri katerih želimo zagotoviti večkratno vračanje na vonjalno postajo zaradi pridobitve ponovnega neinvazivnega genetskega vzorca, na primer za uporabo metode lova, označevanja in ponovnega ulova (Kendall in McKelvey, 2008).

5 Zaključki

Izdelana vonjalna postaja je primerna za zbiranje vzorcev dlak s pomočjo pasivnih lovilcev in aktivnih vzmetnih lovilcev ter je v kombinaciji s fotopastmi pomembna z vidika pridobivanja neinvazivnih genetskih vzorcev kot tudi monitoringa s pomočjo videoposnetkov.

Ob ugodnem proženju aktivni vzmetni lovci učinkovito ujamejo, izpulijo in zadržijo ujete

dlake risa v pasti. Aktivni vzmetni lovilci izpulijo dlake le enega osebkov vključno z dlačnimi mešički, s čimer se prepreči mešanje vzorcev več osebkov, zaradi česar so vzorci neuporabni. Po sproženju vzmeti ostanejo dlake ujete in dobro fiksirane v vzmeti, kar preprečuje, da bi jih odpihnil veter ali spral dež. Ko se je žival drgnila ob aktivnih vzmetnih lovilcih, je bila učinkovitost proženja 56,25 % (od 16 aktivnih vzmetnih lovilcev po katerih so se risi drgnili, smo zabeležili devet proženj). Od devetih pridobljenih vzorcev so trije vsebovali od 1 do 5, dva vzorca od 5 do 10, dva od 10 do 40 in dva vzorca od 190 do 310 dlak z dlačnimi mešički.

Prva različica pasivnega lovilca, ki je imela višji flor preproge, je v primeru, da so se risi drgnili, učinkoviteje izpulila, zadržala ujete dlake. Pri drugi različici je bila višina flora preproge nižja in posledično je dlake, ujete na pasivnem lovilcu, lažje spral dež oziroma odpihnil veter. Pri prvi različici je 100 % analiziranih vzorcev, pri drugi 50 % in pri tretji 40 % vsebovalo več kot deset dlak z dlačnimi mešički, ki omogočajo najoptimalnejšo izolacijo DNA in genotipizacijo.

Na videoposnetkih smo ugotovili, da se je na posameznih pasivnih lovilcih drgnilo več risov, kar je lahko potencialen vir mešanih vzorcev, ki lahko otežijo in onemogočajo genetske analize. Zaradi nizkih populacijskih gostot dinarske populacije risov predvidevamo, da bo med predstavniki iste vrste malo mešanih vzorcev.

Risi so se kljub proženju aktivnih vzmetnih lovilcev vračali k vonjalnim postajam in se ponovno drgnili obnje.

Pri populacijah, kot je na primer dinarska populacija risov, kjer je populacijska gostota nizka, v naravnem okolju pričakujemo relativno nizko število pridobljenih vzorcev z aktivnimi vzmetnimi lovci, a je v takem primeru vsak neinvazivno pridobljen vzorec izredno pomemben za genetske analize. Vonjalne postaje z aktivnimi vzmetnimi lovci bi bile lahko

uporabna in pomembna metoda monitoringa tudi pri raziskavah drugih predstavnikov družine mačk (*Felidae*), ki se pojavljajo v večjih populacijskih gostotah, socialnih skupinah ali pa je na enem območju prisotnih več vrst iz te družine, kjer je potencialno večja možnost kontaminacije in pridobivanja mešanih vzorcev dlak na klasičnih vonjalnih postajah s pasivnimi lovilci dlak.

6 Povzetek

Spremljanje stanja populacij je težavno, še zlasti za evrazijskega risa, katerega neinvazivne genetske vzorce (dlako, iztrebke, urin, slino) je težko najti v okolju. Zbiranje takih vzorcev je še dodatno oteženo na območjih, kjer pozimi ni snežne podlage oziroma je kratkotrajna. Doslej so vonjalne postaje, ki jih poznamo za zbiranje neinvazivnih genetskih vzorcev, pri družini mačk (*Felidae*) temeljile na odzivu odgovora na mačjo meto oziroma njene derivate – nepetalaktone, ki so izzvali drgnjenje ob pasivne lovilce. V raziskavi, ki je potekala v ogradi risov v Živalskem vrtu Ljubljana, smo v poletnem obdobju, od maja 2017 do septembra 2018, in zimskem obdobju, v januarju 2018, testirali nove, izboljšane vonjalne postaje, ki temeljijo na pridobivanju neinvazivnih vzorcev dlak s pomočjo pasivnih in aktivnih vzmetnih lovilcev. Ugotovili smo, da sta oba tipa lovilcev dlak primerna in učinkovita ter v kombinaciji s fotopastmi pomembna z vidika pridobivanja neinvazivnih genetskih vzorcev kot tudi monitoringa s pomočjo videoposnetkov. Ob ugodnem proženju aktivni vzmetni lovilci učinkovito ujamejo, izpulijo in zadržijo ujete dlake risa v pasti. Aktivni vzmetni lovilec izpuli dlake enega osebkov vključno z dlačnimi mešički, s čimer se prepreči mešanje vzorcev več osebkov. Po sproženju vzmeti ostanejo dlake ujete in dobro fiksirane v vzmeti, kar preprečuje, da bi jih odpihnil veter ali spral dež. Mehanizem, ki smo ga razvili, je izdelan tako, da je menjava pasivnih lovilcev in vzmeti

v primeru, da so na njih vidni ujete vzorci dlak, preprosta in omogoča kasnejše natančno pobiranje dlak v laboratoriju.

V ogradi Živalskega vrta Ljubljana so risi uspešno sprožili devet aktivnih vzmetnih lovilcev, od tega sedem v poletnem obdobju vzorčenj in dva v zimskem. Vonjalno postajo, na kateri so bili pritrjeni aktivni vzmetni lovilci in pasivni lovilci z atraktantom, je bilo treba v času testiranja na terenu optimizirati. Ko se je žival drgnila po aktivnih vzmetnih lovilcih, je bila učinkovitost proženja 56,25 % (od 16 aktivnih vzmetnih lovilcev, po katerih so se risi drgnili, smo zabeležili devet proženj). Od devetih pridobljenih vzorcev so trije vsebovali od 1 do 5, dva vzorca od 5 do 10, dva od 10 do 40 ter dva vzorca od 190 do 310 dlak z dlačnimi mešički. Rezultati raziskave kažejo, da je zbiranje dlak z dlačnimi mešički za namene zbiranja neinvazivnih vzorcev za genetske raziskave primernejše v pomladno-poletnem obdobju, ko so risi v fazi menjave dlake in jim odpadata nadlanka ter podlanka. Ugotovili smo, da v tem obdobju vzmeti lažje izpulijo in zadržijo dlake z dlačnimi mešički, ki so v fazi odpadanja in niso več tako močno vrasle v kožo.

Risi so se kljub proženju aktivnih vzmetnih lovilcev vračali k vonjalnim postajam in se ponovno drgnili obnje. Ugotovitev je izredno pomembna, saj večkratno vračanje kaže, da se risi v živalskem vrtu kljub proženju aktivnega vzmetnega lovilca niso začeli izogibati vonjalnim postajam in torej ne kaže, da bi lovilci povzročali učinek »trap shyness«. Testiranja vonjalnih postaj v ujetništvu so izredno uspešna, vendar predstavljajo velik izziv v naravnem okolju. Pri uporabi metode v naravnem okolju je potrebna previdnost, da se živali zaradi negativne izkušnje ne začnejo izogibati vonjalnim postajam. To je predvsem pomembno pri vrstah ali populacijah oziroma študijah, pri katerih želimo zagotoviti večkratno vračanje na vonjalno postajo zaradi pridobitve ponovnega neinvazivnega genetskega vzorca, na primer za uporabo metode lova, označevanja in ponovnega ulova.

Izvirni znanstveni članek

Pri populacijah, kot je na dinarska populacija risov, kjer je populacijska gostota nizka, v naravnem okolju pričakujemo relativno nizko število pridobljenih vzorcev z aktivnimi vzmetnimi lovilci, a je v takem primeru vsak neinvazivno pridobljen vzorec izrednega pomena za genetske analize.

Testirali smo tri različice pasivnih lovilcev dlak, in sicer dve v poletnem in eno v zimskem obdobju vzorčenj. Prva različica pasivnega lovilca, ki je imela višji flor preproge je, v primeru, da so se risi drgnili, učinkoviteje izpulila in zadržala ujete dlake. Pri drugi različici je bila višina flora preproge nižja in posledično je dlake, ujete na pasivnem lovilcu lažje spral dež oziroma odpihnil veter. Pri tretji različici pasivnega lovilca bi bilo treba za ugotavljanje optimalnega delovanja testirati tudi vpliv sezone na pridobivanje vzorcev dlak. Pri prvi različici je 100 % analiziranih vzorcev, pri drugi 50 % in pri tretji 40 % vsebovalo več kot deset dlak z dlačnimi mešički, za katere smo ugotovili, da omogočajo najoptimalnejšo izolacijo DNA in genotipizacijo. Videoposnetki so pokazali, da se je na posameznih pasivnih lovilcih drgnilo več risov, kar je lahko potencialen vir mešanih vzorcev, ki lahko otežijo in onemogočajo genetske analize. Zaradi nizkih populacijskih gostot dinarske populacije risov predvidevamo, da bo med predstavniki iste vrste malo mešanih vzorcev.

