

Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta

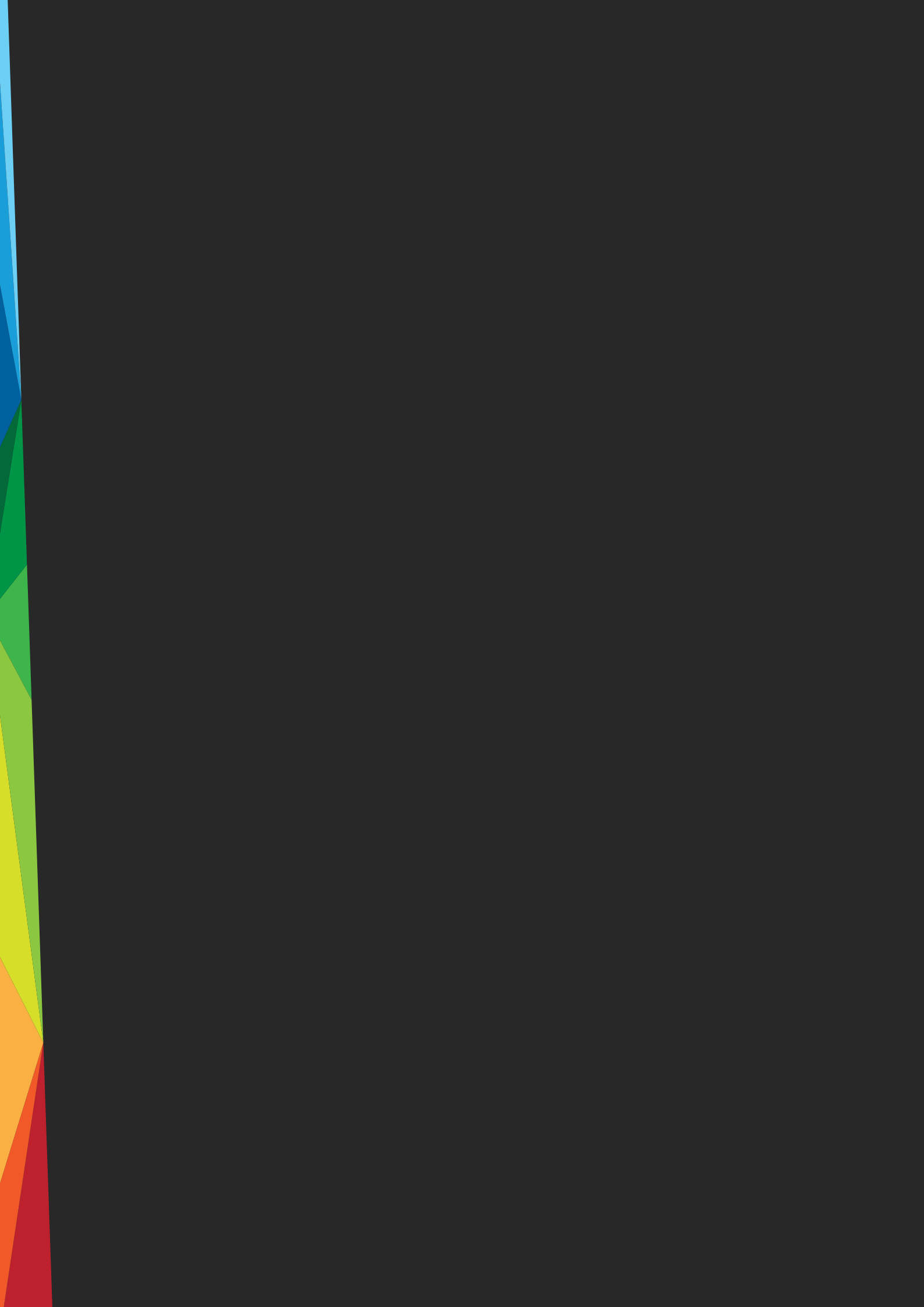


LIFE
Lynx



Uključivanje povezanosti i pogodnosti staništa za risa u prostorno planiranje

Pripremljeno u sklopu projekta **LIFE Lynx**
Ljubljana 2023



Sadržaj

1	Uvod	4
2	Definicija fragmentacije staništa	8
	Gubitak životnog prostora - staništa divljih životinja	10
	Efekt barijere	11
3	Korištenje prostora, izumiranje i ponovno naseljavanje risa	13
	Karakteristike korištenja prostora	14
	Matični teritorij	14
	Disperzija	14
	Životni prostor - stanište	16
	Izumiranje populacija risa u Europi i ponovno naseljavanje	19
4	Stanje populacije risa nakon naseljavanja, disperzija i povezanost prostora	18
	Stanje dinarske-jugoistočno-alpske populacije risa u Sloveniji, pograničnom području u Italiji i u Hrvatskoj	20
	Dinarsko područje u Sloveniji	24
	Juljske Alpe u Sloveniji (uključujući Italiju)	25
	Gorski kotar	26
	Lika i sjeverna Dalmacija	27
	Genetska raznolikost i protok populacije	28
	Disperzija i povezivanje odgovarajućeg životnog prostora za populaciju risa u sjevernim Dinaridima i jugoistočnim Alpama	31
5	Planiranje	34
	Prostorni opseg procjena	40
	Upotreba prostornih modela prikladnosti prostora za risa i potencijalne prohodnosti prostora u procjenjivanju prihvatljivosti zahvata i restauraciji negativnih ranijih zahvata u prostor	41
	Proces planiranja	45
6	Prijelazi za divlje životinje	40
	Brojnost i raspoređenost objekata za premošćivanje za divlje životinje	49
	Prijelazi i druge strukture za povezivanje	50
	Postojeća infrastruktura	50
	Natvodnici i mostovi	51
	Višenamjenski nadvožnjaci	54
	Pothodnici	54
	Vijadukti i mostovi preko rijeka	56
	Tuneli	58
	Upotreba vegetacije	60
7	Sprečavanje i smanjivanje smrtnosti divljih životinjskih vrsta	49
	Ograde	61
	Dinamični prometni znakovi sa senzorima	63
	Spremnici za otpad otporni na medvjede	52
	Uređaji za odvrćanje	65
	Izlazna vrata i iskočne rampe	53
	Uređivanje vegetacije uz infrastrukturne objekte	67
8	Ekološka kompenzacija	54
9	Monitoring mjera i učinaka	55
10	Primjeri uspješnih praksi	60
	Nacionalni park Banf, Kanada	75
	Rezultati izvedenih mjera ublažavanja za smanjenje smrtnosti medvjeda i za povećanje propusnosti autoceste za divlje životinje Rijeka – Zagreb	76
	Upotreba dinamične prometne signalizacije na glavnoj cesti Ljubljana – Kočevje	80
	Instalacija akustičnih uređaja za odvrćanje na odabranim dionicama željezničke pruge u Sloveniji	81
11	Izvori	65

Proteklih se stoljeća krajolik Europe najviše mijenjao zbog širenja urbanih i poljoprivrednih površina, što je dovelo do razvoja infrastrukturnih mreža. Potkraj 20. stoljeća, širenje glavnih željezničkih i cestovnih mreža je usporilo, ali nije stalo. Istodobno se sve gušća mreža manjih cesta (npr. za potrebe šumarstva), puteva i staza raširila i u posljednja netaknuta područja u Europi.

Stanište pojedine vrste podijeljeno je na »krpe«, područja s odgovarajućim uvjetima za tu vrstu koja su odvojena »matriksom«, područjem kroz koje se jedinke mogu kretati, ali se na njemu neće za stalno naseliti, i na »prepreke – barijere«, koje jedinke teško prelaze ili ih uopće ne mogu preći. Fragmentaciju mogu uzrokovati prirodne prepreke poput rijeka, visokih planinskih lanaca ili mora, zbog čega se vrste dijele na populacije i subpopulacije.

Uslijed razvoja ljudske vrste mijenja se krajolik, krči se prirodni životni prostor, nastaju nove prepreke. Stoga je fragmentacija trenutno prepoznata kao jedan od glavnih faktora koji ugrožavaju životinjske vrste i koče njihov oporavak.

Velike zvijeri su karizmatične vrste, čije su se populacije u većini europskih država posljednjih desetljeća oporavile. To je posljedica različitih dugotrajnih strategija upravljanja, učinkovitijeg zakonodavstva i intenzivnijih nastojanja da se zaštiti priroda (Chapron i sur., 2014.). No, održivost populacija koje se oporavljaju i opće stanje populacija većinom ovise o odgovarajućem prihvaćanju upravljačkih odluka i strategija za njihovo očuvanje. Stoga je važno da u okviru trenutnog oporavka populacija poboljšamo znanje o njihovim potrebama, uključujući znanje o prostornim zahtjevima vrste.

Ponovno naseljavanje istočnih Alpa prirodnim prelaženjem risova iz dinarske populacije u Sloveniji i Hrvatskoj jedno je od prioritetnih rješenja za očuvanje risa u ovom dijelu Europe. Povezanost staništa je ključna za dugoročno preživljavanje svake populacije divljih životinja,



Jedna od najvećih promjena koje je čovjek proteklih stoljeća izazvao u Europi bilo je krčenje prirodne okoline i širenje urbanih i seoskih površina. Lijevo: najintenzivniji je gubitak prostora u dolinama i nizinama. Desno: Širenje mreža prometne infrastrukture najviše je utjecalo na fragmentaciju i mogućnost povezivanja prostora za populacije mnogih životinjskih vrsta (Potočnik H.)

jer utječe kako na njezinu dinamiku i mogućnost dugoročnog preživljavanja, tako i na mogućnost njezinog širenja. Zbog toga je poboljšana povezanost prostora između Dinarida i Alpa, koja će osigurati odgovarajući broj jedinki koje prelaze u alpski prostor, a time i cirkulaciju gena, ključna za uspostavljanje održive populacije risa u Alpama. No, s obzirom na potrebe i želje ljudi, to je vrlo teško ostvarivo. Povećana urbanizacija na područjima gdje žive risovi i razvoj velikih prometnih infrastruktura poput autocesta posljednjih su godina u Sloveniji i susjednim državama dodatno povećali taj izazov. Najjeftiniji i najučinkovitiji način da se sačuva povezanost prostora je zabrana razvoja malih kritičnih područja koja povezuju velike krpe staništa. To je moguće ostvariti osiguravanjem odgovarajućih informacija za izvođenje procjene utjecaja na okoliš koja bi uključila povezivost staništa risova u prostorno planiranje i time očuvala ključna područja.

To postaje sve važnije, jer ta područja često su cjenovno pristupačnija od već razvijenih, zbog čega su investitorima najpoželjnije lokacije za širenje industrijskih i urbanih zona. Iako su zakonodavstvo i postupci u vezi s prostornim planiranjem relativno dobro razvijeni, još uvijek postoje praznine u znanju struke o povezivosti prostora za velike zvijeri i uključivanju iste u planiranje. Ovim priručnikom ćemo nastojati popuniti te praznine, te stručnjake i tvrtke koje se bave prostornim planiranjem i procjenama utjecaja na okoliš upoznati s problematikom povezivosti prostora za velike zvijeri.

Izgradnja prometne infrastrukture znatno utječe na divlje životinje. One postaju žrtve prometnih nesreća, a sama mreža uzrokuje gubitak i degradaciju životnog prostora, onečišćenje, promjene mikroklimе i hidroloških uvjeta, te povećava ljudsku aktivnost na susjednim područjima. Sve to dovodi do velikih gubitaka i poremećaja u prirodnoj okolini. K tome, ceste, željezničke pruge i vodeni prometni putevi mnogim životinjama predstavljaju prepreke u kretanju, koje mogu izolirati populacije i dovesti do njihovog lokalnog izumiranja. Fragmentacija staništa, dijeljenje prirodnih ekosistema na manje, izolirane komade prostora, na svjetskoj je razini prepoznata kao jedna od najvećih prijetnji očuvanju bioraznolikosti.



Prometna mreža predstavlja jedan od najvažnijih faktora ugrožavanja održivosti populacija risa u Europi (Vranič M.)



U nizinama ili u dnu dolina, kao npr. između Cerknice i Planine, često paralelno prolaze željezničke pruge, autoceste i druge ceste koje zajedno čine značajnu prepreku kretanju životinja (Črtalič J.)

Fragmentacija staništa većinom je posljedica različitih promjena u korištenju zemljišta. Izgradnja i korištenje prometne infrastrukture među glavnim su faktorima tih promjena, a ujedno stvaraju i prepreke među dijelovima staništa. Sve veći broj životinja koje ginu na cestama i željezničkim prugama dobro je dokumentirana indikacija tog problema. S druge strane, prepreke koje uzrokuju fragmentaciju prostora imaju dugotrajan učinak koji je teško prepoznati.

Za ekološki održivi razvoj, posebno na području prometne infrastrukture, potreban je cjelovit pristup smanjivanju tih štetnih utjecaja na divlje životinje, koji bi uključivao i društvene i ekološke faktore prisutne u prostoru. Tako je jedan od izazova za biologe – ekologe, planere infrastrukture i inženjere razvijanje odgovarajućih alata za procjenjivanje, sprečavanje i smanjivanje utjecaja infrastrukture.

Statistički podaci pokazuju da su se broj i dužina autocesta u Europi u posljednjih trideset godina povećali više od trostruko (EuroNatur, 2010.). Razvojem prometa i cesta raste i pritisak na divlje životinje. Nove ceste dijele prostor na sve manje dijelove. Time nastaju prepreke što utječe na vrste koje žive na tim područjima. Smanjena mogućnost kretanja, a time i traženja hrane, partnera i novog životnog prostora, može dovesti do izolacije, gubitka genetske raznolikosti, a dugoročno i do izumiranja na širem području.

Manja staništa ne mogu podržavati jednaki broj jedinki i vrsta kao velika, nefragmentirana područja životnog prostora. Prepreka s obzirom na intenzivnost prometa i prisutnost ograda može biti fizička (koju je nemoguće prijeći) ili bihevioralna (zbog koje životinje aktivno izbjegavaju područja u blizini cesta). Dijeljenjem staništa na manje dijelove povećava se i njegovo rubno područje. Rubovi mogu biti značajna staništa za uobičajene vrste, no mogu i doprinijeti širenju invazivnih vrsta ili spriječiti kretanje drugih. Rijetko imaju jednaku vrijednost kao prirodni koridori, jer su uvjeti na većim udaljenostima vrlo rijetko uvijek jednaki.

Smrtno stradanje u prometnim nesrećama u pravilu je jedan od manje značajnih faktora smrtnosti risa. No, u malim, demografski i genetski osiromašenim populacijama može predstavljati dodatan faktor koji doprinosi ugroženosti populacija, jer može utjecati na

povezanost, smanjiti migracije i genetski tok te ograničiti širenje vrsta u prostoru.



Ograđene autoceste među najvećim su faktorima fragmentacije prostora. Autocesta A1 Zagreb – Split siječe stanište risa i ostalih velikih zvijeri u Dinaridima. (Huber Đ.)

Razvijanje cesta utječe i na samu okolinu, jer podrazumijeva zahvat u krajolik koji se time mijenja. Često su pogođena čak i područja udaljena od cesta, bilo zbog onečišćenja (sol, izljevi kemijskih tvari), buke ili vibracija. Povećanje rasvjete utječe na rast biljaka, remeti razmnožavanje životinja i njihovo ponašanje u potrazi za hranom. Nakon izgradnje ceste često slijedi gradnja pratećih objekata, novih naselja ili industrijskih zona, a nakon toga gradnja lokalnih prilaznih puteva. Prostor se time još više usitnjava, a čovjek još više zadire u stanište divljih životinja.

Negativne učinke možemo izbjeći ili ublažiti gradnjom propusnije cestovne infrastrukture, što uključuje gradnju prijelaza za divlje životinje, kojima bi one mogle preko prepreka doći do odgovarajućeg staništa s druge strane. Uz to što takvi prijelazi pomažu očuvati populacije divljih vrsta, oni donose i društveno-ekonomsku korist. Bolja rješenja prelaženja cesta za divlje životinje povećavaju sigurnost i drugih sudionika u

prometu. Smanjenjem pojava divljih životinja na cestama smanjuje se i broj sudara, potencijalnih ljudskih žrtava ili tjelesnih ozljeda te oštećenja imovine (Christolm i sur. 2010.).

Iako se fragmentaciju prostora sve više uzima u obzir pri suvremenom planiranju nove infrastrukture, tu su i brojne postojeće dionice ceste i željeznice na kojima bi bilo prijeko potrebno izvesti mjere ublažavanja. Utjecaj postojeće infrastrukture može se promijeniti izgradnjom nove infrastrukture i dodatno povećati potrebu za mjerama ublažavanja. Stoga se kod planiranja mjera za smanjivanje fragmentacije prirodne okoline moramo fokusirati na utjecaj cjelokupne infrastrukturne mreže.

Vrlo je teško naći ravnotežu u potrazi za općenitim rješenjima za šire područje ili regiju s jedne strane te rješenjima za lokalni prostor ili pojedinu životinjsku vrstu s druge strane. Pri tome treba naglasiti da ne postoje sto posto pravilna rješenja za planiranje zahvata u prostor. Smanjenju fragmentacije prostora možemo pristupiti na dva načina – uključivanjem mjera za ublažavanje u postojeće ili planirane zahvate u prostor ili preventivnim izbjegavanjem fragmentacije. Preventiva je efikasnija, a k tome i besplatna. Veliki razvojni/građevinski projekti u pravilu zahtijevaju izradu procjene utjecaja na okoliš, u okviru koje je moguće spriječiti većinu daljnje fragmentacije prostora ciljanih vrsta, ako se prepoznaju ključna područja značajna za povezanost staništa i ako izvođači imaju odgovarajuće smjernice kojima je ta problematika uređena. Stoga se takve procjene moraju temeljiti na dobrom razumijevanju značaja povezanosti prostora za pojedinu vrstu, kao što je ris, što je ujedno i cilj ove monografije.

S obzirom na to da se dio proučavanja faktora koji utječu na fragmentaciju staništa divljih vrsta i njihovih populacija odvijao paralelno i u sinergiji s projektom LIFE DinalpBear (LIFE13 NAT/SI/000550), zbog integriteta pregleda smo u nekim poglavljima istaknuli i faktore i mjere koji su prije svega značajni za medvjede. Savjeti koje smo ovdje sabrali temelje se na znanju širokog spektra stručnjaka iz više susjednih država. No, mjere treba prilagoditi lokalnim uvjetima kao i posebnim potrebama i mogućnostima na pojedinim lokacijama. Priručnik odnosno smjernice same po sebi stoga nisu zamjena za savjete lokalnih stručnjaka (biologa, šumara, planera, inženjera), nego ih treba koristiti paralelno s njima.



Smrtno stradanje na cestama je relativno rijedak faktor smrtnosti risa u Sloveniji i Hrvatskoj, ali kod malih, fragmentiranih populacija može predstavljati značajan faktor u širenju, povezanosti i genetskom toku unutar jedne populacije ili između više njih (Bartol M.)



Smrtno stradanje na cestama je drugi najvažniji faktor (nakon odstrela) smrtnosti medvjeda u Sloveniji i Hrvatskoj, pri čemu je ugrožena i sigurnost drugih sudionika u prometu (Masterl M.)

2 Definicija fragmentacije staništa

Prometna mreža, urbana i seoska područja dijele prirodna staništa na manje, izolirane krpe, te stvaraju prepreke među njima. Na životinjske vrste to može imati dva primarna efekta: prvo, veličina staništa se može smanjiti do te mjere da više ne može podržavati održive populacije zaštićenih ili ugroženih vrsta; drugo, fragmentacija može dovesti do toga da su preostala staništa tako izolirana jedna od drugih da jedinke imaju vrlo malo mogućnosti za kretanje među njima. Zbog toga može doći do znatnog povećanja rizika od lokalnog ili čak i šireg izumiranja pojedinih vrsta. Sve to je razlog što su fragmentacija prostora prometnim mrežama i posljedični sekundarni razvoj urbanih površina postali jedna od najozbiljnijih prijetnji za bioraznolikost. Unatoč tome što je čovjek počeo fragmentirati prirodu već pred mnogo stoljeća, izrazito brzo povećanje gustoće prometnih mreža u 20. stoljeću i povećana dostupnost istih znatno su pojačale taj utjecaj.

Prometno opterećene ceste (pogotovo autoceste) znatno utječu na prirodnu okolinu. Jedan od najznačajnijih utjecaja je činjenica da su brojnim organizmima one nepremostiva prepreka. Drugi utjecaji uključuju gubitak staništa zbog gradnje cesta, smrtno stradavanje životinja u prometnim nesrećama, onečišćenje okoliša i brojne druge smetnje (buka, svjetlosno onečišćenje itd). Jednako je velik i neposredni utjecaj cesta – povećani urbani pritisak na prethodno nedostupna područja, sekundarne građevine uz ceste itd.

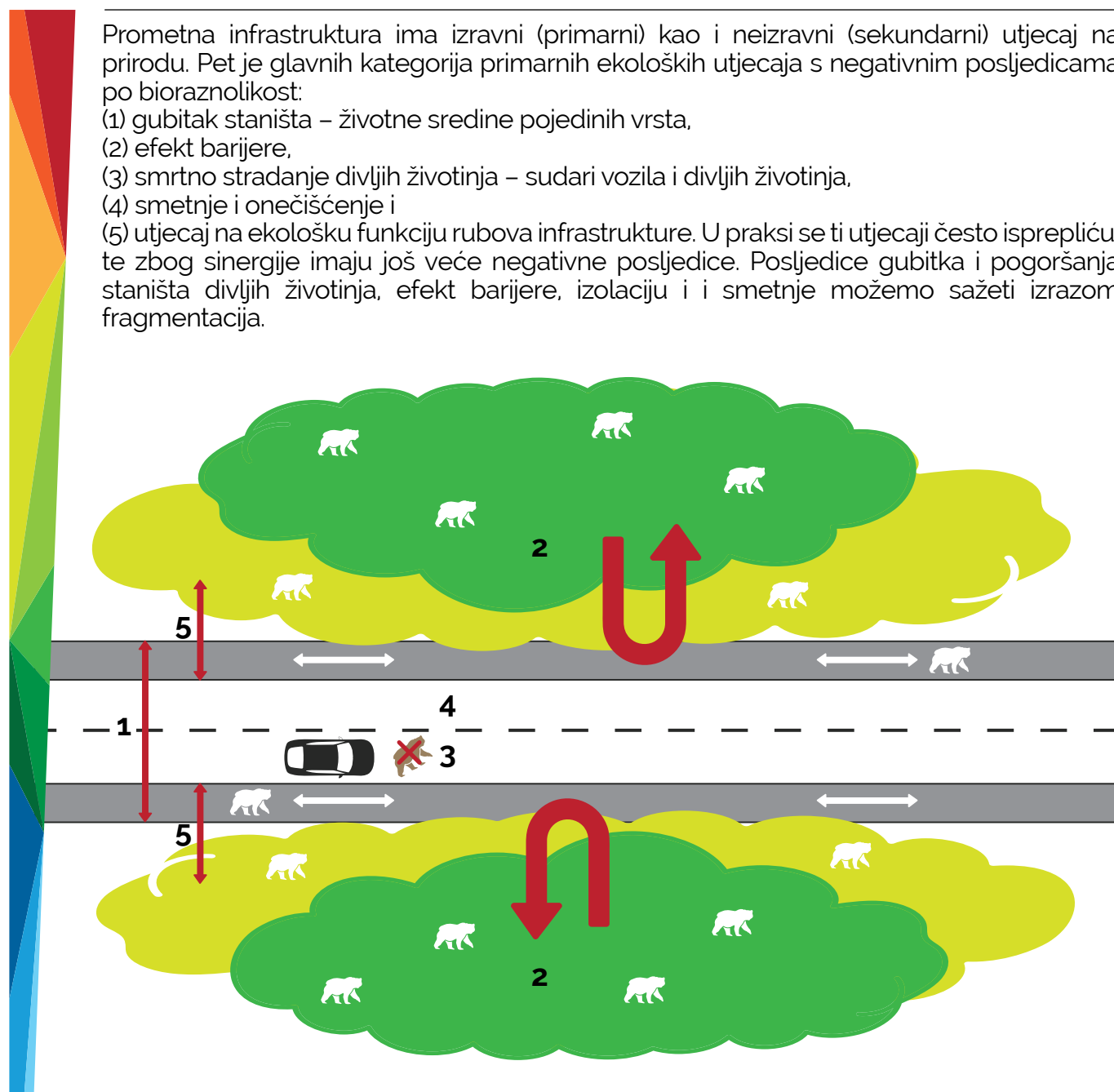


Fragmentacija prostora može pojačati konflikte između ljudi i divljih životinja. Karta intenzivnosti konflikata između ljudi i medvjeda u Sloveniji. Crvenkasta boja označava područja s višim intenzitetom konflikata, a zelena područja s nižom (Jerina i sur. 2015).

Prepreke koje predstavljaju (ograđene) ceste duge su linije koje životinje ne mogu prijeći. Glavne ceste tako uzrokuju fragmentaciju staništa, kao i fragmentaciju vrsta koje ih nastanjuju. Sve gušća mreža autocesta tako pretvara nekoć prohodan krajolik u sistem izoliranih »otoka«. Tako su zbog fragmentacije populacije izložene tzv. »efektu otoka«. Manje izolirane populacije često se teže prilagođavaju prirodnim oscilacijama u brojnosti do kojih dolazi zbog klimatskih promjena, prirodnih katastrofa, epidemija ili drugih negativnih faktora; nedovoljna genetska raznolikost može dugoročno postati očita. Pri određenom stupnju gustoće mreže autocesta, nekim vrstama to može ugroziti opstanak, pogotovo onima s niskom populacijskom gustoćom. Logično je da će stoga najugroženije biti neke vrste velikih sisavaca, a posebno velikih zvijeri. Postojanje autocesta manje utječe na manje sisavce, pretežno zato što su njihove populacije na područjima pod utjecajem mreža autocesta brojnije. Također, manji sisavci često nalaze dovoljno mogućnosti za prijelaz preko autocesta, na primjer preko odvodnih kanala koje veće životinje ne mogu koristiti. Autoceste stoga predstavljaju posebno velik i značajan problem za populacije velikih sisavaca, odnosno ugroženih velikih zvijeri.

Prometna infrastruktura ima izravni (primarni) kao i neizravni (sekundarni) utjecaj na prirodu. Pet je glavnih kategorija primarnih ekoloških utjecaja s negativnim posljedicama po bioraznolikost:

- (1) gubitak staništa – životne sredine pojedinih vrsta,
- (2) efekt barijere,
- (3) smrtno stradanje divljih životinja – sudari vozila i divljih životinja,
- (4) smetnje i onečišćenje i
- (5) utjecaj na ekološku funkciju rubova infrastrukture. U praksi se ti utjecaji često isprepliću, te zbog sinergije imaju još veće negativne posljedice. Posljedice gubitka i pogoršanja staništa divljih životinja, efekt barijere, izolaciju i i smetnje možemo sažeti izrazom fragmentacija.



Shematski prikaz primarnih ekoloških utjecaja prometne infrastrukture. Brojevi oznaka odnose se na gore navedene primarne ekološke utjecaje.

Gubitak životnog prostora – staništa divljih životinja

Neposredni utjecaj cestovne infrastrukture, urbanizacije i izmjena u prirodnoj okolini znači fizičke promjene na površini tla u zoni zahvata, jer izgrađena prometna infrastruktura ili urbano/industrijsko/poljoprivredno područje zamjenjuje ili mijenja prirodni okoliš. Utjecaj tog »neto« gubitka prirodnog staništa dodatno se povećava zbog smetnja i izolacije izazvanih zahvatom, što dovodi do neizbježnih promjena u raširenosti vrsta. Pri određivanju područja i trasa planiranih zahvata uvijek dolazi i do konflikata među interesima i načinima namjenskog korištenja prostora, kao što su zaštita prirode, zaštita okoliša, rekreacija, poljoprivreda ili urbanizam.

Efekt barijere

Efekt barijere, pogotovo efekt (ograđenih) cesta i željeznica, vjerojatno je najveći negativni ekološki utjecaj prometne infrastrukture. Mogućnost širenja (disperzije) pojedinih organizama jedan je od ključnih faktora koji utječu na opstanak vrste. Mogućnost kretanja životnim prostorom u potrazi za hranom, skrovištem ili razmnožavanjem poremećena je zbog prepreka. Utjecaj tih faktora na jedinke posljedično je utjecaj i na populacijsku dinamiku, te često ugrožava opstanak vrste. Jedini način da izbjegnemo efekt barijere je da infrastrukturu učinimo propusnijom za divlje životinje odgovarajućim prijelazima za životinje, prilagođavanjem inženjerskih rješenja ili upravljanjem prometnim tokovima. Probleme izazvane efektom barijere može se smanjiti pomno odabranom trasom kroz prostor.



Jedini način da se spriječi odnosno smanji efekt barijere prometne mreže je da ga učinimo što propusnijim pomoću odgovarajućih prijelaza za životinjske vrste (Huber Đ.)

Infrastrukturne prepreke mogu biti različite prirode:

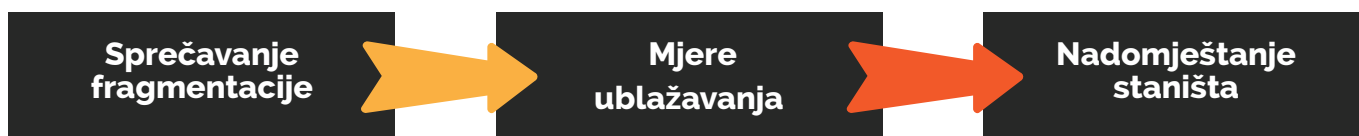
- (1) Fizička prepreka: Za većinu velikih sisavaca, prometna infrastruktura postaje potpuna prepreka tek ako je ograđena ili ako je promet izrazito intenzivan.
- (2) Bihevioralna prepreka: Za brojne velike vrste divljih životinja poznato je da izbjegavaju područja uz ceste i željezničke pruge ovisno o stupnju antropogenih smetnji (gustoća prometa, sekundarni/urbani razvoj). Neke druge životinje, kao što su mali sisavci i neke šumske ptice, u ponašanju pokazuju uzorke izbjegavanja koji su posebno povezani s prelaženjem velikih otvorenih područja.
- (3) Onečišćenje bukom većinom ovisi o vrsti prometa, intenzitetu prometa, karakteristikama površine ceste, topografiji, vrsti tračnica i strukture i o vrstama vegetacije u okolišu. Na snagu i širenje vibracija utječu geološke karakteristike i sastav tla. Neke vrste izbjegavaju područja koja su onečišćena bukom.
- (4) Umjetna rasvjeta može utjecati na rast biljaka, ometati razmnožavanje ptica i njihovo ponašanje u potrazi za hranom, ili utjecati na noćno migracijsko ponašanje vodozemaca. Svjetla k tome privlače kukce (živine svjetiljke) i posljedično povećavaju lokalni broj šišmiša uz ceste, zbog čega oni češće smrtno stradaju. I samo kretanje cestovnog i željezničkog prometa smeta nekim vrstama divljih životinja, kao što je potvrđeno kod sjevernih jelena (Direktoratet... 2002.).

Paralelne trase jednog ili više oblika prometne infrastrukture u istom koridoru (u neposrednoj blizini) mogu biti dobre za neke vrste, jer tvore samo jednu prepreku. Stoga smještanje dvaju ili više paralelnih puteva što bliže u slučaju višemodalnih prometnih koridora (ceste i željezničke pruge) često predstavlja prednost. Nedostatak višemodalnih prometnih koridora je to što mogu izrazito ojačati efekt barijere za pojedine vrste.

Značenje rubova ili pojasa prostora uz infrastrukturne objekte/područja je tema koja izaziva brojne dileme. S jedne strane, oni mogu predstavljati značajan životni prostor za neke vrste divljih životinja, no mogu i usmjeravati životinje na mjesta gdje će češće smrtno stradati ili doprinijeti širenju invazivnih biljnih vrsta. Pojasevi mogu služiti i kao vezivni element u ekološkoj mreži i djelovati kao koridori za kretanje, naročito u poljoprivrednim područjima. Njihova funkcija ovisi o njihovom geografskom položaju, tipu vegetacije, okolišu, načinu upravljanja i vrsti (prometne) infrastrukture. Uz promišljeno upravljanje, infrastrukturni pojasevi mogu nadopuniti i obogatiti krajolik, pogotovo u krajevima siromašnim prirodnom vegetacijom. No, pojasevi ipak često ne mogu u potpunosti zamijeniti prirodno stanište biljnih vrsta zbog smetnji i onečišćenja. Zbog toga, sastav vrsta i zajednica koje žive uz ceste često naginje k većem udjelu invazivnih i ruderalnih biljnih vrsta. Pojasevi uz prometnice značajan su element za neke vrste velikih zvijeri samo u smislu potencijalnog zadržavanja ili privlačenja, te vidljivosti za vozače, što prije svega utječe na rizik od sudara s vozilima.

Najpraktičniji pristup planiranju nove ili obnavljanju postojeće prometne infrastrukture temelji se na sljedećim principima za suočavanje s prijetnjama fragmentacije staništa.

Najbolji praktični pristop k načrtovanju nove ali obnavljanju postojeće prometne infrastrukture temelji na naslednjih načelih za suočenje z grožnjama fragmentacije habitata.



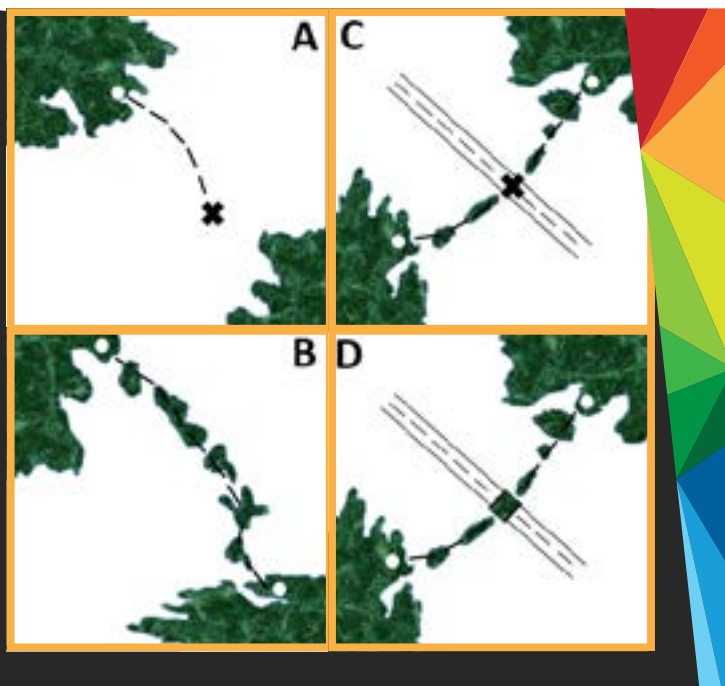
Osnovna filozofija kod izbjegavanja negativnih utjecaja fragmentacije prostora je »bolje spriječiti nego liječiti«. Kada to nije moguće ili praktično, mjere ublažavanja moraju biti izravno uključene u osnove planiranja. To zahtijeva temeljito poznavanje prostora kojim raspolažu ciljane vrste (npr. ris) i uzroka fragmentacije. Tek tako možemo prepoznati područja koja su značajna za vrste i njihovu povezanosti te ujedno isplanirati mjere ublažavanja s najnižim troškovima. Kada mjere ublažavanja nisu dovoljne ili su posljedice unatoč njima značajne, treba razmisliti o mjerama nadomještanja. Iako je pri planiranju najviše pažnje usmjereno

na nove prometnice, te principe bismo trebali koristiti i za postojeće prometnice, kod kojih bi trebalo provjeriti potrebu za nadopunjavanjem i implementacijom mjera ublažavanja i drugih suvremenih inženjerskih rješenja.

