

PRIRUČNIK ZA UKLJUČIVANJE OČUVANJA PRIKLADNOSTI I POVEZANOSTI STANIŠTA MEDVJEDA U PROSTORNOME PLANIRANJU

Pripremljeno u okviru projekta LIFE DINALP BEAR
Zagreb, lipanj 2019



LIFE
DINALP
BEAR

SADRŽAJ

1. UVOD	4
2. DEFINIRANJE RASCJEPKANOSTI STANIŠTA	9
Gubitak staništa divljih životinja	10
Učinak barijere	11
3. STANJE, RASPOREĐENOST I POVEZANOST POPULACIJE SMEĐIH MEDVJEDA	14
Povezanost staništa u Dinarskome gorju	16
Povezanost staništa u Alpama	17
Analize prikladnosti i prostorne povezanosti staništa medvjeda u srednjoistočnim Alpama i Dinaridima	17
Smeđi medvjed u Sloveniji	20
Smeđi medvjed u Hrvatskoj	23
Smrtnost u prometu i utjecaj prometne infrastrukture na širenje medvjeda prema Alpama	24
4. PLANIRANJE	26
Strateške procjene utjecaja na okoliš i procjene utjecaja zahvata na okoliš	27
Prostorni opseg procjena	27
Korištenje digitalnog modela primjerenosti staništa za medvjeda i potencijalnih koridora u PUO-u i smanjivanje negativnih utjecaja postojeće infrastrukture	27
Proces planiranja	31
5. PRIJELAZI ZA DIVLJE ŽIVOTINJE	33
Učestalost ili gustoća prijelaza	35
Prijelazi i druge strukture za povećanje propusnosti	35
Postojeća infrastruktura	35
Prijelazi i mostovi	37
Višenamjenski prijelazi	39
Pothodnici	40
Vijadukti i mostovi preko rijeka	41
Tuneli	42
Upotreba vegetacije	43
6. IZBJEGAVANJE I SMANJIVANJE MORTALITETA	44
Ograde	44
Dinamični prometni znakovi sa sensorima	47
Kante za smeće "otporne" na medvjeda	47
Umjetna sredstva za odvratanje	47
Pomična vrata i iskočne rampe	48
Održavanje vegetacije duž infrastrukture	49
7. EKOLOŠKA KOMPENZACIJA	50
8. MONITORING I PROCJENA	51
9. PRIMJERI DOBRE PRAKSE	57
Nacionalni park Banf, Kanada	57
Rezultati implementacije mjera za smanjivanje smrtnosti medvjeda i poboljšanja povezanosti na autocesti Rijeka - Zagreb	57
Implementacija dinamičnih prometnih znakova uz glavnu cestu Ljubljana - Kočevje	60
Instalacija akustičnih sredstva za odvratanje uzduž odabranih cesta i željeznica u Sloveniji	61
10. REFERENCE	64

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 001034817.

PRIRUČNIK za uključivanje očuvanja prikladnosti i povezanosti staništa medvjeda u prostornome planiranju: pripremljeno u okviru projekta LIFE DINALP BEAR / autori: Hubert Potočnik [i sur.]; urednik Hubert Potočnik; autor fotografija: Hubert Potočnik [i sur.]; prijevod: Marina Habazin, Lidija Bernardić, Morana Zajec, Zagreb : Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2019.

Izv. stv. naslova: Priročnik za vključevanje povezljivosti in primerenosti prostora za medveda v prostorsko načrtovanje

ISBN 978-953-8006-21-0

1. UVOD

Tijekom proteklih stoljeća, stvaranje nepreglednih urbanih i poljoprivrednih područja i naknadno širenje infrastrukturnih mreža radikalno je promijenilo krajobraz Europe. Krajem 20. stoljeća, širenje glavnih željezničkih i prometnih mreža usporilo je, ali nije zaustavljeno. Istovremeno, sve gušća mreža omanjih cesta (npr. za potrebe šumarstva), staza i puteva proširila se u posljednja divlja područja Europe.

Staništa svih vrsta podijeljena su u "stanišne zakrpe" (područja pogodnih uvjeta za život vrste) koje su odvojene "matricom" (područjima kroz koja se jedinke mogu kretati, ali na kojima neće trajno obitavati) i "barijerama" kroz i preko kojih jedinke više-manje otežano ili čak nikako ne prolaze. Ovu rascjepkanost prirodno mogu uzrokovati prirodne pojave poput rijeka, visokih planinskih lanaca ili mora te podijeliti područje vrste u populacije i subpopulacije. Međutim, razvoj čovječanstva mijenja krajobraz, smanjuje staništa, uvodi nove prepreke i potiče rascjepkanost do točke u kojoj je trenutno prepoznata kao jedna od glavnih prijetnji mnogim ugroženim vrstama te ključna prepreka zaštiti i oporavku mnogih vrsta.



Gubitak prirodnog okoliša zbog širenja urbanih i poljoprivrednih površina jedna je od najvećih promjena uzrokovanih ljudskom djelatnošću u Europi. Na lijevoj fotografiji vidimo da je većina staništa u plodnim dolinama rijeka i nizinama izgubljena. Na fotografiji desno, vidimo kako cestovna infrastruktura utječe na usitnjavanje i povezanost staništa. (Potočnik H.)