7 Summary

Monitoring the status of populations is difficult, especially for Eurasian lynx, whose non-invasive genetic samples (hair, faeces, urine, saliva) are hard to find in the environment. The collection of such samples is even more difficult in areas where snow cover is absent or present for short period of time. In the Felidae family, the scent stations known for the collection of non-invasive genetic samples have been based on the response to catnip or its derivatives, nepetalactones, which provoke rubbing against passive hair traps. In a study conducted in the lynx enclosure at the ZOO

Ljubljana, we tested new, improved scent stations based on the collecting of non-invasive hair samples using a passive and active coil spring hair traps during the summer period from May 2017 to September 2018 and the winter period in January 2018. We found out that both types of hair traps are suitable and efficient and are in combination with photo traps important in terms of obtaining non-invasive genetic samples as well as video monitoring. After optimal triggering, active coil spring hair traps are effective in capturing, extracting and retaining captured lynx hair in the trap. The active coil spring hair trap retains the hair with hair roots of one individual and prevents the mixing of samples from several individuals. The hair remains trapped and well fixed after the coil spring is triggered and that prevents the sample from being blown away by the wind or washed away by rain. The mechanism that we have developed is designed in such a way that changing the passive hair traps and coil springs in case of trapped hair samples is easy and afterwards allows precise hair collection in the laboratory.

Lynxes successfully triggered nine active coil spring hair traps in the ZOO Ljubljana enclosure, seven in the summer and two in the winter sampling period. The scent station on which the active coil spring hair traps and passive hair traps were attached had to be optimised during the testing on the field. In the cases when lynxes were rubbing against active coil spring hair traps, the triggering efficiency was 56,25 % (out of 16 events when lynxes were rubbing against active coil spring hair traps, nine events of triggering were recorded). Of the nine obtained samples, three contained between 1-5, two between 5-10, two between 10-40, and two between 190-310 hair with hair roots. The present study shows that the collection of hair with hair roots for non-invasive samples for genetic studies is more appropriate during the spring-summer period when lynxes are shedding guard hair and underfur. We have found that during this period, the coil springs can easily extract and retain hair with hair roots that are in

the shedding phase and are no longer as strongly ingrown in the skin.

Despite the triggering of active coil spring hair traps, lynxes returned to the scent stations and rubbed against them repetitively. This finding is of utmost importance, as the repeated returns to the scent stations indicate that the lynxes at the ZOO did not start to avoid the scent stations despite the triggering of the active coil spring hair traps and therefore does not indicate that the traps are causing a trap shyness effect. Testing of scent stations in captivity has been extremely successful but poses a major challenge in the natural environment. When applying the method in the wild, care is needed to ensure that animals do not start to avoid the scent stations because of a negative experience. This is particularly important in species or populations or studies where we want to ensure multiple returns to the scent station to obtain repetitive non-invasive genetic samples, such as for the use of the capture, mark, recapture method.

In populations such as the Dinaric lynx population where population densities are low, we expect a relatively low number of samples collected with active coil spring hair traps, but in such cases, any obtained non-invasive samples are of great importance for genetic analyses.

We tested three versions of passive hair traps, two in the summer and one in the winter sampling period. The first version of the passive hair trap, which had higher fibres on the carpet, was more effective at retaining trapped hair when lynx rubbed against it. In the case of the second version, the height of the carpet fibres was lower and, as a consequence, the hair caught on the passive hair trap was more easily washed away by rain or blown away by the wind. In the case of the third version of the passive hair trap, the effect of the season on the retaining of hair samples would also need to be tested to determine optimal performance. At the testing of the first version 100%, the second version

50% and the third version 40% of the analysed samples contained more than ten hair with hair roots, for which we found out that allow the most optimal DNA isolation and genotypization. The videos showed that several lynxes rubbed on individual passive hair traps, which could be a potential source of mixed genetic samples that can impair and disrupt genetic analyses. Due to the low population densities of the Dinaric lynx population, we predict that the number of mixed samples within the same species will be low.

8 Viri

Anile S., Arrabito C., Mazzamuto M. V., Scornavacca D., Ragni B. 2012. A non-invasive monitoring on European wildcat (*Felis silvestris silvestris* Schreber, 1777) in Sicily using hair trapping and camera trapping: does it work? *Hystrix, The Italian Journal of Mammalogy*, 23: 45–50.

Comer C. E., Symmank M. E., Kroll J. C. 2011. Bobcats Exhibit Low Detection Rates at Hair Collection Stations in East Texas. *Wildlife Biology in Practice*, 7, 1: 116–122.

Espín-Iturbe L. T., Yañez B. A., García A. C., Canseco-Sedano R., Vázquez-Hernández M., Coria-Avila G. A. 2017. Active and passive responses to catnip (*Nepeta cataria*) are affected by age, sex and early gonadectomy in male and female cats. *Behavioural Processes*, 142: 110–115.

Hatch R. C. 1972. Effect of drugs on catnip (*Nepeta cataria*)-induced pleasure behavior in cats. *American Journal of Veterinary Research*, 33: 143–145.

Heurich M., Müller J., Burg M. 2012. Comparison of the effectivity of different snare types for collecting and retaining hair from Eurasian Lynx (*Lynx lynx*). *European Journal of Wildlife Research*, 58, 3: 579–587.

Kendall K. C., McKelvey K. S. 2008. Hair collection. V: *Noninvasive Survey Methods for Carnivores*. Long R. A. MacKay P., Ray J., Zielinski W. (ur.). Washington, Island Press: 385 str.

Krofel M. 2008. DinaRis: možnosti monitoringa s pomočjo vonjalnih količkov: strokovno poročilo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 18 str. <http://commons.risi.si/commons/images/4/42/Kolicki2008.pdf> (18. jan. 2018)

Izvirni znanstveni članek

Long R. A., MacKay P., Ray J., Zielinski W. 2008. Noninvasive Survey Methods for Carnivores. Washington, Island Press: 385 str.

McDaniel G. W., McKelvey K. S., Squires J. R., Ruggiero L. F. 2000. Efficacy of lures and hair snares to detect lynx. Wildlife Society Bulletin, 28, 1: 119–123.

McKelvey K. S., von Kienast J., Aubry K. B., Koehler G. M., Maletzke B. T., Squires J. R., Lindquist E. L., Loch S., Schwartz M. K. 2006. DNA-analysis of hair and scat collected along snow tracks to document the presence of Canada lynx. Wildlife Society Bulletin, 34, 2: 451–455.

Portella T. P., Bilski D. R., Passos F. C. Pie M. R. 2013. Assessing the efficacy of hair snares as a method for noninvasive sampling of Neotropical felids. Zoologia (Curitiba), 30, 1: 49–54.

Skrbinšek T., Potočnik H., Kos I., Trontelj P. 2007. Projekt »Varstvena genetika medveda, risa in jelenjadi v Sloveniji«, Varstvena genetika medveda. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 52 str.

Smolej T. 2018. Uspešnost pridobivanja neinvazivnih genetskih vzorcev risov (*Lynx lynx*) z vzmetnimi pastmi za dlake ter uporabnost metode za monitoring populacije risa. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 110 str. <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=113941&lang=eng> (3. jan. 2020)

Squires J. R., McKelvey K. S., Ruggiero L. F. 2004. A Snow-tracking Protocol Used to Delineate Local Lynx, *Lynx canadensis*, Distributions. The Canadian Field-Naturalist, 118: 583.

Tucker A. O., Tucker S. S. 1988. Catnip and the catnip response. Economic Botany, 42: 214–221.

Prvi zanesljivi podatki o številčnosti risa v Sloveniji

First reliable data on lynx abundance in Slovenia

Urša Fležar^{1,2}, Matija Stergar¹, Matej Barto¹, Aleš Pičulin¹, Andrej Rot¹, Tine Gotar¹,
Jernej Javornik¹, Lan Hočevar², Miha Krofel^{1,2}, Rok Černe¹

¹ Zavod za gozdove Slovenije, Centralna enota, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

² Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire,
Večna pot 83, 1000 Ljubljana

Izvleček

V Sloveniji smo v letih 2018–2021 izvajali prvi sistematični monitoring evrazijskega risa (*Lynx lynx*) na celotnem območju njegove razširjenosti in pridobili prve zanesljive podatke o velikosti risje populacije pri nas. Osrednja metoda monitoringa je uporaba avtomatskih kamer, ki je aktivnost, ki jo koordinira Zavod za gozdove Slovenije, izvaja pa v sodelovanju z upravljavci lovišč in Univerzo v Ljubljani. Ključna informacija, ki jo pridobimo s pomočjo avtomatskih kamer, je identiteta posnetega risa, saj ima vsak osebek edinstven vzorec na kožuhi. Prek posnetkov iz avtomatskih kamer lahko tako neposredno preštujemo, koliko različnih osebkov je na spremljanem območju in iz tega pridobimo podatek o najmanjši velikosti populacije. V treh sezonah spremljanja, t.j. med letoma 2018 in 2021, ki sledijo risjemu razmnoževalnemu ciklu, je bilo zaznanih odraslih risov v Sloveniji od 19 do 24. Podatke o risih tudi redno usklajujemo in primerjamo s podatki iz sosednje Hrvaške, kar omogoča monitoring risa na večjem delu dinarskega dela dinarsko – JV alpske populacije risa.

