

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 kakovosti), 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 ovrtnica na risu z veznim členom iz bombaža, ki ob morebitni okvari mehanizma drop-off omogoča, da ovrtnica 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 ovrtnice 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

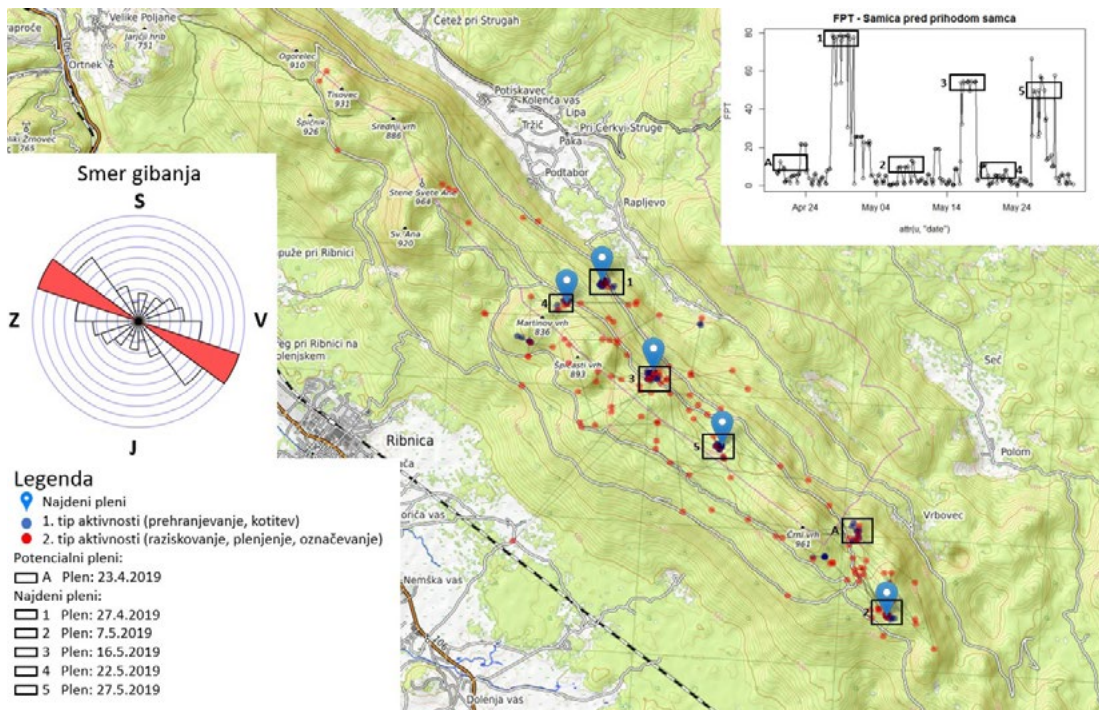


Slika 4: Uplenjena sma. Foto: Lan Hočevar

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).

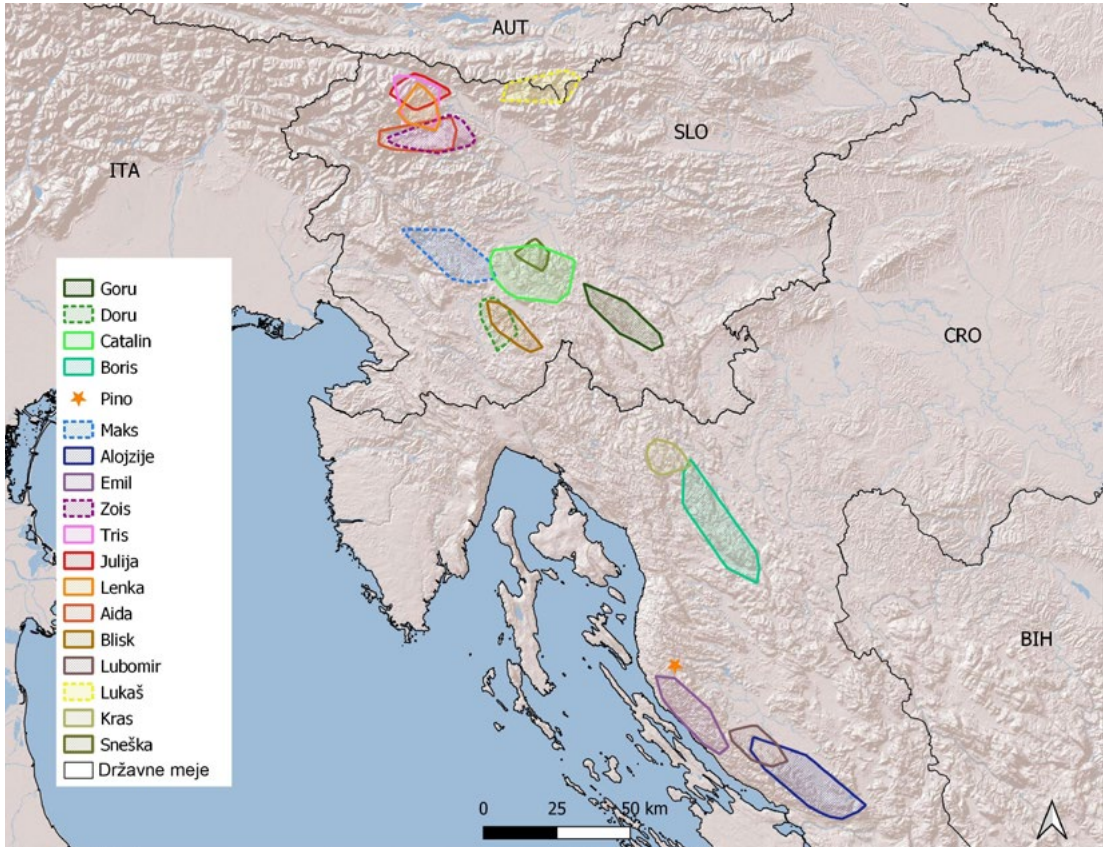
4 Teritorialnost

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).

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



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 aktivneje 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 ekskuzij 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 ekskuzije 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 ekskuzija 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 ekskuzijo 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 osebkne 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.