Smeđi medvjed, karizmatična velika zvijer, oporavlja se u većini europskih populacija kao rezultat različitih upravljačkih strategija primijenjenih na često raznolike scenarije antropogenog pritiska različitog intenziteta (Chapron i sur. 2014). Unatoč tome, izdržljivost populacija koje se oporavljaju i dobrobit populacija koje su najuspješnije izdržale pritisak ljudi uvelike ovise o adekvatnom donošenju odluka unutar strategija zaštite i očuvanja. Zbog toga je važno unaprijediti razumijevanje potreba medvjeda u aktualnom kontekstu oporavljanja i izglednog širenja populacije, uključujući specifične prostorne potrebe ove vrste.



Mreža prometnica predstavlja jednu od glavnih prijetnji održivim populacijama smeđega medvjeda u Europi. (Hlačer J.)



U nizinama i udolinama rijeka (kao između Cerknice i Planine), željeznice se često projektiraju paralelno s autocestama i drugim prometnicama te predstavljaju značajne prepreke divljim životinjama. (Črtalič J.)

U dolinama poput one između Cerknice i Planine, željezničke pruge, autoceste i ostale prometnice često se protežu jedne kraj drugih u samom dnu doline. Zajedno stvaraju snažne prepreke.

Ponovna kolonizacija Istočnih Alpa prirodnim širenjem jedinki medvjeda iz dinarske populacije u Sloveniji i Hrvatskoj jedan je od prioriteta očuvanja medvjeda u Europi. Povezanost između zakrpa staništa ključno je pitanje za dugoročni opstanak populacija svih divljih životinja, jednako kao i mogućnost njihovog širenja. Zbog toga je poboljšanje povezanosti staništa između Dinarida i Alpa, koje će osigurati potreban broj širenja i održati protok gena, kritično za uspostavljanje održive populacije medvjeda u Alpama, ali i veoma izazovno ukoliko se u obzir uzmu potrebe i želje ljudi. Ubrzana urbanizacija područja u kojima obitavaju medvjedi i razvoj kompleksne transportne infrastrukture (primjerice autocesta) tijekom posljednjih nekoliko godina, naglasilo je ovaj izazov u Sloveniji i susjednim zemljama. Najjeftiniji i najefikasniji način da se očuva povezanost jest prevenirati razvoj u malenim, kritičnim područjima koja spajaju velike zakrpe staništa. Najučinkovitiji način za ovo jest ponuditi točne informacije za potrebe procjene učinka na okoliš (PUO) koja bi uključivala povezanost staništa medvjeda u prostornom planiranju i očuvala najključnije lokacije. To je sve važnija tema jer su ove lokacije najčešće smještene na povoljnijem zemljištu između već razvijenih područja i stoga često i najpoželjnije lokacije među investitorima u širenje industrijskih i urbanih područja. Iako su legislative i procedure koje se tiču prostornog planiranja kvalitetno razvijene, i dalje postoji rascjep u znanju stručnjaka kad je u pitanju osiguravanje povezanosti između zakrpa staništa velikih zvijeri. Ovim priručnikom pokušat ćemo ispuniti ovu prazninu i popularizirati problematiku povezanosti staništa velikih zvijeri među stručnjacima i kompanijama koje se bave prostornim planiranjem i procjenama utjecaja na okoliš.

Za divlje životinje, posljedice stvaranja prometne infrastrukture uključuju smrtnost u prometu, gubitak i degradaciju staništa, zagađenje, promjene mikroklimatskih i hidroloških uvjeta te pojačanu ljudsku aktivnost u obližnjim područjima. Sve ovo uzrokuje značajan gubitak i remećenje prirodnih staništa. Nadalje, prometnice, željeznice i plovni putevi nameću prepreke u kretanju brojnih životinja, barijere koje mogu izolirati populacije i dovesti do dugoročnog propadanja populacije. Rascjepkanost staništa, podjela prirodnih staništa i ekosustava u manje i izoliranije zakrpe, globalno je prepoznata kao jedna od najvećih prijetnji očuvanju bioraznolikosti. Fragmentiranost staništa uglavnom je rezultat različitih oblika promjena u korištenju zemlje i tla. Izgradnja i korištenje transportne infrastrukture jedan su od glavnih uzročnika ove promjene, kao i stvaranja barijera između fragmenata staništa. Postojani porast smrtnosti životinja na prometnicama i željezničkim prugama detaljno je dokumentirani pokazatelj ovog problema. S druge strane, prepreke koje uzrokuju rascjepkanost staništa imaju i dugoročne posljedice koje je mnogo teže predvidjeti i otkriti.

Kako bismo osigurali ekološki održiv razvoj i, posebice, transportnu infrastrukturu, ublažavanje ovih nepovoljnih učinaka na divlje životinje potrebuje holistički pristup koji objedinjuje kako društvene tako i ekološke faktore koji djeluju u krajobrazu. Stoga je jedan od izazova za ekologe, projektante infrastrukture i inženjere razviti adekvatno oruđe za procjenu, prevenciju i ublažavanje utjecaja infrastrukture.