Ključne besede: avtomatske kamere, evrazijski ris, *Lynx lynx*, monitoring, minimalna številčnost

Abstract

*The first systematic monitoring of the Eurasian Lynx (*Lynx lynx*) throughout its range in Slovenia was conducted between 2018 and 2022 which enabled us to obtain the first reliable data on the lynx population size in Slovenia. The main method of monitoring is the use of camera traps, an activity coordinated by the Slovenian Forest Service and carried out in cooperation with local hunting grounds and the University of Ljubljana. The key information obtained through camera trapping is the identity of the photographed lynx, as each individual has a unique pattern on its fur. The images from the cameras can thus be used to directly count how many different individuals are present in the monitored area, giving an indication of the minimum size of the population. During the three monitoring seasons, i.e. between 2018 and 2021, which follow the lynx breeding cycle, 19 to 24 adult lynx were detected in Slovenia. We also regularly coordinate and compare lynx data with data from neighbouring Croatia, allowing us to monitor lynx at the level of a significant part of the Dinaric part of the Dinaric South-East Alpine lynx population.*

Keywords: camera traps, Eurasian lynx, *Lynx lynx*, monitoring, minimal abundance

1 Uvod

V Sloveniji smo v letu 2018 začeli izvajati sistematični monitoring evrazijskega risa (*Lynx lynx*, v nadaljevanju ris), z avtomatskimi kamerami, kar omogoča zanesljivo spremljanje številčnosti risje populacije pri nas. V Sloveniji je ris del dinarsko-JV alpske risje populacije, ki izvira iz ponovne doselitve leta 1973 (Čop, 1994) in je zdaj v procesu krepitev z doseljevanjem novih osebkov (ang. population reinforcement) (Fležar et al., 2021b) zaradi visoke stopnje parjenja v sorodstvu (Sindičić et al., 2013). V tem kritičnem obdobju je izredno pomembno poznati izhodiščno stanje populacije risa in spremljati spremembe, ki se v populaciji dogajajo med doseljevanjem živali, kar omogoča le zanesljiv program monitoringa.

Zgodovinsko se je številčnost risje populacije pri nas ocenjevala iz podatkov o odstrelu (Čop & Frković, 1998) ali na podlagi mnenj strokovnjakov s pomočjo oportunistično pridobljenih podatkov o pojavljanju risov v Sloveniji (Staniša et al., 2001, Koren et al., 2006, Kos et al., 2012). Zbiranje oportunističnih podatkov je sicer lahko učinkovito z vidika napora in stroškov, vendar pa so taki podatki lahko pristranski, so slabe kakovosti in jih lahko le v omejenem obsegu uporabljamo za nadaljnje analize stanja tarčne populacije. Na splošno ne omogočajo zanesljivega ocenjevanja absolutne številčnosti (Breitenmoser et al., 2006, Hočevar et al., 2020). Dandanes za monitoring risa uporabljamo naj sodobnejšo tehnologijo in znanstvena priporočila za njeno uporabo, in sicer spremljanje z avtomatskimi kamerami (tudi fotopasti, ang. camera traps). Uporaba avtomatskih kamer je stroškovno učinkovito in neinvazivno orodje, ki zagotavlja dokaze o prisotnosti vrste ter informacije o njenih vzorcih aktivnosti, vedenju in številčnosti (Rovero & Zimmermann, 2016). V zadnjem času se hitro povečuje število študij, ki poročajo o uporabi podatkov iz avtomatskih kamer, dosežen pa je bil tudi velik napredek pri razvoju analitičnih orodij, ki omogočajo učinkovito obdelavo tako

pridobljenih podatkov (Rovero et al., 2013, Royle et al., 2014). Avtomatske kamere za sistematični monitoring risa rutinsko uporabljajo v več državah v Evropi (Dul'a et al., 2021, Palmero et al., 2021, Pesenti & Zimmermann, 2013). Drugod po svetu jih uporabljajo tudi za monitoring drugih vrst, ki jih lahko prepoznavamo po edinstvenih vzorcih kožuha; to so predvsem vrste iz družine mačk (Felidae), na primer jaguarji (*Panthera onca*) (Bitetti, Paviolo, & Angelo, 2014) in snežni leopardi (*Panthera uncia*) (Oberosler et al., 2021). Avtomatske kamere so še posebno pomembne za spremljanje vrst, pri katerih je težko zbrati zadostno število neinvazivnih genetskih vzorcev, kar je prav tako značilnost za mnoge vrste mačk.

Ključna informacija, ki jo pridobimo s pomočjo avtomatskih kamer, je identiteta posnetega risa. Iz posnetkov iz avtomatskih kamer lahko neposredno preštajemo, koliko različnih odraslih osebkov je na spremljanem območju in iz tega pridobimo podatek o najmanjši velikosti populacije. Iz fotografij lahko prepoznamo tudi mladiče ter tako dobimo podatek o razmnoževalnem potencialu populacije. Poleg tega časovno in prostorsko označeni posnetki posameznih živali služijo za oblikovanje baze podatkov, ki jo lahko uporabimo za analize prostorskega ulova s ponovnim ulovom (ang. spatial capture recapture; Royle et al., 2014), kar omogoča ocenjevanje absolutnih gostot populacije.

V tem prispevku predstavljamo rezultate monitoringa risa z avtomatskimi kamerami za triletno obdobje spremljanja (2018–2021) na območju njegove celotne razširjenosti v Sloveniji z ocenami letne najmanjše velikosti populacije, spolne sestave, števila samic z mladiči in okvirni zasedenosti teritorijev.

2 Metode

Določitev območja za monitoring risa z avtomatskimi kamerami je v prvi sezoni

spremljanja temeljila na: i) informacijah o stalni prisotnosti risa, ki jih v okviru vsakoletnih vprašalnikov upravljavcem lovišč (lovišča s posebnim namenom – LPN in lovske družine – LD) zbirata Zavod za gozdove Slovenije (ZGS) in Lovska zveza Slovenije (LZS) in ii) bazi oportunistično zbranih opažanj risov in njihovih znakov prisotnosti, razvrščenih po mednarodni metodologiji SCALP, ki določa stopnjo zanesljivosti posamezne informacije o risu in omogoča mednarodno primerljivost tako zbranih podatkov (Molinari-Jobin et al., 2012). Upoštevali smo tudi model primernosti habitata (Skrbinšek & Krofel, 2008) in se tako izognili habitatu, ki za risa ni primeren. Na območju potencialne razširjenosti risa smo nato določili želeno gostoto avtomatskih kamer iz priporočil in izkušenj z drugih območij v Evropi (Weingarh et al. 2012, Zimmermann et al., 2013, Pesenti & Zimmermann, 2013, Hočevar et al., 2020) in v vsakem izmed lovišč ali revirjev LPN postavili avtomatske kamere na praviloma dveh lokacijah. Le-te je v večini primerov predlagal lovec, s katerim smo strokovnjaki iz ZGS ali Biotehniške fakultete opravili terenski ogled. Tak način se je nadaljeval tudi v prihodnjih sezonah, upoštevajoč nove podatke o razširjenosti risa v Sloveniji in posledično vključujoč dodatne upravljavce lovišč. Sezona spremljanja se je vsako leto začela v septembru, kamere pa smo z rednim (do januarja) in oportunističnim (do aprila) vzdrževanjem na terenu obdržali do aprila prihodnjega leta (Weingarh et al., 2015). Spomladi smo kamere pobrali in jih v naslednji sezoni ponovno postavili na že uporabljene ali na nove lokacije, da bi pridobili čim več posnetkov risa na določenem območju.

Na vsaki izbrani lokaciji smo postavili eno ali dve avtomatski kameri, ki sta bili usmerjeni na točko, kjer smo pričakovali mimoidočega risa (Stergar & Slijepčević, 2017). Glede na potrebo po tipu bliskavice na določeni lokaciji uporabljamo tri modele kamer (Stergar & Slijepčević, 2017), in sicer StealthCam

G45NGX, Moultrie M40-i in Cuddeback X-Change (s tremi tipi bliskavice; WF – bela bliskavica, IR – infrardeča bliskavica in BIR – zatemnjena infrardeča bliskavica). Avtomatska kamera prek senzorja gibanja zazna mimoidočo žival in zajame njeno fotografijo in/ali videoposnetek s časovno znamko. Po postavitvi kamer so sodelujoči lovci praviloma enkrat na mesec prenesli posnetke in jih posredovali ZGS, mi pa smo jih pregledali in shranili v za ta namen oblikovano podatkovno bazo s pomočjo programa Camelot (Hendry & Mann 2017). Na vseh posnetkih smo označili živalsko vrsto (ali višji takson v primeru nejasne določitve vrste), posnetkom risov pa smo dodatno pripisali še spol, starost (odrasel ali mladič) in identiteto.