Širenje prometne infrastrukture ima i indirektni odnosno sekundarni utjecaj na prostor, jer utječe i na promjene u korištenju zemlje, širenje i nastajanje naselja i industrijskih područja. Novi načini korištenja prostora, pogotovo industrijske i stambene zone, često se pojavljuju nakon izgradnje novih brzih cesta i autocesta, a za njih se grade i lokalni prilazni putevi i druge površine namijenjene ljudskoj aktivnosti. Ti sekundarni efekti u pravilu nisu uključeni u planiranje prometne infrastrukture, zbog čega ih treba uzeti u obzir kako u strateškim dokumentima, kao što su sveobuhvatne procjene utjecaja na okoliš, kao i u pojedinačnim procjenama utjecaja na okoliš. Jedna od glavnih sekundarnih prijetnji povezanih s razvojem infrastrukture je veća stupnja smetnji u okolišu zbog povećane ljudske aktivnosti i lakšeg pristupa tim područjima. Mreže manjih šumskih cesta rekreativcima, beračima šumskog voća i gljiva, lovcima i turistima nude lakši pristup do tada nenarušenoj (ili znatno manje narušenoj) prirodi. Neka prostorna rješenja stoga namjerno ne uključuju površine za parkiranje ni odmorišta, čime nastoje smanjiti ili spriječiti smetnje u osjetljivom okolišu. No, činjenica je da je nakon što se infrastruktura počne razvijati, vrlo teško ograničiti pristup okolišu, čak i onom koji s ekološke točke gledišta ima vrlo visoku vrijednost. Stoga je potrebno očekivanu povećanu aktivnost i pristupačnost područja ljudima uzeti u obzir i pripremiti odgovarajuća rješenja već u fazi planiranja, te ih izvesti u skladu s planiranim razvojem infrastrukture.

Efekt prirodnih koridora i cestovnih mreža na kretanje životinja među krpama staništa:

- A. U otvorenom (kulturnom i urbanom) krajoliku (matriks) bez ekoloških koridora vrste često nisu uspješne u migraciji među krpama staništa.
- B. Mali fragmenti odgovarajućeg prostora mogu služiti kao otoci (engl. »stepping stones«) koji povezuju udaljene krpe staništa.
- C. Ekološki koridori u kombinaciji s prometnicama mogu privlačiti životinje, no pritom ih usmjeravaju na ceste ili željeznice gdje mogu postati žrtve prometa kada ih pokušaju prijeći.
- D. Mjere ublažavanja, kao što su prijelazi za životinje, mogu pomoći ponovno povezati ekološke koridore.



Korištenje prostora, izumiranje i ponovno naseljavanje risa

Karakteristike korištenja prostora

Kretanje risova u prostoru povezano je s potrebama za traženjem hrane, parenjem i skrbi o mladuncima. Unatoč relativno maloj veličini tijela, ta vrsta koristi velike okoliše, zbog čega je i njihovo kretanje u prostoru vrlo intenzivno (Schmidt i sur. 1997.). Jędrzejewski i sur. (2002.) proveli su istraživanje o uzorcima kretanja euroazijskih risova u prašumskom području Białowieża u Poljskoj. Ukupno su telemetrijski pratili 18 risova (6 odraslih mužjaka, 5 odraslih ženki, 2 subadultna mužjaka, 1 subadultnu ženku i 4 mladunca). Odrasli mužjaci u prosjeku su prelazili najveće udaljenosti, dok su se ne-reproduktivne ženke kretale na najkraćim udaljenostima. Ženke s mladuncima kretale su se na znatno većim udaljenostima od ženki bez mladunaca. Najduže neprekinuto kretanje mužjaka risa iznosilo je 31km, pri čemu je prešao oko 18% svog lokalnog okoliša (Jędrzejewski i sur. 2002.).

Utjecaj snijega na kretanje euroazijskih risova nije jasan, iako neka istraživanja pokazuju da snježni uvjeti mogu utjecati na njihovo kretanje i budući uspjeh i raspored njihovog lova, pogotovo kod odraslih ženki s mladuncima (Pullianen i sur. 1995., Pulliainen i Hyypiä 1975., Haglund 1966.). Takav utjecaj snijega je jasnije primijećen kod kanadskog risa (*Lynx canadensis*) (Murray i Boutin 1991., Stenseth i sur. 2004.).

Matični teritorij

Matični teritorij jedan je od osnovnih parametara za opisivanje karakteristika korištenja prostora određene vrste. Poznavanje prostornih potreba i korištenja prostora određene vrste ključno je za upravljanje i očuvanje iste. Jedan je od najznačajnijih parametara za ocjenjivanja brojnosti pojedine populacije. Matični teritorij jedinki znatno varira kako unutar vrste tako i među vrstama, zbog čega je teško unaprijed procijeniti veličinu matičnog teritorija jedinke pojedine vrste. Neke međuvrsne (interspecifične) varijacije veličine matičnog teritorija možemo interpretirati kroz razliku u tjelesnoj masi i prehrani (Guarino 2002.), no u mnogim je slučajevima uzrok kompleksniji, pa se veličina matičnog teritorija može razlikovati 10 do 1000 puta (Gompper i Gittleman, 1991.). Nasuprot tome, razlike u veličini matičnih teritorija unutar vrsta znatno su manje; poznate veličine okoliša euroazijskog risa navedene su u tablici 1.

Schmidt i sur. (1997.) prikupili su podatke o veličini matičnih teritorija risova različitih demografskih kategorija (Białowieża, Poljska). Pokušali su prikazati utjecaj različitih parametara, kao što su dob, spol, godišnje doba i socijalnost, na veličinu i promjene matičnih teritorija. Pokazalo se da je spol risa najznačajnija varijabla koja utječe na veličinu matičnih teritorija, nakon čega slijedi vrijeme praćenja jedinki i broj prikupljenih lokalizacija koje su korištene za izračun. Na cijelom području njihove raširenosti u Europi, veličine matičnih teritorija risova razlikuju se za faktor 10 (Linnell i sur. 2001.; Jędrzejewski i sur. 2002.). U prvim pokušajima uspoređivanja veličina matičnih teritorija među populacijama, istraživači su koristili zemljopisnu širinu kao jednostavan indikator gradienta ekološke produktivnosti (Buskirk i McDonald 1989., Gompper i Gittleman 1991.). Kasnije su Herfindal i sur. (2004.) pokazali da ta varijabla nije odgovarajuća, jer ne uzima u obzir utjecaj nadmorske visine i regionalnih klimatskih uvjeta. Njihova istraživanja pokazala su jasnu povezanost veličine matičnog teritorija risa i produktivnosti područja koje se proučava. Iako nema neovisnih podataka koji ekološku produktivnost izravno povezuju s gustoćom lovine, s razlogom vjeruju da takva veza postoji.

Mužjaci su u prosincu i siječnju imali 94% veći matični teritorij nego u listopadu i studenom, najvjerojatnije zbog toga što to razdoblje prethodi parenju. U veljači i ožujku, za vrijeme

		Br. jedinki		100 % MCP matični teritorij veličina [km ²]		95 % Kernel matični teritorij veličina [km ²]		Izvor podataka
Područje		M	Ž	M	Ž	M	Ž	
1	Sarek, Švedska	8	21	709	407	431	251	Linnell in sod., 2001
2	Northwestern Alps, Švica	11	12	159	106	/	/	Breitenmoser-Wursten in sod., 2001
3	Hedmark, Norveška	7	10	1456	832	886	535	Herfindal in sod., 2005
4	Bialowieza, Poljska	5	3	248	133	235	152	Schmidt in sod., 1997
5	Swiss Jura, Švica	3	5	264	168	/	/	Breitenmoser in sod., 1993
6	French Jura, Francija	3	5	258	150	/	/	Stahl in sod., 2002
7	Nord-Trøndelag, Norveška	3	2	1515	561	1719	235	Linnell in sod., 2001,
8	Akershus, Norveška	2	2	812	350	/	/	Herfindal in sod., 2004
9	Bergslagen, Švedska	4	1	632	307	305	97	Linnell in sod., 2001
10	Vosges mountains, Francija	3	1	235	516	/	/	Schmidt in sod., 1997
11	Kočevsko, Slovenija	3	7	222	178	306	217	Potočnik in sod., 2020
Prosjeck:				590	337			

Tablica 1: Veličine matičnih teritorija odraslih jedinki euroazijskog risa iz različitih dijelova Europe. Dvije su metode izračunavanja matičnih teritorija: 100 % minimalni konveksni poligon (Minimum convex polygon; MCP) te za neke jedinke 95 % Kernelova metoda.

sezona parenja, teritoriji su bili 36% veći u odnosu na listopad i studeni. Kod reproduktivnih ženki najveća je razlika u veličini matičnih teritorija nastala u svibnju i lipnju, kada se u prosjeku smanjio za 81% u usporedbi sa studenim i prosincem. Najveći prosječni matični teritorij imale su prije početka parenja, u siječnju i veljači (povećanje od 39%). (Schmidt i sur. 1997.). Euroazijski ris je jedna od većinom solitarnih vrsta iz porodice mačaka (*Felidae*). Za takav tip socijalne organizacije karakterističan je teritorijalni sistem raspoređivanja jedinki istog spola, radi očuvanja minimuma vlastitog prostora, a time i dovoljne količine hrane i drugih prirodnih resursa, kao i očuvanja stupnja razmnožavanja (Brown, 1964., Stahl i sur., 1988.). Socijalni status je ključni faktor koji utječe na preklapanje matičnih teritorija. Prosječno preklapanje matičnih teritorija odraslih mužjaka (N=11) u Bjelovjeskoj šumi bilo je 30%. Preklapanje matičnih teritorija mužjaka raslo je i do 75%, i to među odraslim i subadultnim mužjacima. Kod odraslih ženki, matični teritoriji su se u prosjeku preklapali 6%. U većini slučajeva, risovi istog spola su se izvan sezone parenja izbjegavali. Odrasli mužjaci su uvijek bili na međusobnoj udaljenosti od najmanje 1 km.

Disperzija

Disperzija je svako kretanje pojedine jedinke pri kojem ona napusti matični teritorij, a ponekad pritom uspostavi i novi matični teritorij (Levins 1970.). Ključni je parametar populacijske dinamike, pogotovo kod ugroženih subpopulacija unutar metapopulacije (Levins 1970., Hanski 1999.).

Risovi se u usporedbi s medvjedima i vukovima relativno slabo disperziraju (Breitenmoser 1998.). Istraživanje koje je uspoređivalo uzorke disperzije risova iz populacija u nordijskim, baltičkim i dinarskim šumskim područjima te iz srednje Europe pokazalo je da je prosječna disperzijska udaljenost risova 39 kilometara, a 68% disperziranih risova se naselilo u području unutar 50 kilometara (Molinari-Jobin i sur. 2010.). Mladi risovi tako često uspostavljaju matične teritorije na mjestima koja graniče s teritorijima drugih risova (Zimmermann i sur. 2005.), što znatno utječe na vjerojatnost uspostavljanja populacija na novim teritorijima. Iako se pri porastu populacija risova može širiti u prostoru, malo je vjerojatno da će pojedini risovi disperzijom na veliku udaljenost uspostaviti potpuno nove, odvojene populacije (Zimmermann i sur. 2007.).

Životni prostor – stanište

Euroazijski ris obično se javlja u područjima s raznolikim terenom i barem 50% pošumljenosti (Breitenmoser, 1998.). Najviše mu odgovaraju neprekinute šume, a povremeno tolerira i manje travnjake ili djelomično obrađene poljoprivredne površine. Prisutnost risa rijetko se primjećuje blizu intenzivno obrađenih poljoprivrednih površina ili na njima, a i tada samo u neposrednoj blizini većih šumskih kompleksa (Schadt i sur., 2002.).

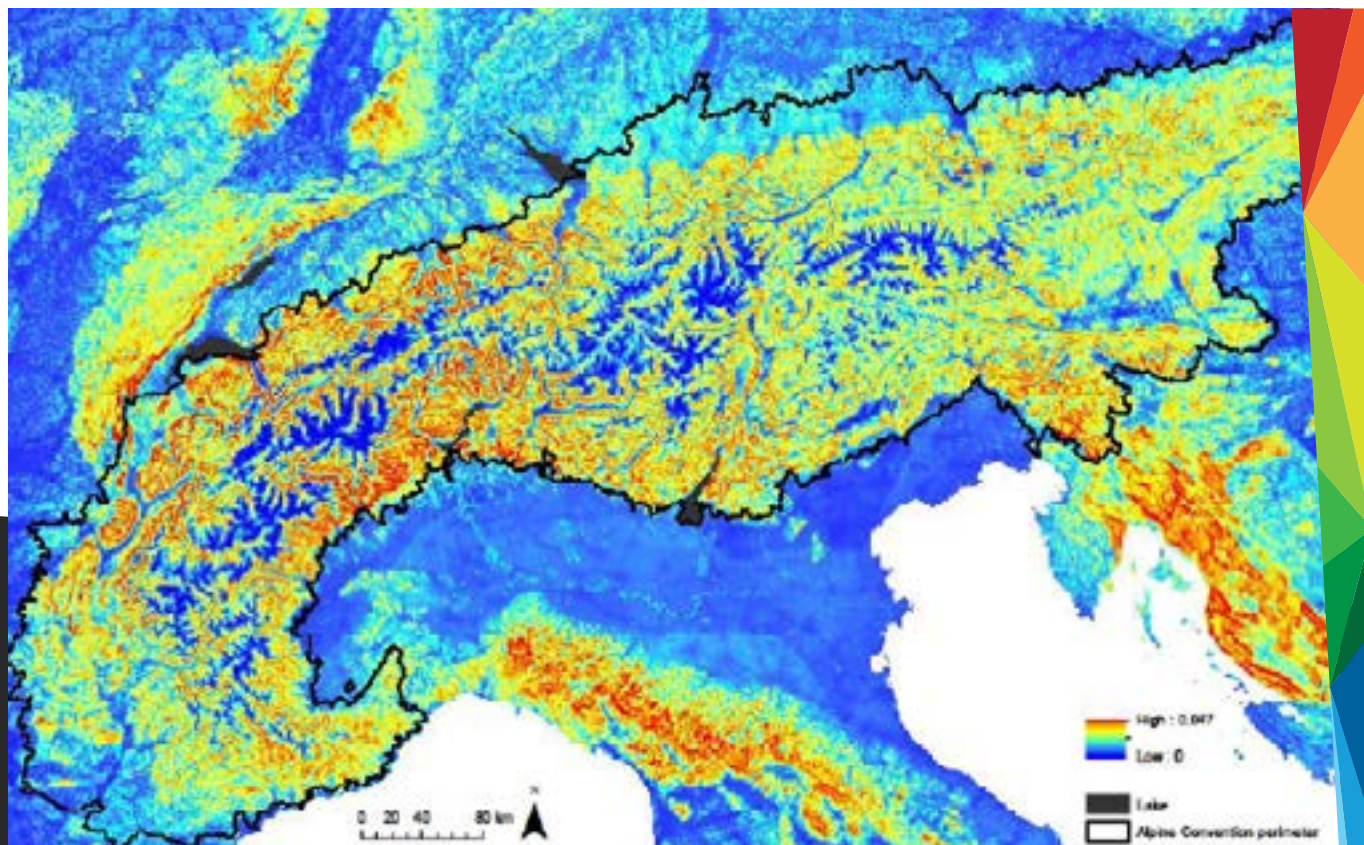
Modeliranje prikladnosti prostora za pojedine vrste postalo je uobičajen alat za upravljanje u cilju zaštite, za analizu i predviđanje odgovarajućeg staništa za brojne vrste, uključujući sisavce, druge kralježnjake i beskrležnjake te biljne vrste i zajednice. Jedan od prvih modela prikladnosti staništa za risove razvili su Zimmermann i Breitenmoser (2002.) korištenjem modela vjerojatnosti za područje planinskog lanca Jura u Švicarskoj. Kasnije su ga nadopunili i proširili na cijelo područje Jurskih Alpa (Zimmermann i Breitenmoser 2007.).

Schadt i sur. (2002.) izradili su stanišni model prikladnosti prostora za risove te uključili podatke prisutnosti i odsutnosti teritorija risova. Definirali su okolišne uvjete, povezali ih s potrebama vrste i iscrtali potencijalni prostor najprikladnijeg staništa za tu vrstu. Klasifikaciju odgovarajućeg staništa generirali su i pomoću lokalnih telemetrijskih podataka s jurskog planinskog lanca, gdje je prostor sličan srednjoj i jugozapadnoj Europi, te ga definirali za područje Njemačke. Zimmermann je 2004. također izradio model staništa te pomoću ENFA (Ecological Niche Factor Analysis) metode izveo procjenu potencijalne prikladnosti prostora za risove u Alpama.

Rezultati modela staništa pokazali su da risovi većinom biraju šumska područja, kao i prirodna područja poput tipova staništa iznad gornje granice šume, te aktivno izbjegavaju urbana i poljoprivredna područja s povećanom ljudskom aktivnošću (Becker i sur. 2013., Schadt i sur. 2002., Potočnik i sur. 2020.).

Slovenski znanstvenici su parametre modela potencijalne prikladnosti prostora za risove koji su izradili Schadt i sur. 2002. upotrijebili i prilagodili podacima o prisutnosti risova u Dinaridima te izradili kartu prikladnosti prostora za šire područje sjevernih Dinarida i jugozapadnih Alpa u Italiji, koja predstavlja cijelo područje ponovnog naseljavanja i širenja risova od 1973. (Skrbinšek 2004., Potočnik i sur. 2020.). Rezultati su pokazali da je na cijelom proučavanom području 16.300 km² vrlo prikladnog staništa za risove i 20.900 km² prikladnog staništa za risove, od čega je u dinarskom planinskom lancu 11.400 km², a u jugozapadnim Alpama 9.500 km² (Potočnik i sur. 2020.).

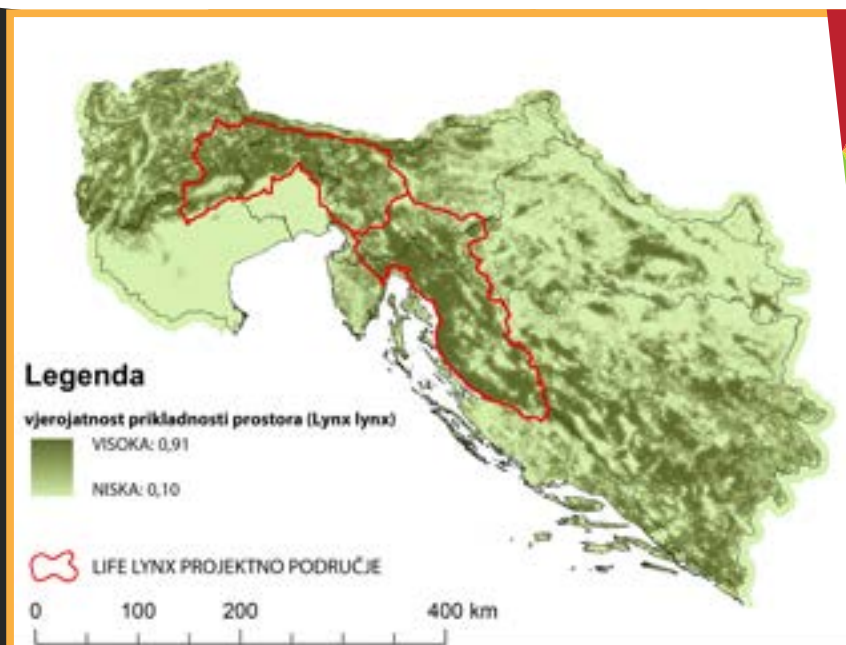
Becker je 2013. također izradila model prikladnosti staništa za područje cijelih Alpa pomoću metode Maxent, koja sadrži algoritme za određivanje prikladnosti staništa samo na temelju prisutnosti proučavane vrste u prostoru. Koristila je telemetrijske podatke 102 risa sa 7 područja u Alpama. Rezultati su pokazali da je u Alpama približno 103 600 km² potencijalno prikladnog prostora za risove. Prikladni prostor sastoji se od tzv. krpa staništa tj. područja površine od 400 do 17.000 km², koja bi mogla dijeliti potencijalne subpopulacije euroazijskog risa (Becker, 2013.).



Model prikladnosti staništa za risove na području Alpa i okolnih regija izrađen prema metodi Maxent (Becker 2013. Crveno = vrlo prikladno stanište; Plavo = neprikladno stanište)

Oba modela ukazuju na vrlo slične uzorke prikladnosti staništa s vrućim točkama u Dinaridima i alpskom prostoru. Potočnik i sur. (2020.) su usporedili i rezultate svog modela za područje slovenskih Alpa i modela koji je izradila Becker (2013.). Veličine prikladnog staništa u ovom modelu odgovaraju 94%, 90% in 89% veličine krpa staništa u modelu koji je izradila Becker. To ukazuje na slične rezultate oba modela, no nešto manja veličina krpa prikladnog staništa u »dinarskom« modelu ukazuje na to da on nešto konzervativnije definira prikladan prostor za risove.

Karta prikladnosti prostora, izrađena pomoću modela logističke regresije (po Schadt i sur. 2002.), validiranog podacima risova s Dinarida u Sloveniji praćenih GPS i VHF telemetrijom te C1 i C2 podacima monitoringa risa u Sloveniji (prema metodologiji SCALP) (Potočnik i sur. 2020.)



Izumiranje populacija risa u Europi i ponovno naseljavanje

Euroazijski ris (*Lynx lynx*), nekoć raširen diljem Europe, u 18. i 19. stoljeću je nestao iz srednje i južne Europe i mnogih drugih dijelova kontinenta zbog izravnog protjerivanja, gubitka životnog prostora uslijed sječe šuma, širenja obradivih površina te izrazitog smanjenja brojnosti divljih papkara (Breitenmoser 1998., Schadt i sur. 2002., Zimmermann 2003., Potočnik i sur. 2009.).

Od kraja 19. stoljeća, u Europi se odvijaju male, ali značajne i trajne promjene koje su pozitivno utjecale na zajednice divljih životinja u našoj okolini (Chapron i sur., 2014). Zarastanje planinskih i šumovitih poljoprivrednih površina zbog napuštanja poljoprivrede pozitivno je utjecalo na stanje velikih zvijeri u Europi. Ujedno se pred kraj 20. stoljeća značajno promijenio status zaštite velikih zvijeri, koje danas šira javnost bolje prihvaća nego u 19. i 20. stoljeću. Poboljšanju tog stanja konkretno su doprinijele i zakonske promjene, prije svega zahvaljujući boljem poznavanju ekologije pojedinih vrsta te sve većoj bazi empirijskih podataka koji su osnova za donošenje odluka o upravljanju. Tako se u drugoj polovici 20. stoljeća javila želja za povratkom i ponovnim uspostavljanjem nestalih (izumrlih) populacija euroazijskog risa u centralnoj Europi.

Poboljšavanje ekoloških uvjeta početkom 20. stoljeća odgovaralo je povratku velikih zvijeri, zbog čega je 70ih godina prošlog stoljeća izvedeno nekoliko ponovnih naseljavanja na području Alpa, a jedno je 1973. izvedeno i u slovenskim Dinaridima. Do danas su se od tih naseljavanja zadržale populacije u švicarskoj Juri, sjeverozapadnim švicarskim Alpama, Dinaridima te u francuskim Alpama na području Vogeza i Chartreusea (Breitenmoser 1998.).

Veličine tih populacija mijenjale su se kroz vrijeme, no nakon uspostavljanja populacija, njihova raširenost prirodnom kolonizacijom nije se značajno povećavala. Nakon tih naseljavanja, risove su 2001. preselili i u sjeveroistočnu Švicarsku (Ryser et al. 2004.) te u vapnenačke Alpe u Austriji (2011.-2013.). Čini se da je sadašnja rasprostranjenost risova u centralnoj i jugozapadnoj Europi uglavnom posljedica uspostavljanja populacija ograničenih na područja uspješnih ponovnih naseljavanja ili translokacija risova u prethodnim desetljećima. Stoga je prioritet njihovog očuvanja povezati postojeće populacije risova u Alpama s populacijama u Juri i Dinaridima (Molinari-Jobin et al. 2003.), a potencijalno i s populacijama u Vogeza, uz češko-njemačku granicu i na Balkanu te dugoročno možda čak i s karpatskom populacijom (Europska komisija 2013.).

Početkom 20. stoljeća su na dodirnoj točki Alpi i Dinarida, nakon dvjestogodišnjeg izumiranja, nestali i posljednji risovi. Prema više ili manje pouzdanim izvještajima, na području današnje Slovenije, Hrvatske i Bosne i Hercegovine posljednje su jedinke ubijene ili nađene mrtve u prvom i drugom desetljeću 20. stoljeća. Izumiranje se jasno odvijalo u smjeru prema jugu balkanskog poluotoka, gdje se na području između Makedonije, Albanije i Kosova očuvala mala, izolirana populacija risova, koju danas nazivamo balkanskom. Na području jugozapadnog ruba Alpa i Dinarida prostor je ostao »prazan« 70 godina, dok na proljeće 1973. slovenski šumari i lovci nisu u šume Kočevskog ponovno ispustili tri para risova iz slovačkog Rudogorja. Ponovno naseljavanje bilo je vrlo uspješno, a taj pothvat možemo smatrati jednom od pionirskih akcija zaštite prirode u Sloveniji. Nakon gotovo 50 godina postojanja Dinarske populacije, koja se razvijala izolirano od susjednih populacija risova u Karpatima, švicarskim Alpama ili na jugu Balkana, risovima je ponovno prijetilo izumiranje, ovaj put najviše zbog parenja u srodstvu i posljedično iznimno visokog stupnja krvnog srodstva. Bilo je krajnje vrijeme da se nešto poduzme.

4 Stanje populacije risa nakon naseljavanja, rasprostranjenost i povezanost prostora

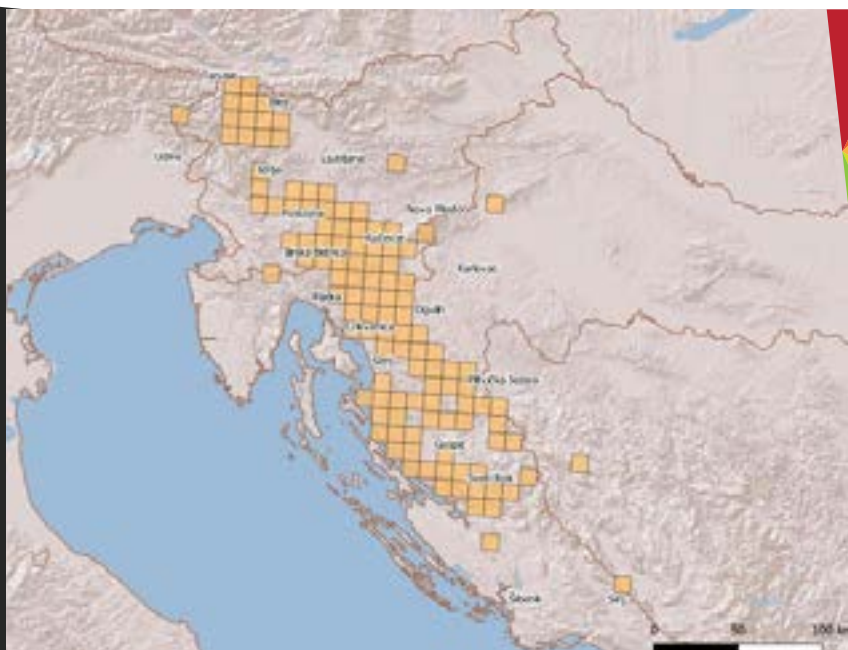
Stanje dinarsko-jugoistočno-alpske populacije risa u Sloveniji, pograničnom području u Italiji i Hrvatskoj

Hrvatska i Slovenija su među rijetkim državama Europske unije u kojima žive sve tri vrste europskih velikih zvijeri, uključujući i risa. Uvrštene su u Priloge 2 i 4 Direktive o staništima 92/43/EGS te na crveni popis IUCN, a zaštićene su i Bernskom konvencijom. Europska komisija potvrdila je popis ključnih mjera za velike zvijeri kako bi dugoročno osigurala dobrobit njihovih populacija. Velike zvijeri žive u relativno niskim populacijskim gustoćama te zauzimaju velike površine, zbog čega posebno podliježu fragmentaciji svog životnog prostora. Fragmentirane populacije sklone su smanjenju brojnosti, kojem slijedi pad genetske raznolikosti, a posljedični i povećani rizik od izumiranja.

Populacija risova u jugoistočnim Alpama i sjevernim Dinaridima u Sloveniji i Hrvatskoj dio je dinarsko-jugoistočno-alpske populacije, koja živi na području od sjeveroistočne Italije (uz granicu sa Slovenijom, preko Slovenije i Hrvatske do Bosne i Hercegovine on Arx 2018.). Područje potencijalne pristutnosti risa u Sloveniji i Hrvatskoj pokriva relativno veliku površinu i uključuje 20 područja Natura 2000 koja predstavljaju centralno područje prikladnog životnog prostora za risove.

S početkom doseljavanja risova s rumunjskih i slovačkih Karpata u ugroženu dinarsku populaciju u okviru projekta LIFE Lynx, počelo je intenzivno praćenje njihove uspješnosti odnosno razvoja populacije. Korišteno je više metoda praćenja koje se međusobno dopunjuju, a to su praćenje pomoću foto-zamki (foto-monitoring), neinvazivno genetsko uzorkovanje, GPS telemetrija te praćenje smrtnosti i razmnožavanja. Ti podaci dodani

Potvrđena rasprostranjenost risova na dinarsko-jugoistočno-alpskom području na temelju dostupnih podataka iz Italije, Slovenije i Hrvatske u sezoni 2021.-2022. Kvadrati su obojeni na temelju potvrđenih podataka o znakovima prisutnosti risova u standardnoj europskoj mreži 10 × 10 km. Četiri tipa podataka smatraju se potvrđenim znakovima: slučajno prikupljeni podaci kategorizirani kao C1 ili C2, GPS lokacije telemetrijski praćenih jedinki te podaci s foto-zamki i genetski podaci (Fležar i sur. 2023.)



su već uspostavljenom načinu slučajnog prikupljanja podataka o znakovima njihove prisutnosti, koji se razvrstavaju u tzv. SCALP kategorije ovisno o pouzdanosti C1 do C3 (Molinari-Jobin i sur. 2003.) te daju dodatni uvid u rasprostranjenost populacije risova, a ujedno omogućavaju efikasniji monitoring pomoću ostalih metoda praćenja.

Tako uspostavljen monitoring populacije risova osigurava osnovne demografske parametre kao što su rasprostranjenost i gustoća populacije, minimalni broj primijećenih odraslih jedinki i razmnožavanja (primijećenih ženki s mladuncima) te ključne mjere kojima se procjenjuje njihovo genetsko stanje kao što su stupanj krvnog srodstva, promjene genetske raznolikosti i efektivne veličine populacije. Uz to, nakon ispuštanja temeljito se prati sve naseljene jedinke i uspješnost njihovog parenja odnosno uključivanja u genetski osiromašenu dinarsku populaciju. U nastavku predstavljamo rezultate monitoringa odnosno stanja populacije risova na području Slovenije, Hrvatske i Italije za razdoblje 2019. – 2022., odnosno sezonu 2021. – 2022. (Fležar i sur. 2023.).

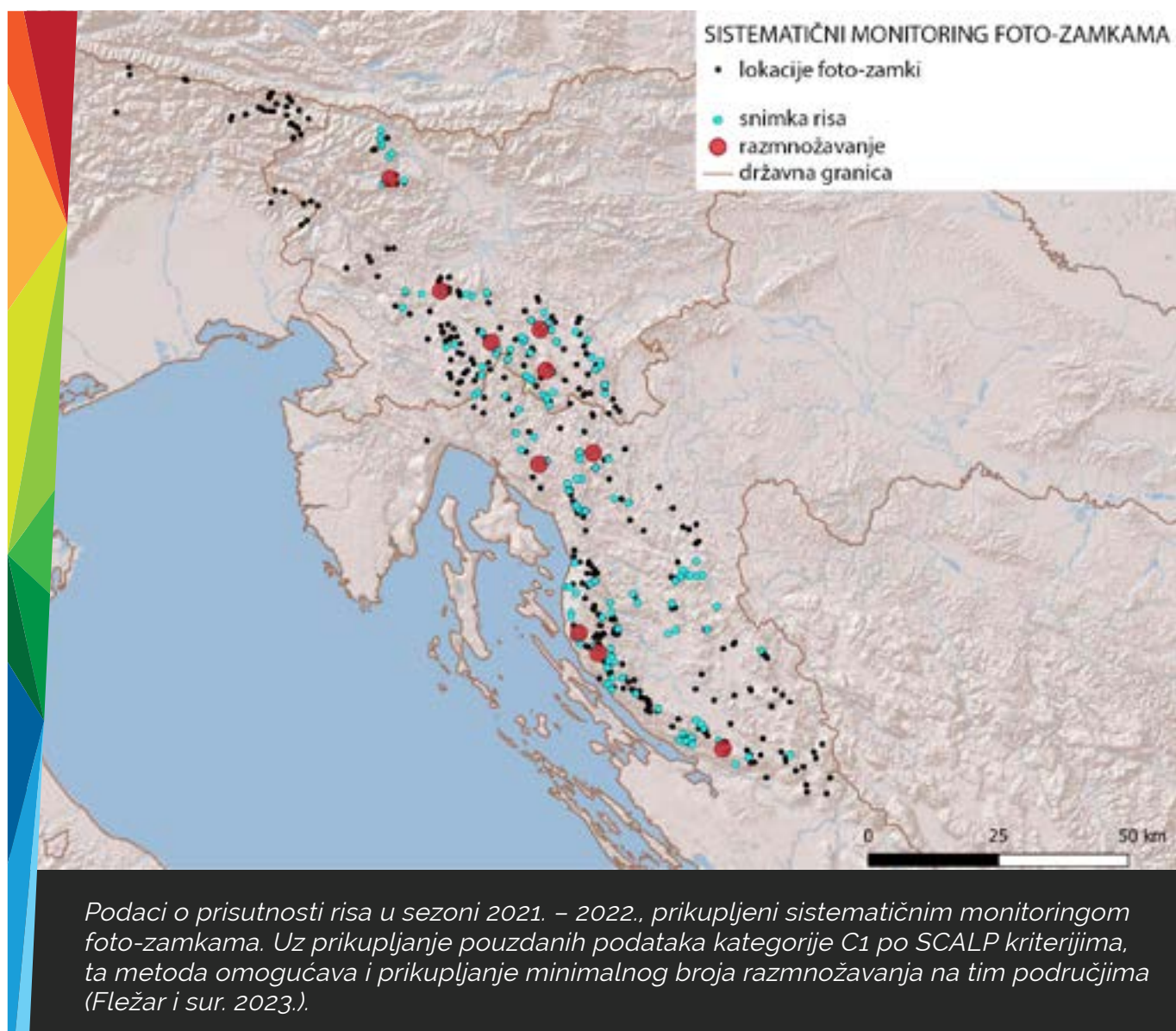


Foto-monitoringom je u sezoni 2021. – 2022. ukupno identificirano najmanje 95 različitih odraslih risova. Kako bi se izbjeglo dvostruko bilježenje istih jedinki u Sloveniji i Hrvatskoj, uspoređene su sve snimke odraslih risova od 2018. u pojasu od 15 kilometara od granice između država.