Statistike pokazuju da su se broj i duljina autocesta u Europi u zadnjih 30 godina više no utrostručili (EuroNatur, 2010). Uz pojačan promet i razvoj cesta, sve je jači pritisak na divlje životinje. Nove prometnice dijele krajobraz u sve manje komadiće. Ovo stvara prepreke i utječe na vrste koje žive u tim područjima. Smanjena mogućnost kretanja u potrazi za hranom, partnerima za parenje i novim staništima može dovesti do izolacije, gubitka genske raznolikosti, a dugoročno, i do izumiranja. Manje zakrpe staništa ne mogu podnijeti isti broj jedinki i vrsta kao velika, nerascjepkana staništa. Ovisno o intenzitetu prometa i ogradama, prepreka može biti fizička ili samo doživljena u slučaju kada životinje aktivno izbjegavaju područja u blizini prometnica. Dijeljenjem staništa u manje fragmente također se povećava područje ruba staništa. Iako rubovi mogu biti od jednake važnosti



Ograđene autoceste stvaraju snažne barijere i otežavaju problem rascjepkanosti. Autocesta A1 Zagreb – Split presijeca dinarsko stanište medvjeda. (Huber Đ.)

vrstama generalistima, također mogu potpomoći širenju invazivnih vrsta ili djelovati kao prepreka drugim vrstama. Osim toga, rijetko kada imaju istu važnost kao prirodni koridori jer su uvjeti u njima često promjenjivi na duljim udaljenostima.

Smrtnost u prometu također je i jedan od najvećih uzročnika smrtnosti medvjeda. Može stvoriti opadanje populacija u područjima od kritične važnosti za povezanost, smanjujući migracije i protok gena te ograničavajući prostorno širenje vrste. Važan je faktor ograničavanja prirodne rekolonizacije medvjeda u Alpama i uspostavljanja održive, dobro povezane alpsko-dinarske metapopulacije u južnoj Europi. Problem smrtnosti u prometu pogoršan je u medvjeđim koridorima koji spajaju Dinaride s Alpama, gdje sudari medvjeda s automobilima predstavljaju glavni uzrok smrtnosti i uzrokuju lokalna opadanja populacije. U Sloveniji i Hrvatskoj je provedena detaljna analiza učinaka prometa na medvjede, kako iz perspektive populacije općenito, tako i iz perspektive učinka na širenje populacije prema Alpama. Kombinacija faktora može potaknuti medvjeda da se popne preko ograde autoceste, uključujući nezaštićeni otpad ili strvine na autocesti koji privlače medvjede. U Hrvatskoj je također procijenjen i utjecaj nezaštićenih kanti za otpatke duž autocesta na smrtnost medvjeda.

Izgradnja prometnica utječe na okoliš jer ometa i mijenja krajobraz. Često su pod utjecajem i područja udaljenija od prometnica, bilo zbog zagađenja (soli, izlivanja kemikalija), buke ili vibracija. Pojačana svjetlost utječe na regulaciju rasta biljaka, ometa parenje i hranjenje životinja. Nakon izgradnje prometnica, najčešće slijedi izgradnja novih naselja ili industrijskih područja što zahtijeva izgradnju lokalnih pristupnih cesta. Stoga se stanište dodatno fragmentira, a prisutnost ljudi još snažnije remeti staništa divljih životinja.

Kako bi se izbjegli ili ublažili ovi negativni učinci, prometna infrastruktura treba biti propusnija – stvaranjem prijelaza za divlje životinje kako bi mogle prijeći barijere u potrazi za odgovarajućim staništem. Osim očuvanju vrste, prijelazi za divlje životinje imaju i socio-ekonomske dobrobiti: bolja alternativa za prijelaz divljih životinja znači i veću sigurnost vozača, a odmicanjem divljih životinja od autocesta smanjuje se broj sudara, ozljeda, smrtnosti ljudi i šteta na vlasništvu osoba u prometu (Chistolm i sur. 2010).

Iako se prilikom planiranja nove infrastrukture sve češće u obzir uzima rascjepkanost staništa, i dalje postoje mnoge postojeće trase cesta i željeznica na kojima je krucijalno provesti mjere ublažavanja. Utjecaj postojeće infrastrukture može se promijeniti prilikom građenja nove infrastrukture, dodatno pojačavajući potrebu za mjerama ublažavanja. Prilikom osmišljavanja mjera koje će ublažiti fragmentiranost staništa fokus dakle treba biti na utjecaju infrastrukturne mreže u cjelini.