Za določitev stanja populacije risa na spremljanem območju smo ob zaključku vsake sezone spremljanja iz baze izvozili zbrane podatke o risih in izračunali: i) število vseh posnetkov risov, ii) število posameznih obiskov risov, ki smo jih definirali kot pojavljanje posameznega osebkra risa na določeni lokaciji v roku 30 min (Rovero et al., 2005), iii) število različnih prepoznanih odraslih risov, razdeljeno na število samic, samcev in risov neznanega spola in od tega iv) število samic z mladiči in v) skupno število mladičev. Po tretji sezoni monitoringa smo določili tudi, kateri risi so teritorialni, t. j. prisotni na nekem območju več kot dve sezoni spremljanja in kje okvirno so njihovi teritoriji. Na podoben način rise spremljajo tudi na sosednjem Hrvaškem, s katerimi si redno delimo podatke o risih in tako preprečujemo podvajanje podatkov o odraslih risih, ki imajo čezmejne teritorije (Fležar et al., 2022, Krofel et al., 2021, Slijepčević et al., 2019).

3 Rezultati

V prvi sezoni spremljanja (2018–2019) smo monitoring risa z avtomatskimi kamerami izvajali skoraj izključno na Notranjskem in Kočevskem lovskoupravljavskem območju (LUO), v sezoni 2019–2020 pa smo monitoringa

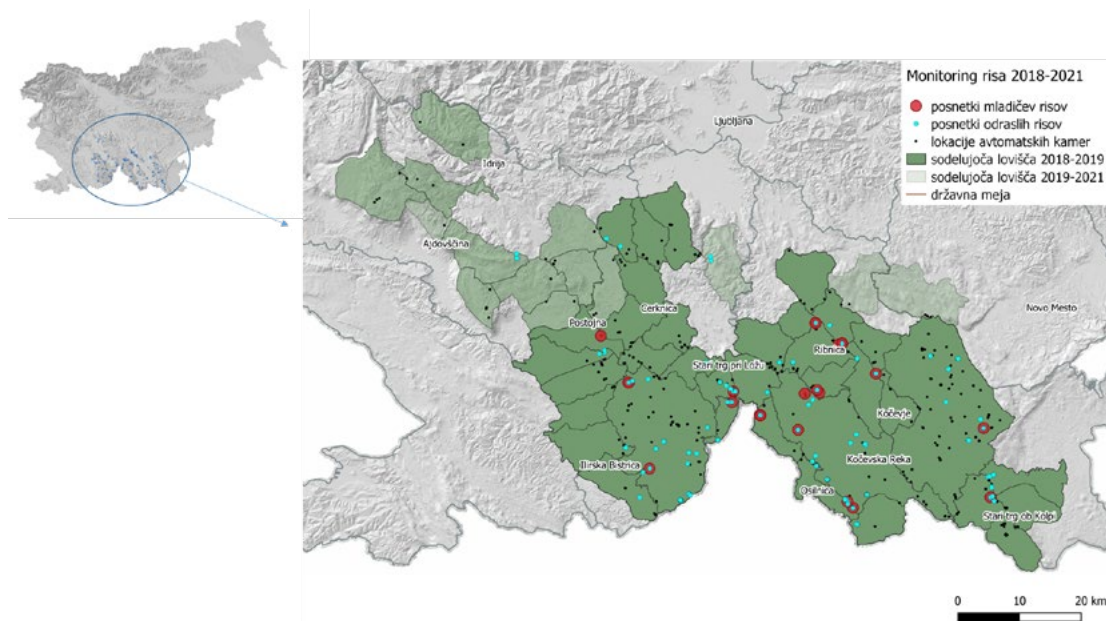
Izvirni znanstveni članek

razširili na območje Zahodnovisokokraškega (ZVK) LUO, kar je bilo tudi območje monitoringa v sezoni 2020–2021 (preglednica 1). Največja skupna površina lovišč, vključenih v monitoring risa, je znašala 315.955 ha (sezona 2020–2021), najmanjša pa 240.573 ha (sezona 2018–2019). V aktivnostih monitoringa risa je sodelovalo že več kot sedemdeset poklicnih ali prostovoljnih lovcev in lovč.

Število lokacij, na katerih smo postavili avtomatske kamere, se med sezonami spremljanja na celotnem območju ni bistveno spreminjalo (preglednica 1). Glede na izkušnje in podatke iz prejšnjih sezon spremljanja pa se je z vsako sezono spreminjala razporeditev lokacij. V drugi sezoni spremljanja smo 35 lokacij obdržali

enakih kot prvo sezono, iz druge v tretjo sezono se je število istih lokacij povečalo na 52; v vseh treh letih je ostalo nespremenjenih 18 lokacij.

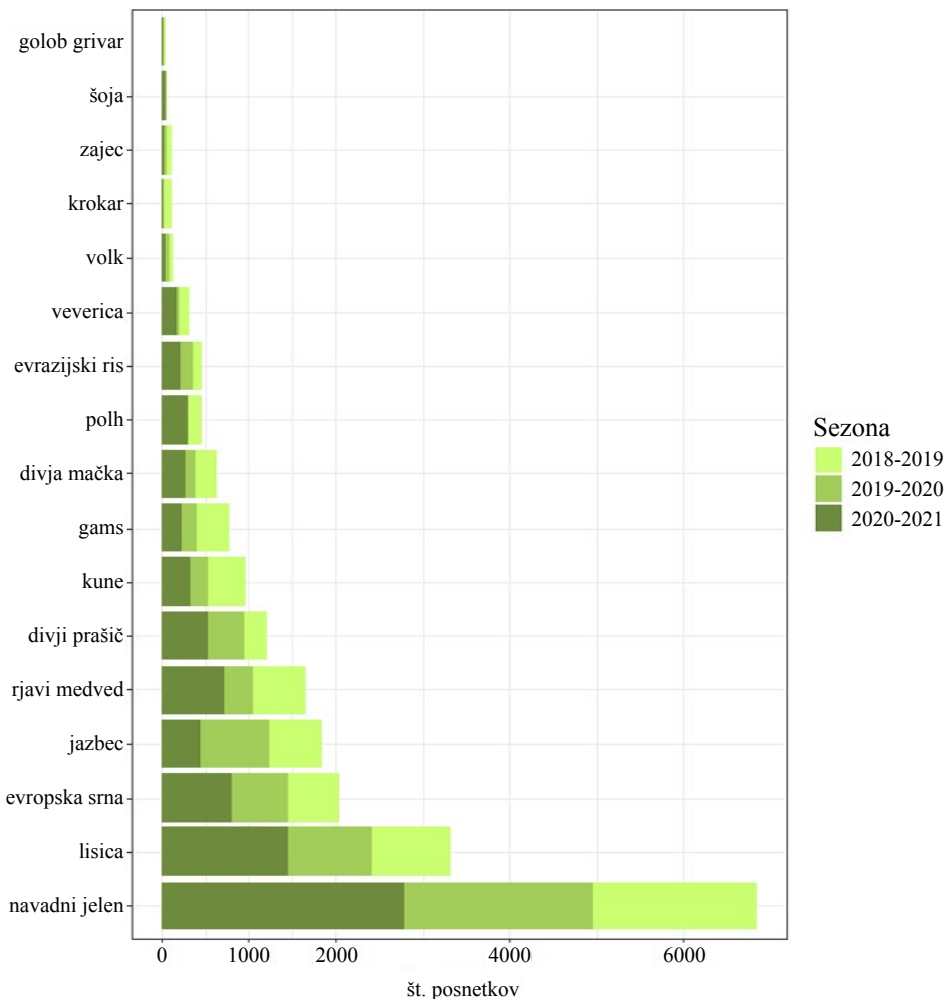
Celotno smo v treh sezonah monitoringa posneli in označili že več kot 100.000 posnetkov več kot petdesetih različnih vrst sesalcev in ptic (slika 2). Iz leta v leto se večja tudi število vseh zbranih posnetkov in število posnetkov risov. Prav tako se je po prvi sezoni povečalo število posnetkov z dovolj veliko kakovostjo, ki omogoča prepoznavo osebkov (preglednica 1). Največje povečanje v številu posnetkov glede na število lokacij z avtomatskimi kamerami je bilo v zadnji sezoni (2020–2021). Pričakujemo, da se bo v prihodnosti še izboljšal.



Slika 1. Območje monitoringa risa z avtomatskimi kamerami v Sloveniji za obdobje 2018–2021 in lokacije posnetkov odraslih živali (modre pike) in mladičev (rdeče pike). Črne pike označujejo lokacije, kjer so bile postavljene avtomatske kamere skozi celotno obdobje spremljanja (2018–2021). Vse lokacije niso bile uporabljene v vsaki sezoni, saj se je izbor lokacij med leti spreminjal (podrobnosti v metodah).

Figure 1. The lynx monitoring area with camera traps in Slovenia for the period 2018–2021 and the locations of adult (blue dots) and juvenile (red dots) recordings. Black dots indicate the locations where automatic cameras were deployed throughout the monitoring period (2018–2021). Not all locations were used in every season, as the selection of locations varied between years (see Methods for details).

Izvirni znanstveni članek



Slika 2. Število posnetkov najpogostejših vrst, posnetih v okviru monitoringa risa z avtomatskimi kamerami v Sloveniji v letih 2018–2021. Povzeto po Fležar et al. (2021a).