Prisutnost risova na graničnom području Slovenije i Italije zabilježena je podatkom kvalitete C2, što znači da prisutnost nije potvrđena pouzdanim dokazom te zahtijeva daljnje praćenje na tom području. Slično kao u sezoni 2020. – 2021. (Fležar i sur. 2022.).

u Sloveniji je zabilježena prisutnost najmanje 29 odraslih risova, a u Hrvatskoj 66. Riječ je o preliminarnoj procjeni minimalnog broja odraslih jedinki, koju će kasnije metodološki znanstveno potvrditi drugim metodama.

Minimalni broj primijećenih odraslih risova se nije značajnije mijenjao kroz godine, no taj je parametar unatoč tome nepouzdan za praćenje stvarnog stanja, jer ne uzima u obzir napor koji se ulaže u monitoring. Stoga je pri početku naseljavanja risova znanstveno potvrđenim pristupima potvrđena apsolutna gustoća populacije risova (0.51 (0.30-0.88) risova/100km²; Fležar i sur. 2021.), a promjene će biti ponovno provjerene pri kraju naseljavanja. Dokaz učinkovitosti monitoringa foto-zamkama je činjenica da su kamere zabilježile sve telemetrijski praćene jedinke u Sloveniji (10) i Hrvatskoj (5), kako one naseljene, tako i preostale dinarske risove. Dok broj zabilježenih mladunaca risa znatnije varira iz godine u godinu, broj ženki koje ih vode ostaje podjednak. Rasprostranjenost područja u Sloveniji i Hrvatskoj gdje dolazi do razmnožavanja također ostaje podjednaka.



Rasprostranjenost risova u dinarsko-jugoistočno-alpskom području, usporedba sezona 2019. – 2020. (lijevo), 2020. – 2021. (sredina) i 2021. – 2022. (desno). Dijelovi popisne mreže obojeni su na temelju potvrđenih podataka o znakovima prisutnosti risova u standardnoj europskoj mreži 10 × 10 km. Četiri tipa podataka korišteni su kao potvrđeni znaci prisutnosti: oportunistički prikupljeni podaci kategorizirani kao C1 ili C2, GPS lokacije telemetrijski praćenih jedinki, podaci iz foto-zamki i genetski podaci (za više detalja vidi Krofel i sur. 2021. i Fležar i sur. 2022.).

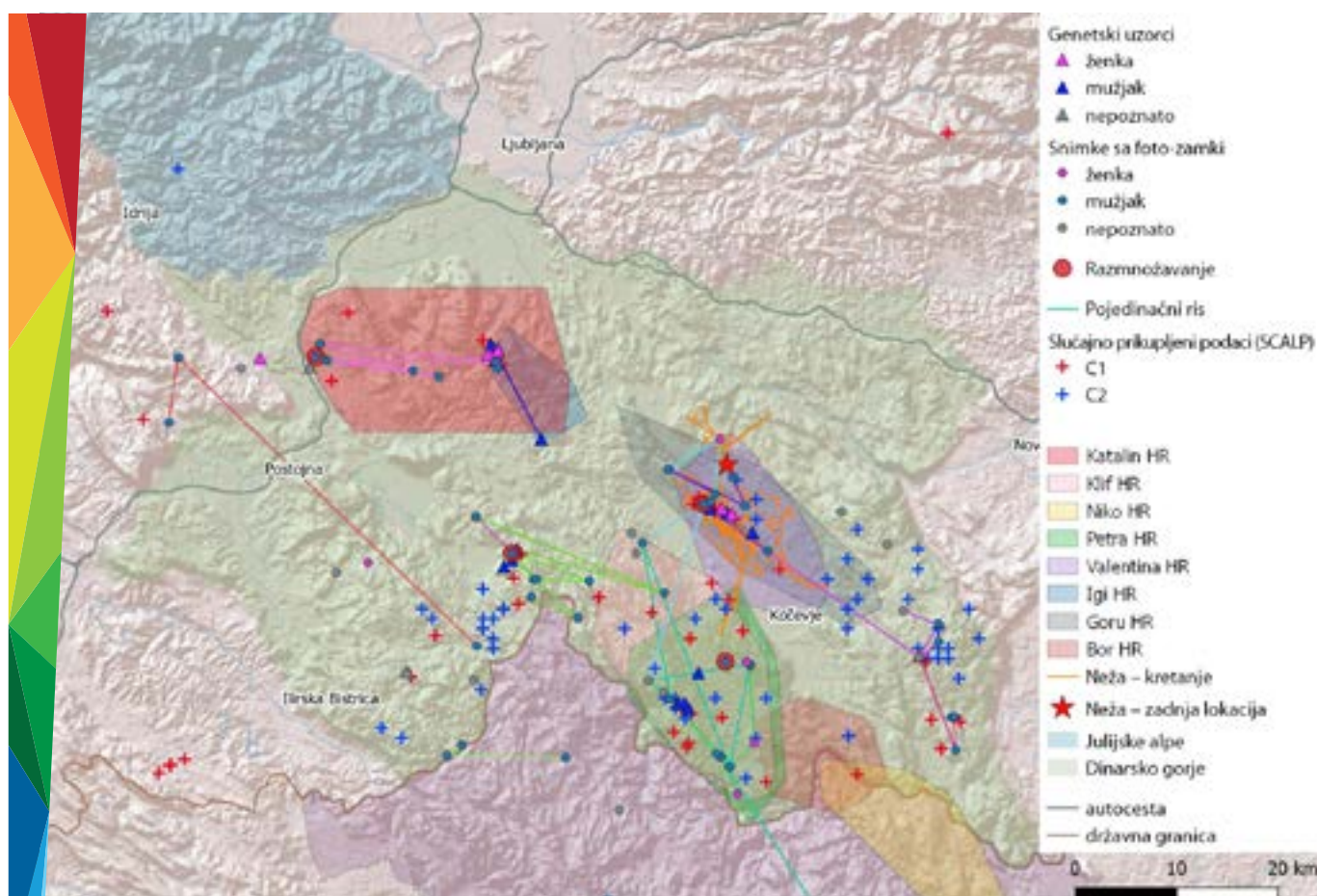
Podjela dinarsko-jugoistočno-alpskog prostora na pojedina područja za koja u nastavku predstavljamo sažetke stanja populacije. Područje JI Alpe – Italija uključeno je u područje »Julijskih Alpa« zbog samo jednog zapisa prisutnosti risa na tom području.



Dinarsko područje u Sloveniji

U slovenskom dijelu Dinarida, istočno od autoceste Ljubljana-Koper (tj. Notranjska i Kočevska), risovi nastanjuju veći dio odgovarajućeg prostora, uključujući i više područja gdje mužjaci i ženke dijele teritorije. U sezoni 2021. – 2022. na tom su području zabilježena najmanje 24 odrasla risa, uključujući dva naseljena mužjaka koji su tamo uspostavili svoje teritorije. Zabilježena su četiri uspješna razmnožavanja, uključujući oba naseljena risa, koji su se uspješno parili s dinarskim ženka. U usporedbi s godinom 2020. – 2021., broj zabilježenih risova i razmnožavanja nije se značajno promijenio, no primijećen je velik broj mladunaca po pojedinoj ženki, jer svaka je u svakom leglu imala najmanje 3 mladunca. Povećalo se i područje rasprostranjenosti risova, s novim jedinkama na područjima istočno, jugozapadno i sjeverno od rasprostranjenosti iz godine 2020. – 2021. (Fležar et al. 2022.). Dostupni podaci ukazuju na to da nenaseljena područja uglavnom ostaju uz rubove oko centralnog područja praćenja populacije, ali kako na tim područjima nema sistematskog monitoringa, ne može se sa sigurnošću reći da risovi ondje nisu prisutni.

Zapadno od autoceste Ljubljana-Koper u sezonama 2020. – 2021. i 2021. – 2022. zabilježena je prisutnost risova na Hrušici, Nanosu i u Trnovskoj šumi, no na tom području još uvijek nema zabilježene prisutnosti ženki ili razmnožavanja. Zanimljivo je da je u ožujku 2022. jedan od risova viđenih na foto-zamkama na tom području snimljen kamerom i na području Snežnika, kamo se možda uputio radi parenja. To ukazuje na određenu propusnost autoceste Ljubljana-Trst za mužjake na tom području. Uz to je na jednom od nadvožnjaka između Vrhnike i Logatca snimljen i mladunac risa, no njegov prijelaz nije potvrđen.

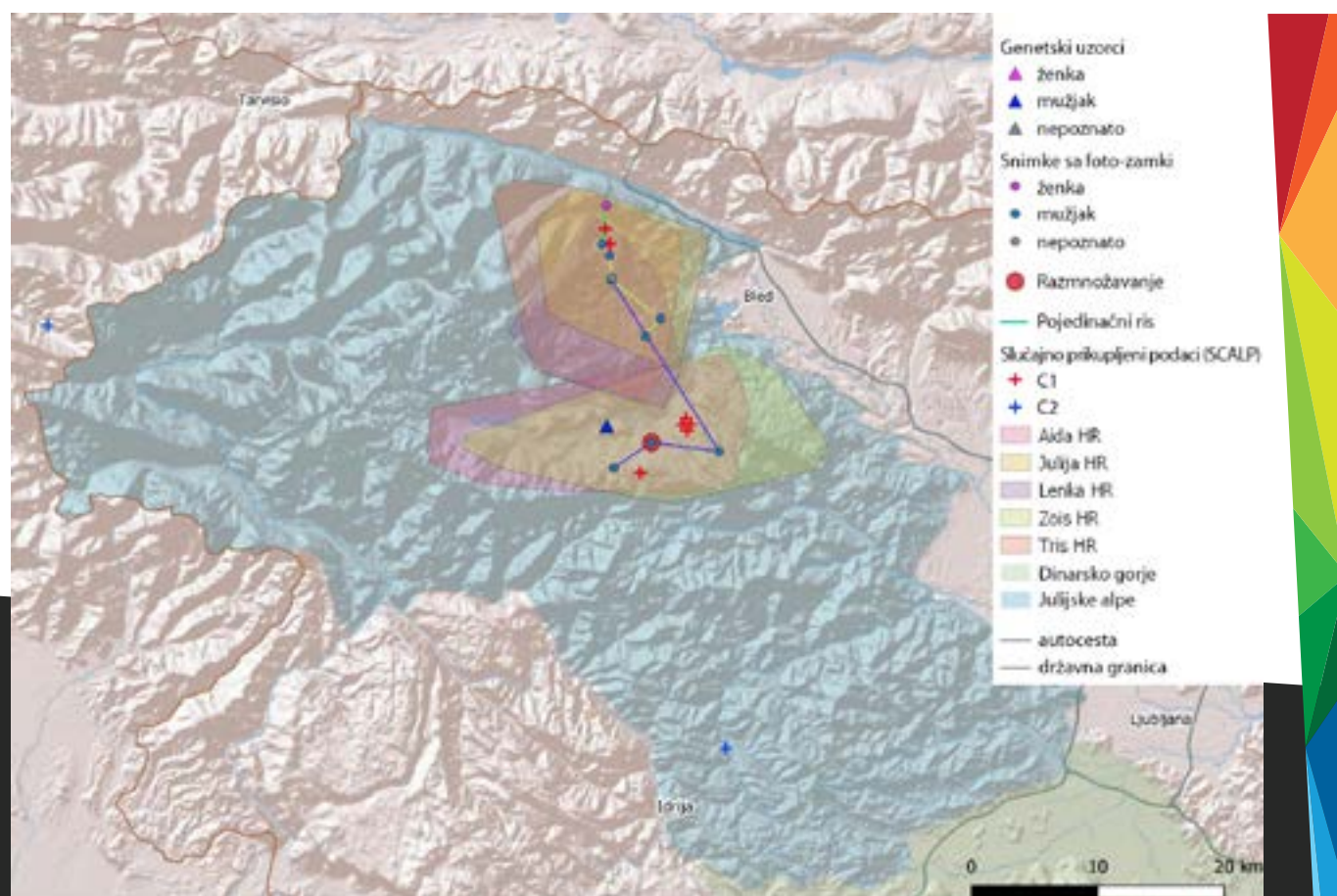


Pregled svih potvrđenih podataka o prisutnosti risova prikupljenih u sezoni 2021. – 2022. u Kočevskom i Notranjskoj (u slovenskom dijelu Dinarida). Prikazani su podaci iz sistematičnog foto-monitoringa i neinvazivnog genetskog monitoringa (s podacima o spolu primijećenih risova), matični teritoriji (HR; 100% MCP) doseljenih telemetrijski praćenih risova te potvrđeni oportunistički prikupljeni podaci (kategorija C1 i C2). Ravne crte povezuju genetske uzorke i podatke s foto-zamki za koje je potvrđeno da pripadaju istoj jedinki, pri čemu svaka boja crte predstavlja drugu jedinku (Fležar i sur. 2023.)

Julijske Alpe u Sloveniji (uključujući Italiju)

Risovi su na području Julijskih Alpa prisutni od naseljavanja u travnju 2021., kada je u prirodu ispušten jedan par risova na Jelovici te jedan mužjak i dvije ženke na Pokljuki. Nedugo nakon toga, potvrđeno je prvo razmnožavanje kad je ženka s Jelovice fotografirana s 3 mladunca. Dvoje od njih je genetski uzorkovano, a prije disperzije su ih na njihovom rodnom teritoriju snimile i foto-zamke u okviru foto-monitoringa. 2022. su ženke s Jelovice i Pokljuke okotile svaka po 3 mladunca, a kod treće nije potvrđeno razmnožavanje. Značajno je da je na talijanskoj strani Julijskih Alpa prikupljen pouzdan slučajno pronađen podatak o prisutnosti risa (ostaci risovog plijena), koji ukazuju na moguće širenje risova unutar alpskog prostora iz Slovenije u Italiju. 2023. su na područje Trbiža doseljena još četiri risa.

Uspješno naseljavanje risova u Julijske Alpe ključno je za formiranje vezivne populacije (eng. »stepping stone«) za širenje risova u okolni alpski prostor. Prvi korak prema tome sigurno je bila činjenica da su svi pušteni risovi tamo uspostavili svoje teritorije, a kod jedne ženke primijećena je uspješna reprodukcija.

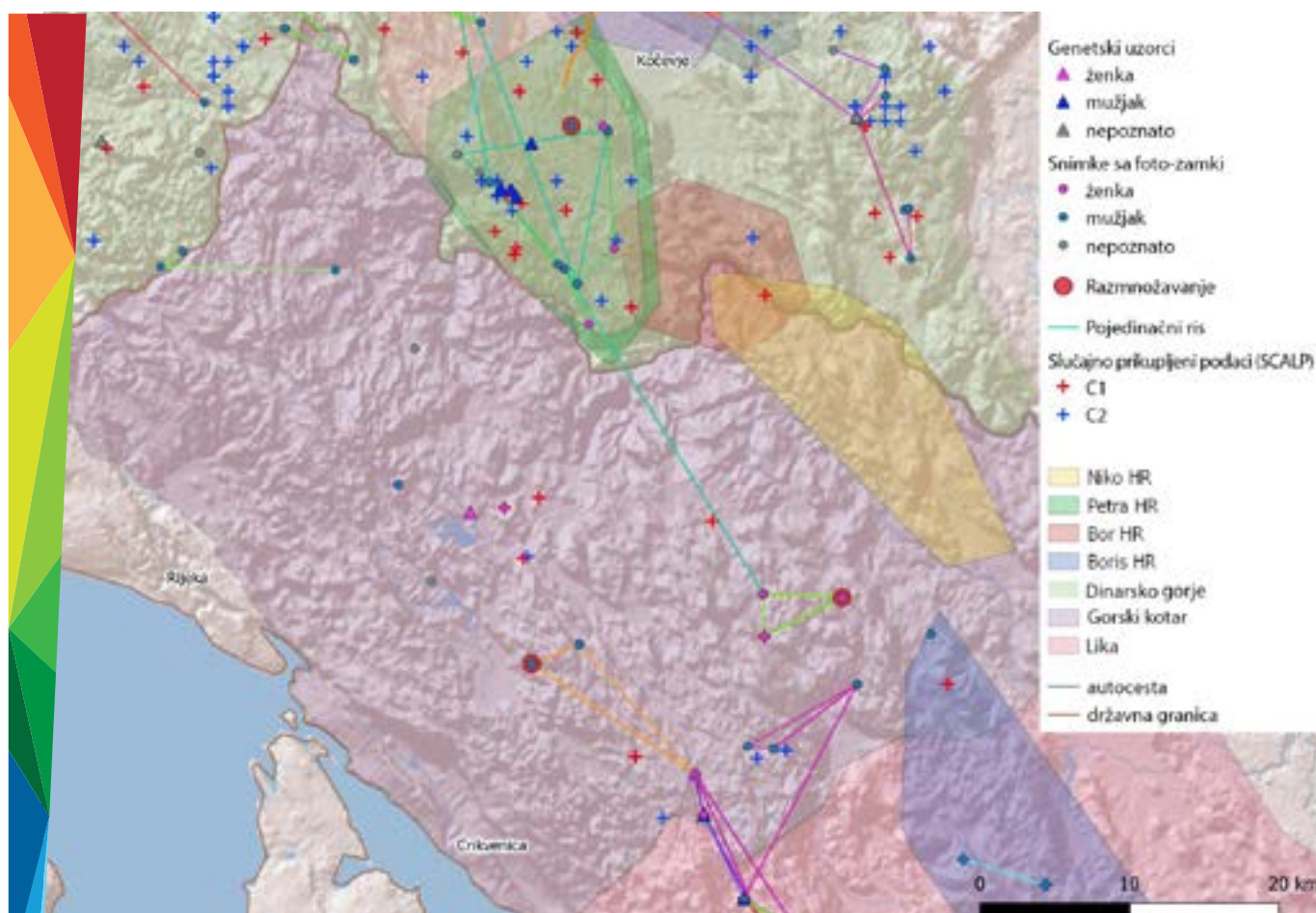


Pregled svih potvrđenih podataka o prisutnosti euroazijskih risova prikupljenih u sezoni 2021. – 2022. na širem području Julijskih Alpa. Podaci o doseljenim risovima i njihovim potomcima prikupljeni su od različitih tipova podataka (Fležar i sur. 2023.)

Gorski Kotar

U Gorskom kotaru risovi su prisutni na većem dijelu odgovarajućeg prostora. Posljednje tri godine pada broj oportunistički prikupljenih podataka o znakovima njihove prisutnosti, no to je dijelom posljedica toga što više pojedinaca koji su ranije redovito prenosili podatke nije više aktivno na tom području. Drugi je razlog sve češća odsutnost ili kratko trajanje snježnog pokrivača zimi, zbog čega je sve teže doći do podataka praćenjem risova. U sezonama između 2019. i 2022. pomoću foto-zamki je zabilježen podjednak broj risova. Posljednje tri sezone ukupno je identificirano 25 (2019. – 2020.), 29 (2020. – 2021.) i 25 (2021.

– 2022.) odraslih risova. Od 25 odraslih risova viđenih u sezoni 2021. – 2022., 8 ih je poznato iz sezone 2019. – 2020., dok je 16 poznatih iz sezone 2020. – 2021. U posljednjoj sezoni potvrđena su dva razmnožavanja.

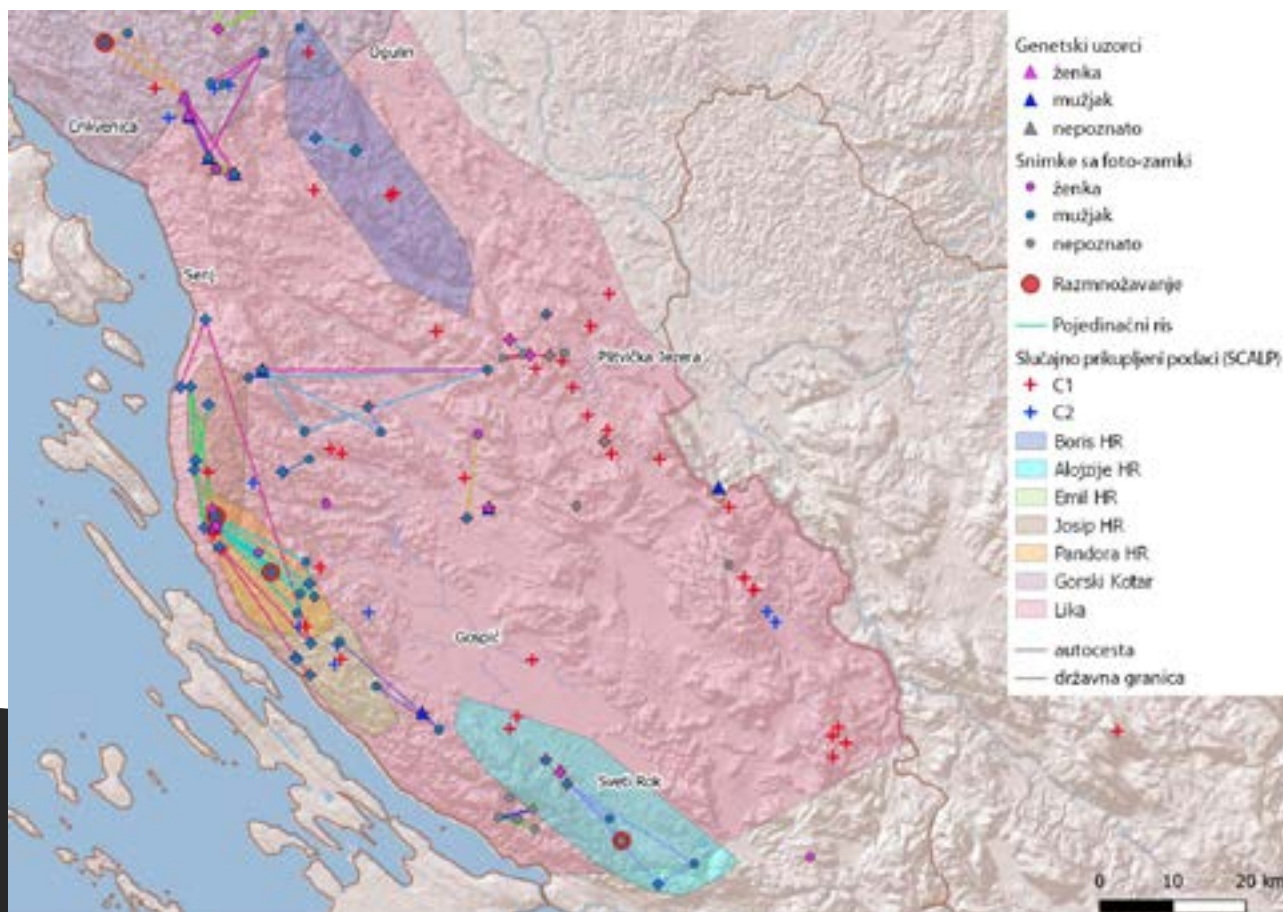


Pregled svih potvrđenih podataka o prisutnosti euroazijskog risa koji su prikupljeni u sezoni 2021. – 2022. u Gorskom kotaru. Prikazani su podaci iz sistematičnog foto-monitoringa i neinvazivnog genetskog monitoringa (s podacima o spolu primijećenih risova), kretanja doseljenih telemetrijski praćenih risova i potvrđeni oportunistički prikupljeni podaci (kategorija C1 i C2). Ravne crte povezuju genetske uzorke i podatke s foto-zamki za koje je potvrđeno da pripadaju istoj jedinki, pri čemu svaka boja crte predstavlja drugu jedinku (Fležar i sur. 2023.)

Lika i Sjeverna Dalmacija

Podaci monitoringa iz razdoblja 2019. – 2022. pokazuju da su risovi u Lici rasprostranjeni po cijelom području prikladnom za risove. Kao što se vidi na slici, jedine ćelije popisne mreže 10 x 10 km bez podataka koji bi potvrdili prisutnost risa su područja staništa neprikladnog za risa (otvorene ravnice i krška polja u centru Like). Ukupan broj foto-identificiranih odraslih jedinki (54) u sezoni 2021. – 2022. usporediv je sa sezonom 2019. – 2020. (58). Od 54 jedinke identificirane foto-zamkama na širem području Like i Sjeverne Dalmacije (uključujući risove u Karlovačkoj i Zadarskoj županiji), 32 su identificirane s obje strane tijela. Od identificiranih risova, 17 ih prate već od sezone 2019. – 2020., a 14 jedinki od sezone 2020. – 2021.

Razmnožavanje je primijećeno na pet lokacija u osam različitih događaja. Potvrđeno je pet legala i 11 mladunaca, što je manje od prethodne godine, kada su u sezoni 2020. – 2021. primijetili 10 legala i 14 mladunaca.



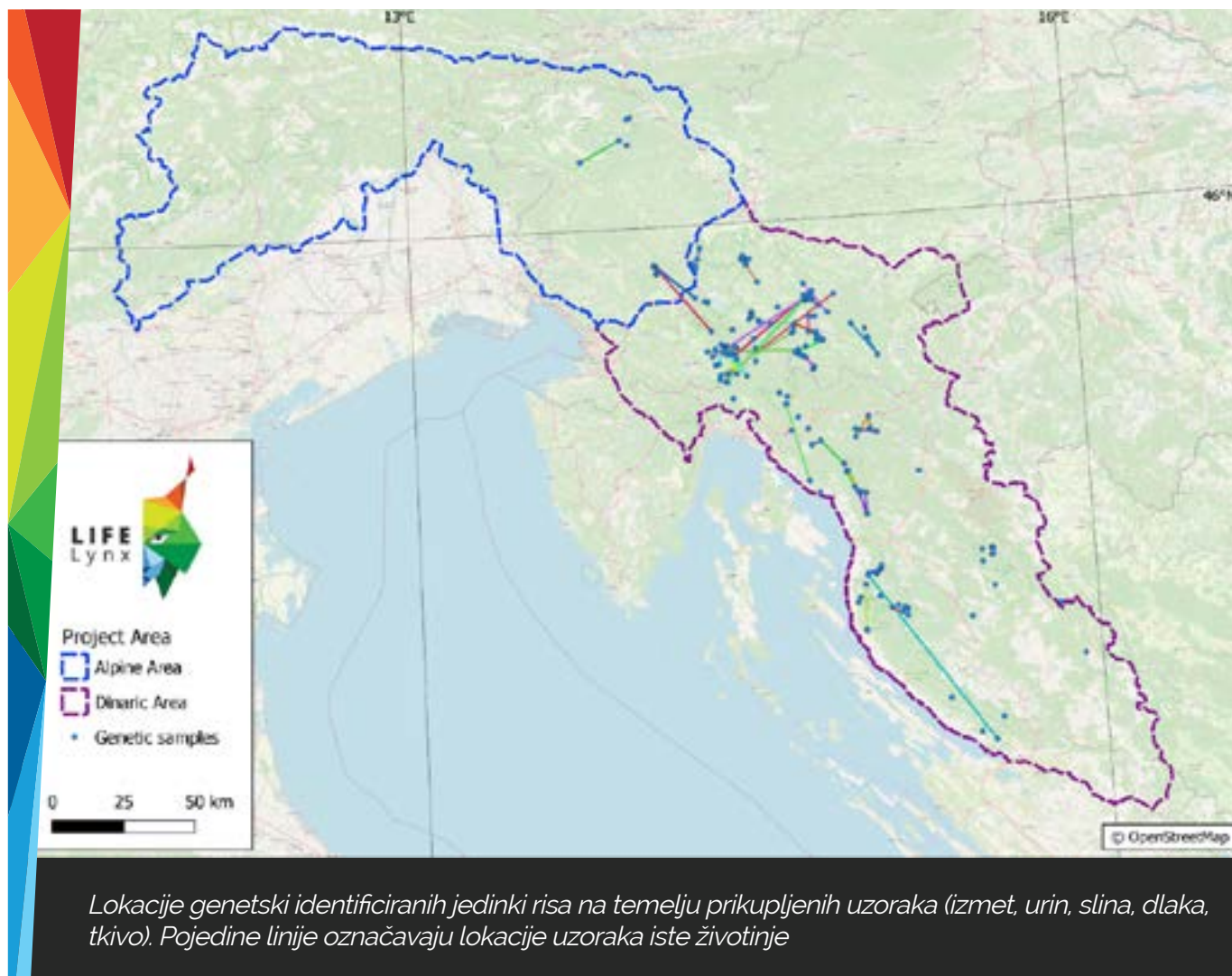
Pregled svih potvrđenih podataka o prisutnosti euroazijskog risa prikupljenih u sezoni 2021. – 2022. u Lici, Hrvatska. Prikazani su podaci iz sistematičnog foto-monitoringa i neinvazivnog genetskog monitoringa (s podacima o spolu primijećenih risova), matični teritoriji (Hr; 100% MCP) doseljenih telemetrijski praćenih risova i potvrđeni oportunistički prikupljeni podaci (kategorija C1 i C2). Od jednog od ispuštenih risova nisu primljeni nikakvi telemetrijski podaci, zato je navedeno samo mjesto njegovog ispuštanja (Fležar i sur. 2023.)

Genetska raznovrsnost i protok populacije

Kretanje životinja možemo pratiti i prikupljanjem neinvazivnih genetskih uzoraka. Važno je da za svaki uzorak znamo točnu lokaciju i datum, što nam omogućava da životinju koju smo genetskim metodama identificirali iz ostataka njezinog nasljednog materijala precizno smjestimo u prostor i vrijeme. U slučaju da je prikupljeno više uzoraka iste životinje, preko tih podataka možemo pratiti njeno kretanje.

Za očuvanje vitalne populacije važno je da ne ostane prostorno izolirana, jer se time povećava vjerojatnost parenja u srodstvu, pa i stupanj krvnog srodstva. Visoko krvno srodstvo uzrokuje češće izražavanje genetskih nedostataka, čime se smanjuje sposobnost preživljavanja i uspješnog razmnožavanja. Posljedično, životinja je sve manje, sve su srodnije, i populaciji prijeti izumiranje.

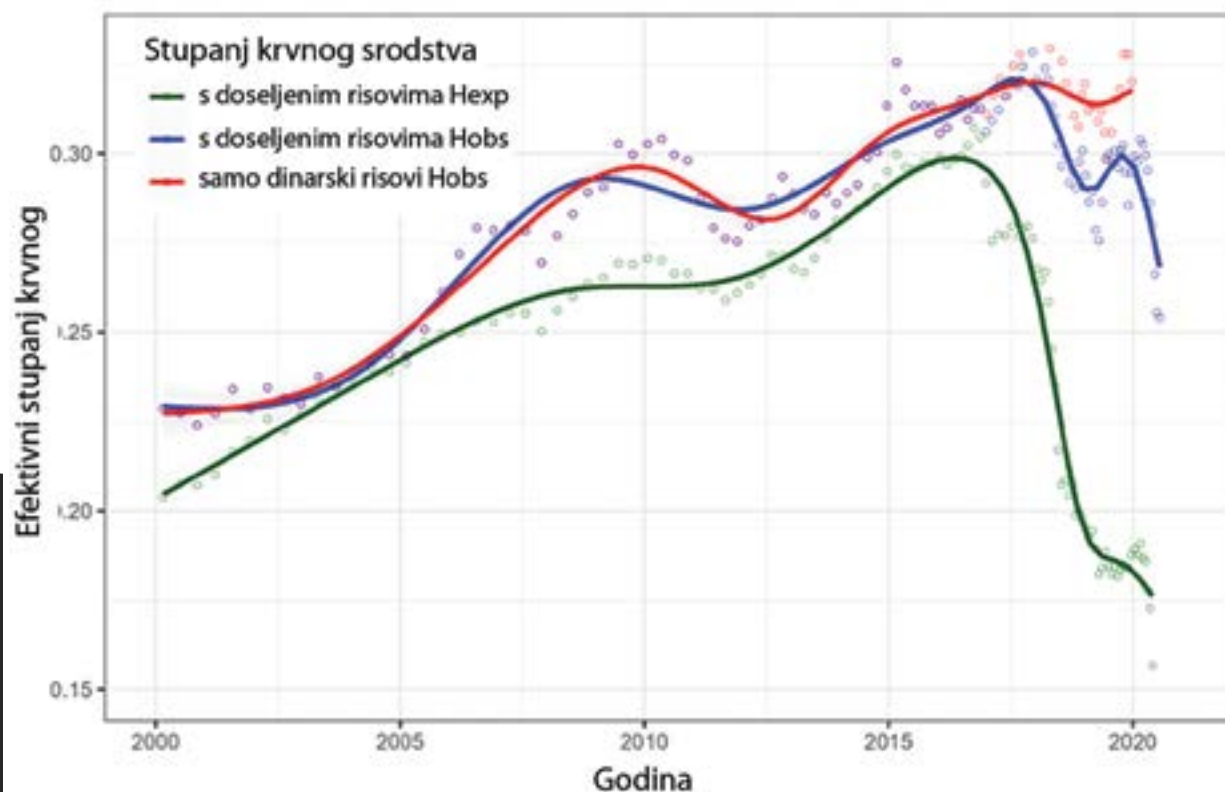
Da bi se takvu populaciju spasilo od izumiranja, potrebno je unijeti nove gene, odnosno mora se povećati protok gena s nesrodnim jedinkama. Ako je populacija ograničena prirodnim barijerama ili su druge populacije previše udaljene, opstanak populacije možemo osigurati doseljavanjem novih nesrodnih jedinki. Tako će se povećati genetska raznolikost i smanjiti stupanj parenja u srodstvu. Bolja sposobnost preživljavanja potomaka, a time i porast njihove brojnosti, povećat će i mogućnost za povezivanje sa susjednim populacijama. Zbog protoka gena između populacija dodatno će se smanjiti stupanj parenja u srodstvu. Upravo to želimo postići preseljenjem risova iz dva dijela Karpata u dinarsku populaciju. Za svakog preseljenog risa radimo genetsku analizu kojom provjeravamo koliko je srodan već preseljenim risovima. Time izbjegavamo mogućnost da i među njima dođe do parenja u srodstvu.