Teško je postići balans između pronalaženja sveobuhvatnih, općih rješenja s jedne i detaljnijih, lokalnih i regionalnih rješenja s druge strane. S ovom pozadinom, važno je naglasiti da ne postoji 100% korektno rješenje. Postoje dva načina kako se s ovim problemom uhvatiti u koštac – popravak/ublažavanje i prevencija. S obzirom da novi, veliki razvojni projekti obično zahtijevaju studije utjecaja na okoliš (SUO), daljnja fragmentacija za vrste mogla bi se spriječiti kad bi se identificirala kritična područja za održavanje povezanosti staništa, a osobama koje provode studije utjecaja na okoliš dale odgovarajuće smjernice. Međutim, takve procjene moraju se temeljiti na solidnom razumijevanju povezanosti krajobraza za smeđe medvjede, čemu mi stremimo. Savjeti ponuđeni ovdje temelje se na sakupljenom znanju širokog spektra znanstvenika i stručnjaka iz zemalja sudionica projekta. Ostaje potrebno prilagoditi i uskladiti mjere lokalnom kontekstu, kao i specifičnim potrebama i mogućnostima lokacije. Same smjernice stoga ne predstavljaju alternativu savjetima lokalnih stručnjaka poput ekologa, planera i inženjera pa ih treba slijediti u sprezi s njihovim preporukama.



Smrtnost u prometu jedan je od glavnih uzroka smrti slovenskih i hrvatskih smeđih medvjeda (uz lov). U sudaru su također u opasnosti i ljudi. (Masterl M.)

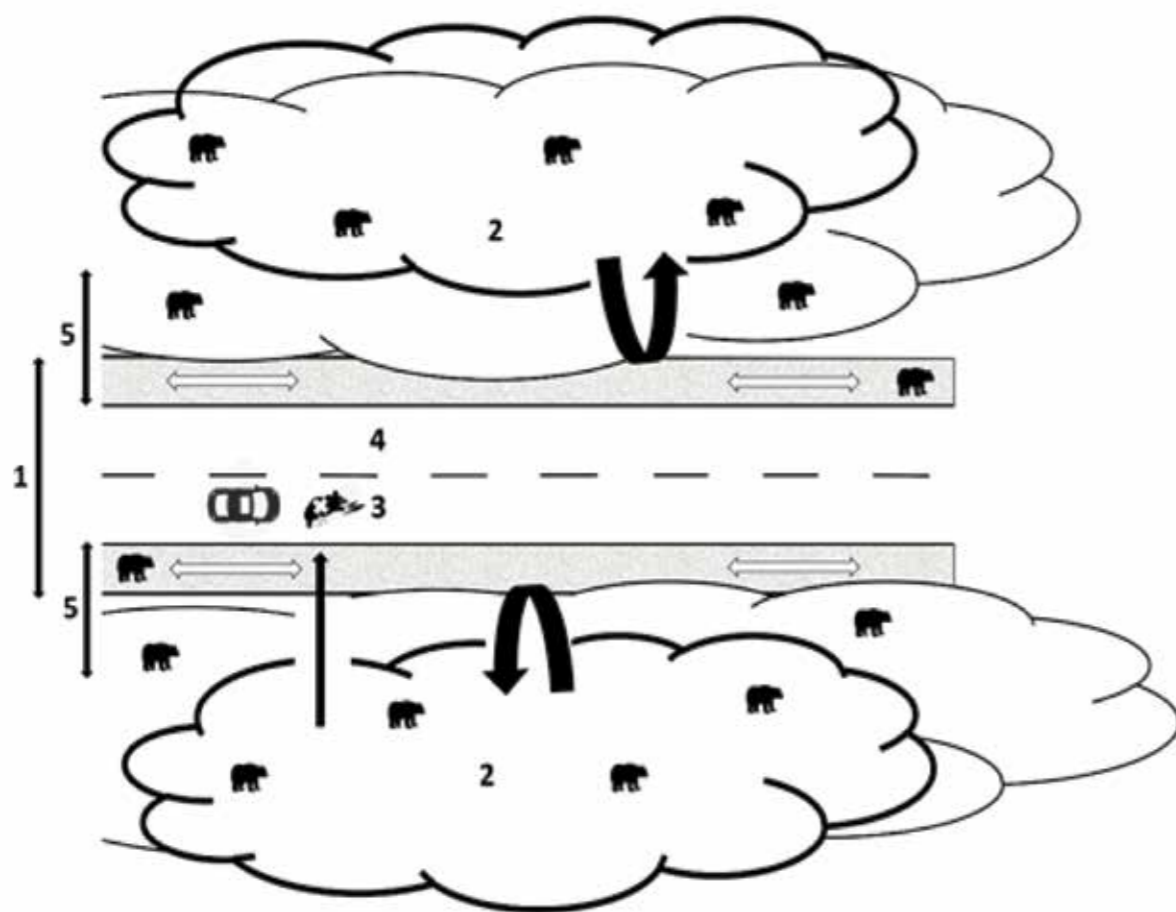
2. DEFINIRANJE RASCJEPKANOSTI STANIŠTA

Transportne mreže, urbana područja, kao i poljoprivredni krajolici dijele prirodna staništa u manje, izolirane zakrpe i stvaraju prepreke među preostalim djelićima staništa. Ovo može imati dva glavna učinka na vrste: prvo, može smanjiti veličinu zakrpa staništa toliko da više ne mogu podržavati održive populacije važnih vrsta, a drugo, može rezultirati time da preostale zakrpe postanu toliko izolirane jedna od druge da jedinkama ne omogućavaju priliku kretanja između zakrpa. Nemogućnost kretanja između dijelova staništa vrstu izlaže ranjivosti prema lokalnome i regionalnom izumiranju. Ovi procesi doveli su do toga da je usitnjavanje staništa zbog transportnih mreža i posljedičnog, značajnog razvoja postao jedna od najozbiljnijih globalnih prijetnji bioraznolikosti. Iako je ljudska aktivnost prije mnogo stoljeća počela usitnjavati prirodu, ubrzano povećanje gustoće transportnih mreža tijekom 1900-tih kao i učinak povećane pristupačnosti, uvelike su ubrzali ovaj utjecaj.