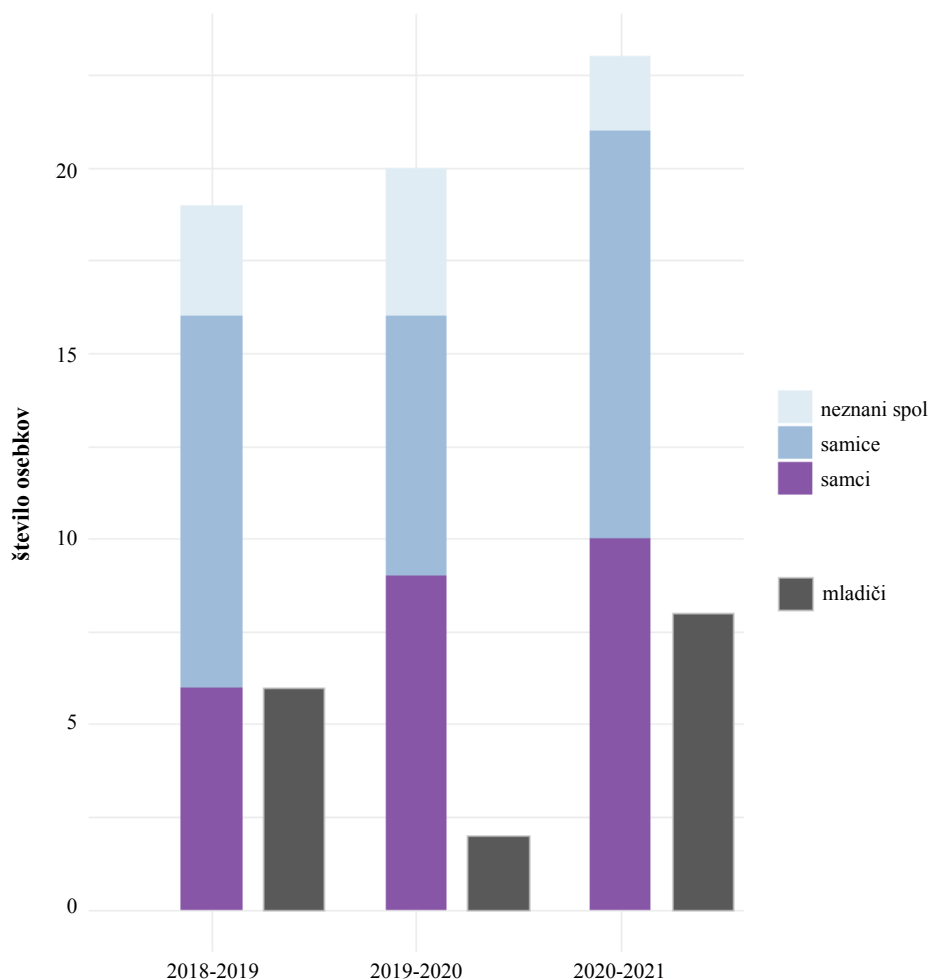
Figure 2. Number of images of the most common species recorded in the framework of lynx monitoring with automatic cameras in Slovenia in 2018-2021. Based on Fležar et al. (2021a).

Preglednica 1. Povzetek napora in zbranih podatkov o risih iz treh sezon (2018–2021) monitoringa risa z uporabo avtomatskih kamer v Sloveniji. Kakovostni posnetki označujejo delež posnetkov risa, iz katerih je bilo mogoče določiti identiteto posameznega osebka.

Table 1: Summary of effort and data collected on lynx from three seasons (2018-2021) of lynx monitoring using camera traps in Slovenia. Quality images indicate the proportion of lynx images from which it was possible to determine the identity of an individual.

Sezona	Št. lovišč	Št. lokacij	Št. lokacij s posnetki risov	Št. posnetkov v bazi	Št. posnetkov (obiskov) risov	% kakovostnih posnetkov risov
2018–2019	36	161	32	25075	126 (107)	68,2
2019–2020	47	185	43	33863	292 (172)	83,7
2020–2021	49	158	46	44037	379 (238)	81,1

Izvirni znanstveni članek



Slika 3. Najmanjše število prepoznanih osebkov risov (samic, samcev in risov neznanega spola) in število zaznanih mladičev v treh sezonah (2018–2021) monitoringa risa z avtomatskimi kamerami

Figure 3. Minimum number of lynx individuals identified (females, males and lynx of unknown sex) and number of cubs detected in three seasons (2018–2021) of lynx monitoring with camera traps.

Najmanjše število prepoznanih odraslih osebkov se je iz prvega leta spremljanja v treh sezonah povečalo iz 19 na 24 živali (slika 3). Število mladičev opazno niha: s samo dvema zaznanima mladičema v sezoni 2019–2020 in šestimi oziroma osmimi v letih 2018–2019 oziroma 2020–2021; v letih 2018–2019 in 2020–2021 je bilo pet vodečih samic. Večini prepoznanih risov smo uspeli določiti spol, saj delež risov z neznanim spolom ne preseže

20 % v nobeni sezoni. Spolna struktura je v prvi in zadnji sezoni spremljanja v prid samicam (62,5 % in 52,5 %) medtem ko je bila v sezoni 2019–2020 v prid samcem (56,2 %). Po drugi strani pa smo v vseh letih skupaj posneli opazno več obiskov samcev ($n = 252$) kot samic ($n = 140$). V povprečju se je posamezni ris v vseh letih spremljanja posnel 15,1-krat (zabeležili smo od enega do 73 obiskov) z opaznimi razlikami med samci, katerih posamezni

risi so se v povprečju posneli 20,9-krat (zabeležili smo od dva do 73 obiskov), in samic, katerih posamezne risinje so se v povprečju posnele 12,7-krat (zabeležili smo od enega do 33 obiskov).

Po treh sezonah monitoringa lahko sestavimo dobro prostorsko sliko, kje v Sloveniji so območja s teritorialnimi risi obeh spolov; to so i) Poljanska gora z južnim delom Kočevskega roga, ii) širše območje Male gore (Ribnica) s Suho krajino, iii) območje Loškega Potoka, Dragarske doline in Racne gore, iv) Velika, Goteniška in Borovška gora s Stojno, v) Menišija, Logaška planota in Rakitna, vi) Mokrc in vii) Notranjski Snežnik (slika 1). To so tudi območja, na katerih smo zaznali prisotnost mladičev (Slika 1). Posamezni risi so prisotni še na severnem delu Kočevskega roga, južnem delu Poljanske gore, Hrušici – Nanosu - Trnovskemu gozdu in na obmejnem delu Notranjske (Babno Polje in Gomance). Edino izrazito prazno območje so Javorniki na Notranjskem, kjer razen prve sezone spremljanja ne zaznavamo prisotnosti risa.

4 Diskusija

Način in obseg sodelovanja lovcev pri monitoringu risa v Sloveniji, o čemer poročamo v tem prispevku, sta edinstvena v Evropi in na svetu. V nedavnem preglednem članku na temo sodelovanja lovcev pri monitoringu biotske raznovrstnosti (Cretois et al., 2020) so avtorji ugotovili, da je sodelovanje lovcev pri programih monitoringa lovnih vrst razširjeno v večini držav EU, vendar pri monitoringu risa lovci sodelujejo le v državah Skandinavije (Švedska in Norveška), kjer je ris lovna vrsta. Skandinavski lovci so vključeni v koordinirano zimsko sledenje, ki daje podatke o samicah z mladiči in o zbiranju podatkov o odstrelu. Resolucija podatkov, ki jo na tak način pomagajo pridobiti o stanju risje populacije, je bistveno manjša, kot jih pridobimo z monitoringom z avtomatskimi kamerami. To pomeni, da ima v našem okolju sodelovanje lovcev za poznavanje stanja risje

populacije v Dinaridih veliko dodano vrednost. Poleg tega je sodelovanje lovcev pri monitoringu z avtomatskimi kamerami povezano s številnimi drugimi pozitivnimi učinki, na primer s pridobivanjem podatkov o netarčnih vrstah, veliko zaupanje lovcev v zbrane podatke in pridobivanje posnetkov za namene komunikacije ter promocije ohranjanja prostoživečih vrst in vloge lovcev v naravovarstvu.

Prek sprotnega učenja tako iz sezone v sezono najdemo več lokacij, ki jih ocenimo kot potencialno primerne za risa, kar je pričakovano glede na vedno boljše poznavanje terena sodelujočih lovcev in strokovnih sodelavcev. Po prvi sezoni je opaziti tudi povečanje števila lokacij, kjer se je ris posnel, kar pa ni posledica širjenja območja monitoringa, saj se je ris v razširjenem delu območja v sezoni 2019–2020 posnel le na eni lokaciji (slika 1). Ne glede na preskok v naporu in številu pridobljenih posnetkov v prvih dveh sezonah število prepoznanih risov ostaja skoraj nespremenjeno; devetnajst oziroma dvajset živali (slika 3), kar nakazuje, da smo že v prvi sezoni monitoringa pridobili reprezentativne podatke o najmanjšem številu risov v Sloveniji. V zadnji sezoni (2020–2021) se število prepoznanih risov rahlo poveča ($n = 24$). Vendar je eden izmed na novo zaznanih risov priseljeni risji samec iz Romunije v okviru projekta LIFE Lynx (www.lifelynx.eu), za katerega zagotovo vemo, da ga ni bilo v populaciji v prejšnjih letih. Dva izmed novih risov pa sta teritorialna risa z območja Mokrc, kjer monitoringa z avtomatskimi kamerami v prejšnjih sezonah nismo izvajali, kar pa ne pomeni, da tega risjega para prej ni bilo tam.