Populacijsko genetsko istraživanje (Skrbinšek i sur. 2019.) pokazala je kako se genetska raznovrsnost ponovno naseljene dinarske populacije risova pogoršala od naseljavanja 1973. U usporedbi s izvornom populacijom u slovačkim Karpatima, ova se populacija približila visokom stupnju parenja u srodstvu. U genetsku analizu izrađenu nakon sezone monitoringa 2021. – 2022. (Fležar i sur. 2023.) uključili smo risove s dinarskog područja (bez životinja koje su preseljene iz Rumunjske i Slovačke u ovom projektu i njihovih potomaka), što omogućava daljnje praćenje stupnja parenja u srodstvu.

S druge strane, genotipovi preseljenih životinja i njihovih potomaka daju uvid u očekivani genetski razvoj populacije (povećanje raznolikosti, smanjenje stupnja krvnog srodstva) ako će se preseljene životinje uspješno razmnožavati i uključivati svoje gene u populaciju.

Novim raspoloživim podacima možemo potvrditi da bi bez preseljenja stupanj parenja u srodstvu u dinarskoj populaciji risova ostao visok (crvena crta na slici ispod). Već i sadašnje stanje s preseljenim životinjama i njihovim potomcima uključenim u analizu pokazuje dramatično poboljšanje (plava crta ispod). Pri korištenju primijećene heterozigotnosti za izračune primjetan je očit pad stupnja parenja u srodstvu, iako preseljene životinje i njihovi potomci ne čine velik dio populacije. Kada bi preseljene životinje i njihovi potomci tvorili 15% ukupne populacije (simulirano postotkom preseljenih životinja i njihovih potomaka uključenih u okvir kretanja korišten u analizi) uzorka (zelena crta u godinama 2019. – 2020. na slici ispod), stupanj parenja u srodstvu, procijenjen na temelju očekivane heterozigotnosti, smanjio bi se na 0,18, a približio bi se 0,15 kada bi preseljene životinje i njihovi potomci tvorili približno 40 % populacije. Iako je to još uvijek visoka vrijednost, već je na razinama zabilježenim osamdesetih godina prošlog stoljeća, kada se populacija risova još uvijek činila vitalnom.



Stupanj parenja u srodstvu – krvnog srodstva (Fe) dinarske populacije risova s obzirom na izvornu populaciju u slovačkim Karpatima, izračunato korištenjem očekivane heterozigotnosti i heterozigotnosti kod slovačkih risova (procijenjeno iz slovačkih uzoraka) i okvira kretanja sa 60 uzoraka. Crvena – stupanj parenja u srodstvu – Fe izračunat bez doseljenih risova i uz korištenje primijećene heterozigotnosti koja definira stanje u slučaju bez doseljavanja; plava – izračunato s doseljenim risovima uz korištenje primijećene heterozigotnosti koja ukazuje na trenutno stanje; zelena – stupanj parenja u srodstvu – Fe izračunat sa doseljenim risovima uz korištenje očekivane heterozigotnosti koja pokazuje sa (crveno) i bez (plavo) vrijednosti uključujući doseljene jedinke i njihove potomke, izračunato korištenjem okvira kretanja sa 60 uzoraka. Efekt je pretjeran jer su doseljene životinje i njihovi potomci pre-zastupljeni u krajnjim uzorcima okvira kretanja (42% u zadnjem okviru kretanja sa 60 uzoraka), no to ukazuje na mogućnost brzog smanjenja parenja u srodstvu, ako se doseljene životinje nastave uspješno razmnožavati i njihovi potomci budu tvorili približno 40% populacije.

Uzorke risova koji su 2021. ponovno naseljeni na jugoistočne Alpe i uzorke njihovih potomaka isključili smo iz ove analize, jer još ne znamo kakav će biti protok gena s risovima u dinarskom gorju. Kako bi naseljavanje bilo dugoročno uspješno i populacija risova na tom prostoru očuvana, važno je i osigurati prostorne uvjete za kontakt među populacijama i uspostavljanje protoka gena. To je i razlog zašto su risovi (pogotovo ženke, koje rjeđe sele u okolni prostor) naseljeni na alpskom području Slovenije, gdje su se počeli uspješno razmnožavati. Potomci prvih legala su se 2022. već raselili. Važno je da se rasele na dovoljnu udaljenost, te da se uspješno pare. U smjeru juga povezivat će se s dinarskim dijelom populacije, a u smjeru sjevera mogu doći u kontakt s populacijama (jedinkama) risova u Italiji, Austriji i Švicarskom. Za te je populacije taj kontakt i protok gena također vrlo važan, jer se za dugoročno očuvanje risova u centralnoj Europi te populacije moraju povezati u tzv. metapopulaciju. Dovoljno prikladnog i povezanog prostora kojim se risovi mogu kretati i na kojem mogu zauzimati nove teritorije presudno je za njihovo očuvanje.

Disperzija i povezivanje odgovarajućeg životnog prostora za populaciju risa u sjevernim Dinaridima i jugoistočnim Alpama

Euroazijski ris (*Lynx lynx*) najveća je od četiri danas živuće vrste risa – teži od 14 do 35 kg, dug je od 70 do 130 cm, visok do 65 cm. Za razliku od preostale tri vrste, glavni plijen su mu papkari, dok su zečevi, uz iznimku najsjevernijih dijelova areala, relativno nebitni. Vrsta je raširena po većini sjeverne i srednje Azije, u nekim dijelovima Bliskog istoka i Europe. Najveće

europske populacije su u Skandinaviji, na Baltiku i na Karpatima, dok su populacije u srednjoj i jugozapadnoj Europi, uz iznimku balkanske populacije, ponovno naseljene, a sve od njih su male i izolirane.

Po dosadašnjim nalazima, euroazijski ris se u Europi prvi put pojavio u vrijeme interglacijala između glacijala Riss i Würm, krajem pleistocena. Kolonizacija je najvjerojatnije krenula iz Azije preko tada velikih šumskih masiva (Oriani 2000.). Početkom holocena, kada su uvjeti za risove bili vrlo povoljni, euroazijski ris brzo je širio svoj areal. Do početka srednjeg vijeka naselio se gotovo po čitavoj Europi, uz iznimku Iberskog poluotoka, gdje je živio iberski ris (*Lynx pardinus*).

U srednjem vijeku, a potom izrazito nakon industrijske revolucije, došlo je do znatnog povećanja urbanizacije europskog prostora i nestajanja velikih šumskih površina, što je brzo izazvalo pad populacije risa, kao i njegovog najvažnijeg plijena – europske srne. Uz sustavno poticanje i nagrađivanje ubijanja velikih zvjeri, ris je do druge polovice 19. stoljeća praktički nestao iz većeg dijela Europe (Kos i sur. 2005.). 1973. je 6 risova iz slovačkih Karpata (tri ženke i tri mužjaka) naseljeno u Trnovec u Kočevskom Rogu. Svi doseljeni risovi bili su uhvaćeni na istom području, te vjerojatno djelomično međusobno srodni. Populacija se sljedećih godina brzo širila, naročito po Kočevskom i Notranjskoj u Sloveniji te Gorskom kotaru u Hrvatskoj. Širenje je bilo najbrže u smjeru jugozapada, prema Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini, jer se u tom smjeru protežu risovima lako prohodne, prostrane, guste šume. Širenje prema sjeverozapadju, u jugozapadne Alpe u Sloveniji, Austriji i Italiji, bilo je znatno sporije i manje intenzivno. Naime, šumske koridore koji na području između Vrhnikе i Divače vode od dinarskog do alpskog područja »presijecala« je ograđena autocesta Ljubljana – Razdrto (kasnije do Kopra), koja je čitavo vrijeme predstavljala značajnu prepreku njihovom širenju s dinarskog područja prema Alpama. Od naseljavanja, tek je nekoliko jedinki primijećeno sjeverno ili zapadno od te autoceste, u Julijskim Alpama te na graničnom području u Italiji, a sve evidentirane jedinke bili su mužjaci, dok razmnožavanje ili ženke s mladuncima nikad nisu primijećene.

Ponovno povezivanje istočnih Alpa s prirodnim prelaženjem risova iz dinarske populacije u Sloveniji i Hrvatskoj jedno je od prioriternih rješenja za dugoročno očuvanje risova u tom dijelu Europe. Povezanost među krpama staništa ključna je za dugoročni opstanak bilo koje populacije divljih životinja, jer neposredno utječe ne samo na njenu dinamiku i mogućnost preživljavanja, već i na mogućnost njenog širenja.

Zbog toga je poboljšana povezanost prostora između Dinarida i Alpa, koja će osigurati prelaženje odgovarajućeg broja jedinki u alpski prostor, a time i protok gena, ključna za uspostavljanje održive meta-populacije risova na Alpama i Dinaridima. No, s obzirom na želje i potrebe ljudi, to je vrlo teško ostvarivo. Povećana urbanizacija na prostorima gdje žive risovi i razvoj velikih prometnih infrastruktura poput autocesta posljednjih su godina u Sloveniji i susjednim zemljama dodatno otežali taj izazov.

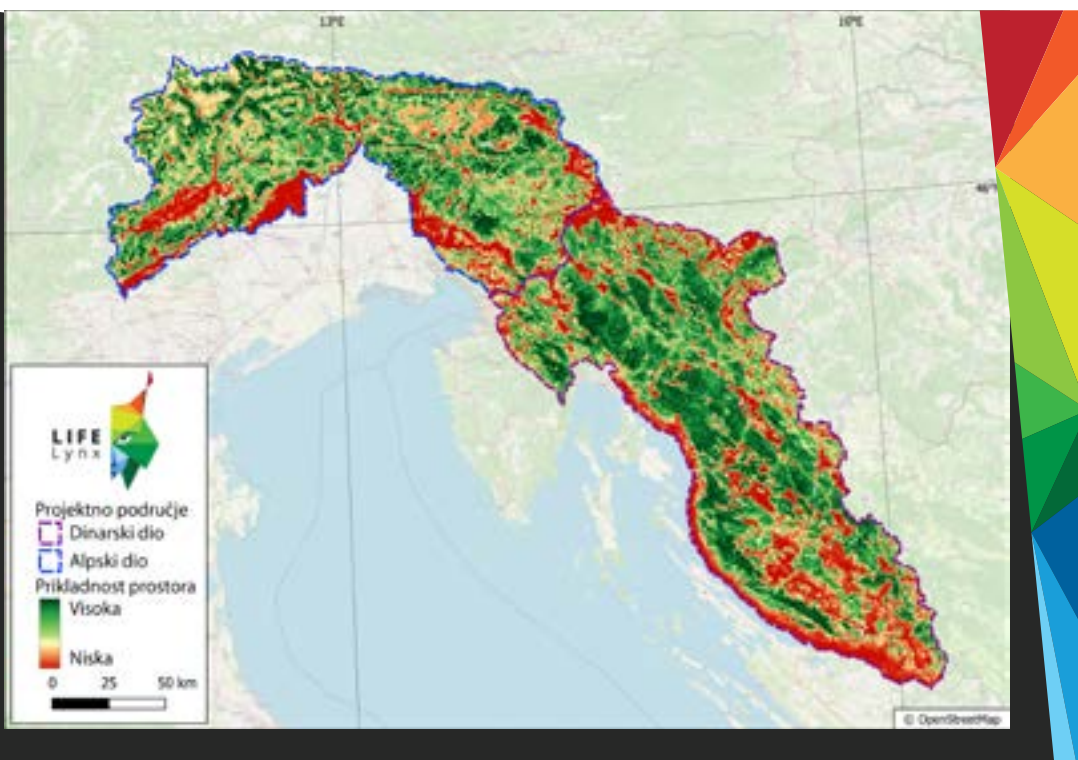
U cilju očuvanja dinarsko-jugozapadno-alpske populacije risova, u sklopu projekta LIFE Lynx »Sprečavanje izumiranja populacije risa u Dinaridima i jugoistočnim Alpama« 2017. smo započeli s doseljavanjem risova sa slovačkog i rumunjskog dijela Karpata. Prioritet je bio sprečavanje daljnjeg gubitka genetske raznolikosti odnosno povećanja krvnog srodstva, koji bi sigurno doveli do brzog izumiranja populacije u sljedećem desetljeću. Pri doseljavanju risova na ključna područja na Dinaridima u Sloveniji i Hrvatskoj te na Alpama u Sloveniji, uz druge mjere zaštite prirode ključno je uspostaviti vezu među trenutno odvojenim populacijama s Dinarida i jugoistočnih Alpa. Zbog toga je bilo potrebno izraditi analizu primjerenosti i povezivosti prostora, koja će omogućiti formiranje strategije obnove populacije.

Suvremeni računalni pristupi koji uključuju metode strojnog učenja često se koriste u ekološkim istraživanjima. U okviru analize primjerenosti prostora tako smo izradili model primjerenosti prostora za euroazijskog risa na području jugoistočnih Alpa i sjevernih Dinarida koje predstavlja most odn. »stepping stone« između spomenutih dijelova populacije. Pri tome smo koristili metodu najveće entropije (Maxent), koja se u dosadašnjim istraživanjima pokazala robusnom te omogućava izradu takvih modela pomoću podataka o pojavljivanju vrste te podataka o okolišu. U našem slučaju koristili smo podatke telemetrijskog praćenja 31 risa te lokacije prikupljenih

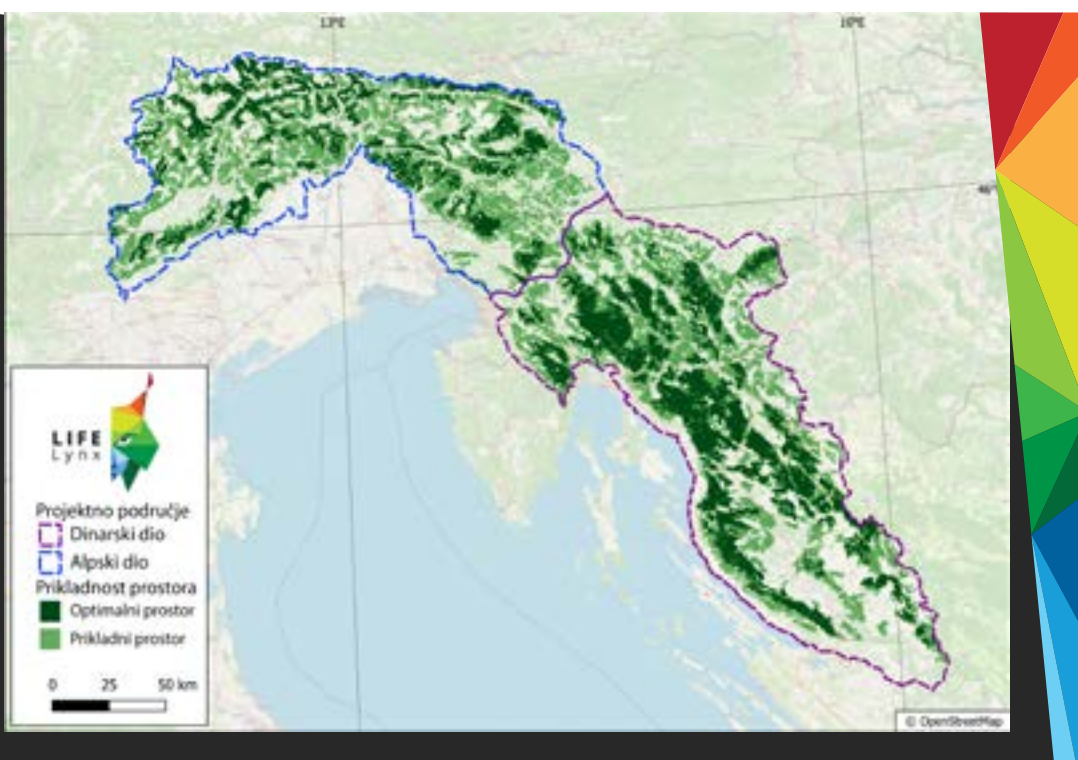
neinvazivnih genetskih uzoraka risa, a podaci o okolišu uključivali su podatke o pošumljenosti, ljudskom utjecaju, nagibu terena i nadmorskoj visini. Time smo htjeli obuhvatiti sve ključne faktore koji utječu na prisutnost ili odsutnost risova. Bilo bi dobro uključiti i podatke o biotičkim interakcijama (npr. vukovi i risovi se indirektno natječu za plijen, medvjed je značajan kleptoparazit), no ti podaci nažalost nisu dostupni za cijelo područje istraživanja. Prema predviđanju modela (slika 1) očito je da je veći dio dinarskog područja prikladan za risa, dok su prikladni prostori na alpskom području relativno mali i odvojeni dubokim alpskim dolinama.

U oba je slučaja riječ o (većim) gušćim šumskim kompleksima. Razlika između ta dva područja još je očitija na slici 2, koja prikazuje područja prikladnog (svijetloplave nijanse) i optimalnog (tamnoplave nijanse) prostora.

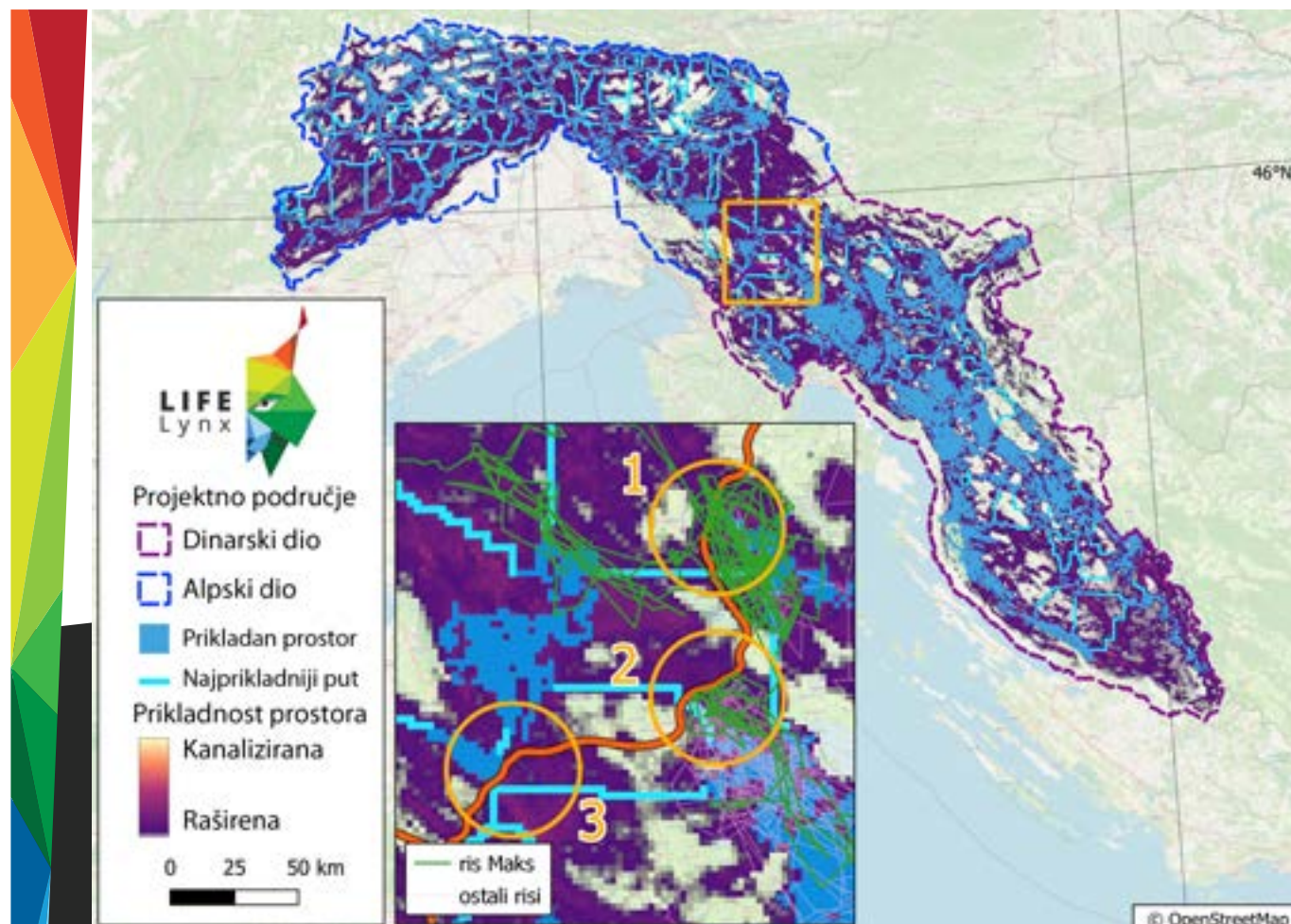
Predviđanje prikladnosti prostora za euroazijskog risa. Plave nijanse predstavljaju pogodan prostor, dok crvene nijanse predstavljaju za risa neprikladan prostor (Kuralt i sur. 2023.) (dostupno na: <https://www.lifelynx.eu/new-habitat-suitability-models-for-lynx-in-dinaric-and-se-alps/?lang=hr>)



Područja prikladnog (svijetlozelene nijanse) i optimalnog (tamnozelene nijanse) prostora. Vidljive su velike površine optimalnog prostora u dinarskom dijelu, dok je u Alpama znatno manje optimalnih prostora. Prikazane su i autoceste i željezničke pruge – linearne prepreke koje mogu izrazito smetati kretanju risa (Kuralt i sur. 2023.)



Model prikladnosti prostora predviđa prikladnost prostora za uspostavljanje teritorija rezidentnih risova. No, uz prikladnost, na prohodnost prostora utječu i drugi faktori – jedinke u disperziji će se vjerojatno kretati i manje prikladnim staništem. Rezultate (slika 3) analize prohodnosti prostora (engl. Landscape permeability) stoga možemo interpretirati kao svojevrsnu »prometnu« mrežu za mlade risove u potrazi za teritorijem. Prohodnost je na nekim dijelovima raširena (ljubičaste nijanse), što u praksi znači da se životinja može neometano kretati prostorom. Međutim, na nekim je područjima prolaz izrazito kanaliziran (ružičaste i žute nijanse), što znači da ris ima male šanse za alternativni put. Posebno su problematični slučajevi u kojima takva „uska grla“ prelaze linearne prepreke (npr. autocesta, željeznica), jer takve prepreke za risa mogu biti praktički neprohodne.



Slika prikazuje potencijalnu prohodnost prostora s prikladnim staništima. Jasno je vidljivo da su prikladni prostori, pogotovo u Dinaridima, dobro povezani, dok su u alpskom dijelu nešto veće udaljenosti među prikladnim prostorima. Uz to je jasno da autocesta Ljubljana-Koper prelazi tri potencijalna koridora – Vrhnika-Unec, Unec-Postojna (gdje je planiran zeleni most) i Postojna-Divača. Na umetnutoj karti označena su ta tri koridora, a prikazani su i tragovi risova opremljenih GPS ogrlicom. Posebno je prikazan trag risa Maksa (svijetlozelena crta) koji je prvo neuspješno tražio prolaz između Unca i Postojne, a zatim je više puta prešao autocestu između Vrhnike i Logatca. (Kuralt i sur. 2023.)

Školski primjer takve prepreke je ograđena autocesta Ljubljana-Koper koja je od Vrhnike do Postojne izgrađena 1972., kada se još nije razmišljalo o prohodnosti prostora za životinje. Autocesta tako prelazi šumske grebene sjevernih Dinarida i s tek nekolicinom cestovnih podvožnjaka i nadvožnjaka stvara pregradu koja ključno stanište velikih zvijeri u Sloveniji siječe na dva dijela. To potvrđuju telemetrijski podaci risova (i drugih velikih zvijeri) koji pokazuju da je prohodnost autoceste na nekim dijelovima vrlo ograničena, npr. između Unca i Postojne još nije zabilježeno (uspješno) prelaženje. Stoga su državni planovi za izgradnju zelenog mosta na toj dionici opravdani.



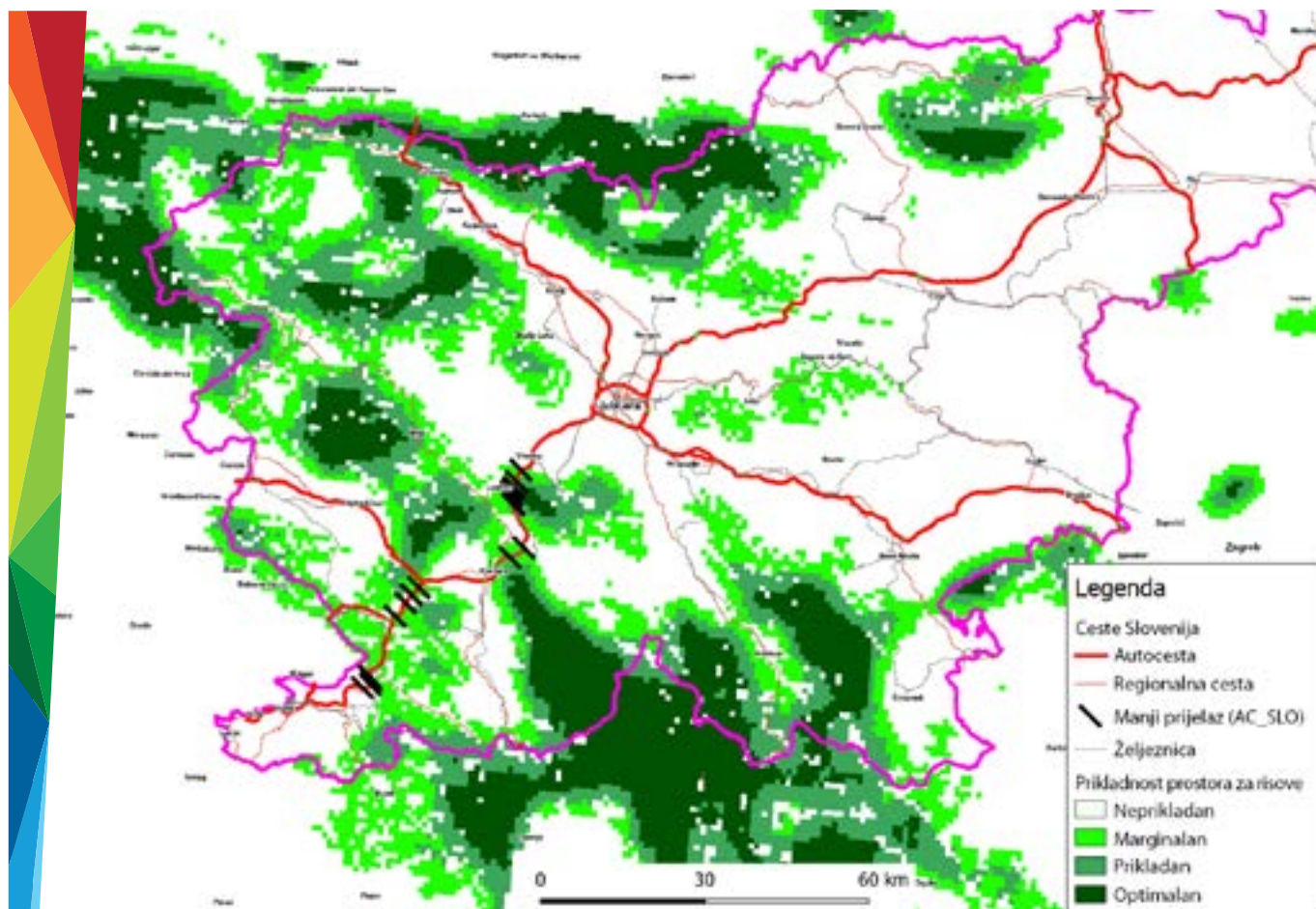
Foto-evidentiranje mladunca risa između Vrhlike i Logatca (prelaženje autoceste nije potvrđeno) (lijevo). Jedno od više evidentiranih prelaženja telemetrijski praćenog risa Maksa u podvožnjaku (inače je prelazio i nadvožnjakom) autoceste između Vrhlike i Logatca (desno) (Fležar U.)

Istraživanja su u prošlosti pokazala da pojedini risovi gore spomenutu dionicu autoceste mogu prijeći i preko postojećih objekata za premošćivanje (Adamič i sur. 1999., Adamič i sur. 2000.), no na temelju tih nekoliko zapažanja nije moguće zaključiti kakva je ukupna propusnost autoceste za tu životinjsku vrstu. Za prelaženje risova vrlo su značajni dijelovi između Vrhlike i Unca (sjeverni dio staništa) i Unca i Postojne (centralni dio staništa) koji predstavljaju potencijalnu vezu između Dinarida i alpskog prostora. Karakteristike tih dviju dionica autoceste sažete su u tablici 4. Druga veza prikladnog prostora je ispod Nanosa, između Razdrtog i odvojka autoceste prema Sežani ili graničnom prijelazu Fernetiči (južni dio staništa), no tamo je veće prometno sjecište koje prostor čini manje prohodnim. Tek 1,48% cijele dionice autoceste prohodno je za velike sisavce. Od toga je veći dio pod vijaduktom Ravbarkomanda, ispod kojeg paralelno s autocestom prolaze i željeznica i magistralna cesta, a uz koji su (ogradaeni) pašnjaci, zbog čega je uz trenutnu upotrebu prostora slabo prohodan i vjerojatno nefunkcionalan. Svih ostalih prijelaza (mostovi, pothodnici) ima tek 118 metara (0,25% cijele dužine trase dionice autoceste). Možemo zaključiti da je cijela dionica vrlo slabo prohodna za risove, zbog čega trasa autoceste, iako dijelom propusna, ujedno i značajna prepreka prelaženju.

Za očuvanje risa jednako je značajno očuvanje dovoljne količine prikladnog staništa kao i sprečavanje fragmentacije (usitnjavanja) tog prostora. Ključno je ograničavanje zahvata u veće šumske komplekse (dijelove staništa), a i očuvanje odnosno uspostavljanje povezanosti među tim dijelovima staništa. U Sloveniji su, na primjer, pri šumskogospodarskom planiranju takvi koridori uključeni u sistem vrednovanja funkcija šumskog prostora (biotopska funkcija 1. stupnja) i smjernice koje zabranjuju krčenje šuma na tim područjima (šumskogospodarski planovi za razdoblje 2021.-2030. za područja na kojima se nalazi AC Ljubljana-Koper).

Važno je očuvanje trenutnih prijelaza, kao i uspostavljanje novih prijelaza na mjestima gdje su u prošlosti zbog umetanja objekata i infrastrukture prekinuti. Time će se osigurati povezivost populacije risova u Sloveniji, a i šire. Kako bi se osiguralo širenje risova u Alpe, doseganje optimalnog statusa zaštite na području Slovenije i dugoročni razvoj alpsko-dinarske metapopulacije, treba povećati propusnost autoceste Ljubljana-Koper, posebno na dionici Vrhlike-Postojna. Poboljšanje prohodnosti te autoceste nije ključno samo za risa, nego i za mnoge druge ugrožene životinjske vrste, te bi zbog velike nacionalne i internacionalne važnosti trebalo biti jedan od nacionalnih prioriteta očuvanja prirode.

Važno je povećanje funkcionalnosti postojećih objekata za premošćivanje kako bi se povećala propusnost na četiri postojeća objekta koji se nalaze u tzv. migracijskim koridorima (sjeverni, centralni i južni, koji su se već pokazali takvim prostorom u prethodnim

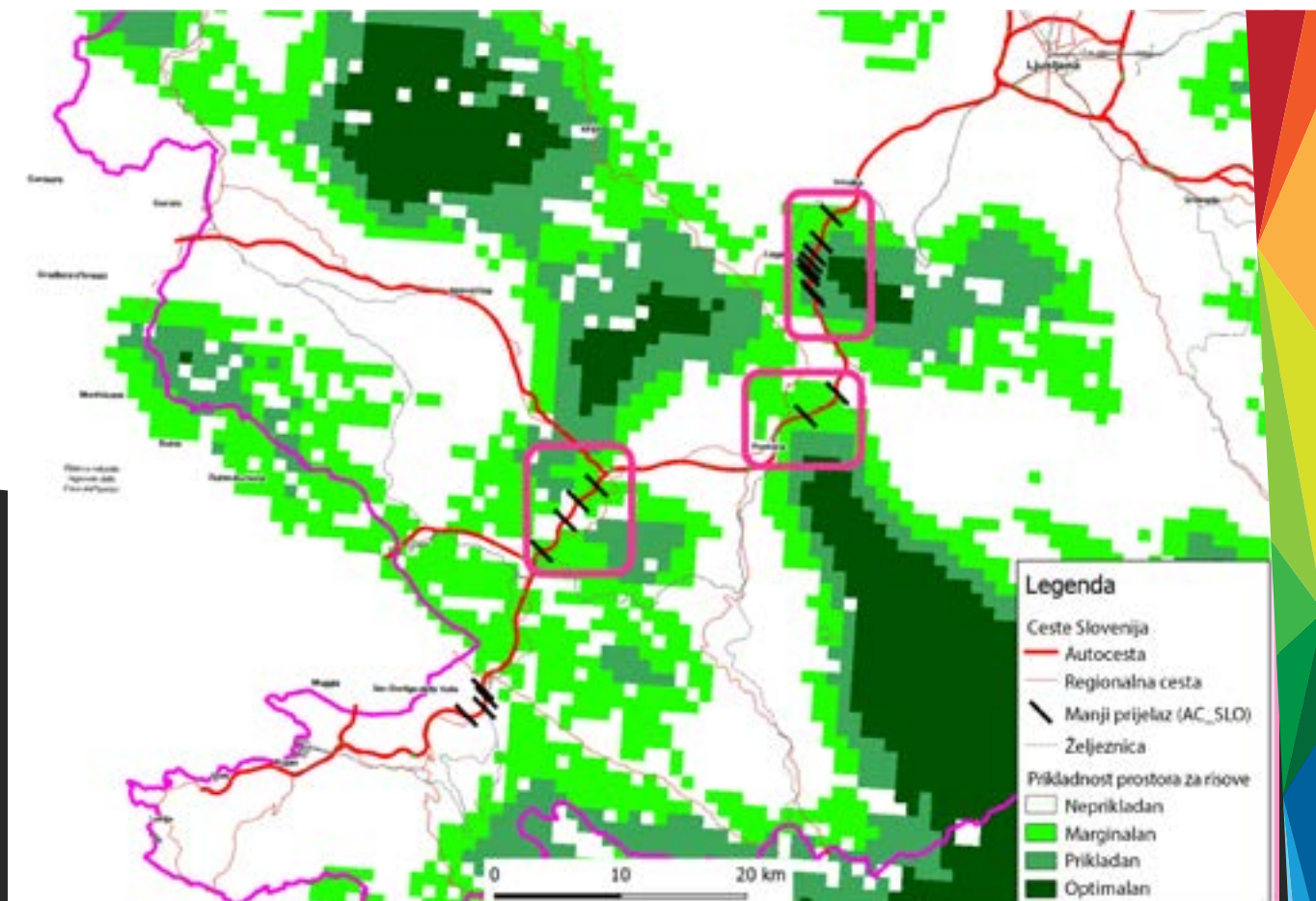


Model prikladnog prostora za risove u Sloveniji, cestovna infrastruktura i veće rijeke (prema Potočnik i sur., 2020.)

analizama prikladnosti (povezivosti) prostora za neke velike zvijeri i druge sisavce (npr. Skrbinšek 2004., Potočnik 2006., Kos i sur. 2005., Potočnik i sur. 2014., Rodrigues-Recio i sur. 2018., Potočnik i sur. 2020.). U tom smislu posebno su značajni podvožnjak Mali vijadukt i nadvožnjak Suhi vrh te vijadukt Ravbarkomanda u centralnom migracijskom koridoru. Vijadukt Ravbarkomanda u prošlosti je predstavljan kao alternativa gradnji ekodukta, koja zbog nekih svojih ograničenja te zbog promjena u korištenju okolnog prostora i povećanja intenziteta prometa može, uz odgovarajuće adaptacije, predstavljati samo dodatni, komplementarni objekt za premošćivanje za neke vrste velikih sisavaca, a nikako ne može zamijeniti kvalitetan zeleni most.