Prometne ceste (posebice autoputovi) značajno utječu na obližnji prirodni okoliš. Jedan od najvažnijih učinaka jest činjenica da za veliki broj organizama predstavljaju nepremostive prepreke. Drugi efekti uključuju gubitak staništa zbog izgradnje prometnica, stradavanje životinja pod prometlima, zagađenje okoliša te različite vrste remećenja (buka i sl.). Indirektni utjecaji prometnica također su značajni, kao primjerice pojačanje urbanog pritiska u nekada nedostupnim područjima, sekundarno građenje uz prometnice itd. Prepreke koje stvaraju ceste predstavljaju duge linije koje životinje ne mogu zaobići. Glavne prometnice, dakle, uzrokuju usitnjavanje staništa kao i rascjepkanost populacije domicilnih vrsta. Sve gušća mreža autocesta tako pretvara početno otvoreni krajobraz u sustav izoliranih "otoka". Zbog usitnjavanja staništa, populacije su izložene takozvanom "efektu otoka". Malene, izolirane populacije općenito se teže nose s prirodnim fluktuacijama u brojnosti izazvanima klimatskim promjenama, prirodnim katastrofama, epidemijama itd.; također, nedovoljna



Usitnjavanje može pojačati konflikt između ljudi i divljih životinja. Karta intenziteta konflikta ljudi i medvjeda u Sloveniji – najkonfliktnija područja označena su crvenom bojom (Jerina i sur. 2015a).



Shematski prikaz primarnih ekoloških učinaka transportne infrastrukture. Brojevi odgovaraju primarnih ekološkim učincima nabrojanima iznad prikaza.

genska raznolikost dugoročno može postati očita. Na određenoj razini gustoće mreže autocesta, ovo postaje problemom opstanka nekih vrsta, posebice u slučajevima gdje relativno maleni broj jedinki nastanjuje veliko područje. Logično, neke vrste velikih sisavaca stoga će biti među onim najugroženijima. Manji sisavci obično su manje pogođeni postojanjem autocesta, posebice jer su populacije koje egzistiraju u tim dijelovima krajobraza definiranim mrežom autocesta najčešće dovoljno brojne stoga je učinak autoceste manje očit. Također, manji sisavci često pronađu dovoljno prilika za prijeći prometnice kroz, primjerice, odvodne kanale, kojima se ne mogu poslužiti veće životinje. Autoceste, stoga, predstavljaju stvaran i ključan problem populacijama velikih sisavaca.

Transportna infrastruktura ima kako direktni (primarni) tako i indirektni (sekundarni) utjecaj na prirodu. Moguće je razlučiti između pet glavnih kategorija primarnih ekoloških učinaka koje negativno utječu na bioraznolikost plus skupina indirektnih ekoloških utjecaja: (1) Gubitak staništa. (2) Efekt barijere. (3) Smrtnost divljih životinja – sudari prometala i divljih životinja. (4) Ometanje i zagađenje te (5) Ekološka funkcija ruba infrastrukture. U praksi su ovi učinci u međusobnoj interakciji, a sinergijsko djelovanje može značajno pojačati negativan utjecaj pojedinih učinaka. Posljedice gubitka i propadanja staništa divljih životinja, učinak barijere, izolacija i ometanje mogu se svesti pod zajednički nazivnik rascjepkanosti.

Gubitak staništa divljih životinja

Gradnja prometnica, urbanizacija i kultiviranje prirodnog okoliša direktno utječu i na fizičke promjene u pokrovu tla kraj ruta i u obližnjim područjima jer infrastruktura i urbana/poljoprivredna područja zamjenjuju ili mijenjaju

prirodna staništa. Utjecaj ovog neto gubitka prirodnog staništa pogoršavaju i ometanje i efekt izolacije koji vode prema neizbježnoj promjeni u distribuciji vrsta unutar krajobraza. Lokalno, prenamjena prostora za infrastrukturu neizbježno vodi u konflikt s drugim načinima korištenja zemlje, primjerice, očuvanjem prirode, rekreacijom, poljoprivredom ili pak stvaranjem ljudskih naselja.