Spolna struktura, ki smo jo zabeležili prvo in zadnjo sezono spremljanja, je pričakovana, saj imajo risinje manjše teritorije in je tako lahko na določenem območju več osebikov samic kot samcev, teritoriji pa se izključujejo le med risi istega spola. Prav tako je zaradi načina rabe habitata in vedenja, povezanega z vzdrževanjem in označevanjem večjega teritorija, pričakovano,

Izvirni znanstveni članek

da z avtomatskimi kamerami večkrat zaznamo samce kot samice. Kljub majhnim spremembam v celotnem najmanjšem številu prepoznanih odraslih risov pa smo le devet posameznih risov (štirje samci in pet samic) prepoznali v vseh treh sezonah spremljanja; pet risov, prepoznanih v prvi sezoni, nismo več zaznali v naslednjih dveh sezonah. Od tega sta bila dva prepoznana na Hrvaškem, kar pomeni, da sta bila na območju Slovenije med obdobjem vzpostavljanja teritorija, t.i. disperzije, ali med paritveno ekscurzijo (samci). Štirje risi so se pojavili samo v drugem letu spremljanja, od katerih smo dva spremljali tudi prek telemetrije in z njeno pomočjo potrdili njihovo odsotnost po letu 2020. Po drugi strani pa smo uspeli v sezoni 2019–2020 zaznati dva mladiča iz sezone 2018–2019, ki ste se kot samostojna odrasla posnela na svojih novo ustvarjenih teritorijih; samica, ki je z območja Loškega Potoka in Dragarske doline dispergirala na Menišijo in tam vzpostavila svoj teritorij, in ris neznanega spola, ki je iz Bele krajine dispergiral na severni del Kočevskega roga. Oba risa s kamerami spremljamo še vedno. Zaradi učinkovitega sodelovanja s hrvaškimi institucijami, ki koordinirajo monitoring risa v Gorskem kotarju in Liki, vemo tudi, da imata dva samca, ki smo ju spremljali od leta 2018 oziroma 2019 na območju Snežnika, čezmejni teritorij, saj ju avtomatske kamere snemajo na Hrvaškem in v Sloveniji. V zadnji sezoni smo zaznali šest novih risov, vendar, kot že omenjeno, so bili trije izmed njih priseljeni risji samec iz Romunije in risji par z Mokra, poleg tega sta bila dva nova risa mladiča iz prejšnje sezone, ki smo ju prepoznali kot odrasli teritorialni risinji; ena izmed njiju je bila celo prva potomka prvega priseljenega risa iz Romunije in risinje z območja Male gore.

5 Zaključki

Monitoring z avtomatskimi kamerami je po treh sezonah ponudil zanesljive in kakovostne podatke o risji populaciji v Sloveniji. V tem

prispevku smo predstavili osnovne podatke o risih, ki jih lahko pridobimo iz posnetkov avtomatskih kamer, kot je najmanjša velikost populacije, število samic z mladiči in zasedenost teritorijev. Zaradi velike gostote lokacij z avtomatskimi kamerami in majhnih sprememb v številu prepoznanih risov med leti ocenjujemo, da že osnovni podatki nudijo dobro sliko stanja risje populacije pri nas. Vendar pa je za znanstveno utemeljeno oceno stanja populacije treba predstavljene podatke uporabiti v nadaljnjih, naprednejših statističnih analizah, npr. modelih prostorskega ulova s ponovnim ulovom, ki omogočajo izračun absolutne gostote spremljane populacije. Absolutna gostota je osnovni parameter, ki ga spremljamo tudi v drugih populacijah risa v Evropi. Na tak način bomo lahko stanje risje populacije pri nas primerjali s stanjem risjih populacij v Švici (Pesenti & Zimmermann, 2013), Franciji (Gimenez et al., 2019), na Bavarskem (Palmero et al., 2021) in v Karpatih (Duľa et al., 2021, Iosif et al., 2022).

6 Povzetek

V Sloveniji je ris del dinarsko-JV alpske risje populacije, ki izvira iz ponovne doselitve leta 1973. Od l. 2019 poteka proces krepitev z doseljevanjem novih osebkov zaradi visoke stopnje parjenja v sorodstvu. V tem kritičnem obdobju je izredno pomembno poznati izhodiščno stanje populacije risa in spremljati spremembe, ki se v populaciji dogajajo med doseljevanjem živali, kar omogoča le zanesljiv program monitoringa. Dandanes je standardna metoda za monitoring risa uporaba avtomatskih kamer, ki nam omogoča, da risu na posnetku na podlagi edinstvenega vzorca na kožuhu določimo identiteto. V Sloveniji smo avtomatske kamere za sistematični monitoring risa začeli uporabljati v l. 2018. V tem prispevku predstavljamo rezultate monitoringa risa na območju njegove celotne razširjenosti v Sloveniji za obdobje 2018–2021, in sicer i)

Izvirni znanstveni članek

letno najmanjšo velikost populacije, ii) spolno razmerje, iii) število samic z mladiči in iv) okvirno zasedenost teritorijev.

Na območju potencialne prisotnosti risa, ki smo jo določili s pomočjo vprašalnikom loviščem in naključno zbranih podatkov, smo v sodelovanju z upravljavci lovšč (lovskih družin in lovišč s posebnim namenom) izbrali praviloma dve lokaciji v vsakem lovišču, oziroma revirju, kamor smo postavili eno ali dve avtomatski kameri. Kamere so v obdobju med septembrom in aprilom lovci redno vzdrževali, podatke pa posredovali Zavodu za gozdove Slovenije. V aktivnostih monitoringa risa je med leti 2018 in 2021 sodelovalo 49 lovišč in več kot sedemdeset poklicnih ali prostovoljnih lovcev in lovk.

V treh sezonah spremljanja smo pridobili več kot 100.000 posnetkov vsaj petdesetih različnih vrst sesalcev in ptic, od katerih je bilo največ posnetkov jelenjadi (*Cervus elaphus*). Med leti se nam je povečevalo celokupno število posnetkov in število posnetkov risa. Povečalo se je tudi število prepoznanih risov, oziroma najmanjša velikost populacije, in sicer iz 19 (2018-2019) na 24 (2020-2021) živali. Večini prepoznanih risov smo uspeli določiti spol in ugotovili, da je bilo več samic kot samcev zaznanih v prvi in tretji sezoni, prav tako smo v teh dveh sezonah pet samic zaznali z mladiči. V sezoni 2019-2020 pa sta le dve samici imeli po enega mladiča. Iz ponavljajočega se pojavljanja posameznih osebkov risa na določenih območjih smo uspeli prepoznati sedem območij s stalnimi teritorialnimi risi. Na območju slovenskih Dinaridov so se kot edino izrazito prazno območje izkazali Javorniki na Notranjskem.

Z močno vključenostjo upravljavcev lovišč in posameznih lovcev in lovk smo uspeli pridobiti prve zanesljive podatke o razširjenosti in številčnosti risje populacije v Sloveniji. Ugotavljamo, da vsako leto izboljšujemo poznavanje risje populacije, saj količina posnetkov iz avtomatskih kamer narašča, prav

tako pa narašča tudi njihova kvaliteta, ki nam omogoča prepoznavo osebkov. Zaradi velike gostote lokacij z avtomatskimi kamerami in majhnih sprememb v številu prepoznanih risov med leti ocenjujemo, da nam ti podatki nudijo dobro sliko stanja risje populacije pri nas. Predstavljene podatke v tem prispevku bomo v bodoče uporabili tudi kot vhodne podatke za izračun absolutne številčnosti in gostote risje populacije prek modelov prostorskega ulova in ponovnega ulova. S tem bomo stanje risa pri nas še bolj ovrednotili, ter ga lahko primerjali s stanjem risa v drugih območjih po Evropi.

7 Summary

In Slovenia, the lynx is part of the Dinaric-Eastern Alpine lynx population, which originated from a reintroduction in 1973. Since 2019, a process of population reinforcement is underway due to the high level of inbreeding. During this critical period, it is important to know the baseline status of the lynx population and to monitor the changes occurring in the population during the reinforcement process, which can only be achieved through a robust monitoring programme. Nowadays, the standard method for monitoring lynx is camera trapping, which allow us to identify the lynx on an image based on a unique pattern on its fur. In Slovenia, we started using automatic cameras for systematic lynx monitoring in 2018. Here, we present the results of the monitoring of lynx throughout its range in Slovenia for the period 2018-2021, i.e. i) annual minimum population size, ii) sex ratio, iii) number of females with cubs, and iv) indicative territory occupancy.

We defined the potential lynx presence through questionnaires to hunting grounds and opportunistically collected data. In that area, we established cooperation with the hunting grounds (hunting families and special purpose hunting grounds) and selected two camera trapping locations in each hunting ground, or district. The

Izvirni znanstveni članek

cameras were regularly maintained by the hunters between September and April, and the data were handed to the Slovenian Forest Service. Between 2018 and 2021, 49 hunting areas and more than 70 professional or volunteer hunters participated in lynx monitoring activities.