Izgradnja novog ekodukta je od svih mjera strateški najznačajnija za povećanje povezivosti prostora za risove, velike zvijeri i druge velike sisavce između Dinarida i alpskog prostora na tom području. K tome, mjera je usklađena s rezultatima prošlih istraživanja. Podržavamo postavljanje ekodukta u tzv. centralni migracijski koridor koji povezuje Snežničko-Javornički masiv s Hrušicom i Nanosom, jer on predstavlja jedan od najznačajnijih ekoloških koridora između Dinarida i Alpa za velike zvijeri i druge velike sisavce. Dosadašnji telemetrijski podaci praćenih risova (Interreg Dinaris, LIFE Lynx) i izrađeni model staništa pokazuju da je obrađena dionica ključna za povezivost prostora za risove.

2019. su izrađene stručne podloge za osiguranje odgovarajućih migracijskih koridora za velike zvijeri i druge velike sisavce na dionici autoceste Vrhnika-Postojna, koje predlažu više mjera, uključujući rekonstrukciju nekih postojećih objekata za premošćivanje, kao što je vijadukt Ravbarkomanda, te izgradnju ekodukta između Unca i Postojne (AL Sajegh Petkovšek i Pokorny, 2019.), a 2021. izrađen je i »Državni prostorni plan za ekodukt između Unca i Postojne« (<https://dokumenti-pis.mop.gov.si>).



Autocesta Ljubljana-Koper i brza cesta Razdrto-Nova Gorica i fragmentacija staništa risa. Ta dionica predstavlja najznačajniju vezu između dinarske i alpske populacije risova, kao i brojnih drugih divljih životinjskih vrsta (prema Skrbinšek 2004., Potočnik i sur. 2020.). Označeni su sjeverni, centralni i južni dio prikladnog prostora odnosno potencijalni migracijski koridori za risove preko kojih prelazi dionica autoceste (prema Potočnik i sur. 2020.)

O važnosti zelenih mostova svjedoče podaci s obližnje dionice autoceste Zagreb-Rijeka dužine 68,5 km, koja prolazi sredinom Gorskog kotara – dijelom šireg kompleksa prikladnog staništa za risove. Zbog relativno zahtjevnog reljefa, na tom kraku autoceste nalaze se 43 vijadukta i tunela, te jedan zeleni most dužine 100 m, posebno dizajniran kako bi životinjama omogućio prelaženje ceste, što predstavlja čak 25% dužine autoceste. Pomoću senzora kretanja i fotomonitoringa, u 793 dana zabilježeno je ukupno 12 519 prelaženja velikih sisavaca. Rezultati istraživanja pokazali su da je u takvom slučaju izgradnje autoceste, kada je na 25% dužine velikim sisavcima omogućeno prelaženje, povezivost staništa dovoljno očuvana. Zanimljivo je da preko 100 m dugačkog zelenog mosta prešlo 13,3% više životinja nego pod svim uskim (5-15m) pothodnicima na toj dionici autoceste (Kusak i sur. 2009.).

Euroazijski ris je definitivno jedna od zahtjevnijih vrsta po pitanju izbora staništa na području gdje prevladava ljudski utjecaj. Uz gustoću plijena, ključan je faktor određivanja prikladnosti staništa i mogućnost skrivanja koju to stanište nudi. To se najčešće očituje u opsegu šumskih površina, grmlja, zaraslih površina ili višeg raslinja. Unatoč tome, risovi se pojavljuju sve od otvorenih područja u srednjoj Aziji do tundra u sjevernijim geografskim širinama (Breitenmoser i sur. 2000., Potočnik i sur. 2020.). Risovi u pravilu izbjegavaju urbane strukture odnosno područja povećane ljudske aktivnosti, te biraju područja s povezanim šumskim kompleksima (Ripari i sur. 2022.). Potočnik i sur. (2020.) su osuvremenili model koji je osmislio Skrbinšek (2004.) za određivanje prikladnosti staništa za eurazijske risove na području Dinarida i jugoistočnih Alpa. Prema procjeni modela, na području Dinarskog gorja je 11.400 km² prikladnog prostora za risove, a na području jugoistočnih Alpa 9.500 km². Problem predstavlja prije svega velika fragmentacija primjerenih staništa i njihova relativno loša međusobna povezanost. Po našim

procjenama, te su brojke nešto konzervativnije, jer u Alpama ukupna površina optimalnih staništa iznosi 706 km² a primjerenog staništa 3915 km², dok je u Dinaridima optimalnog staništa 4119 km², a prikladnog 8306 km².

Zbog visokog stupnja urbanizacije i krčenja prikladnog staništa, brojne populacije i subpopulacije risa diljem Europe i svijeta vrlo su fragmentirane i izolirane. U slučajevima brojčano malih populacija, visok stupanj izolacije predstavlja značajan problem te bez dotoka vanjskog genetskog materijala s vremenom dolazi do komplikacija zbog parenja u srodstvu, a posljedično i do nestanka populacije (Lima i Zollner 1996., Collingham i Huntley 2000., Thomas, Baguette i Lewis 2000.). Značajnu ulogu u očuvanju populacije igra razmjena genetskog materijala među pojedinim subpopulacijama. Za širenje gena ključni su mladi risovi, koji nakon otprilike godinu dana napuštaju rodni teritorij te pokušavaju pronaći slobodan teritorij i partnera. Iz rezultata istraživanja o karakteristikama disperzije risova na Jurskim planinama u Švicarskoj vidljivo je da risovi i u vrijeme disperzije, kada bi se moglo očekivati da zbog želje za seobom biraju i manje prikladna staništa, i dalje znatno češće biraju više pošumljena staništa (Zimmermann, 2004.). Čak 85,5% svih lokacija disperziranih risova bilo je unutar šumskih površina, unatoč tome što se na istraživanom području čak 51,8% od slučajno izabranih točaka nalazilo na ne-šumskim površinama.

Sudeći prema dosadašnjim iskustvima, za očuvanje prikladnog životnog prostora za risove bismo ubuduće trebali uzeti u obzir i utjecaj klimatskih promjena. Planinske sredine posebno su ugrožene, pri čemu se dubina i trajanje snježnog pokrivača posljednjih desetljeća znatno smanjuju (Beniston i sur. 2003.), mijenja se prirodna vegetacija (Gehrig-Fasel i sur. 2007.), a raste i rizik od promjene tj. širenja novih/invazivnih predatora/konkurenata, kao što je npr. euroazijski šakal (*Canis aureus*) (Potočnik i sur. 2019.). Svi spomenuti faktori mogli bi snažno utjecati kako na dostupnost izvora hrane za risove, tako i na količinu dostupnog prostora koji im odgovara. Neovisno o tome, pokušaji očuvanja područja i koridora među dijelovima staništa, smanjivanje utjecaja (prije svega) linijskih prepreka (autoceste) te po potrebi »imitacija« disperzije premještanjem odn. translokacijama jedinki ostaju značajan dio mjera zaštite kojima se uspostavlja održiva pan-europska metapopulacija risova u Europi.



Jedino rješenje kojim bi se izbjegla fragmentacija – usitnjavanje osjetljivih staništa bilo bi da se ne izvodi planirana gradnja infrastrukture, čime bi se definitivno izbjeglo negativne ekološke efekte. Efekte fragmentacije može se smanjiti: prilagođavanjem trase infrastrukture tako da u potpunosti izbjegavaju osjetljiva staništa ili ih ne presijecaju, smanjivanjem površine zemljišta koje se koristi za cestovni koridor, odnosno smanjivanjem zahvata u okolinu. No, na taj način ne možemo u potpunosti izbjeći fragmentaciju. Izbjegavanje fragmentacije trebao bi biti osnovni princip u fazama planiranja, projektiranja, izgradnje i održavanja infrastrukture, kao i kod obnove i uklanjanja postojećih cesta i željezničkih pruga.

Planiranje nove infrastrukture ili obnavljanje postojeće moralo bi se odvijati tako da se fragmentacija životnog prostora vrsta svede na najmanju moguću mjeru. Provođenjem sveobuhvatnih procjena utjecaja na okoliš, planova ili programa te procjena utjecaja na okoliš projekta osigurava se da se ekološki aspekt uzme u obzir već u ranoj fazi. Procjene moraju biti provedene u skladu s direktivama EU i njihovim nacionalnim provedbenim mjerama. Glavni cilj procjena je prepoznavanje mogućih utjecaja planova ili projekata na okoliš prije prihvatanja odluke o njihovom provođenju. Drugi cilj je osigurati javno savjetovanje o projektu. Prije nego što se plan ili projekt potvrdi i gradnja počne, procjene se predstavljaju javnosti. U ovoj fazi zainteresirana tijela, dionici, nevladine organizacije i šira javnost mogu izraziti svoje stavove o planovima i učinku projekta prije donošenja konačne odluke o provedbi. Budući da se određeni stupanj fragmentacije ne može izbjeći pri izgradnji ceste ili željezničke pruge, potrebno je razmotriti mjere ublažavanja kako bi se osigurala propusnost infrastrukture u presječenim, podijeljenim koridorima i prioritetnim staništima. Tamo gdje infrastruktura zadire u posebno ranjiva područja ili gdje su mjere za smanjenje rizika neadekvatne ili se ne mogu provesti, možda će biti potrebno uvesti kompenzacijske mjere.

Očuvanje staništa i sprečavanje fragmentacije postiže se pravilnim postavljanjem novih infrastrukturnih objekata u prostor. U planiranju prostora i ocjeni prihvatljivosti utjecaja zahvata na prirodu moraju se uvažavati prostorne potrebe risa i drugi ekološki zahtjevi, a u svim fazama procjene planova i zahvata u prirodu moraju biti uključene i ključne institucije koje daju stručna mišljenja.

Problemi fragmentacije vezane uz već postojeću infrastrukturu su drukčiji. U većini slučajeva, kod planiranja i gradnje postojeće infrastrukture nisu izvedene mjere za smanjenje rizika. Kod takvih slučajeva fragmentacija uzrokovana postojećom infrastrukturom možda već utječe na okolinu, ili su se pojavili drugi uzroci koji u trenutku izvođenja studije nisu bili prisutni. Ukoliko su studije zastarjele, možda je potrebno izvesti novu procjenu.

Sveobuhvatna procjena utjecaja na okoliš i procjena utjecaja na okoliš

U skladu s direktivom 2001/42/ES Europskog Parlamenta i Vijeća, od dana 27. 06. 2001. svi novi regionalni planovi i programi u državama EU i drugim europskim državama moraju uključivati procjenu utjecaja na okoliš. Rok za početak provođenja nacionalnog zakonodavstva bio je 21. 07. 2004. Sveobuhvatna procjena utjecaja na okoliš mora uključivati općenit opis samih planova ili programa, glavne ciljeve i odnos prema drugim planovima ili programima. Postupak sveobuhvatne procjene utjecaja na okoliš uključuje ekološki aspekt u postupak prihvatanja odluka prije izvođenja procjene utjecaja na okoliš na razini projekta.

U skladu s direktivom Vijeća EU (97/11/ES od dana 03. 03. 1997.) u okviru svih većih projekata, uključujući infrastrukturne projekte, mora biti izvedena procjena utjecaja na okoliš. Procjena se odnosi na pojedini projekt. Postupak osigurava izvođenje detaljne procjene štetnih i korisnih utjecaja na okoliš te vrste drugih mogućih rješenja, ovisno o detaljnim saznanjima iz postupka cjelovite procjene, što se razlikuje od države do države. Postupak određivanja opsega procjena temelj je za razmatranje drugih mogućih rješenja. Nakon tih procjena slijede preporuke za izvođenje mjera kojima bi se u najvećoj mogućoj mjeri smanjili ili poništili negativni utjecaji na okoliš. Ocjenjuju se i svi ekološki faktori koji bi postojali ako projekt ili plan ne bi bio izveden. To se često naziva scenarijem bez djelovanja.

Uvjete kakvi bi bili ako se projekt ne izvede potrebno je opisati prije svega zato da bi se mogle izvesti usporedbe. Procjena utjecaja na okoliš koristi se kao osnovni dokument kroz cijelu fazu planiranja i projektiranja, te kao općeniti alat za uspoređivanje i komunikaciju.

Prostorni opseg procjena

Jasno definirano područje proučavanja i analize ključno je za proučavanje problema u vezi s fragmentacijom. U pravilu, područje proučavanja mora biti znatno šire od područja na kojem bi se izvodio projekt, te se određuje u skladu s postojećim reljefom-prostorom, njegovim dijelovima i karakteristikama koje su razlog fragmentacije. Kod određivanja opsega procjene treba uzeti u obzir različite prostorne kriterije:

- **Nacionalna razina:** značaj šireg područja koje okružuje predloženo područje gradnje procjenjuje se uzimajući u obzir prisutnost i migracije pojedine vrste na razini cijele države. S te točke gledišta ključna su područja koja povezuju izolirane populacije; o tim lokacijama može ovisiti opstanak populacije, čak i u slučajevima kad određena vrsta nije stalno prisutna na tom području. Iza njih prednost imaju lokacije na kojima bi prepreka podijelila populaciju na središnjem ili reproduktivnom teritoriju te populacije: praćenje dugih migracijskih ruta, lokalnih uskih grla i povezanosti izoliranih populacija izvodi se i kada ciljne vrste na tom području ne žive stalno. Odgovarajuće mjerilo bilo bi 1: 250000.
- **Regionalna razina:** fokus na utjecaj infrastrukture, drugih prepreka na području, topografsku povezivost, šumska područja itd. Važno je opisati brojnost, opseg i lokacija izvedbe mjera ublažavanja. Odgovarajuće mjerilo bilo bi 1: 50000.
- **Lokalna razina:** detaljno proučavanje područja uključivo s populacijama, staništima i njihovim lokacijama. Korisne informacije uključuju zapažanja lokalnih stručnjaka, lovaca, šumara itd. Važno je opisati točan broj, lokaciju i dimenzije mjera ublažavanja. Odgovarajuće mjerilo bilo bi 1:5 -10000.

Karte moraju sadržavati konfliktne tj. vruće točke s migracijskim rutama ciljnih vrsta, moguće negativne utjecaje na osjetljiva područja i fragmentaciju važnih staništa.

Korištenje prostornih modela prikladnosti prostora za risove i potencijalne prohodnosti prostora u procjenama prihvatljivosti zahvata i restauraciji prethodnih negativnih zahvata u prostor

Radi objektivnijeg odlučivanja kod procjenjivanja smo za cijelo područje jugoistočnih Alpa i dinarskog gorja (tj. za Sloveniju, Hrvatsku, južni granični dio Austrije i jugoistočni dio Italije) priredili (Potočnik i sur. 2020. i Kuralt i sur. 2023.) prostorno eksplicitni model prikladnosti prostora za risove i to u dva oblika i sa dva modela pristupa: 1.a) **kontinuirani model staništa**, koji prikazuje prikladnost prostora za risove u intervalu od 0 (najlošije) do 100 (najbolje) i 1.b) **diskretni model staništa**, koji dijeli optimalni, prikladni i manje prikladni prostor od neprikladnih površina (matriksa) za život risa. Za procjene se može koristiti oba tipa, jer prvi (kontinuirani) daje detaljnije informacije i ukazuje na to gdje su najvjerojatniji prelazi među većim blokovima staništa i koliko su prikladna pojedina staništa (viša vrijednost po cijelom staništu znači da je to stanište prikladnije), a diskretni model je pregledniji. (iii.) **Model potencijalne prohodnosti prostora** međusobno povezuje dijelove staništa i različita staništa. Modeli potencijalne prohodnosti, koji povezuju staništa i dijelove staništa, označavaju prostor s aspekta disperzije odnosno usmjerenosti (kanaliziranosti) kretanja. Pri interpretaciji modela, moramo ih shvaćati kritički, jer je u tom mjerilu nemoguće odrediti

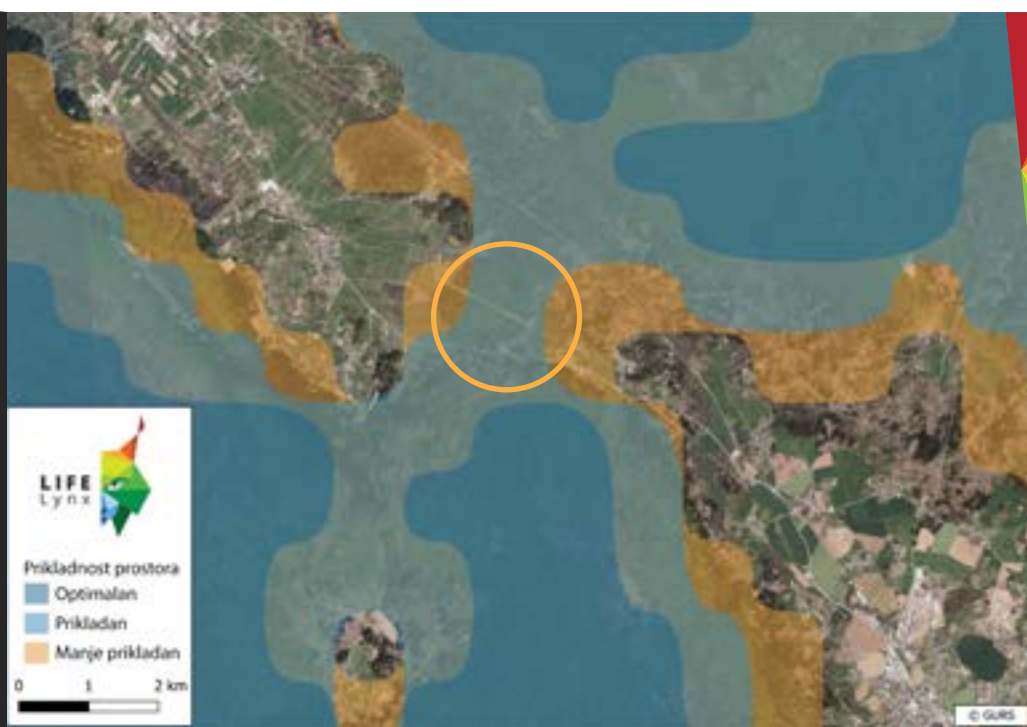
točne koridore. Općenito smo nastojali biti konzervativni, te su koridori možda označeni i ako u praksi ne bi funkcionirali, a položaj koridora ponegdje je vrlo okvirno označen. Kada su granice dvaju staništa paralelne (među staništima je relativno ravnomjerno širok pojas nestaništa ili matriksa), ta je staništa moguće povezati brojnim potencijalnim koridorima pa je nemoguće predvidjeti kuda točno prolazi određeni koridor. U takvim slučajevima potrebna je detaljnija procjena u koju se uključuje stručnjaka za ekologiju životinja i procjene.

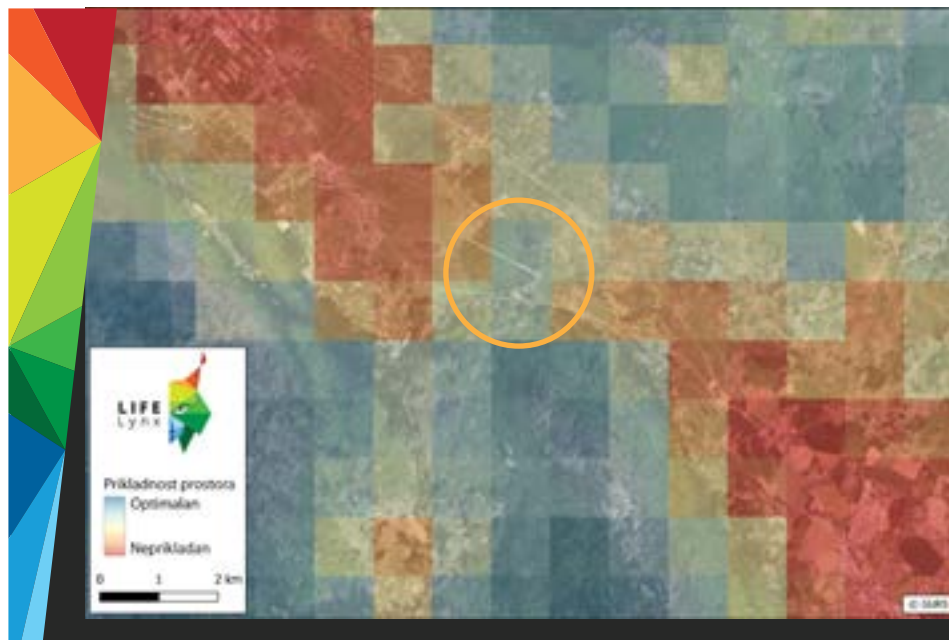
Primjenjivost svih nabrojanih modela prikazujemo na primjeru procjene smještanja objekta na prijelaz »Jasnica« koji povezuje istočne i zapadne komplekse staništa risa na Kočevskom, JZ Slovenija.

Zračna snimka prijelaza »Jasnica« koji povezuje istočne i zapadne komplekse staništa risa i medvjeda na Kočevskom. Planirani zahvat nalazi se usred prijelaza (ljubičasti krug).

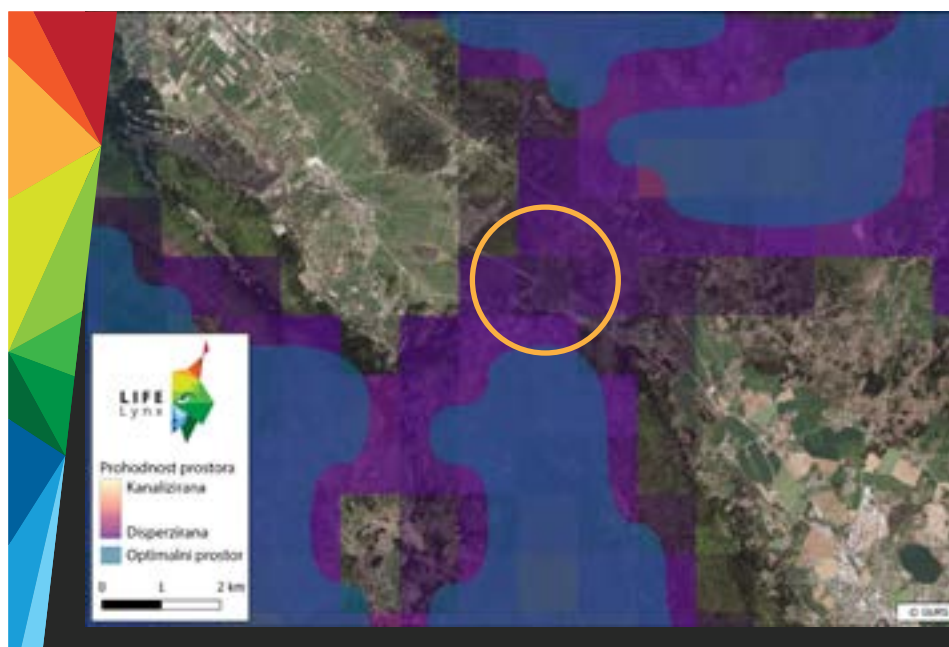


Primernost habitata na območju ocenjevanega posega: diskretni model. S prosojnim modrim in svetlo-modrim poligonom so prikazana območja, ki so primerna za risa, območja zunaj so ocenjena kot manj primerna in neprimerna (oranžna, neobarvana).

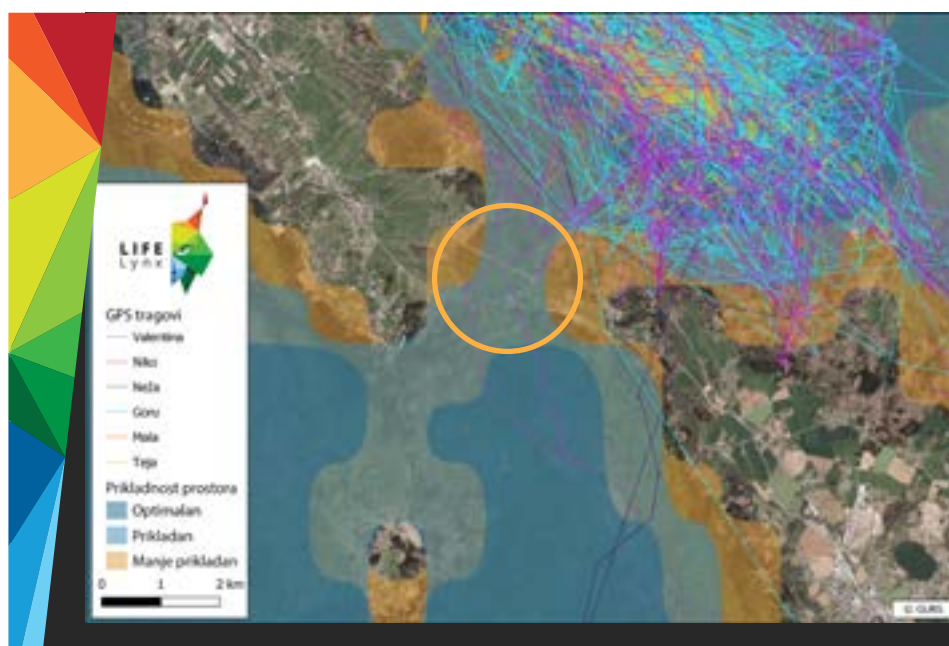




Primjerenost prostora za stanište na području zahvata koji se procjenjuje: kontinuirani model. Prikladnost prostora prikazana je gradijentom od najmanje (0, na slici crveno) do najveće (100, na slici plavo). Model se od onoga na prethodnoj karti razlikuje time što je detaljniji i daje više informacija, no stoga je i manje pregledan.



Model važnosti pojedinih staništa za povezivost na razini populacije i među populacijama (plavi poligoni) i modeli prohodnosti prostora unutar populacije (ljubičaste površine). Budući da je za globalnu povezivost značajan cijeli blok staništa istočno i zapadno od Jasnice, on u ovom slučaju tvori jednu cjelinu (dio istog poligona s visokom vrijednošću, zato je jednake boje), a iznutra je taj blok povezan na području Jasnice (ljubičaste površine).



Evidentirani prijelazi i putanje kretanja risova koje smo na prikazanom području pratili GPS telemetrijom. Na slici su putanje kretanja praćenih risova prikazane linijama različitih boja. Već na ovoj slici je očito da je položaj koridora (sivo, narančasto) u odnosu na stvarno prelaženje tek okviran. U ovom konkretnom slučaju, prijelaz je širi nego što model predviđa.

Svi modeli prikazuju koje su površine svojim prirodnim karakteristikama prikladne za život risova, ali nije nužno da oni u njima već žive (odnosno, ne zna se koji će koridori biti važni u budućnosti). Risovi se šire prostorom Slovenije, Hrvatske i Italije, i vjerojatno će se širiti i ubuduće, zbog čega u procjenama i zahvatima u prostor ima smisla očuvati i staništa i koridore koji trenutno nisu nastanjeni ili nisu u funkciji koridora, jer je moguće da će u bližoj budućnosti biti naseljeni ili biti u funkciji koridora. Kao što smo ranije naglasili, položaji modela koridora su okvirni. Savjetujemo da se u slučajevima kad su staništa relativno blizu te bi risovi mogli prelaziti među njima i/ili su prema modelu predviđeni koridori (plavi, ljubičasti poligoni) izvede detaljnija procjena u koju će biti uključen stručnjak za ekologiju zvijeri.

Proces planiranja

U skladu s literaturom, najbolje je pomoću GIS alata prvo odrediti ključne veze među staništima ili područja koja su važna za povezivost divljih životinja, na temelju čega se potom može planirati projekte u okviru kojih će se izabrati najbolje lokacije prijelaza. U tu svrhu mogu se koristiti različiti izvori: zračne fotografije, vegetacijske karte, topografske karte, modeli staništa i drugi prostorni modeli, podaci o kretanju divljih životinja, podaci o pregaženim životinjama i podaci o cestovnoj mreži (zeleni mostovi, vijadukti i drugi objekti za premošćivanje). Priručnik COST European Handbook (Luell i sur. 2003.) savjetuje da kod izbora vrste prijelaza za divlje životinje treba uzeti u obzir krajolik, staništa i ciljne vrste te ocijeniti važnost staništa i vrsta na lokalnoj, regionalnoj, nacionalnoj i internacionalnoj razini. Naglašava i važnost povezivosti mostovima za okolinu. Budući da je vijek trajanja takvih struktura 70 do 80 godina, kod izbora lokacije i planiranja treba uzeti u obzir promjene u vezi s dinamikom dotičnih životnih prostora, klimom i divljim životinjama (Clevenger i Huiser 2011.). Kako bismo ustanovili hoće li struktura za prelaženje biti financijski učinkovita, cijenu strukture treba odvagati s obzirom na više varijabli, uključujući učestalost sudara na određenoj lokaciji, cijenu strukture i pripadajuće ograde, očekivani vijek trajanja objekata, troškove održavanja prijelaza u usporedbi s troškovima koji bi nastali ako objekata ne bi bilo, te s obzirom na procijenjenu učinkovitost objekata/mjera za sprečavanje sudara (Chrisholm i sur. 2010.). Mostove i nathodnike bi zbog visoke cijene uvijek trebalo graditi za više od jedne ciljne životinjske vrste. Zbog toga, u procesu planiranja moraju što bliskije surađivati inženjeri tehničke struke i biolozi odnosno stručnjaci za ciljne životinjske vrste.

Tokom procesa planiranja, istovremeno se obrađuju brojni parametri, a predloženo rješenje često je rezultat više funkcionalnih, ekonomskih i ekoloških faktora. Stoga može biti vrlo teško definirati troškove povezane s problemima uzrokovanim fragmentacijom. Koristi od struktura i mjera za ublažavanje često rastu kroz vrijeme, kada nova infrastruktura dobije i sekundarni utjecaj na urbanizaciju ili promjenu korištenja zemljišta, čime se naknadno povećava pritisak na fragmentaciju prostora. U kalkulaciju koristi stoga





treba uračunati i dugoročnu učinkovitost izbjegavanja fragmentacije, kao i učinkovitost mjera ublažavanja.

Mjere za izbjegavanje, ublažavanje i nadoknađivanje efekata fragmentacije su ključne. Preporučuju se razumna, trajna rješenja i inženjerske strukture dugog vijeka trajanja. Divlje životinje mogu biti vrlo osjetljive na privremene smetnje uzrokovane radovima na obnavljanju i održavanju objekata odn. mjera ublažavanja.

Veliki sisavci za prelaženje u pravilu koriste samo pothodnike, nathodnike i zelene mostove (ekodukte). Strukture za prelaženje moraju biti velike, pružati nesmetan pogled na drugu stranu, te biti što je moguće horizontalnije, jer strmi nagibi smanjuju njihovu otvorenost. Tlo s obje strane prijelaza treba biti suho, a potrebno je koristiti prirodni supstrat (zemlja, vegetacija). Vegetacija na strukturi za prelaženje mora biti slična onoj na rubovima s obje strane, no strukturu i gustoću vegetacije treba planirati s obzirom na ciljnu vrstu.

Procjene utjecaja za postojeće infrastrukturne objekte moraju slijediti preporuke o tome koje lokacije i dionice treba poboljšati kako bi se smanjio efekt barijere. Preporuke u pravilu uključuju promjene na postojećim objektima za premošćivanje, izradu novih ili dodatnih struktura, promjene u sadnji i održavanju.

Postavljanje prijelaza preko postojećih prepreka znatno je skuplje od gradnje prijelaza za vrijeme gradnje novih cesta i željezničkih pruga. Veliki dio postojeće infrastrukture, mostova, kanalizacija i drugih konstrukcija, može se prilagoditi tako da se izvedu mjere ublažavanja. Uz manje izmjene, i postojeći prijelazi za ljude mogu se prilagoditi tako da odgovaraju i divljim vrstama.

Nadograđivanje prometne infrastrukture u pravilu povećava efekt barijere. Ako postojeća infrastruktura nije izgrađena uz mjere ublažavanja, novi građevinski radovi odlična su prilika da se uključe i takve mjere, jer gradnja prijelaza preko postojećih prepreka u pravilu je znatno skuplja od gradnje prijelaza uz gradnju novih cesta i željezničkih pruga.

U takvim slučajevima, originalne procjene utjecaja na okoliš mogu postati zastarjele, pa često treba donijeti novu procjenu: fragmentacija izazvana postojećom infrastrukturom mogla bi utjecati na područje i na druge uzroke fragmentiranosti koji u vrijeme donošenja procjene nisu bili predviđeni. Stoga je potrebno ponovno procijeniti efekte te izvesti dodatne analize o mogućim utjecajima na područje u pitanju. Osjetljivost staništa, njihova fragmentiranost, mobilnost životinja, veličine njihovih teritorija tj. životnih prostora i stupanj njihove osjetljivosti na smetnje, sve to su faktori koje treba temeljito odvagati pri planiranju i donošenju procjena.

Prijelazi za divlje životinje

U većini populacija sisavaca, u uobičajenim uvjetima uvijek postoji dio populacije čije jedinke nemaju stalni teritorij, nego migriraju na velike udaljenosti. To su često mlade životinje, koje su izgurane s obiteljskih/roditeljskih teritorija; u drugim slučajevima radi se o starijim tj. odraslim jedinkama koje migriraju jer traže hranu ili partnere, ili radi razmnožavanja. Motivacija za migriranje i karakteristike migracija brojnih vrsta još uvijek nisu u potpunosti razjašnjene, no te migracije sasvim su sigurno od presudne važnosti za preživljavanje i održivost populacija. Migracije jedinki iz velikih donorskih populacija omogućavaju životinjskim vrstama da se nastane i na manje prikladnim područjima, na kojima bi izolirane populacije relativno brzo izumrle.