Učinak barijere

Učinak barijere, posebice (ograđenih) prometnica i željeznica vjerojatno je njihov najveći negativni ekološki utjecaj. Sposobnost širenja individualnih organizama jedan je od ključnih faktora opstanka vrsta. Mogućnost slobodnog kretanja u potrazi za hranom, skloništem ili partnerom, pod negativnim su utjecajem barijera koje uzrokuju izolaciju staništa. Utjecaj na jedinke pak utječe na dinamiku populacije i često ugrožava opstanak vrste. Jedini način da se izbjegne učinak barijere jest da infrastruktura bude propusnija za divlje životinje pomoću prijelaza za životinje, prilagođavanjem inženjerskih radova ili upravljanjem toka prometa. Pažljivo biranje trase prometnice kroz krajobraz može minimizirati problem barijere.

Fizička barijera: Za većinu većih sisavaca transportna infrastruktura postaje nepremostivom preprekom samo ako je ograđena ili je intenzitet prometa visok. Doživljajna barijera: Poznato je da mnoge vrste velikih divljih životinja izbjegavaju područja u blizini prometnica i željeznica povezanih uz stupanj antropogenog ometanja (gustoća prometa, sekundarni/urbani razvoj). Druge životinje, poput manjih sisavaca i nekih vrsta šumskih ptica, pokazuju doživljajne obrasce izbjegavanja posebice povezane s prelaženjem velikih otvorenih područja. Zvučno ometanje uglavnom ovisi o vrsti prometa, gustoći prometa, svojstvima



Za izbjegavanje ili ublažavanje učinka barijere koji ograđena autocesta predstavlja životinjama, potrebno je ugraditi prijelaze za divlje životinje kako bi se pojačala propusnost. (Huber Đ.)

površine prometnice, topografiji, tipu ceste ili željeznice te vrsti i strukturi obližnje vegetacije. Geološke karakteristike i karakteristike tla utječu na intenzitet i širenje vibracija. Neke vrste izbjegavaju područja zagađena bukom. Umjetna rasvjeta može utjecati na reguliranje rasta u biljaka, ometati razmnožavanje i hranjenje ptica ili utjecati na ponašanje noćnih vodozemaca. Svjetla također mogu privlačiti kukce (živine lampe) i zauzvrat povećati lokalne gustoće šišmiša duž prometnica što rezultira povećanom smrtnosti šišmiša. Smatra se da kretanje cestovnog i željezničkog prometa ometa nekoliko osjetljivih vrsta divljih životinja poput divljih sobova i jelena.

Poravnavanje dva ili više oblika transportne infrastrukture duž istog koridora (u neposrednoj blizini) može koristiti nekim vrstama jer se na taj način stvara samo jedna barijera. Zbog toga je često korisno smjestiti dvije ili više paralelnih trasa što je bliže moguće, posebice u slučaju multimodalnih prometnih koridora (cesta i željeznica). Mana multimodalnih transportnih koridora jest u tome što nekim vrstama mogu dodatno ojačati efekt barijere.

Vrijednost rubova infrastrukture tema je o kojoj se raspravlja. Mogu biti važno stanište nekim vrstama divljih životinja, no također mogu voditi životinje do područja na kojima je izraženija smrtnost ili pak potpomoći širenju stranih vrsta. Rubovi mogu pružati poveznice unutar ekološke mreže i funkcionirati kao koridori za kretanje, posebice u poljoprivrednim krajolicima. Njihova funkcija ovisi o njihovoj geografskoj lokaciji, vegetaciji, pripadajućem staništu, upravljanju i vrsti infrastrukture. Pomoću pažljivog upravljanja, ivice infrastrukture mogu nadopunjavati i obogaćivati krajolik u kojemu je većina prirodne vegetacije opustošena. Unatoč tome, rubovi ne mogu potpuno nadomjestiti prirodno stanište zbog ometanja i učinka zagađenja. Kao rezultat toga, sastav vrsta u zajednicama duž prometnica često naginje prema višem omjeru neautohtonih i ruderalnih vrsta.