*In total, we obtained more than 100,000 images of at least fifty different mammal and bird species, with red deer (*Cervus elaphus*) being the most frequently recorded species. Moreover, both the total number of images and the number of lynx images have been increasing over the years. The number of lynx identified, or minimum population size, has also increased, from 19 (2018-2019) to 24 (2020-2021) animals. We were able to determine the sex of most of the lynx from the images and found that more females than males were recorded in the first and third seasons, and five females were recorded with cubs in the same seasons. On the contrary, only two females with one cub each were detected in the 2019-2020 season. Reoccurring individual lynx individuals indicated permanent territorial lynx presence in seven areas. In the Slovenian Dinarides, the Javorniki Mountains in Notranjska were recognized to be the only area with apparent lynx absence.*

With the strong involvement of hunting grounds and individual hunters, we were able to obtain the first reliable data on the distribution and abundance of the lynx population in Slovenia. We are improving our knowledge of the lynx population yearly, as the amount of images is increasing, as well as their quality, which allows us to identify lynx individuals. Due to the high density of camera trapping sites and the small changes in the number of lynx identified between years, we consider that these data give us a good picture of the status of the lynx population in our country. The data presented in this paper will also be used in the future as input data for estimating the absolute abundance and density of the lynx population through spatial capture-recapture models. This will allow us to better

evaluate the status of the lynx in our country and to compare it with the status of the lynx in other areas in Europe.

8 Zahvala

Zahvaljujemo se vsem sodelujočim lovcem in lovkam, ki so v treh letih spremljanja (2018–2021) sodelovali pri monitoringu risa z avtomatskimi kamerami, kar je neprecenljiv prispevek k ohranjanju risa v Sloveniji. Zahvaljujemo se tudi Ministrstvu za okolje in prostor, mehanizmu LIFE (projekt LIFE Lynx LIFE16 NAT/SI/000634), Interreg Central Europe (projekt 3Lynx), Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (N1–0163 in P4–0059) in Pahernikovi ustanovi, ki so s sofinanciranjem omogočili delo, povezano s tem prispevkom.

9 Viri

Di Bitetti, M. S., Paviolo, A., & De Angelo, C. (2014). Camera trap photographic rates on roads vs. off roads: location does matter. *Mastozoologia Neotropical*, 21(1), 37–46.

Cretois, B., Linnell, J. D. C., Grainger, M., Nilsen, E. B., & Rød, J. K. (2020). Hunters as citizen scientists: Contributions to biodiversity monitoring in Europe. *Global Ecology and Conservation*, 23, e01077. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01077>

Čop, J. (1994). Spremljanje ponovne naselitve risa (*Lynx lynx* L.) v Sloveniji 1973–1993. I. del. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije.

Čop, J., & Frković, A. (1998). The re-introduction of the lynx in Slovenia and its present status in Slovenia and Croatia. *Hystrix*, 10(1), 65–76.

Duľa, M., Bojda, M., Chabanne, D. B. H., Drengubiak, P., Hrdý, L., Krojerová-Prokešová, J., ... Kutal, M. (2021). Multi-seasonal systematic camera-trapping reveals fluctuating densities and high turnover rates of Carpathian lynx on the western edge of its native range. *Scientific Reports*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88348-8>

Izvirni znanstveni članek

Fležar, U., Pičulin, A., Bartol, M., Černe, R., Stergar, M., & Krofel, M. (2019). Eurasian lynx (*Lynx lynx*) monitoring with camera traps in Slovenia in 2018-2019. Ljubljana. Technical report, LIFE Lynx project.

Fležar, Urša, Hočevnar, L., Sindičič, M., Gomerčič, T., Konec, M., Slijepčević, V., ... Krofel, M. (2022). Surveillance of the reinforcement process of the Dinaric - SE Alpine lynx population in the lynx-monitoring year 2020–2021. Technical report, LIFE Lynx project.

Fležar, Urša, Pičulin, A., Bartol, M., Gotar, T., Rot, A., Javornik, J., ... Krofel, M. (2021a). Rezultati tretje sezone sistematičnega monitoringa risa z avtomatskimi kamerami. *Lovec, CIV(9)*, 404–406.

Fležar, Urša, Pičulin, A., Bartol, M., Stergar, M., Sindičič, M., Gomerčič, T., ... Černe, R. (2021b). Eurasian lynx in the Dinaric Mountains and the south-eastern Alps, and the need for population reinforcement. *Cat News, 14(Special Issue)*, 21–24.

Gimenez, O., Gatti, S., Duchamp, C., Germain, E., Marboutin, E., Laurent, A., & Zimmermann, F. (2019). Spatial density estimates of Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in the French Jura and Vosges Mountains. *Ecology and Evolution, 9*, 11707–11715. <https://doi.org/10.1002/ece3.5668>

Hendry, H., & Mann, C. (2017). Camelot -- Intuitive Software for Camera Trap Data Management. *BioRxiv*, 203216. <https://doi.org/10.1101/203216>

Hočevnar L., Fležar U., Krofel M. (2020). Overview of good practices in Eurasian lynx monitoring and conservation. INTERREG CE 3Lynx report. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana.

Iosif, R., Popescu, V. D., Ungureanu, L., Șerban, C., Dyck, M. A., & Promberger-Fürpass, B. (2022). Eurasian lynx density and habitat use in one of Europe's strongholds, the Romanian Carpathians. *Journal of Mammalogy, 103(2)*, 415–424. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyab157>

Koren, I., Jonozovič, M., & Kos, I. (2006). Status and distribution of the Eurasian lynx (*Lynx lynx* L.) in Slovenia in 2000-2004 and comparison with the years 1995-1999. *Acta Biologica Slovenica, 49(1)*, 27–41.

Kos, I., Koren, I., Potočnik, H., & Krofel, M. (2012). Stanje in razširjenost evrazijskega risa (*Lynx lynx*) v Sloveniji v obdobju 2005–2009. *Acta Biologica Slovenica, 55(2)*, 49–63.

Krofel, M., Fležar, U., Hočevnar, L., Sindičič, M., Gomerčič, T., Konec, M., Černe, R. (2021). Surveillance of the reinforcement process of the Dinaric - SE Alpine lynx population in the lynx-monitoring year 2019-2020. Ljubljana.

Molinari-Jobin, A., Wöfl, S., Marboutin, E., Molinari, P., Wöfl, M., Kos, I., Breitenmoser, U. (2012). Monitoring the Lynx in the Alps. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy, 23(1)*, 49–53. <https://doi.org/10.4404/hystrix-23.1-4553>

Oberosler, V., Tenan, S., Groff, C., Krofel, M., Augugliaro, C., Munkhtsog, B., & Rovero, F. (2021). First spatially-explicit density estimate for a snow leopard population in the Altai Mountains. *Biodiversity and Conservation, 1–15*. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02333-1>

Palmero, S., Belotti, E., Bufka, L., Gahbauer, M., Heibl, C., Premier, J., ... Heurich, M. (2021). Demography of a Eurasian lynx (*Lynx lynx*) population within a strictly protected area in Central Europe. *Scientific Reports, 11(1)*, 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99337-2>

Pesenti, E., & Zimmermann, F. (2013). Density estimations of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in the Swiss Alps. *Journal of Mammalogy, 94(1)*, 73–81. <https://doi.org/10.1644/11-mamm-a-322.1>

Rovero, F., Jones, T., & Sanderson, J. (2005). Notes on abbot's duiker (*Cephalophus spadix* true 1890) and other forest antelopes of mwanihana forest, udzungwa mountains, Tanzania, as revealed by camera-trapping and direct observations. *Tropical Zoology, 18(1)*, 13–23. <https://doi.org/10.1080/03946975.2005.10531211>

Royle, J. A., Chandler, R. B., Sollmann, R., & Gardner, B. (2014). *Spatial Capture-Recapture*. Elsevier, Inc.

Sindičič, M., Polanc, P., Gomerčič, T., Jelenčič, M., Huber, Đ., Trontelj, P., & Skrbinšek, T. (2013). Genetic data confirm critical status of the reintroduced Dinaric population of Eurasian lynx. *Conservation Genetics, 14(5)*, 1009–1018. <https://doi.org/10.1007/s10592-013-0491-x>

Skrbinšek, T., & Krofel, M. (2008). Analiza kvalitete habitata, hrana in kompeticija. Final report of Dinaris project., 1–56.

Slijepčević, V., Fležar, U., Konec, M., Skrbinšek, T., Bartol, M., Rot, A., ... Gomerčič, T. (2019). Baseline demographic status of SE Alpine and Dinaric lynx population. Technical report, LIFE Lynx project.

Izvirni znanstveni članek

Staniša, C., Koren, I., & Adamič, M. (2001). Situation and distribution of the lynx (*Lynx lynx* L.) in Slovenia from 1995-1999. *Hystrix*, 12(2), 43–51.

Stergar, M., & Slijepčević, V. (2017). Lynx camera trapping guidelines. Technical report, LIFE Lynx project.

Weingarth K, Heibl C, Knauer F, Zimmermann F, Bufka L, Heurich M (2012) First estimation of Eurasian lynx (*Lynx lynx*) abundance and density using digital cameras and capture-recapture techniques in a German national park. *Animal Biodiversity and Conservation* 35: 197–207.