Migracije omogućavaju kompenziranje fluktuacija u brojnosti populacija koje su izazvane povremenim pogoršanjima uvjeta u prostoru, epidemijama, vremenskim ekstremima i prirodnim katastrofama. S druge strane, migracije omogućavaju i širenje areala vrsta na onim područjima gdje se za njih stvore odgovarajući životni uvjeti. Imigracije i emigracije unutar postojećeg područja rasprostranjenosti omogućavaju potrebnu razmjenu gena koja osigurava očuvanje genetske raznolikosti.

Odgovarajući oblici objekata za premošćivanje omogućavaju lakše kretanje životinja preko glavnih prometnih puteva, i time ublažavaju negativne efekte barijera koje stvaraju ceste i drugi infrastrukturni objekti. Kada je radi ublažavanja efekata fragmentacije potrebno izgraditi zelene mostove – ekodukte i druge prijelaze za divlje životinje, investicije mogu biti poprilične. Ako su takva rješenja potrebna i na postojećim cestama, izvođenje projekta možda neće biti

Primjer koridora kod industrijske zone Podskrajnik, koji povezuje susjedne komade prikladnog staništa za risove, vukove i medvjede. Neodgovarajuće širenje urbanih područja ili industrijske zone moglo bi tu vezu potpuno prekinuti (Atlas okoliša 2018.)



jednostavno, te investitori često imaju problema s osiguravanjem potrebnih izvora. To pokazuje koliko je važno da već u startu pokušamo izbjeći fragmentaciju i u što većoj mjeri ostaviti postojeća staništa vrste netaknutima.

Donositelji odluka o infrastrukturi i njihove stručne službe moraju biti u bliskom kontaktu s lokalnim zajednicama i planerima projekata, kako bi zajedno osigurali da se učinkovitost prijelaza za divlje životinje neće smanjiti zbog drugih strukturnih planova ili drukčije upotrebe zemljišta.

Diljem svijet, za iste strukture se koriste različiti izrazi. U SAD se prijelazi dijele na četiri tipa: mostovi, prijelazi za divlje životinje, višenamjenski prijelazi i tuneli. Razlikuju se po veličini, ali svi su planirani isključivo za divlje životinje, osim višenamjenskih prijelaza, koji su namijenjeni i ljudima i divljim životinjama. Većina prijelaza za divlje životinje izgrađenih u Europi široka je 25-80 m, dok su mostovi dulji od 100 m te u skladu s preporukama široki najmanje 70 m.

Izbor tipa prijelaza ovisi o ciljnim vrstama, dužini prijelaza i topografskim karakteristikama. Prijelazi za velike sisavce moraju se nalaziti blizu migracijskih ruta koje oni uobičajeno koriste odn. koje su koristili prije izgradnje. Trase se može odrediti na temelju terenskog rada (kartografske tragove), statističkih podataka o pregaženim životinjama ili drugih podataka strukovnih i istraživačkih institucija. U idealnim uvjetima, svi prijelazi za divlje životinje morali bi što više ograničiti pristup za ljude, jer se time osigurava da ih divlje životinje koriste u najvećoj mogućoj mjeri. Najbolje je ako se takvi objekti rade isključivo za životinje, no u sredini u kojoj prevladava ljudski utjecaj neizbježno je da će neke od njih koristiti i ljudi, radi prometnog povezivanja ili rekreacije. Često je moguće postojeće prijelaze prilagoditi potrebama životinja, kako bi služili i kao prijelazi za životinje.



U idealnim uvjetima, svi prijelazi za divlje životinje morali bi što više ograničiti pristup za ljude, jer se time osigurava da ih divlje životinje koriste u najvećoj mogućoj mjeri (Foto: Kusak J.)

Brojnost i raspoređenost objekata za premošćivanje za divlje životinje

U pravilu, jedan jedini objekt za prelaženje autoceste nije dovoljan za povećanje propusnosti, budući da različite vrste mogu imati različite potrebe, a i unutar pojedine vrste je prohodnost prometnice time još uvijek vrlo ograničena, zbog čega duž prometnica treba planirati više objekata.

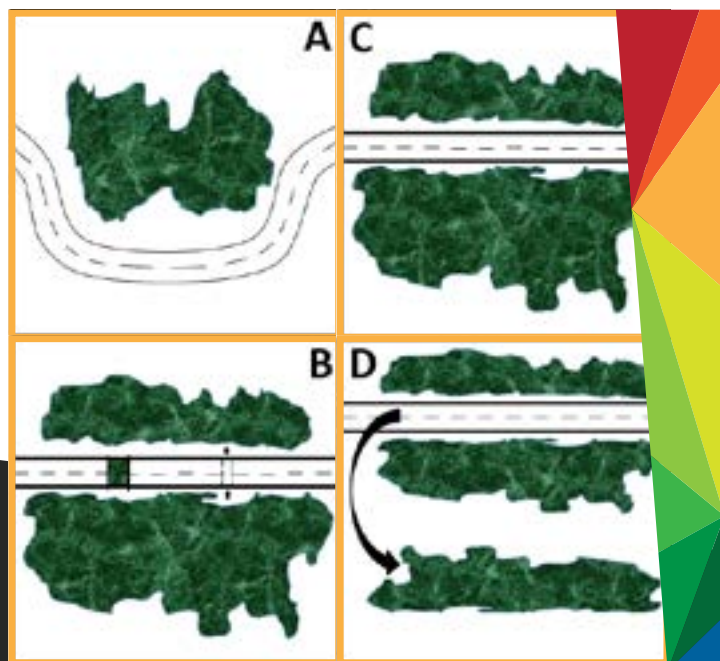
Pri određivanju broja i lokacije prijelaza, treba uzeti u obzir različite elemente: vrstu životinje, veličinu i povezivost staništa, veličinu ciljnih populacija i druge antropogene strukture duž autoceste.

Odluka o gustoći raspoređenosti prijelaza za životinje, koji su potrebni za očuvanje povezanosti staništa, vrlo je važan dio planiranja mjera ublažavanja. Odluka o broju i vrsti potrebnih mjera ovisi o ciljnim vrstama i raširenosti tipova staništa na tom području. U nekim slučajevima, potrebno je izgraditi jedan ili više širokih prijelaza, dok se negdje drugdje problem može ukloniti većim brojem manje opsežnih zahvata. Dodatni argument za izgradnju više prijelaza je da se time raspoređuje rizik da prijelaz neće biti korišten kako je zamišljeno. Potreban broj prijelaza može se odrediti prema ponašanju ciljnih vrsta u prostoru. Područje utjecaja prijelaza za životinje ograničeno je i za mobilne vrste. Udaljenost na kojoj će pojedine vrste moći doseći tj. koristiti prijelaze ovisi prije svega o veličini njihovih matičnih teritorija i socijalnim interakcijama među jedinkama koje određuju ili ograničavaju njihovu mobilnost.

Kod određivanja gustoće raspoređenosti prijelaza, treba uzeti u obzir sve opcije koje životinjama omogućuju prelaženje prometnica, uključujući i one postojeće. U pravilu, na prirodnim područjima – šumama, močvarnim područjima i na poljoprivrednim zemljištima – učestalost prijelaza mora biti veća nego na gusto naseljenim područjima ili područjima intenzivne poljoprivrede.

Udaljenost između dva prijelaza u pravilu ne smije biti veća od prosječne udaljenosti koju u danu prijeđu ciljne vrste. Kod medvjeda u Hrvatskoj to je iznosilo 1,4 km (Huber i Roth 1993., cit. po EuroNatur 2010.), a kod vukova u Dalmaciji 2,2 km (Kusak i sur. 2009.).

Drugo moguće rješenje koje je ključno za velike zvijeri zahtijeva postavljanje najmanje dvaju objekata unutar veličine matičnog teritorija pojedine jedinke.



Shematski prikaz efekata i različitih načina sprečavanja i umanjivanja efekata fragmentacije životnog prostora pojedinih vrsta. A – izbjegavanje, B – fragmentacija staništa, C – ublažavanje fragmentacije staništa, D – nadoknađivanje izgubljenog staništa

Prijelazi i druge strukture za povezivanje

Jedna od najučinkovitijih mjera ublažavanja kod planiranja prometnica je izbor najmanje štetne trase u kombinaciji s konzervativnim pristupom za očuvanje prirode. Temeljni principi su izbjegavanje štetnih efekata ili, ukoliko to nije moguće, ublažavanje negativnih utjecaja. Kada efekte nije moguće u potpunosti ublažiti, potrebne su kompenzacijske mjere.

Postojeća infrastruktura

Pri gradnji nove infrastrukture i u većini slučajeva pri obnavljanju postojeće infrastrukture, treba uračunati posljedice fragmentacije staništa, na primjer izvođenjem procjene utjecaja na okoliš. No, u slučaju postojeće infrastrukture ne postoje neposredni zakonski propisi koji bi određivali uklanjanje problema zbog npr. efekta barijere.

U skladu s Direktivom o staništima (1992.) države su obavezne uspostaviti nadzor nad nenamjernim ulovom i ubijanjem vrsta navedenih u Prilogu 4. To uključuje i stradavanje u prometu, pa se Direktiva odnosi i na postojeće prometnice. U skladu s prilogom, u slučaju vrsta na koje nenamjerno ubijanje ima negativan utjecaj, treba provoditi mjere očuvanja. Pritom je važno odrediti crne točke ili dionice na kojima postojeća cesta zadire u prirodne strukture (rijeke, riječne doline, šume itd.) koje su dio disperzijskih – migracijskih ruta ili su lokalno značajna staništa. K tome je važno odrediti i gdje i kako poboljšati postojeće mjere i kada treba uvesti nove koje bi poništile negativne posljedice prometnice.

Nathodnici i mostovi

Učinkovitost nathodnika za divlje životinje podudara se s njihovom širinom. Većina nathodnika u Europi široka je između 25 i 80 m te imaju sloj zemlje dubok od 0,5 do 2 m, što omogućava rast vegetacije. Za smanjenje razine buke i svjetlosti s ceste, koriste se i žičane ograde ili zemljani nasipi. Postavljaju se i ograde koje usmjeravaju životinje prema ulazu (EuroNatur 2010.).

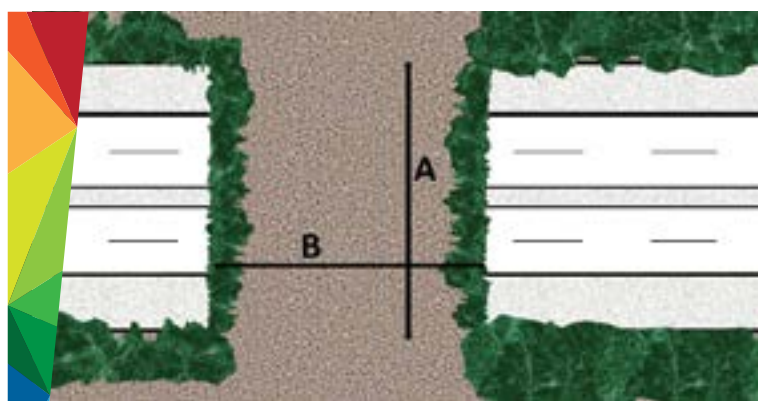
Nathodnici za divlje životinje i zeleni mostovi ili ekodukti su mostovi izgrađeni za točno određenu svrhu te uglavnom prolaze iznad željezničkih pruga ili cesta s više prometnih traka tj. prometnica s visokom gustoćom i brzinom prometa. To je skup, ali učinkovit način da se (barem lokalno) smanji fragmentacija uzrokovana cestovnom infrastrukturom.

Širina, oblik i vegetacija na prijelazima većinom ovise o ciljnim vrstama. Za velike sisavce, širina i lokacija nathodnika važniju su od oblika, supstrata ili vegetacije. S obzirom na visoku cijenu nathodnika, poželjno je da strukture budu prikladne za više od jedne ili dvije ciljne vrste. Veliki sisavcima, pogotovo velikim zvijerima, trebaju široki nathodnici. Preporučena standardna širina iznosi najmanje 80 m (između ograda) (Bank i sur. 2002., cit. po Chrisholm i sur. 2010.). Širina mora rasti u skladu s dužinom nathodnika. Minimalni omjer širine i dužine mora biti viši od 0,8. Kod užih nathodnika često se koriste posebne ograde i nasipi kojima se smanjuju smetnje zbog buke i svjetlosti s prometnice.

Većina smjernica za gradnju zelenih mostova predlaže gradnju mostova širih od 80 m. No, zeleni mostovi namijenjeni velikim zvijerima trebaju biti široki između 100 i 200 m kako bi u potpunosti mogli ispuniti svoju ekološku funkciju. Optimalna širina ovisi i o strukturi prirodnog prostora te o ekološkoj važnosti očuvanja njegove povezivosti. Na najvažnijim područjima most mora biti širok oko 100 metara, kako bi na odgovarajući način sačuvao povezivost prirodne okoline.



Odgovarajuće smješteni zeleni mostovi su među najučinkovitijim objektima za premošćivanje koji smanjuju fragmentaciju prostora velikih sisavaca, pogotovo velikih zvijeri (Huber Đ.)



*Određivanje mjera objekata za premošćivanje:
A – dužina objekta (npr. zelenog mosta), B – širina objekta*



Zeleni most Osmakovac (Hrvatska) prije odgovarajućeg ozelenjavanja (2005.) i nakon nje (2016.). (Foto: Kusak J.)

U planiranju nathodnika treba izbjegavati prijelaze u obliku luka. Čini se da divlje životinje izbjegavaju koristiti objekte u obliku luka, jer nemaju dobar pogled na drugu stranu (Schrag 2003., cit. po Chrisholm i sur. 2010.). Nagib također treba postupno povećavati, a u idealnim uvjetima on ne bi trebao prelaziti omjer 5:1, kako bi životinje mogle vidjeti na drugu stranu (Huijser i sur. 2008., cit. po Chrisholm i sur. 2010.). Ako životinja može uočiti odgovarajući prostor sa suprotne strane prometnice, veća je vjerojatnost da će koristiti objekt.

Vegetacija na zelenim mostovima služi da usmjerava životinje preko mosta, pa mora imati slične karakteristike kao prostor s obje strane objekta. Veće vrste sisavaca često usmjerava grmlje i drveće koje im nudi zaklon te ih štiti od svjetlosti i buke koja dolazi s ceste. Za sadnju treba koristiti samo autohtone biljke, po mogućnosti one koje su lokalno najčešće. Korijenje i drveće mogu otežavati održavanje objekta, tako da kod izbora odgovarajućih stabala treba uzeti u obzir i održavanje i prometnu sigurnost.

Debljina sloja zemlje može se razlikovati i ovisi o vrsti vegetacije. Preporučuje se 0,3 m za travu, 0,5 m za grmlje te 1,5 m za drveće. Za usmjeravanje životinje prema odgovarajućem prijelazu mogu se koristiti i drugi dodatni objekti – zaslони (čvrsti zidovi), nasipi ili ograde. Ograde su neizostavne na vanjskom rubu objekta i moraju biti čvrsto povezane s ogradom uz prometnicu.



Primjer neadekvatnog zelenog mosta (Vranovića ograda, Hrvatska) preko kojega je provedena i lokalna cesta do obližnjeg sela

U planiranju treba uzeti u obzir da se objekte gradi kako bi potrajali 50 do 100 godina ili više. Koridor koji omogućava pristup nadvožnjacima mora imati temelje i zaštitu prikladne za toliko dugo korištenje, te mora biti dio šireg prostornog plana na lokalnoj i regionalnoj razini. Potrebno je uspostaviti i odgovarajući način održavanja. Zahvati u prostor (stambeni objekti, lokalne ceste, industrijska područja) koji bi smanjili funkcionalnost nathodnika ne smiju biti dopušteni. Na nathodnicima i u njihovoj blizini ne smije biti dopušten lov. Ukoliko je nathodnik predviđen i za vozila i pješake, potrebno je pažljivo planirati. Za pješake je prikladnija uža staza, kako bi njihovo kretanje bilo što gušće i pravilnije usmjereno.

Odgovornost za održavanje treba odrediti već u fazi planiranja. Odgovorni moraju dobiti odgovarajuće upute (u

slučaju da nisu sudjelovali u procesu planiranja) te moraju blisko surađivati s odgovornima za održavanje cesta. Redoviti pregledi objekata, sustava vodonepropusnosti i drenažnih sustava izrazito su važni te moraju biti dio procesa održavanja. Vegetaciju treba održavati u skladu s početnim ciljevima nadvožnjaka.

Višenamjenski nadvožnjaci

U idealnom slučaju, na svim prijelazima za divlje životinje bio bi ograničen pristup za ljude. Time bi se osiguralo da ih divlje životinje koriste u najvećoj mogućoj mjeri. No, u urbanoj sredini, gdje su prirodne površine ograničene, neizbježno je da te objekte koriste i ljudi u svrhe rekreacije i transporta. U skladu s prijedlozima o karakteristikama koridora ili prijelaza koji će moći koristiti i ljudi i divlje životinje, potrebno je: (1) ograničiti pristup za domaće životinje; (2) stazu za ljude smjestiti s jedne strane koridora, ne po sredini; (3) koristiti vegetaciju, stijene i druge materijale kojima će se stvoriti vizualna granica između dijela za ljude i dijela za divlje životinje; (4) uzeti u obzir da se zajedničke prijelaze preporučuje samo ako je prijelaz dovoljno širok i ne predug.



Primjer višenamjenskih nadvožnjaka kod Velikog Gabra (autocesta Ljubljana – Zagreb), koji uključuju lokalne ceste i staze, a nakon njihove izgradnje u neposrednoj blizini izgrađeni su i novi stambeni objekti koji dodatno smanjuju učinkovitost takvih prijelaza za velike sisavce (Atlas okoliša)

Pothodnici

Pothodnici za divlje životinje uključuju sve vrste prijelaza koji su izgrađeni ispod razine na kojoj se odvija promet. Posebno su prikladni u brdovitim krajevima ili u slučajevima gdje je infrastrukturni objekt izgrađen na nasipu. Pothodnici za velike životinje grade se za sisavce poput divljih svinja, kopitara biljojeda i velikih zvijeri, ali ih jednako tako mogu koristiti i manji sisavci. Kako bi se osiguralo da ih se koristi, treba ih smjestiti uz trase koje obično koriste ciljne vrste, gdje lokalna topografija i vegetacija usmjeravaju kretanje prema prijelazu.

Pothodnik ima određenu visinu, širinu i dužinu. Dužina je u pravilu jednaka širini ceste ili željezničke pruge te stoga fiksna. U vezi s opisom dimenzija pothodnika, formulom $\text{širina} \times \text{visina} / \text{dužina}$ računa se indeks relativne otvorenosti. Dužina pothodnika je fiksna, a širinu i visinu može se prilagoditi potrebama životinja. Preporučena minimalna širina i visina iznose 15 m i 3-4 m. Indeks relativne otvorenosti mora biti veći od 1,5 kada se prolaz planira za velike sisavce (EuroNatur 2010.). Iskustva pokazuju da sisavci mogu naučiti koristiti podvožnjake koji se nalaze na njihovim teritorijima. Neiskusne životinje, pogotovo mlade životinje u disperziji, ili životinje koje podvožnjake koriste tek povremeno za sezonske migracije, mogu biti osjetljivije na dimenzije prijelaza. Vegetacija u pothodnicima često ne uspijeva zbog nedostatka svjetlosti i vode, no



Prohodnost pothodnika za velike sisavce osim o lokaciji ovisi i o širini, visini i dužini objekta odnosno o tzv. indeksu otvorenosti. Lijevo: pothodnik ispod kojeg prolazi i potok; cesta je smještena uz rub pothodnika/podvožnjaka (Potočnik H.). Desno: pothodnik s niskim indeksom otvorenosti neprikladan je za prelaženje nekim vrstama velikih sisavaca (Črtalić J.).



Važan dio održavanja prikladnosti objekata za premošćivanje je i osiguravanje njihove prohodnosti. Odlaganje materijala, pospremanje poljoprivrednih strojeva, bala silaže i slično može znatno smanjiti prohodnost objekata za životinje (Potočnik H.).

svejedno treba o njoj brinuti. Unutrašnjost pothodnika mora biti pokrivena zemljom. Grmlje posađeno uz ulaz može služiti za usmjeravanje prema prolazu i kroza nj. U tu svrhu mogu se koristiti i ograde. Drugi elementi koji odgovaraju velikim sisavcima su nesmetan pogled kroz prolaz, horizontalan put preko objekta za premošćivanje i suho prirodno tlo (zemlja ili vegetacija) s obje strane prijelaza (Chrisholm i sur. 2010.).

Poput nathodnika, i pothodnici i drugi objekti za premošćivanje su površine na kojima se ne smije loviti. Održavanje mora biti definirano u fazi planiranja, a odgovorni za održavanje (u slučaju kada to nisu iste osobe koje održavaju prometnice) moraju blisko surađivati s odgovornima za održavanje prometnica. Objekte treba redovito pregledavati, a sve prepreke moraju biti uklonjene u najkraćem mogućem roku. Drenažni sustav mora osiguravati suhu unutrašnjost pothodnika i nakon snažne kiše.

Vijadukti i riječni mostovi

Infrastrukturni objekti mogu prolaziti kroz doline po nasipima ili vijaduktima. Vijadukti imaju mnoge ekološke prednosti ako su postavljeni na pravim mjestima.

Vijadukti su najprikladniji u uskim dolinama okruženim strmim područjima jer održavaju povezanost i omogućavaju kretanje životinja, a minimalno zadiru u prostor. Tako ispod njih uglavnom ostaju očuvani prirodni vodeni tokovi i postojeća priroda. Nasipi se češće koriste u širokim, plitkim dolinama, gdje se povezanost može očuvati samo korištenjem odgovarajuće smještenih velikih kanala i pothodnika. U usporedbi s vijaduktima, znatno su manje propusni za životinje.

Po pitanju ekološke prikladnosti, niski vijadukti bolje su rješenje od nasipa, jer nude bolju prostornu povezanost te su prikladniji za širi spektar vrsta od manjih pothodnika. Uz to, u usporedbi s nasipima manje utječu na mikroklimatske uvjete u okolini. Posebno su prikladni kada prometnica prelazi vodene tokove ili osjetljive tipove staništa kao što su močvare ili krška polja.



Niski viadukti, kao na primjer kod Unca (Črtalič J.) (SLO) i Baštica (Huber Đ.) (HR) su znatno prohodniji za životinje od nasipa.

Kako bi prijelaz bio prikladan za divlje životinje, površina područja pod vijaduktom mora biti očuvana ili planirana tako da ostane što prirodnija. Zemlja je uvijek bolja od pijeska, kamena ili asfalta. Za odgovarajući rast vegetacije, vijadukti bi morali biti visoki najmanje 5 m (10 m u šumskim područjima), a za osiguravanje dodatne svjetlosti, ceste nadvožnjaka mogu biti odvojene i prolaziti dvama paralelnim objektima. Ako vijadukt prelazi preko rijeke, mora biti dovoljno širok da ispod vijadukta sa svake strane ostaje barem 10 m prostora za rast vegetacije, a vodeni tok mora biti očuvan u što prirodnijem stanju. Ako ispod vijadukta prolazi cesta na kojoj se promet odvija i noću, preporuča se upotreba nasipa ili drugih struktura za smanjivanje utjecaj prometne rasvjete. Područje ispod vijadukta ne smije se koristiti kao skladište za opremu ili poljoprivrednu mehanizaciju, te ne smije biti ograđeno. Dostupnost za vozila možemo smanjiti namještanjem odgovarajućih prepreka koje će spriječiti ili smanjiti intenzitet prelaženja.

Tuneli

Tuneli su najbolje rješenje za prelaženje životinja preko prometne infrastrukture te za očuvanje prirodnog okoliša i njegove povezanosti koja ima visoku ekološku vrijednost. Troškovi gradnje mogu biti visoki, ali ekološka korist je neprocjenjiva. Raspon koristi ovisi o metodi izgradnje tunela. Izbušeni tuneli omogućavaju da područja visoke ekološke vrijednosti ostanu netaknuta te uzrokuju najmanje ekološke štete. Galerije i natkriveni ukopi mogu biti prikladniji za područja od manje važnosti za zaštitu, a na kojima je ipak važno očuvati povezanost između staništa ciljnih vrsta.



Tuneli su (u usporedbi s drugim objektima za premošćivanje) daleko najbolje rješenje za potpuno izbjegavanje zahvata u područja visoke ekološke vrijednosti (Huber Đ.)



Područje iznad tunela u potpunosti je očuvano, što je posebno važno ako ima značajnu ekološku ulogu povezivanja staništa (tunel Plasina, Hrvatska)

Upotreba vegetacije

U fazi dizajniranja, važno je upoznati vrste vegetacije i sastav vrsta koje su u skladu s novom prometnom infrastrukturom. Najvažnije je uzeti u obzir njihovo uklapanje u krajolik, doprinos očuvanju prirode i interese korisnika. Gdje god je to moguće, planovi za sadnju moraju uključivati autohtone vrste koje prirodno rastu na tipu zemlje prisutnom uz prometnicu, te koje ne bi bilo potrebno dodatno zalijevati kako bi uspješno rasle. U slučajevima kada je to potrebno, kao zamjensko rješenje mora se koristiti prirodna regeneracija vegetacije. Ako se vegetaciji omogući da se prirodno regenerira, okolina će u najvećoj mogućoj mjeri odgovarati lokalnim tipovima staništa.

Sprečavanje i smanjivanje smrtnosti divljih životinja

Jedan od glavnih rizika za sigurnost u prometu, koji može dovesti do prometnih nesreća, je izlaženje divljih životinja na ceste. Zbog toga treba uvijek težiti razdvajanju prometa od divljih životinja, jer jedino tako možemo smanjiti vjerojatnost prometnih nesreća s ozbiljnim posljedicama.

Mjere opisane u nastavku namijenjene su tome da odvrćaju divlje životinje od cesta i drugih prometnica ili im smanjuju pristup istima. Te mjere djeluju kao prepreke, čime dodatno povećavaju efekt barijere koji nastaje zbog prometnica. Kako bismo to spriječili, uvijek ih treba koristiti zajedno s prijelazima koji usmjeravaju životinje prema i kroz objekte preko kojih mogu sigurno prijeći.

Ograde

Ograde i zidovi mogu stvarati značajan efekt barijere, te znatno utjecati na izgled ceste u prostoru. Njihovo korištenje mora biti ograničeno na posebnu infrastrukturu, na kojoj su doista potrebni. Ograde se u većini slučajeva postavlja kako bi se spriječio pristup cestama za životinje, čime se smanjuje broj nesreća zbog sudara s vozilima, pogotovo kod velikih sisavaca. Prema dostupnim podacima, risovi vrlo rijetko zalaze na područja ograđenih autocesta. Iako ograde za njih fizički ne predstavljaju značajne barijere, smetnje koje proizlaze iz blizine autoceste očito značajno utječu na njihovo ponašanje te ih odvrćaju od penjanja preko ograda. Takvog efekta nema kod medvjeda, koji često prelaze preko ograda te su zbog toga često žrtve sudara s vozilima čak i na ograđenim autocestama. Na cestama ili željezničkim prugama gdje se promet odvija velikom brzinom rizik od nesreća je visok,



Dopunjivanjem ili nadgradnjom mjera ublažavanja možemo povećati propusnost ili smanjiti smrtnost životinja čak i na suvremenijim autocestama (Reljić S.)



Sprečavanje pristupa autocestama i odbijanje velikih zvijeri od zadržavanja na kritičnim dionicama autocesta mogu znatno utjecati na smanjenje njihove smrtnosti pri prelaženju te posljedično povećati demografsku samodostatnost određenih dijelova populacije. (Huber Đ. lijevo, Bartol M. desno)

zbog čega su brze ceste i autoceste u većini europskih država (uključujući i Sloveniju i Hrvatsku) cijelom dužinom ograđene, dok su na cestama s niskom gustoćom prometa ograde postavljene samo na najrizičnijim dijelovima. U takvim slučajevima opasne su točke na krajevima ograda, a na ograđenim cestama (brze ceste, autoceste) kritične lokacije mogu biti otvoreni izlazi i ulazi. Životinje na tim mjestima ulaze na područje prometnice, nakon čega često ostaju zarobljene na cesti. Kako bi se to izbjeglo, ograde uvijek moraju završavati uz objekte kao što su mostovi ili prijelazi, gdje je moguće sigurno prelaženje. U slučajevima kad je ograđen samo pojedini dio ceste, ograde moraju prolaziti 500 m ili više od opasnog područja. Ako je moguće, ograde treba postaviti blizu ceste, kako bi se smanjilo područje nedostupno divljim životinjama. Neovisno o namjeni, ograde svejedno povećavaju efekt barijere, zbog čega je uz korištenje ograda potrebno planirati i lokacije na kojima će divlje životinje moći sigurno prijeći prometnicu. U kombinaciji s prijelazima za divlje životinje, ograde služe kao linije usmjeravanja prema mjestima za prelaženje. Ako negdje postoji opasnost da životinja ostane zarobljena na cesti, moraju biti dostupni izlazi koji će životinji omogućavati da pobjegne s opasnog područja.



Sve autoceste u Sloveniji i Hrvatskoj su radi osiguravanja sigurnosti u prometu ograđene najmanje 160 cm visokom ogradom. Na nekim kritičnim dijelovima ju radi zadržavanja medvjeda nadopunjuje i električna ograda (Potočnik H.)

Standardne ograde za divlje životinje napravljene su od metalne mreže pričvršćene na stupove. Visina i veličina mreže ovise o ciljnim vrstama kojima je namijenjena. Ograda mora biti dovoljno visoka da ju životinje ne mogu preskočiti, a na dnu mora biti pričvršćena tako da se ne mogu provući ispod nje. Na zasniježenim područjima mora i zimi biti osigurana minimalna visina, a gornja žica na mreži mora moći podnijeti težinu snijega. Metalna mreža mora biti pričvršćena s vanjske strane stupova i okrenuta od ceste. Time se sprečava padanje mreže pri naletu divljih životinja. Stupovi trebaju biti metalni ili drveni te dovoljno čvrsti da izdrže pritisak životinja. Smjernice preporučaju (Technical prescriptions..., 2016.) okomite stupove promjera 10-12 cm (ako su drveni) ili 5-6,5



Održavanje ograda važno je za smanjivanje smrtnosti životinja na prometnicama, ali i za osiguravanje sigurnosti sudionika u prometu, što je posebno važno kod velikih životinja kao što je medvjed (Huber Đ.)

cm (ako su čelični). Svi stupovi moraju biti dobro ukopani u tlo (70 cm ili više). Medvjedi su vješti penjači, zbog čega im klasične ograde ne predstavljaju učinkovitu prepreku, no unatoč tome ih usmjeravaju na lakše prohodna mjesta. No, medvjedi na nekim mjestima ipak češće prelaze penjanjem preko ograda, a takve lokacije prepoznajemo po većem broju prometnih nesreća do kojih je došlo zbog sudara vozila s medvjedom. U takvim slučajevima vrlo su se učinkovita pokazale dodatne električne ograde. S obzirom da su takve ograde skuplje i zahtijevaju redovno održavanje, u pravilu se koriste samo na kritičnim dijelovima ili tek povremeno, kako bi se životinje navikle na promijenjene uvjete u prostoru nakon izgradnje nove infrastrukture.

Obične ograde namijenjene velikim sisavcima možda neće biti prikladne za medvjede. Na dijelovima gdje se pojavljuju medvjedi, alternativno rješenje može biti i postavljanje posebnih ograda za medvjede. Najboljom se pokazala mreža dimenzija 8x10 cm, debljine žice 2,7 mm, visine 3 m, s prevjesom od 80 cm pod kutom od 45 stupnjeva u smjeru suprotnom od ceste. Donji dio ograda treba biti ojačan horizontalno postavljenom mrežom širine 1,5 m, pričvršćenom s vanjske strane ograda, koja će sprečavati medvjede da kopaju ispod nje. Stupovi (preporučenog promjera 60 mm i debljine 4 mm) također moraju biti ojačani (Technical prescriptions..., 2016.). Pregled ograda mora biti dio redovnog pregleda ceste barem jednom godišnje, a u prvoj godini nakon postavljanja i češće. Potrebno je odmah popraviti rupe i druga oštećenja, te posebnu pažnju obratiti na znakove mogućeg penjanja preko ograda.

Dinamični prometni znakovi sa senzorima

Uobičajeni prometni znakovi upozorenja za životinje na cestama dokazano ne djeluju – njihov utjecaj na stupanj smrtnosti je minimalan ili nikakav (Clevenger & Huijser 2011.). Istraživanje je pokazalo da vozači ne uspore kada prođu kraj takvih prometnih znakova, a često ih uopće ni ne primijete. Dinamični sistemi signaliziranja relativno su nov način upozoravanja vozača da uspore i obrate pažnju čime će smanjiti mogućnost sudara s divljim životinjama. Zovemo ih dinamičnima jer ih aktiviraju životinje ulaskom na opasno područje uz cestu, gdje na njih reagira senzor. Kako bi se povećala njihova učinkovitost, znakovi upozorenja koriste se u kombinaciji s različitim senzorima postavljenim uz rub ceste, npr. senzorima za toplinu, senzorima za vibracije tla ili laserskim infracrvenim senzorima. Senzori se postavljaju uz sam rub ceste te mogu reagirati na životinje udaljene do 250 m. Signali se pale tek kada su divlje životinje u blizini ceste.

Taj pristup naravno zahtijeva upoznavanje ljudi s takvom prometnom signalizacijom. Ako znaju da znakovi upućuju na neposrednu opasnost, prilagodit će svoj način vožnje odnosno ponašanje u prometu. Kod dinamične signalizacije treba obratiti posebnu pažnju na redovne preglede odnosno provjere pravilnog funkcioniranja tehničke opreme. Znakovi upozorenja na divlje životinje moraju biti smješteni samo ondje gdje je rizik od sudara visok, jer što su češći, ljudi će manje na njih obraćati pažnju. Učinkovitost signalizacije postaje još veća s dodatkom trepćućih svjetala ili trepćućeg znaka za ograničenje brzine koji se pali samo kada su životinje aktivne.



Dinamični prometni znakovi koji pomoću senzora reagiraju na životinje uz cestu i aktivno upozoravaju vozače znatno bolje djeluju na smanjenje brzine vozila i povećanje pažnje vozača u usporedbi s klasičnim prometnim znakovima.