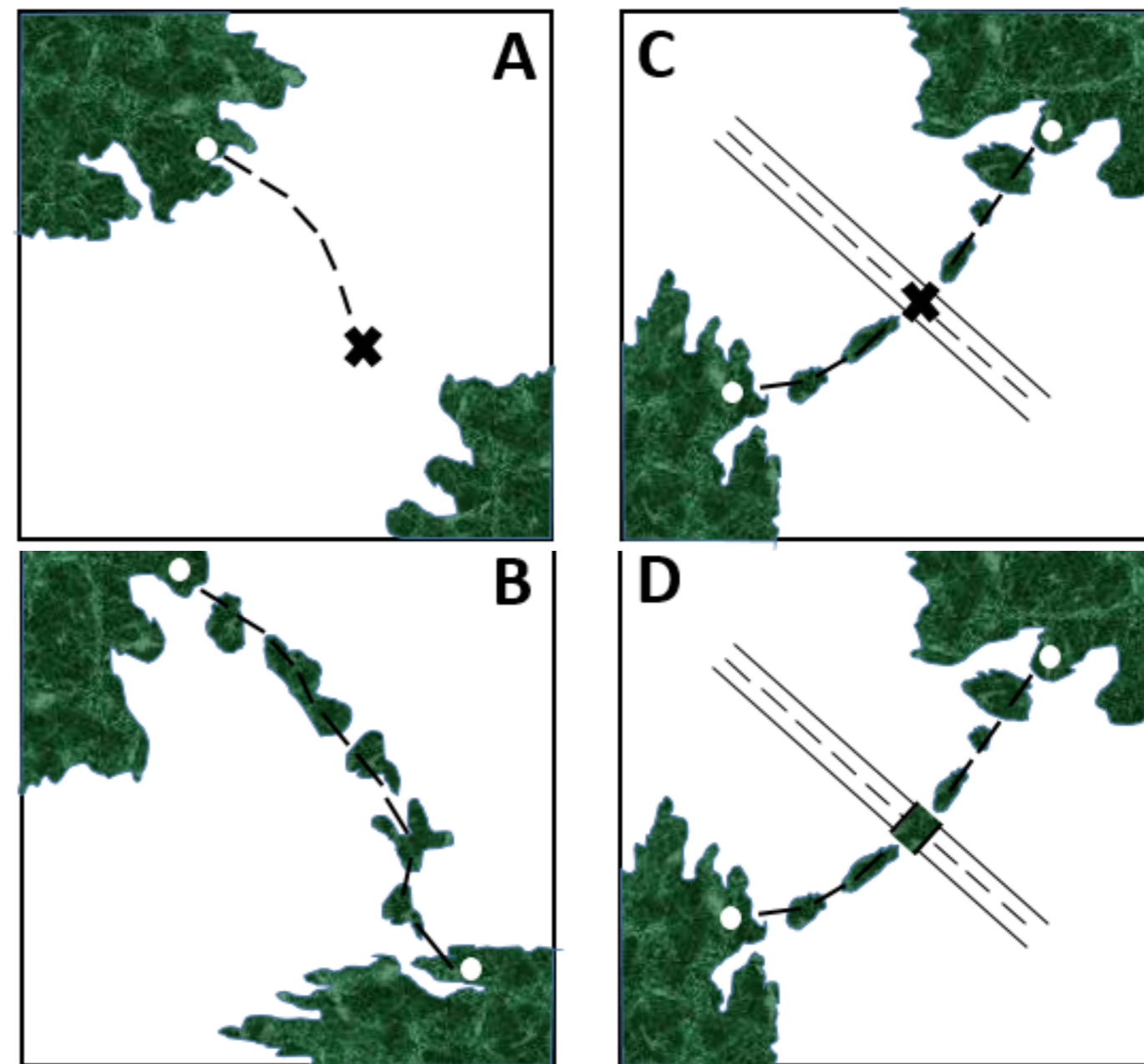
Najbolji praktični pristup planiranju nove ili nadogradnji i poboljšavanju postojeće transportne infrastrukture uvažava sljedeće principe za suočavanje s prijetnjom od fragmentiranja staništa.



Osnovna filozofija glasi: prevencija je bolja od lijeka u izbjegavanju negativnih učinaka rascjepkanosti staništa. Gdje je izbjegavanje nemoguće/nepraktično, potrebno je osmisliti mjere ublažavanja kao integralni dio sheme. Ovo zahtijeva detaljno i cjelovito razumijevanje staništa koje je dostupno ciljanim vrstama (npr. medvjedima) i uzroka rascjepkanosti kako bi se prepoznala područja na kojima je moguće postići maksimalno povećanje povezanosti uz najniže troškove. Gdje je ublažavanje nedovoljno ili nakon njega preostaje značajan utjecaj, kao posljednju opciju potrebno je razmotriti mjere kompenzacije. Iako je fokus uglavnom na novim prometnicama, principe je potrebno primijeniti i na postojeće ceste na kojima je potrebno ispitati popravljivanje i održavanje, povezanost s drugim izvorima fragmentiranosti i korištenje postojećih inženjerskih radova.

Promjene u korištenju zemlje, obrascima ljudskih naselja ili industrijskom razvoju inducirane izgradnjom prometne infrastrukture sekundarni su učinci. Nicanje novih naselja i građevinskih zemljišta može pratiti izgradnju novih regionalnih cesta i zauzvrat potaknuti izgradnju lokalnih pristupnih puteva. Ovi sekundarni učinci najčešće su van odgovornosti sektora transporta, ali bi ih trebalo razmatrati unutar Strateških okolišnih procjena (SOP) i Procjena utjecaja na okoliš (PUO). Jedna od najsnažnijih sekundarnih prijetnji povezanih s razvojem infrastrukture jest povećana razina pristupa ljudima i ometanje. Mreže malenih šumskih puteva lovcima i turistima omogućavaju pristup u inače neometana staništa divljih