Weingarth, K., Zeppenfeld, T., Heibl, C., Heurich, M., Bufka, L., Daniszová, K., & Müller, J. (2015). Hide and seek: extended camera-trap session lengths and autumn provide best parameters for estimating lynx densities in mountainous areas. *Biodiversity and Conservation*, 24(12), 2935–2952. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0986-5>

Zimmermann F, Breitenmoser-Würsten C, Molinari-Jobin A, Breitenmoser U (2013) Optimizing the size of the area surveyed for monitoring a Eurasian lynx (*Lynx lynx*) population in the Swiss Alps by means of photographic capture-recapture. *Integrative Zoology* 8: 232–243

POVABILO ZA OBJAVO V ZLATOROGOVI ZBORNIKU

Zlatorogov zbornik je znanstveno glasilo Lovske zveze Slovenije, ki izhaja periodično. V glasilu sta objavljeni dve vrsti prispevkov: izvorni znanstveni/strokovni prispevki in pregledni znanstveni/strokovni prispevki. Prispevki se nanašajo na široko paleto področij, povezanih z biologijo in ohranjanjem prostoživečih živali, upravljanjem populacije in lovstvom.

Odgovorni urednik

Odgovorni urednik glasila je prof. dr. Ivan Kos.

Sestava izvirnega znanstvenega/strokovnega prispevka

Izvorni znanstveni/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 znanstvenega/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
- Podpoglavja
- 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 ulica 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 journal of the Hunters Association of Slovenia that comes out periodically. Two types of articles are published: original scientific papers and scientific review papers. The articles refer to a wide range of fields related to wildlife biology and conservation, population management and hunting..

Editor-in-Chief

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

The composition of an original scientific paper

An original scientific 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)*

The structure of a scientific review paper

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

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

Title

The title shall be in Slovenian 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 Slovenian 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 ulica 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*



Bernarda Bele

Bernarda Bele je univerzitetna diplomirana biologinja, leta 2012 je diplomirala iz antropometrije. Med študijem in po njem je kot prostovoljka ter praktikantka sodelovala pri različnih popisih ptic, volkov in rastlin v Sloveniji, na Norveškem in Poljskem. Trenutno je zaposlena kot raziskovalka na Katedri za ekologijo in varstvo okolja na Oddelku za biologijo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani. Ukvarja se z raziskavami: odnosa javnosti do velikih zveri, komunikacije z javnostmi ter razvoja turizma, povezanega z velikimi zvermi. V prostem času se ukvarja s konji in planinari.

Samar Al Sayegh Petkovšek

Samar Al Sayegh Petkovšek je docentka in raziskovalka na Fakulteti za varstvo okolja. Leta 2008 je doktorirala na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Doktorsko disertacijo z naslovom Glive kot odzivni in akumulacijski bioindikatorji onesnaženosti gozdnih rastišč je opravila pod mentorstvom prof. dr. Franca Batiča in somentorstvom prof. dr. Hojke Kraigher. Njeno raziskovalno področje sta bioindikacija in biomonitring kopenskih in vodnih ekosistemov z uporabo deževnikov, malih sesalcev, iglic smrek, trosnjakov višjih gliv in rib; izdelava ocen tveganja za okolje in raziskave vplivov vojaške dejavnosti na okolje. Vodila in koordinirala je številne projekte za uporabniške organizacije in lokalne skupnosti (Termoelektrarna Šoštanj, Luka Koper, Rudnik Žirovski vrh, Mestna občina Velenje) in projekte, financirane prek ARRS oziroma ministrstev in njihovih organov (Direkcija RS za infrastrukturo; Družba za avtoceste v RS, Ministrstvo za obrambo). Sodelovala je tudi pri mednarodnih projektih (TAB!- Adaption Actions to reduce adverse health impact of air pollution (program Srednja Evropa); LIFE DinAlp Bear). V zadnjih letih se ukvarja predvsem z raziskavami in monitoringi učinkovitosti ukrepov za zmanjšanje poveza prostoživečih živali, vključno z dvoživkami.

Lan Hočevar

Lan Hočevar je leta 2019 zaključil magistrski študij Gozdarstva in upravljanja gozdnih ekosistemov, kjer je magistriral pod mentorstvom doc. dr. Mihe Krofla. Trenutno je zaposlen kot raziskovalec na Katedri za zdravje gozda in upravljanje prostoživečih živali na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta na Univerzi v Ljubljani. Ukvarja se z raziskovanjem velikih zveri, predvsem z evrazijskim risom v okviru projekta LIFE Lynx ter divjo mačko v okviru projekta InterMuc. V prostem času se ukvarja s fotografijo divjih živali, gorskim kolesarstvom in pohodništvom.

Tadeja Smolej

Tadeja Smolej je po maturi na Gimnaziji Kranj leta 2011 začela s študijem biologije na Univerzi v Ljubljani, Biotehniški fakulteti, in ga uspešno končala leta 2014. Nato je študij nadaljevala na drugi stopnji in v letu 2018 postala magistrica ekologije in biodiverzitete ter magistrica profesorica biologije. Med študijem si je izkušnje nabirala z delom v Živalskem vrtu Ljubljana in na Univerzi v Ljubljani, Biotehniški fakulteti, na Oddelku za biološko izobraževanje ter Oddelku za ekologijo in varstvo okolja, kjer je sodelovala pri različnih projektih, kot so LIFE DINALP BEAR, LIFE Wolfalps, LIFE Lynx, 3Lynx in pri pripravi šestnajste Evropske naravoslovne olimpijade. Magistrsko delo na študijskem programu Ekologija in biodiverziteta z naslovom Uspešnost pridobivanja neinvazivnih genetskih vzorcev risov (*Lynx lynx*) z vzmetnimi pastmi za dlake ter uporabnost metode za monitoring populacije risa je opravila pod mentorstvom dr. Tomaža Skrbinška in somentorstvom dr. Huberta Potočnika. Magistrsko delo na študijskem programu Biološko izobraževanje z naslovom Stališča osnovnošolcev in srednješolcev do rjavega medveda pa je opravila pod mentorstvom dr. Iztoka Tomažiča. Po končanem študiju je delo nadaljevala pri evropskih naravovarstvenih projektih LIFE Lynx, LIFE AMPHICON in LIFE-IP NATURA.SI.

Urša Fležar

Urša Fležar je po končanem študiju biologije na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani nadaljevala magistrski študij Varstvene biologije na Univerzi v Lundu in SLU (Swedish University of Agricultural Sciences) na Švedskem. Po študiju se je vrnila v Slovenijo, kjer se je kmalu zaposlila na Biotehniški fakulteti, Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Raziskovala je vpliv krmljenja na rjavega medveda in druge prostoživeče vrste v okviru projekta LIFE DinAlp Bear in možnosti optimizacije monitoringa prostoživečih parkljarjev ter njihovega prenosa v prakso v okviru projekta CRP. Zadnjih šest let v kombinaciji zaposlitve na omenjenem oddelku in Zavodu za gozdove Slovenije ter doktorskega študija na Univerzi v Ljubljani koordinira spremljanje populacije evrazijskega risa, kjer sodeluje z upravljavci lovišč, vzdržuje baze podatkov, opravlja analize in pripravlja vrsto različnih publikacij ter predstavitev na temo rezultatov projekta LIFE Lynx. Poleg tega sodeluje tudi pri drugih mednarodnih raziskovalnih in aplikativnih projektih na temo ekologije in varstva velikih zveri, predvsem iz družine mačk.

Vsebina/Contents

Uvodnik/Editorial

Ob izidu Zlatorogov zbornik – Posebna izdaja, namenjena varstvu in ohranjanju risa/
Upon the release of the Goldhorn Bulletin – Special edition dedicated to the protection and preservation of the lynx
dr. Ivan Kos

Izvirni znanstveni članek/ Original scientific paper

3-11 A Odnos slovenskih lovcev do risa in upravljanja z njim v letu 2021/
Attitude of Slovenian hunters towards lynx and its management in 2021
Bernarda BELE, Meta MAVEC, Tomaž SKRBINŠEK, Aleksandra MAJIC SKRBINŠEK

12-27 Vplivi železniške infrastrukture na prostoživeče živali: opredelitev dejavnikov bariernega učinka/
The impact of railways on wildlife: Identifying factors related to barrier effects
Samar AL SAYEGH PETKOVŠEK, Klemen KOTNIK, Boštjan POKORNY

28-47 Povozi na avtocestah in železniških progah: podcenjen vir umrljivosti prostoživečih živali v Sloveniji/
Wildlife-traffic collisions on highways and railways: An underestimated source of wildlife mortality in Slovenia
Samar AL SAYEGH PETKOVŠEK, Klemen KOTNIK, Boštjan POKORNY

48-58 Telemetrija in njena uporaba pri proučevanju evrazijskega risa (*Lynx lynx*) v sklopu projekta LIFE Lynx/
Telemetry and its application to the study of the Eurasian lynx (Lynx lynx) in the LIFE Lynx project
Lan HOČEVAR, Jaka ČRTALIČ

59-75 Uspešnost pridobivanja neinvazivnih genetskih vzorcevrisov (*Lynx lynx*) z vzmetnimi pastmi za dlake ter uporabnost metode za monitoring populacije/
Effectiveness of collecting noninvasive genetic samples from a lynx (Lynx lynx) with coil spring hair traps and applicability of the method for lynx population monitoring
Tadeja SMOLEJ, Tomaž SKRBINŠEK, Hubert POTOČNIK, Ivan KOS, Franc KLJUN

76-87 Prvi zanesljivi podatki o številčnosti risa v Sloveniji/
First reliable data on lynx abundance in Slovenia
Urša FLEŽAR, Matija STERGAR, Matej BARTOL, Aleš PIČULIN, Andrej ROT, Tine GOTAR, Jernej JAVORNIK, Lan HOČEVAR, Miha KROFE, Rok ČERNE