Organski otpad iz spremnica na odmorištima autocesta u Hrvatskoj privlači medvjede i povećava rizik od sudara s vozilima. Zbog toga su na kritičnim točkama postavljeni spremnici koji medvjedima onemogućavaju pristup hrani, tzv. »medozaštitne kante« (Huber Đ.) (Reljić S.)

Spremnici za otpad otporni na medvjede

Iako ova mjera nije prikladna za risove, donosimo ju u nastavku teksta kako bismo pružili potpun pregled značajnih mjera za ostale vrste velikih zvijeri. U potrazi za hranom, medvjedi često posjećuju antropogene izvore hrane (one koje stvara čovjek). Ako su ti izvori u blizini regionalnih cesta ili autocesta, povećava se rizik od sudara medvjeda s vozilima. Do sada se pokazalo da potencijalni posjeti medvjeda odmorištima uz autoceste u Sloveniji ne predstavlja veći problem, a povremeni problemi primijećeni su samo na nekim dijelovima glavnih cesta u Notranjskom. No, na hrvatskim autocestama je kretanje medvjeda područjem ograđenih autocesta uz odmorišta gdje traže ostatke hrane uzrok čak jedne trećine svih nesreća u kojima su sudjelovali medvjedi (Jerina i sur. 2012.)

Umjetni uređaji za odvracanje

Akustični (zvučni) uređaji za odvracanje koriste tehnologiju koja životinje odvraća od ciljnog područja. Tehnologija za prometnu infrastrukturu koristi se za odvracanje sisavaca od opasnih područja uz cestu, čime se smanjuje broj sudara vozila s divljim životinjama. Najčešće se koriste za sprečavanje sudara vozila s velikim sisavcima ili kopitarima. Njihova učinkovitost varira ovisno o vrsti, dobu godine i regionalnim posebnostima (Jelenko i sur. 2013.). U Sloveniji je provedena procjena učinkovitosti zvučnih i drugih uređaja za odvracanje koji su povoljno utjecali na smanjenje broja sudara vozila s velikim sisavcima, no njihov se utjecaj s prolaskom godina smanjivao zbog habituacije/privikavanja životinja na podražaje (Pokorny i sur. 2008.).



Zvučne repelente koji odvrćaju životinje od područja cesta možemo postaviti izravno na stupiće uz cestu (Zaluberšek M.)

Upotreba reflektora za upozoravanje divljih životinja vrlo je raširena. Napravljeni su od različitih vrsta reflektirajućih/metalnih traka koje se postavljaju oko stabala, na stupiće uz cestu ili druge objekte. Snop svjetla od vozila koja se približavaju reflektira se uz rub ceste, što bi životinjama trebao biti znak upozorenja da ne izlaze na cestu. Takva su pomagala popularna jer su jeftina i lako ih se postavlja. No, detaljna analiza istraživanja provedenih diljem svijeta u proteklih

nekoliko desetljeća pokazala je da nema mnogo dokaza dugoročne učinkovitosti reflektora za upozoravanje divljih životinja (luell i sur. 2003.). Posljednjih godina provode se brojna istraživanja kojima proizvođači povećavaju učinkovitost reflektora, a one s najvećim potencijalom pokusno postavljaju i na slovenske prometnice. Nedostatak reflektora je to što zahtijevaju često održavanje.

Za sprečavanje nesreća koriste se i olfaktorni (mirisni) repelenti, koji su većinom namijenjeni kopitarima biljojedima. Prirodne ili umjetne tvari koje su najčešće mješavina ljudskih i vučjih mirisa te mirisa drugih predatora miješaju se u pjenu, koju se potom nanosi na stabla, stupiće ili druga mjesta blizu prometnica. Neka iskustva pokazuju da se broj nesreća s kopitarima korištenjem olfaktornih repelenata privremeno smanjio, no to rješenje nije prikladno za neke druge vrste, npr. medvjede kao predatore, te bi to područje trebalo dodatno istražiti.

Izlazna vrata i iskočne rampe

Autoceste, ceste ili brze željezničke pruge na kojima postoji velik rizik od sudara s divljim životinjama u pravilu su ograđene. Unatoč tome, životinje, pogotovo medvjedi koji se znaju popeti preko ograde, često se nađu unutar ograđenih površina. U takvim slučajevima je važno omogućiti životinji da što prije napusti ograđeno područje kako bi se smanjio rizik od sudara s vozilima. Postavljanje jednosmjernih izlaznih vrata i iskočnih rampi u takvim slučajevima može znatno smanjiti broj prometnih nesreća u kojima sudjeluju životinje te povećati sigurnost u prometu. Rampe moraju biti jednako visoke kao žičana ograda, kako bi omogućavale izlaz svakog medvjeda ili druge divlje životinje koja uđe na ograđeno područje autoceste ili brze ceste.



Mjere kojima omogućavamo/olakšavamo izlaženje životinja s ograđenih prostora prometnica, kao što su jednosmjerna izlazna vrata i iskočne rampe, smanjuju vjerojatnost sudara s vozilima (Huber Đ.)

Uređivanje vegetacije uz infrastrukturne objekte

Planiranje i uređivanje vegetacije uz ceste i željezničke pruge odvija se na različite načine, pri čemu jedan od ciljeva uređenja može biti i smanjenje broja sudara. Vegetacija se ponekad koristi i kako bi životinje odmamila od ceste, utjecala na njihovo ponašanje ili učinila životinje vidljivijima za vozače.

Čišćenje i uklanjanje grmlja i drveća u 3-10 m širokom pojasu uz cestu čini površine uz cestu manje privlačnima za neke velike sisavce poput jelena. Ujedno poboljšava preglednost prostora uz cestu za vozače, što doprinosi i smanjenju opasnosti od sudara s divljim životinjama. Svrha te mjere je, dakle, prije svega smanjenje broja sudara velikih sisavaca i automobila. Ta mjera prikladna je za ceste koje nemaju veliko prometno opterećenje i za željezničke pruge. Živica ili pojas stabala uz ogradu može usmjeriti životinje prema prijelazu za životinje.

8 Ekološka kompenzacija

Unatoč dobrom planiranju i korištenju mjera ublažavanja kako bi se spriječili ili smanjili štetni utjecaji na prirodni okoliš, nemoguće je u potpunosti izbjeći negativne utjecaje infrastrukturnih zahvata u prostor. Ta je činjenica u brojnim europskim zemljama dovela do načela ekološke kompenzacije. Pojam ekološka kompenzacija podrazumijeva da prirodna staništa i njihove karakteristične oblike, poput močvara ili vodenih površina, treba stvoriti drugdje ako na njih utječe planirani ili odobreni projekt. Pri korištenju kompenzacije, potrebno je mjerama uravnotežiti »ekološku štetu« kako bi se spriječili neto gubitci. Time se doprinosi dobrobiti ciljnih vrsta i njihovih staništa. Ekološku kompenzaciju može se definirati kao stvaranje, obnavljanje ili poboljšavanje pojedinih tipova staništa kao protumjeru ekološkoj šteti koju uzrokuje ili će uzrokovati infrastrukturni zahvat u prostor. Cilj ekološke kompenzacije je naglašavanje važnosti očuvanja prirode pri planiranju projekata i prihvatanju odluka te sprečavanje neto gubitaka ako je zahvat u prostor već odobren. Ti ciljevi znače da je ekološka kompenzacija mjera u krajnjem slučaju – dolazi u obzir tek onda kada štetu nije moguće spriječiti planiranjem i mjerama ublažavanja. Ekološku kompenzaciju ne smije se doživljavati kao rješenje koje omogućava odobrenje projekata ni kao dopuštenje da se na taj način »osigura« ispunjenje ekoloških ciljeva. Budući da pravnih instrumenata (kao što su npr. instrumenti izvlaštenja) koji bi planerima omogućili stjecanje odgovarajućih zemljišta ima malo, kompenzacijske mjere često se koriste dobrovoljno, dogovorom između prostornih planera, investitora u projekt, ekoloških službi, vlasnika zemljišta ili drugih dionika.

Kompenzacijske mjere znatno se razlikuju od načela očuvanja prirodnog okoliša (politika očuvanja prirode). Unatoč tome, moraju biti u skladu s lokalnim i nacionalnim ciljevima koji se odnose na očuvanje prirode. Za razliku od mjera očuvanja prirode i mjera ublažavanja, ekološka kompenzacija u pravilu se odvija izvan područja upravljanja prometnicama. Budući da su inicijatori projekta odgovorni za izvođenje kompenzacijskih mjera, društva za ceste ili autoceste moraju uložiti veliki trud za stjecanje zemljišta u blizini infrastrukturnih objekata kako bi se ostvarili ciljevi kompenzacije. Odgovarajućim smještanjem područja za kompenzaciju, npr. tako da su prostorno povezana sa staništima ciljnih vrsta, može se uspostaviti odgovarajuća ekološka funkcija odnosno nadomjestiti izgubljeni prostor ili povezanost.

Kod izvođenja kompenzacijskih mjera, preoblikovanje prostora može uključivati i prilagođavanje poljoprivrednih djelatnosti koje uzima u obzir očuvanje prirode (npr. livadske ptice ili močvarni leptiri). Po pitanju prostora i ekoloških efekata, zamjenska staništa ipak ne mogu u potpunosti nadoknaditi štetu koju pogođenim područjima nanosi izgrađena infrastruktura. Ekološku kompenzaciju se može koristiti kao mjeru u širokom rasponu utjecaja, od pogoršanja (degradacije) staništa ciljnih vrsta (stanište i dalje postoji, ali je oštećeno) do gubitka funkcija kao što su izvori hrane i energije. U slučaju risova teško možemo govoriti o mjerama koje bismo mogli koristiti kao kompenzaciju, budući da im je potrebno daleko više prostora nego što je moguće kompenzirati. No, neke bi mjere kojima se stvaraju »otoci« staništa (šikare, zarasle livade, šumarci) ili linijske strukture mogle poboljšati povezanost prostora na mjestima između dva staništa gdje ju prometnice dodatno smanjuju.

Monitoring mjera i učinaka

Po završetku gradnje cesta, željezničkih pruga, vodenih tokova, urbanih i industrijskih površina, od presudne je važnosti pratiti kako izgrađena infrastruktura djeluje na prirodu, jer taj mehanizam omogućava planerima da provjere učinkovitost mjera koje su korištene za smanjenje utjecaja infrastrukture na fragmentaciju staništa. Uz dobro osmišljen plan monitoringa možemo provjeriti ispunjavaju li mjere ublažavanja zadane ciljeve i procijeniti omogućavaju li dugoročno ublažavanje negativnih efekata na ciljne vrste, populacije i njihov životni prostor.

Ukratko, monitoringom možemo ocijeniti jesu li za vrijeme i nakon izgradnje infrastrukture provedene odgovarajuće i dovoljne mjere ublažavanja koje osiguravaju najmanji mogući utjecaj na fragmentaciju životinjskih populacija i njihovog životnog prostora. Pritom je informiranje o rezultatima monitoringa jednako tako važno za stjecanje znanja o razvoju učinkovitijih, a posljedično i jeftinijih mjera.

Monitoring mora uključivati redovito mjerenje i prikupljanje podataka odabranih varijabli. Pritom možemo mjeriti učinkovitost objekata za premošćivanje i drugih mjera za ublažavanje koje poboljšavaju povezanost ili pratiti učinkovitost mjera izravno praćenjem ciljnih vrsta i njihovog životnog prostora (tzv. ekološki monitoring). Prvi oblik monitoringa fokusira se na pregled i praćenje učinkovitosti mjera mjerenjem lokalnih varijabli kao što su brojnost i zastupljenost vrsta životinja koje koriste pojedini prijelaz ili broj pregaženih životinja na određenom dijelu infrastrukturnog objekta. Monitoring se može fokusirati na pojedinu mjeru, no u pravilu se preporučuje provođenje monitoringa više mjera koje su međusobno povezane ili utječu na ostvarivanje istog cilja. Takav oblik monitoringa mora biti uključen u redovni plan upravljanja i održavanja infrastrukture.

Drugi oblik monitoringa, tzv. ekološki monitoring, fokusira se na učinke mjera na pojedine vrste i njihova staništa, ili drugim riječima, na ekološke učinke mjera ublažavanja i kompenzacijskih mjera. Pokušava prepoznati promjene u genetskoj raznolikosti, genetskoj strukturi, protoku gena, rasprostranjenosti vrsta i populacijskoj dinamici. Nakon izgradnje nove prometne infrastrukture bilježe se određene karakteristike staništa, prostorni uzorci i prirodni procesi te se izvodi usporedba s početnim uvjetima.

Ekološki monitoring većinom zahtijeva dugotrajan i opsežan pristup koji uzima u obzir cjelokupni opseg provedenih mjera kao i potencijalne sinergijske efekte koji se pojavljuju kada se u već postojeću mrežu doda nova prometna infrastruktura. Zbog toga se taj oblik monitoringa u pojedinim slučajevima mora provoditi dugoročno, npr. kad je izgrađen prijelaz za divlje životinje ili zeleni most za povezivanje staništa ugroženih vrsta ili drugih ekološki važnih područja.

Neki od parametara ekološkog monitoringa mogu biti (1) stupanj smrtnosti uzrokovane sudarima na cestama i željezničkim prugama te utjecaj na dinamiku populacije (vijabilnost) ciljnih vrsta. (2) Procjenjivanje efekta barijere cjelokupne infrastrukturne mreže uzimajući u obzir ne samo životinje koje u pokušaju da pređu objekt postaju žrtve prometa, nego i one koje pokušaju preći objekt, ali ih od toga odvrate ometajući elementi kao što su prometna/gradska buka ili rasvjeta. Ekološko praćenje daje vrlo dragocjene informacije za planiranje novih infrastrukture, na temelju kojih se ublažava njihov utjecaj i doprinosi boljem razumijevanju problema. Takav je monitoring zahtjevan i u pravilu ga provode stručnjaci za pojedine divlje životinje/vrste, s obzirom na to da se metode, vremenske i prostorne dimenzije praćenja znatno razlikuju ovisno o vrsti i okolišu.



Unatoč tome što se sve više ustaljuju druge metode monitoringa, praćenje tragova u snijegu još uvijek je važan način procjenjivanja propusnosti prostora (prometnica) za sisavce (Reljić S., Krofel M.)

Za praćenje mjera ublažavanja često se koristi više metoda. Najčešće metode za bilježenje smrtnosti i provjeravanje korištenja prijelaza za životinje su: (1) bilježenje pregaženih životinja na cestama i željezničkim prugama, (2) bilježenje udjela životinja koje uspješno prelaze prometni infrastrukturni objekt (npr. tragovi u snijegu) i (3) praćenje korištenja prijelaza za životinje bilježenjem životinjskih tragova na tlu ili upotrebom foto/video zamki.

Za praćenje učestalosti kojom životinje prelaze preko novih objekata te korištenja s obzirom na zastupljenost pojedinih vrsta možemo koristiti različite metode: genetsko testiranje (dlaka/izmet), podaci o pregaženim životinjama ili sudarima s vozilima, praćenje tragova, foto/video-zamke, praćenje životinje pomoću GPS ili VHF telemetrije ili pomoću senzora koji reagiraju na prelaženje (infracrvene ili laserske zrake). Kako bi se usporedbom mogla ustanoviti učinkovitost objekata za premošćivanje, potrebno je praćenje izvesti prije i nakon izgradnje objekata. Najbolji rezultati monitoringa postižu se upotrebom kombinacije različitih metoda.



Za što bolji uvid u prelaženje sisavaca preko prometnica ili objekata za premošćivanje često se koristi više različitih metoda praćenja. Lijevo: I bilježenje izmeta pojedinih vrsta može biti izvor podataka za analize (Reljić S.) Desno: Senzori pokreta mjere učestalost prelaženja ili prisutnost životinja javljaju aktivnoj prometnoj signalizaciji (Petkovšek S.)

Za praćenje kretanja sisavaca pomoću tragova u pijesku potrebno je namjestiti sloj pijeska cijelom širinom objekta za premošćivanje, što u slučaju zelenih mostova znači pojas od čak 100 ili 200 m. Preporuča se korištenje finog pijeska koji olakšava prepoznavanje i kad se radi o manjim vrstama. Praćenje tragova mora se obavljati redovito, a jednako tako treba održavati sloj pijeska, pogotovo u slučaju nevremena koje briše nastale tragove. Iako tom metodom možemo zabilježiti velik broj prelaženja, ne možemo ustanoviti koliko jedinki koristi prijelaz, pa u tu svrhu moramo koristiti i druge metode (npr. foto-zamke, genetske metode).

Gužvica in sod. (2014) je pri spremljanju učinkovitosti zelenih mostov za velike sesalce na Hrvaškem preizkusil tri različne metode: spremljanje sledi s peščenimi blazinami, spremljanje s pomočjo aktivnih IR senzorjev ter monitoring s pomočjo uporabe foto-pasti. Rezultati so pokazali, da so foto-pasti zelo zanesljive, vendar pa niso vedno primerne za spremljanje vrst, ki se premikajo hitro. Učinkovite so se izkazale tudi peščene blazine, še posebej, če se zanje uporabi večji delež fino mlettega materiala oziroma peska.

Standardni infracrveni detektori, tzv. brojači prometa, mogu se koristiti i za praćenje broja životinja koje prelaze preko objekta za premošćivanje. Životinja kretanjem aktivira senzor/ brojač i tako se bilježi ukupan broj životinja koje su u određenom razdoblju koristile objekt za prelaženje. Detektori se instaliraju na zidove prijelaza, a može ih se prilagoditi da prate samo kretanje većih ili manjih životinja. U pravilu, detektori bilježe i datum i vrijeme kretanja. Nedostatak te metode je to što ne daje informacije o vrstama životinja koje su prešle objekt, zbog čega dobivene informacije imaju ograničenu vrijednost, pa ih treba koristiti u kombinaciji s drugim metodama monitoringa.



Uz slojeve pijeska i senzore kretanja životinja preko prometnica i objekata za premošćivanje, praćenje pomoću foto-zamki je učinkovita metoda utvrđivanja prohodnosti za pojedine životinjske vrste.



Lijevo: Tragovi medvjeda i vuka u sloju pijeska kojim se prati učinkovitost objekata za premošćivanje (Huber Đ.) Desno: Suvremene foto-zamke mogu detektirati životinje koje prelaze i u dnevnim i u noćnim uvjetima pomoću 940 nm infracrvenog svjetla (reflektora) koje je sisavcima nevidljivo (Potočnik H.)



Slojevi pijeska na zelenim mostovima obično se kombiniraju sa senzorima kretanja životinja, što omogućava procjenu učestalosti prelaženja pojedinih životinjskih vrsta čiji se tragovi vide u pijesku (Huber Đ.)

Proučavanje snimaka sigurnosnih kamera ili kamera za nadzor prometa

Neki nadvožnjaci, tuneli ili riječna korita opremljeni su CCTV kamerama za nadzor prometa i sigurnosti. Na snimkama se često vide životinje koje prelaze cestu ili se nalaze u blizini prometnog infrastrukturnog objekta. Te informacije može se upotrijebiti za praćenje neodgovarajućih prelaženja, nedostataka ograda ili za prikupljanje drugih informacija u vezi s ponašanjem životinja u kontaktu s prometnom infrastrukturom.

Postavljanjem satelitskih/VHF prijemnika/odašiljača/ogrlica na životinje možemo dobiti mnogo više informacija o ponašanju životinja u blizini prometne infrastrukture nego na temelju drugih vrsta podataka. Dobiveni podaci nude informacije o kretanju životinja, o njihovim matičnim teritorijima i lokacijama na kojima prelaze infrastrukturne objekte. Ta



Nadzorne kamere snimile su medvjeda kako prelazi preko ograđene autoceste Zagreb-Rijeka u blizini tunela Sleme (ARZ)



Praćenje kretanja životinja pomoću GPS telemetrije omogućava vrlo detaljan uvid u njihovo ponašanje uključujući utvrđivanje utjecaja prometnica, naselja i drugih ljudskih aktivnosti na korištenje prostora (Potočnik H.)

je metodologija u prošlosti većinom korištena u slučaju ugroženih ili karizmatičnih vrsta životinja, kao što su risovi, vukovi i medvjedi. Metoda je vremenski zahtjevnija, jer životinje prvo treba uhvatiti, a zatim pratiti njihovo kretanje. Daljnjim razvojem, ta metoda postaje sve korisnija, financijski isplativija i prikladnija i za monitoring drugih vrsta.

Zbog brzog razvoja tehnika telemetrije divljih životinja na temelju GPS telemetrije i molekularne genetike kroz posljednjih par desetljeća, na raspolaganju je niz novih alata koji su u mnogim aspektima značajno izmijenili načine proučavanja, praćenja i kontroliranja populacija ugroženih vrsta. Posebno važna metodologija za planiranje, praćenje i ocjenjivanje utjecaja novih zahvata u prostor, uključujući prometnu infrastrukturu, na risa, je prostorno modeliranje prikladnosti staništa u GIS programima, pogotovo područje »krajobrazne genetike« (engl. »landscape genetics«). To je nova disciplina koja proučava genetske veze između jedinki, sub-populacija i populacija u prostoru, te pokušava kako na njih utječu karakteristike tog prostora. Te podatke se, uz paralelnu upotrebu modela kojima se utvrđuje prikladnost staništa npr. za risove, može koristiti za ocjenjivanje povezivosti staništa, efekata linearnih prepreka (npr. cesta, autocesta, velikih rijeka) te za dizajniranje modela povezivosti prostora s točke gledišta risa.

S obzirom na to da istraživanja pokazuju kako nekim vrstama treba više vremena da se prilagode i nauče prelaziti objekte za premošćivanje ili da se naviknu na nove objekte, razdoblje praćenja od jedne ili dvije godine često je prekratko da bi dalo pouzdane rezultate. Stoga su prikladnija istraživanja koja traju četiri, pet ili čak i više godina.



Razvoj suvremenih genetskih alata koji omogućavaju prepoznavanje pojedinih vrsta i jedinki na temelju izolirane DNK iz urina, izmeta, dlake ili sline daje nam sve bolji uvid u prelaženje životinja odnosno »protok gena« između pojedinih staništa odnosno jezgara populacije (Potočnik H.)

10 Primjeri uspješnih praksi

Nacionalni park Banf, Kanada

Jedan od prvih sistematskih pristupa smanjenju negativnih učinaka prometne infrastrukture na svijetu proveden je na području nacionalnog parka Banf u Kanadi. Park je utemeljen 1885. i proteže se površinom od 6.641 km². Autocesta Trans-Canada, koja ima četiri trake, dijeli park na dva dijela. Zbog zalaganja vodstva nacionalnog parka kako bi se smanjila smrtnost divljih životinja i povećala povezivost populacije, autocesta je još od 1982. jedno od pokusnih područja za gradnju i testiranje objekata za premošćivanje koji ublažavaju učinke cesta na divlje životinje. Od tada se odvijaju istraživanja kojima se prate i proučavaju divlje životinje u parku i njihove reakcije na objekte kao što su: telemetrijska i druga terenska istraživanja, praćenje prelaženja preko pijeska, praćenje prelaženja pomoću kamera i genetska istraživanja. Rezultat je jedna od najvećih i najstarijih zbirka podataka tog tipa na svijetu. Trenutno je u parku 45 objekata za premošćivanje za divlje životinje (6 zelenih mostova i 39 pothodnika) i 166 km ograde uz autocestu.

Rezultati izvedenih mjera ublažavanje za smanjenje smrtnosti medvjeda i povećanje propusnosti autoceste za divlje životinje Rijeka – Zagreb

Planiranje objekata za premošćivanje za divlje životinje u Hrvatskoj je započelo prije više od 10 godina u okviru projekta za zaštitu medvjeda. Zbog planirane izgradnje autoceste Zagreb – Rijeka istraživači su izrazili zabrinutost u vezi s očekivanom fragmentacijom staništa koju bi cesta izazvala, pogotovo za populacije velikih zvijeri. Od tada je provedeno više istraživanja i projekata instalacije objekata za premošćivanje. Osmišljeno je i više smjernica za planiranje i istraživanje prikladnosti različitih objekata za premošćivanje za životinje. Tako su danas na 25,2 % autoceste Zagreb-Rijeka, na 17,9 % autoceste u županiji Lika i 8,3 % dalmatinske autoceste izgrađeni objekti koji omogućavaju životinjama da prelaze (tuneli, vijadukti, mostovi i zeleni mostovi). Istraživanja su pokazala da velikim sisavcima u Gorskom kotaru više odgovaraju širi nathodnici (100 m ili više) od uskih pothodnika (10 – 50 m) (Kusak i sur. 2009.).



Suvremene hrvatske autoceste zbog razvedenog reljefa i posljedično velikog broja tunela i vijadukta, kao i suvremenog pristupa pri planiranju mjera ublažavanja, imaju relativno dobru propusnost za velike sisavce (Huber Đ.)

Odnos medvjeda i cesta je dvoslojan: s jedne strane, medvjedi u pravilu izbjegavaju ceste kojima se ljudi česte služe, no ti ih objekti povremeno mogu privući prisutnošću stradalih životinja ili odbačenog otpada (organskih ostataka) (Huber i sur. 1998.; Roever i sur. 2010.). Stoga ceste mogu predstavljati ekološke zamke za medvjede. Sudari medvjeda i vozila drugi su najznačajniji uzrok smrtnosti medvjeda u Sloveniji i Hrvatskoj, a predstavljaju opasnosti i za sigurnost ljudi (Huber i sur. 1998., Kaczensky i sur. 2003., Kusak i sur. 2009.). Stoga je provođenje učinkovitih mjera ublažavanja koje će medvjede odvrćati od cesta, autocesta i željezničkih pruga, a pritom očuvati i propusnost krajolika, važnu za veću sigurnost cesta kao i za kontrolu populacije medvjeda (Kusak i sur. 2009.; van der Grift i sur. 2013.).



Praćenje učinkovitosti iskočne rampe koja omogućava izlaz životinjama koje zađu na ograđeno područje autoceste Zagreb – Rijeka (Huber Đ.)

Autocesta od Zagreba do Rijeke proteže se na 68,5 km i prolazi kroz centralno područje divljih životinja u Gorskom kotaru. Na njoj su 43 vijadukta i tunela i jedan zeleni most širine 100 m (Dedin), ciljano građen za velike zvijeri. Na jednoj četvrtini autoceste nalaze se objekti koji životinjama omogućavaju prelaženje. Monitoring učinkovitosti izgrađenih prijelaza izveden je brojanjem tragova životinja ispod jednog vijadukta, u dva tunela i na jednom zelenom mostu, na dijelu autoceste koji prolazi kroz centralno područje velikih zvijeri u Gorskom kotaru. Podaci o prelaženju životinja prikupljani su na više načina: praćenjem tragova u snijegu, blatu ili pijesku, evidentiranjem izmeta i karakterističnih znakova na drveću ili tlu. Na zelenom mostu Dedin zabilježeno je ukupno 12 519 prelaženja životinja u 793 dana monitoringa infracrvenim senzorima, što znači 15,8 prelaženja

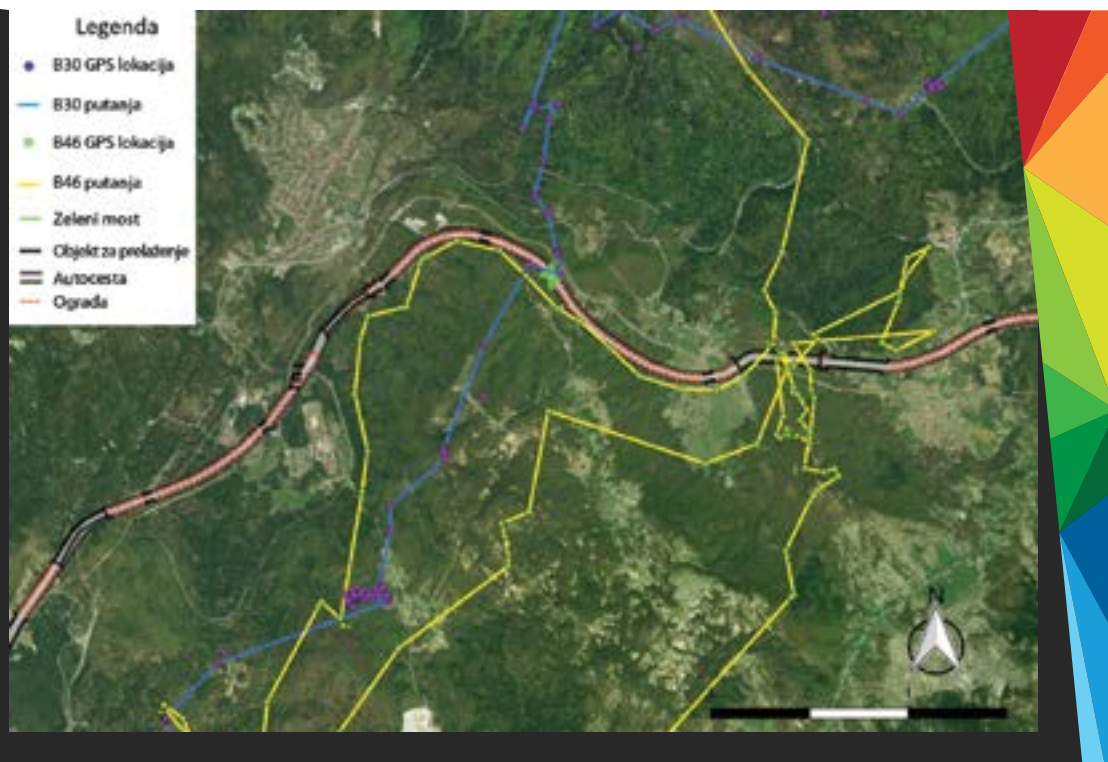


*Lijevo: ugradnjom jednosmjernih izlaznih vrata za izlaz životinja s ograđenih površina na autocesti Zagreb – Rijeka dodatno se povećala sigurnost u prometu
Desno: instaliranje električnih ograda sprečava prelaženje medvjeda preko zaštitne ograde/mreže te ih usmjerava na sigurne prijelaze (Huber Đ.)*



Pogled sa zelenog mosta Dedin prema sjevernom rubu prijelaza. Vidi se površina na kojoj je posječena šuma, što u pravilu smanjuje učinkovitost prijelaza (Huber Đ.)

Kretanje medvjeda B30 i B46, koje otkrivaju njihove telemetrijske ogrlice, ukazuju na važnost i učinkovitost objekata za premošćivanje i drugih mjera (ograda, električne ograda) pri prelaženju medvjeda preko autoceste Zagreb – Rijeka.



dnevno. U dva tunela zabilježeno je 11,2 i 37,0 prelaženja dnevno, dok su pod vijaduktom zabilježena 4,3 prelaženja dnevno. 83,2% životinja bili su kopitari, a 14,6% velike zvijeri. Velike zvijeri – ris, vuk i medvjed, koje su pratili pomoću telemetrijskih ogrlica, za prelaženje su najčešće birali područja iznad tunela i vijadukta, a izrazito su izbjegavali manje podvožnjake ili mostove. Zeleni most Dedin korišten je u skladu sa svojom dostupnošću, dakle velike zvijeri nisu ga izbjegavale, niti su ga selektivno koristile za prelaženje. Na temelju toga procijenjeno je da taj zeleni most, izgrađen kao mjera ublažavanja negativnih učinaka autoceste, odgovarajuće služi svojoj svrsi. Velike zvijeri praćene telemetrijom, one teritorijalne kao i one u disperziji, za vrijeme praćenja autocestu su prešle 41 put pri čemu su koristile prostor s obje strane autoceste kao matični teritorij.

U okviru projekta LIFE DINALP BEAR su uz obje strane dionice autoceste Rijeka-Zagreb koja je problematična po pitanju smrtnosti medvjeda instalirane dodatne električne ograde. Ukupno je instalirano više od 35 k (više od 70 km ako se računaju obje strane) električne žičane ograde uz već postojeću zaštitnu žičanu ogradu.



Dinamični prometni znakovi na relaciji Ljubljana – Kočevje upozoravaju vozače na prisutnost životinja uz cestu (Pavšek Z.)

U nastavku predstavljamo slučaj telemetrijski praćenog mlađeg medvjeda (B46-Slaven2) koji je izbjegavao električnu ogradu uz autocestu Rijeka-Zagreb, hodajući 3,9 kilometara uz autocestu a da ju nije prešao, da bi na drugu stranu autoceste prešao iznad tunela »Vršek«. Iako nije poznato je li električna oграда taj dan bila pod naponom, vrlo je vjerojatno da je djelovala kao fizička prepreka za medvjed i preusmjerila ga prema sigurnom području za prelaženje. Medvjed za prelaženje nije izabrao zeleni most »Dedin« širine 100 m, nego se radije odlučio za šumsko područje iznad tunela dužine 811 m. Unatoč tome, prethodna istraživanja praćenja su pokazala da zeleni most Dedin veliki i srednje veliki sisavci koriste za prelaženje u prosjeku 15



puta dnevno, što uključuje i 1,5 prelaženje medvjeda dnevno (Kusak i sur. 2009.). Neki drugi telemetrijski praćeni medvjedi (kao npr. B30-Marko), koji su već bili upoznati sa zelenim mostom Dedin, jasno su pokazali da se prema njemu kreću s namjerom da ga prijeđu. Objekt su više puta prešli u oba smjera. Medvjed B29 je za prelaženje najčešće koristio tunele Sleme i Sopač, no koristio je i zeleni most Dedin.

Upotreba dinamične prometne signalizacije na glavnoj cesti Ljubljana – Kočevje

Između 2015. i 2017. instalirana su tri sistema dinamičnih prometnih znakova na tri problematične dionice uz glavnu cestu Ljubljana – Kočevje: između Zgornjih Ložina i Dolenje vasi (Jasnica), između Ortneka i Žlebiča te južno od sela Turjak. Osnovna svrha instalacije bila je upozoriti vozače i usporiti promet kako bi se spriječili potencijalni sudari s divljim životinjama, uključujući medvjede. Dinamični znakovi imaju senzore koji prepoznaju velike životinje koje se približavaju cesti. Ako se približi medvjed (ili kopitar) znak zasvijetli i javi vozačima da se životinja približava cesti. Budući da senzori nisu prilagođeni samo za medvjede, pružaju veću sigurnost na cesti jer sprečavaju i sudare s drugim velikim sisavcima, pogotovo kopitarima.



Lokacije na relaciji Ljubljana Kočevje (Nove Ložine) na kojima su bili pregaženi medvjedi otkrivaju »crnu točku« na kojoj su potom postavljeni dinamični prometni znakovi, koji su usporili promet i povećali pažnju vozača.

Nakon instalacije sustava, tri godine su pratili kako aktivacija dinamičnih znakova utječe na brzinu vozila na tim dionicama. Na stup dinamičnog znaka instaliran je i brojač prometa. Usporedba prosječnih brzina dok su dinamični znakovi bili aktivirani i brzina dok su bili neaktivni pokazala je da je na obje praćene lokacije (Jasnica i Ortnek) brzina vozila koja su prolazila pored aktiviranih dinamičnih znakova bila znatno niža od prosječne brzine vozila koja su prolazila kraj znaka koji nije svijetlio. Na izabranim dionicama prosječna se brzina u pojedinim razdobljima mjerenja smanjila od 5,5 km do 18 km na sat, što ukazuje na pozitivan učinak dinamičnih znakova na ponašanje vozača.

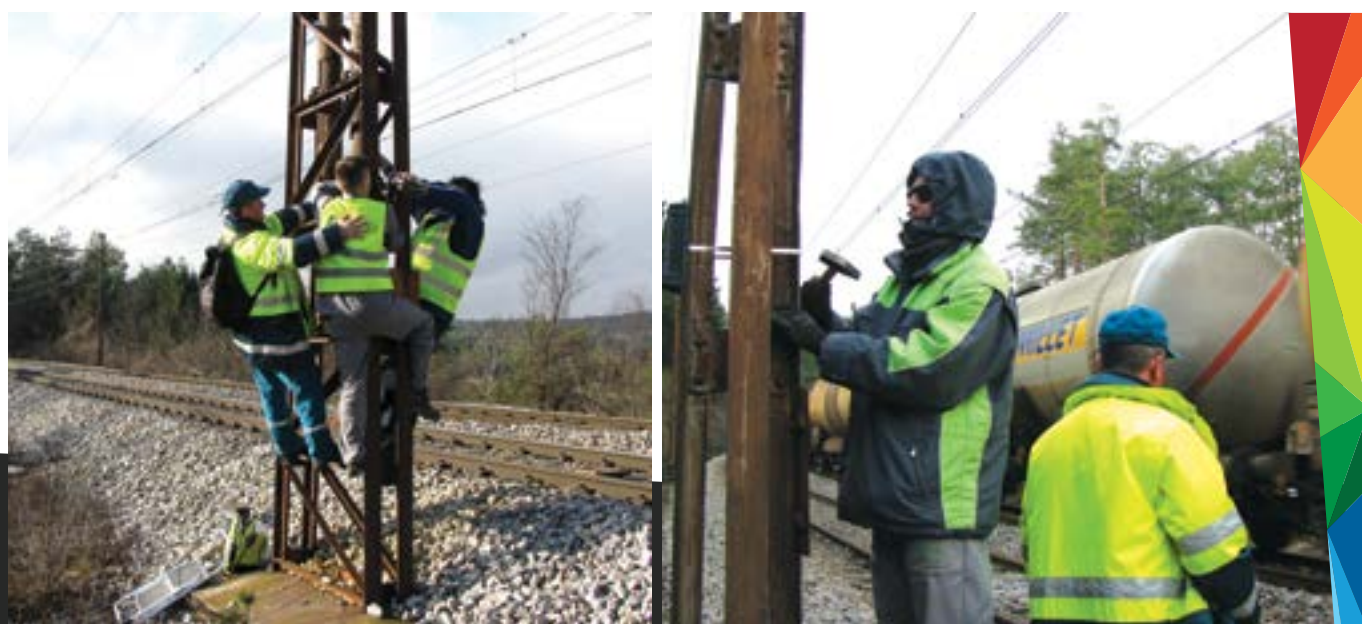
Instalacija akustičnih uređaja za odvrćanje na odabranim dionicama željezničke pruge u Sloveniji

Akustični uređaji za odvrćanje (elektronički uređaji koji emitiraju ultra- i infra-zvuk te su opremljeni senzorima za aktivaciju zvuka od strane vozila koje se približava) instalirani su izravno na stupove uz cestu kod »crnih točaka« sudara vozila s velikim zvijerima na glavnoj cesti Ljubljana – Kočevje. Akustičnim uređajima za odvrćanje ukupno je osigurano 7,5 km ceste.

Takvi su uređaji instalirani i na stupove uz dionice željezničke pruge Rakek – Postojna i Postojna – Prestranek, na dijelovima gdje je terenskim istraživanjem ustanovljeno da postoji vjerojatnost prelaženja divljih životinja (pogotovo smeđeg medvjeda).

U razdoblju od 2011. do 2015., kada mjere ublažavanja nisu još bile provedene, na predmetnim je dionicama glavne ceste Ljubljana – Kočevje pregaženo 9 medvjeda, što u prosjeku iznosi 1,8 poginulih medvjeda godišnje. Nakon instalacije akustičnih uređaja za odvrćanje 2016. i dinamičnih prometnih znakova uz najproblematičnije dionice ceste, smrtnost medvjeda smanjila se na 1 i 0 godišnje, to znači da se prosječna smrtnost medvjeda na tim dionicama smanjila na 0,7 slučajeva godišnje, odnosno za više od 50%.

U jednakom razdoblju od 2011. do 2015., prije instalacije akustičnih uređaja za odvrćanje, zabilježeno je 15 smrtnih slučajeva (u prosjeku 3 godišnje) medvjeda na predmetnim dionicama željezničke pruge između Ljubljane i Pivke. Rezultat protu-mjera sljedećih je godina bio očit i povoljan, jer se smrtnost medvjeda na željezničkim prugama u razdoblju od 2016. do 2018. smanjila za 50%. Ranije je smrtnost medvjeda na željezničkoj pruzi iznosila 0 do 8 medvjeda godišnje, a nakon provođenja mjera spala je na 0 do 2 godišnje (u prosjeku 1,3).

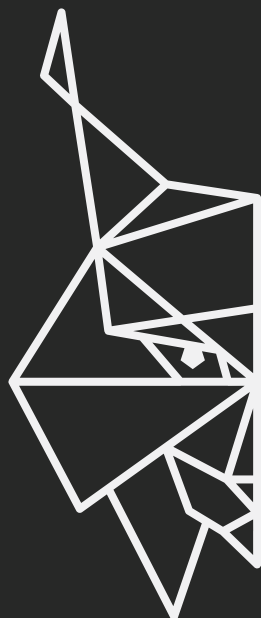


Postavljanje zvučnih repelenata na kritičnim dionicama željezničke pruge na relaciji Rakek – Postojna i Postojna – Prestranek. (Zaluberšek M.)

1. Adams JR & Waits LP (2007) An efficient method for screening faecal DNA genotypes and detecting new individuals and hybrids in the red wolf (*Canis rufus*) experimental population area. *Conservation Genetics* 8:123–131.
2. Becker, T., 2013. Modelling Eurasian lynx distribution and estimation of patch and population size in the Alps. Master thesis, University of London, London, United Kingdom. 1–69.
3. Beier, P., 1995. Dispersal of juvenile cougars in fragmented habitat. *The Journal of Wildlife Management*, 228–237.
4. Beniston, M., Keller, F., Koffi, B., Goyette S., 2003. Estimates of snow accumulation and volume in the Swiss Alps under changing climate conditions. *Theoretical and applied climatology*, 76, 125–140.
5. Boyce, M. S., Vernier, P. R., Nielsen, S. E., and Schmiegelow, F. K., 2002. Evaluating resource selection functions. *Ecological modelling*, 157(2–3), 281–300.
6. Breitenmoser, U., Breitenmoser-Würsten, Ch., Okarma, H., Kaphegyi, T., Kaphegyi-Wallmann, U., Müller, U. M., 2000. Action Plan for the conservation of the Eurasian Lynx (*Lynx lynx*) in Europe. Strasbourg, Council of Europe. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats 22, 1–83.
7. Breitenmoser, U., 1998. Large predators in the Alps: the fall and rise of man's competitors. *Biological conservation*, 83(3), 279–289.
8. Breitenmoser-Würsten, C., and Obexer-Ruff, G., 2003. Population and conservation genetics of two re-introduced lynx (*Lynx lynx*) populations in Switzerland—a molecular evaluation 30 years after translocation. In: *Proceedings of the 2nd Conference on the Status and Conservation of the Alpine Lynx Population (SCALP)*, 7–9.
9. Breitenmoser-Würsten, C., Zimmermann, F., Molinari-Jobin, A., Molinari, P., Capt, S., Vandel, J. M., Breitenmoser, U., 2007. Spatial and social stability of a Eurasian lynx *Lynx lynx* population: an assessment of 10 years of observation in the Jura Mountains. *Wildlife Biology*, 13(4), 365–380.
10. Brotons, L., Thuiller, W., Araújo, M. B., Hirzel, A. H., 2004. Presence-absence versus presence-only modelling methods for predicting bird habitat suitability. *Ecography*, 27(4), 437–448.
11. Bufka, L., Cerverny, J., Koubek, P., Horn, P., 2000. Radiotelemetry research of the lynx (*Lynx lynx*) in Sumava: preliminary results. In *Proceedings Predatori v Myslivosti 2000*, 143–153.
12. Chapron, G., Kaczensky, P., Linnell, J. D. C., von Arx, M., Huber, D., Andrén, H., Jerina, K., Kos, I., Křofel, M., Majčič Skrbinšek, A., Potočnik, H., Skrbinšek, T., ... Anders, O., 2014. Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. *Science*, 346(6216), 1517–1519.
13. Chisholm M., Bates A., Vriend D., Cooper D., 2010. Wildlife passage engineering design guidelines.
14. Clark, A. L., Sæther, B. E., Røskaft, E., 1997. Sex biases in avian dispersal: a reappraisal. *Oikos*, 429–438.
15. Clevenger AP, Huijser MP, 2011. Wildlife crossings structure handbook. Design and evaluation in North America
16. Clobert, J., Wolff, J. O., 2001. Introduction, pp. xvii–xxi. In: Clobert, E., Danchin, A. A., Dhondt, J. D., Nichols (eds.), *Dispersal*. New York, NY: Oxford University Press, pp. 452.
17. Černe R., Bartol M., Ferjančič Lakota T., Groff C., Huber D., Jerina K., Knauer F., Majčič Skrbinšek A., Reljić S., Skrbinšek T., 2017. Guidelines for Common Management of Brown Bear in the Alpine and Northern Dinaric Region. Guidelines prepared within A6 action of the LIFE DINALP BEAR project (LIFE13 NAT/SI/000550)
18. Čop, J., and Frković, A., 1998. The re-introduction of the lynx in Slovenia and its present status in Slovenia and Croatia. *Hystrix*, 10(1), 65–76.
19. Direktoratet for Naturforvaltning (2002). Slipp fisken fram! Fiskens vandringsmulighet gjennom kulverter og stikkrenner. DN Handbok 22-2002.
20. Elith, J., Leathwick, J. R., 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 40, 677–697.
21. EuroNatur, 2010. TEWN Manual. Recommendations for the reduction of habitat fragmentation caused by transport infrastructure development. EuroNatur Foundation. Radolfzell.
22. Ferreras, P., Delibes, M., Palomares, F., Fedriani, J. M., Calzada, J., Revilla, E., 2004. Dispersal in the Iberian lynx: factors affecting the start, duration, distance and dispersal success. *Behav Ecol*, 15, 31–40.
23. Fležar U., Hočevar L., Sindičič M., Gomerčič T., Konec M et al. (2022) Surveillance of the reinforcement process of the Dinaric - SE Alpine lynx population in the lynx-monitoring year 2020–2021. Ljubljana.
24. Fležar U., Hočevar L., Sindičič M., Gomerčič T., Konec M et al. (2023) Surveillance of the reinforcement process of the Dinaric - SE Alpine lynx population in the lynx-monitoring year 2021–2022. Ljubljana.
25. Fležar U., Piculin A., Bartol M., Černe R., Stergar M., Křofel M (2019) Eurasian lynx (*Lynx lynx*) monitoring with camera traps in Slovenia in 2018–2019. Ljubljana.
26. Fuller, A. K., and Harrison, D. J., 2010. Movement paths reveal scale-dependent habitat decisions by Canada lynx. *Journal of Mammalogy*, 91(5), 1269–1279.
27. Gehrig-Fasel, J., Guisan, A., Zimmermann, N. E., 2007. Tree line shifts in the Swiss Alps: Climate change or land abandonment? *Journal of Vegetation Science*, 18, 571–582.
28. Green Bridges: A literature review (NECR181). Natural England, July 2015, 56p
29. Guisan, A., and Zimmermann, N. E., 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological modelling*, 135(2–3), 147–186.
30. Guisan, A., Tingley, R., Baumgartner, J. B., Naujokaitis-Lewis, I., Sutcliffe, P. R., Tulloch, A. I. T., Regan, T. J., Brotons, J., McDonald-Madden, E., Mantyka-Pringle, C., Martin, T. G., Rhodes, J. R., Maggini, R., Setterfield, S. A., Elith, J., Schwartz, M. W., Wintle, B. A., Broennimann, O., Austin, M., Ferrier, S., Kearney, M. R., Possingham, H. P., Buckley, Y. M., 2013. Predicting species distributions for conservation decisions. *Ecology Letters*, 16(12), 1424–1435.
31. Gužvica G., Bošnjak I., Bielen A., Babić D., Radanović-Gužvica B., Šver L. (2014) Comparative Analysis of Three Different Methods for Monitoring the Use of Green Bridges by Wildlife. *PLoS ONE* 9(8): e106194.
32. Haglund, B., 1966. Winter habits of the lynx (*Lynx lynx* L.) and wolverine (*Gulo gulo* L.) as revealed by tracking in the snow. *Viltrevy*, 4, 81–229.
33. Haller, H. and Breitenmoser, U., 1986. Zur Raumorganisation der in den Schweizer Alpen wiederangesiedelten Population des Luchses *Lynx lynx*. *Zeitschrift fuer Säugetierkunde*, 51(5), 289–311.
34. Hanski, I., 1999. Metapopulation ecology. Oxford University Press.
35. Herfindal, I., Linnell, J. D., Odden, J., Nilsen, E. B., Andersen, R., 2005. Prey density, environmental productivity and home range size in the Eurasian lynx (*Lynx lynx*). *Journal of Zoology*, 265(1), 63–71.
36. Heurich M., Hilger A., Küchenhoff H., Andrén H., Bufka L., Křofel M., Mattisson J., Odden J., Persson J., Rauset GR, Schmidt K., Linnell JDC (2014) Activity patterns of Eurasian lynx are modulated by light regime and individual traits over a wide latitudinal range. *PLoS ONE* 9: e114143.
37. Hirzel, A. H., Le Lay, G., Helfer, V., Randin, C., Guisan, A., 2006. Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. *Ecological modelling*, 199(2), 142–152.
38. Hočevar L., Fležar U., Křofel M (2020) Overview of good practices in Eurasian lynx monitoring and conservation. INTERREG CE 3Lynx report. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Ljubljana.
39. Huber D., Kusak J., Frković A., 1998. Traffic kills of brown bears in Gorski Kotar, Croatia. *Ursus* 10:167–171.
40. Huber D., Jakšić Z., Frković A. in sod. 2008. Brown Bear Management Plan for the Republic of Croatia. Ministry of Regional Development, Forestry and Water Management, Directorate for Hunting Ministry of Culture, Directorate for the Protection of Nature: 92 str.
41. Iuell, B., Bekker, G. J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlaváč, V., Keller, V. B., Rosell, C., Sangwine, T., Tørsløv, N., Wandall, B. le Maire, (Eds.) 2003. *Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure*. (COST 341)
42. Jędrzejewski, W., Nowak, S., Schmidt, K., Jędrzejewska, B., 2002. The wolf and the lynx in Poland—results of a census conducted in 2001. *Kosmos*, 51(4), 491–499.
43. Jędrzejewski, W., Schmidt, K., Miłkowski, L., Jędrzejewska, B., Okarma, H., 1993. Foraging by lynx and its role in ungulate mortality: the local (Białowieża Forest) and the Palaearctic viewpoints. *Acta theriologica*, 38(4), 385–403.
44. Jelenko Turinek I., Petkovšek S.S., Pavšek Z., 2018. Monitoring of the effectiveness of mitigation measures in Slovenia. LIFE DINALP BEAR (LIFE13 NAT/SI/000550): Population level management and conservation of brown bears in northern Dinaric Mountains and the Alps.
45. Jelenko, I., Poličnik, H., Pokorny, B., 2013. Monitoring in analiza učinkovitosti izvedenih ukrepov za preprečevanje trkov vozil z divjadjo [Monitoring and analysis of the effectiveness of counter measures implemented for preventing game-vehicle collisions] In: Slovenel. Report for Slovene Directorate for Roads, Contract no. 2415-11-001267/0. ERICO Velenje, 246 str.
46. Jerina K., 2002. The strategy and dynamics of brown bear expansion in Slovenia in post World War II period. Biotechnical Faculty, Department of Forestry, Ljubljana, Research Report 2/2002:1–31 (in Slovene).
47. Jerina K., Křofel M., Mohorović M., Stergar M., Jonozović M., Anthony S., 2015a. Analysis of occurrence of human-bear conflicts in slovenia and neighbouring countries. Report Action A4. LIFE DINALP BEAR, LIFE13 NAT/SI/000550; 44str.
48. Johnson WE, Onorato D, et al (2010) Genetic restoration of the Florida panther. *Science*, 329, 1641–1645.
49. Kaczensky P., Knauer F., Krze B., Jonozović M., Adamić M., Grossow H., 2003. The impact of high speed, high volume traffic axes on brown bears in Slovenia.
50. Kaczensky, P., Chapron, G., Arx von M., Huber, H., Andrén, H., Linnell, J., 2003. Status, management and distribution of large carnivores - bear, lynx, wolf & wolverine in Europe. Report, European Commission, pp. 72.
51. KORA (2017) SCALP Monitoring Report 2017. 1.
52. KramerSchadt, S., Revilla, E., Wiegand, T., Breitenmoser, U., 2004. Fragmented landscapes, road mortality and patch connectivity: modelling influences on the dispersal of Eurasian lynx. *Journal of Applied Ecology*, 41(4), 711–723.
53. Křofel M., Fležar U., Hočevar L., Sindičič M., Gomerčič T., Konec M et al. (2021) Surveillance of the reinforcement process of the Dinaric - SE Alpine lynx population in the lynx-monitoring year 2019–2020. Ljubljana.
54. Křofel M., Jerina K., Kljun F., Kos I., Potočnik H., Ražen N., Zor P., Žagar A (2014) Comparing patterns of human harvest and predation by Eurasian lynx *Lynx lynx* on European roe deer *Capreolus capreolus* in a temperate forest. *European Journal of Wildlife Research* 60: 11–21.
55. Křofel M., Skrbinšek T., Kos I (2013) Use of GPS location clusters analysis to study predation, feeding, and maternal behavior of the Eurasian lynx. *Ecological Research* 28: 103.
56. Křofel M., Jonozović M., Jerina K., 2012. Demography and mortality patterns of removed brown bears in a heavily exploited population. *Ursus* 23(1):91–103 (2012)
57. Křofel, M., Jerina, K., 2012. Pregled konfliktov med medvedmi in ljudmi: vzroki in možne rešitve. *Gozdarski vestnik*, 70/2012, št. 5–6.
58. Kusak, J., Huber, D., Gomerčič, T. in sod. The permeability of highway in Gorski kotar (Croatia) for large mammals. *Eur J Wildl Res* (2009) 55: 7. <https://doi.org/10.1007/s10344-008-0208-5>

59. Kvam, T., 1991. Reproduction in the European lynx, *Lynx lynx*. Zeitschrift für Säugetierkunde, 56, 146-158.
60. Linnell, J. D. C., Andersen, R., Kvam, T., Andren, H., Liberg, O., Odden, J., Moa, P. F., 2001. Home range size and choice of management strategy for lynx in Scandinavia.
61. Macdonald, D.W., and Johnson, D. D. P., 2001. Dispersal in theory and practice: consequences for conservation biology. Dispersal (eds Clobert, J., Danchin, E., Dhondt, A.A., Nichols, J.D.), Oxford University Press, New York, 358-372.
62. Magg, N., Müller, J., Heibl, C., Hackländer, K., Wölfl, S., Wölfl, M., Heurich, M., 2016. Habitat availability is not limiting the distribution of the Bohemian-Bavarian lynx *Lynx lynx* population. *Oryx*, 50(4), 742-752.
63. Mattisson J., Linnell J.D.C., Anders O., et al (2022) Timing and synchrony of birth in Eurasian lynx across Europe. *Ecol Evol* 12:e9147. <https://doi.org/10.1002/ece3.9147>
64. Menotti-Raymond M, David VA, et al (1999) A genetic linkage map of microsatellites in the domestic cat (*Felis catus*). *Genomics*, 57, 9-23.
65. Menotti-Raymond M, David Victor A, Wachter Leslie L, Butler John M, O'Brien Stephen J (2005) An STR Forensic Typing System for Genetic Individualization of Domestic Cat (*Felis catus*) Samples. *Journal of Forensic Science*, Sept. 2005, Vol. 50, No. 5, 1061-1070.
66. Ministry of Agriculture, Food and the Environment. 2016. Technical prescriptions for wildlife crossing and fence design (second edition, revised and expanded). Documents for the mitigation of habitat fragmentation caused by transport infrastructure, number 1. Ministry of Agriculture, Food and the Environment. Madrid. 124 str.
67. Molinari-Jobin A, Drouet-Hoguet N, et al (2020) SCALP Monitoring Report 2017 (1. May 2017 – 30. April 2018). KORA and Progetto Lince Italia.
68. Molinari-Jobin A. et al. 2012. Monitoring in the presence of species misidentification: the case of the Eurasian lynx in the Alps. *Animal Conservation* 15:266-273.
69. Molinari-Jobin A., Breitenmoser U., Breitenmoser-Würsten Ch., Černe R., Drouet-Hoguet N., Fuxjäger C., ... & Zimmermann F. 2021. SCALP: Monitoring the Eurasian lynx in the Alps and beyond. *Cat News Special Issue* 14, 50-52.
70. Molinari-Jobin, A., Marboutin, E., Wölfl, S., Wölfl, M., Molinari, P., Fasel, M., Huber, T., 2010. Recovery of the Alpine lynx *Lynx lynx* metapopulation. *Oryx*, 44(2), 267-275.
71. Molinari-Jobin, A., Molinari, P., Breitenmoser-Würsten, C.H., Woelke, M., Staniša, C., Fasel, M., Stahl, P., Vandel, J.M., Rotelli, L., Kaczensky, P., Huber, T., Adamič, M., Koren, I., Breitenmoser, U., 2001. Pan-Alpine Conservation Strategy for the lynx. SCALP, Council of Europe, 1-19.
72. Molinari-Jobin, A., Molinari, P., Breitenmoser-Würsten, Ch., Wölfl, M., Staniša, C., Fasel, M., Stahl, P., Vandel, J. M., Rotelli, L., Kaczensky, P., Huber, T., Adamič, M., Koren, M., Breitenmoser, U., 2003. The pan-alpine conservation strategy for the lynx. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Bern Convention) Nature and environment, No. 130 Council of Europe Publishing, 1-24.
73. Murray, D. L., Boutin, S., 1991. The influence of snow on lynx and coyote movements: does morphology affect behavior?. *Oecologia*, 88(4), 463-469.
74. Okarma, H., Jedrzejewski, W., Schmidt, K., Kowalczyk, R., Jedrzejewska, B., 1997. Predation of Eurasian lynx on roe deer and red deer in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Acta Theriologica*, 42(2), 203-224.
75. Oliveira T, CarricondoSanchez D, Mattisson J, et al (2023) Predicting kill sites of an apex predator from GPS data in different multiprey systems. *Ecol Appl* e2778. <https://doi.org/10.1002/eap.2778>
76. Palmero S, Belotti E, Bufka L, Gahbauer M, Heibl C, Premier J, Weingarth-Dachs K, Heurich M (2021) Demography of a Eurasian lynx (*Lynx lynx*) population within a strictly protected area in Central Europe. *Scientific Reports* 11: 1-12.
77. Petkovšek S.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. LIFE DINALP BEAR: Life 13 NAT / SI/000550: Population level management and conservation of brown bears in northern Dinaric Mountains and the Alps.
78. Pilgrim KL, Mckelvey KS, Riddle AE, Schwartz MK (2005) Felid sex identification based on noninvasive genetic samples. *Molecular Ecology Notes*, 5, 60-61.
79. Pokorny, B., Marolt, J., Poličnik, H., 2008. Ocena učinkovitosti in vplivov zvočnih odvrčalnih naprav kot sredstva za zmanjšanje števila trkov vozil z veliko divjadjo (Assessment of the effectiveness and impacts of acoustic deterrents as a countermeasure for reducing the number of big game vehicle collisions) [In Slovene]. Final report for Slovene Hunters Association, Contract no. LZS-04/1298. ERI/Co Velenje, 107 str.
80. Polanc P, Sindić M, Jelenčić M, Gomerčić T, Kos I, Huber D (2012) Genotyping success of historical Eurasian lynx (*Lynx lynx* L.) samples. *Molecular Ecology Resources* 12:293-298.
81. Potočnik H., Črtalič J., Kos I., & Skrbinek T. 2020. Characteristics of spatial use and importance of landscape features for recovering populations of Eurasian lynx (*Lynx lynx*). *Acta Biologica Slovenica*, 63(2): 65-88.
82. Potočnik, H., Al Sayegh-Petkovšek, S., De Angelis, D., Huber, D., Jerina, K., Kusak, J., Mavec, M., Pokorny, B., Reljić, S., Rodríguez R., M., Skrbinek, T., Vivoda, B., 2019a. Handbook for integrating the bear habitat suitability and connectivity to spatial planning: prepared within the framework of the Life Dinalp Bear project. Potočnik, Hubert (ed.). Ljubljana: University of Ljubljana, 1-66.
83. Potočnik, H., Pokorny, B., Flajšman, K., Kos, I., 2019b. Evrazijski šakal. Zlatorogova knjižnica 42. Ljubljana: Lovska zveza Slovenije, 1-248.
84. Potočnik, H., Skrbinek, T., Kos, I., 2009. The reintroduced Dinaric lynx population dynamics in PVA simulation: the 30 years retrospective and the future viability. *Acta biologica Slovenica*, 52(1), 3-18.
85. Pulliainen E., and Hyypä V., 1975. Winter food and feeding habits of lynx (*Lynx lynx*) in south-eastern Finland. *Suomen Riista* 26, 60-63.
86. R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
87. Ripari L, et al 2022. Human disturbance is the most limiting factor driving habitat selection of a large carnivore throughout Continental Europe. *Biological Conservation*, 266: 109446.
88. Roever, C., M.S. Boyce, and G.B. Stenhouse. 2010. Grizzly bear movements relative to roads: application of step selection functions. *Ecography* 33:1113-1122.
89. Rovero F, Zimmermann F (2016) Camera trapping for wildlife research. Pelagic Publishing, UK, Exter.
90. Royle JA, Chandler RB, Sollmann R, Gardner B (2014) Spatial Capture-Recapture. Elsevier, Inc. 577 p.
91. Samelius, G., Andrén, H., Liberg, O., Linnell, J. D. C., Odden, J., Ahlqvist, P., Sköld, K., 2012. Spatial and temporal variation in natal dispersal by Eurasian lynx in Scandinavia. *Journal of Zoology*, 286(2), 120-130.
92. Sandell, M., 1989. The mating tactics and spacing behaviour of solitary carnivores. In *Carnivore behavior, ecology and evolution*, Gittleman, J. L. (Ed.). New York: Cornell University Press, 164-182.
93. Schadt, S. A., 2002. Scenarios assessing the viability of a lynx population in Germany. Szenarien für eine lebensfähige Luchspopulation in Deutschland (Doctoral dissertation, PhD thesis, TU München).
94. Schadt, S., Revilla, E., Wiegand, T., Knauer, F., Kaczensky, P., Breitenmoser, U., 2002. Assessing the suitability of central European landscapes for the reintroduction of Eurasian lynx. *Journal of Applied Ecology*, 39(2), 189-203.
95. Schmidt, K., 1998. Maternal behaviour and juvenile dispersal in the Eurasian lynx. *Acta Theriol.* 43, 391-408.
96. Schmidt, K., 1999. Variation in daily activity of the freeliving Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Journal of Zoology*, 249(4), 417-425.
97. Schmidt, K., Jedrzejewski, W., Okarma, H., 1997. Spatial organization and social relations in the Eurasian lynx population in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Acta theriologica*, 42(3), 289-312.
98. Signer, J., 2010. Distribution and Connectivity of Eurasian Lynx (*Lynx lynx*) in the Alps. ECONNECT, Austrian Environmental Agency, Vienna, 1-14.
99. Simonič A. 1992. The legal protection of the brown bear in Slovene territory—past and present, and some suggestion for the future. Str. 43–76 in *Rjavi medved v deželah Alpe-Adria: zbornik posvetovanja*, Ljubljana, 29. in 30. junija 1992 (M. Adamič, ed.). Gozdarski Inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija.
100. Skrbinek T (2017) Collecting lynx noninvasive genetic samples. Instruction manual for field personnel and volunteers. Ljubljana.
101. Skrbinek T., Jelenčić M., Potočnik H., Trontelj P., Kos I., 2008. Analiza medvedov odvzetih iz narave in genetsko-molekularne raziskave populacije medveda v Sloveniji. Zaključno poročilo, 1.del: Varstvena genetika in ocena številčnosti medveda 2007. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 79 str.
102. Skrbinek, T., 2004. Model primernega prostora za risa v Sloveniji. Lynx in Slovenia, background documents for conservation and management. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Ljubljana, Slovenia, 122-147.
103. Sliječević V, Fležar U, et al (2019) Baseline demographic status of SE Alpine and Dinaric lynx population. Technical report for A3 action of LIFE Lynx project 22 p.
104. Staniša, C., Huber, T., 1997. Kolikšen je življenjski prostor največje evropske mačke? LZS, Ljubljana, Lovce, 80, 59-61.
105. Stenseth, N. C., Shabbar, A., Chan, K. S., Boutin, S., Rueness, E. K., Ehrich, D., Jakobsen, K. S., 2004. Snow conditions may create an invisible barrier for lynx. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(29), 10632-10634.
106. Stergar M, Sliječević V (2017) Lynx camera trapping guidelines. Technical report for A3 action of LIFE Lynx project: 9p.
107. Swenson J.E., Gerstl, N., Dahle B., Zedrosser A. 2000. Action plan for the conservation of the brown bear (*Ursus arctos*) in Europe. Council of Europe, Strassburg, France
108. Swenson J.E., Sandegren F., Söderberg A., 1998. Geographic expansion of an increasing brown bear population: evidence for presaturation dispersal. *Journal of Animal Ecology* 67:819-826.
109. Taberlet P, Griffin S, Goossens B, Questiau S, Manceau V, Escaravage N, Waits LP, Bouvet J (1996) Reliable genotyping of samples with very low DNA quantities using PCR. *Nucleic Acids Research* 24:3189-3194.
110. van der Grift, E.A., van der Ree, R., Fahrig, L. in *sod. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures*. *Biodivers Conserv* (2013) 22: 425. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0421-01>
111. Waser, P. M., Strobeck, C., Paetkau, D., 2001. Estimating interpopulation dispersal rates. *Conservation biology series*-Cambridge, 484-497.
112. White, S., Briers, R. A., Bouyer, Y., Odden, J., Linnell, J. D. C., 2015. Eurasian lynx natal den site and maternal homerule selection in multiuse landscapes of Norway. *Journal of Zoology*, 297(2), 87-98.
113. Wiens, J.A., 2001. The landscape context of dispersal. Dispersal (eds Clobert, J., Danchin, E., Dhondt, A. A., Nichols, J. D.), Oxford University Press, New York, 96-109.
114. Williamson J, Huebinger RM, et al (2002) Development and cross-species amplification of 18 microsatellite markers in the Sumatran tiger (*Panthera tigris sumatrae*). *Molecular Ecology Notes*, 2, 110-112.
115. Wilson, S. M., R. Černe, et al (2019) Population level reinforcement plan. Technical report for A4 action of LIFE Lynx project. Slovenia Forest Service, Ljubljana.
116. Worton, B. J., 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in homerule studies. *Ecology*, 70(1), 164-168.
117. 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.
118. Zimmermann, F., 2004. Conservation of the Eurasian Lynx (*Lynx lynx*) in a fragmented landscape-habitat models, dispersal and potential distribution (Doctoral dissertation, Université de Lausanne, Faculté de biologie et médecine).
119. Zimmermann, F., Breitenmoser, U., 2007. Potential distribution and population size of the Eurasian lynx *Lynx lynx* in the Jura Mountains and possible corridors to adjacent ranges. *Wildlife Biology*, 13(4), 406-416.
120. Zimmermann, F., Breitenmoser-Würsten, C., Breitenmoser, U. 2007. Importance of dispersal for the expansion of a Eurasian lynx *Lynx lynx* population in a fragmented landscape. *Oryx*, 41(3), 358-368.
121. Zimmermann, F., Breitenmoser-Würsten, C., Breitenmoser, U., 2005. Natal dispersal of Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in Switzerland. *Journal of Zoology*, 267(4), 381-395.
122. Kuralt Ž, Potočnik H, Črtalič J, Konec M. 2023. Habitat suitability and connectivity models for lynx between and within the Southeastern Alps and Dinaric Mountains area. Final report. LIFE Lynx Project. Ljubljana. 1-23.





Naslov: Uključivanje povezanosti i pogodnosti staništa za risa u prostorno planiranje

Autori: Hubert Potočnik, Samar Al Sayegh Petkovšek, Jaka Črtalič, Urša Fležar, Đuro Huber, Ida Jelenko Turinek, Miha Krofel, Marjeta Konec, Žan Kuralt, Josip Kusak, Anja Molinari-Jobin, Paolo Molinari, Boštjan Pokorny, Slaven Reljić, Tomaž Skrbinšek, Vedran Slijepčević

Urednik: Hubert Potočnik

Prijevod: Maša Dvornik

Autori fotografij: Hubert Potočnik, Matej Vranič, Jaka Črtalič, Đuro Huber, Marko Masterl, Slaven Reljić, Bojan Vivoda, Meta Zaluberšek, Miha Krofel, Samar Al Sayegh Petkovšek, Zoran Pavšek, Josip Kusak, Matej Bartol, Žan Kuralt
Naslovna fotografija: Miran Krapež

© Univerza v Ljubljani, 2023

Pripremili i izdali: Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za biologijo

Oblikovanje: Agena d.o.o.

Digitalno izdanje

Ljubljana, studeni 2023

Publikacija je nastala u okviru projekta LIFE Lynx -
Uz financijsku potporu programa EU LIFE

Izdanje je dostupno u digitalnom obliku na: <http://www.lifelynx.eu>

O PROJEKTU

Kratika: LIFE Lynx

Naziv: Spašavanje dinarske i jugoistočne alpske populacije risa od izumiranja

Referenca: LIFE16 NAT/SI/000634

Pronađite nas na Facebooku (www.facebook.com/LIFELynx.eu)

E-pošta: life.lynx.eu@gmail.com



LIFE16 NAT/SI/000634

Partneri



Univerza v Ljubljani



Sufinancijeri



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR



GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF CROATIA
Office for Cooperation with NGOs

EURONATUR



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIŠTVO, GOZDARSTVO I
POSREDOVANJE