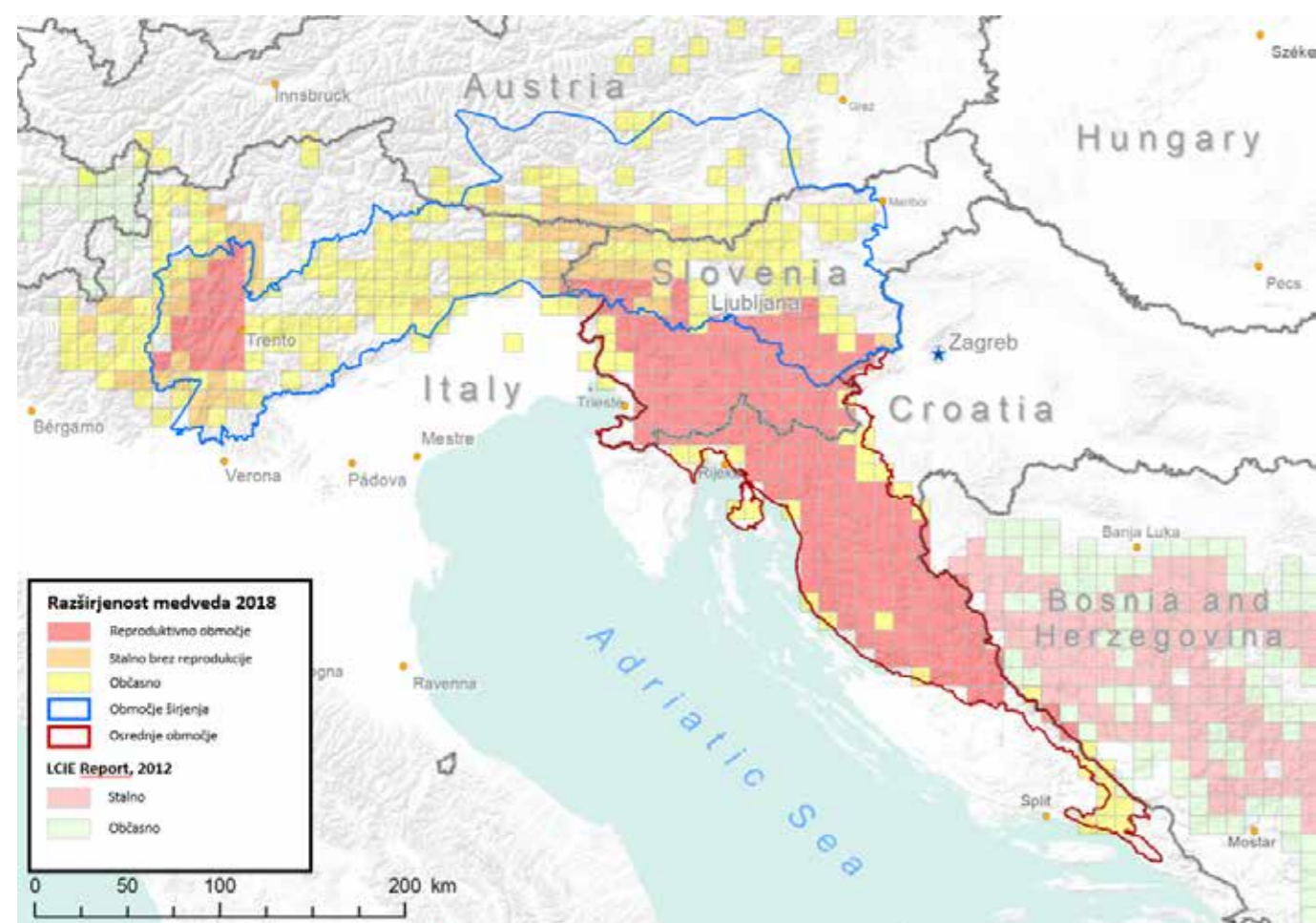
životinja. U nekim projektnim specifikacijama namjerno su izostavljena parkirališta i odmorišta kako bi se minimiziralo ometanje osjetljivih staništa. Unatoč tome, jednom kad se razvoj infrastrukture pokrene, jako je teško ograničiti mu pristup okolnim površinama, čak i ako se nalazi u području visoke konzervacijske vrijednosti. Planove za upravljanje pojačanom dostupnošću stoga bi trebalo donositi tijekom faze planiranja i implementirati u suradnji s infrastrukturnim razvojem.



Efekt prirodnih koridora i cestovne infrastrukture na kretanje životinja između odgovarajućih zakrpa staništa:
 A. U otvorenim krajolicima bez ekoloških koridora, vrste nisu uvijek u mogućnosti kretati se između staništa.
 B. Maleni dijelovi adekvatnog staništa mogu poslužiti kao poveznice između udaljenih zakrpa staništa.
 C. Ekološki koridori u kombinaciji s prometnicama mogu privući životinje, ali ih i usmjeriti prema cestama na kojima mogu stradati pri pokušaju njihova prelaska.
 D. Mjere ublažavanja poput prijelaza za divlje životinje mogu pomoći u ponovnom spajanju ekoloških koridora.

3. STANJE, RASPOREĐENOST I POVEZANOST POPULACIJE SMEĐIH MEDVJEDA

Hrvatska i Slovenija su među rijetkim europskim zemljama koje pružaju stanište trima vrstama velikih zvijeri, uključujući smeđeg medvjeda. Navedene su u Dodacima II i IV Direktive o staništima (92/43/EEC) i posebno naznačene na Crvenom popisu IUCN-a, kao i u međunarodnim konvencijama (npr. Bernskoj konvenciji). Europska komisija prihvatila je listu Ključnih akcija za velike zvijeri kako bi osigurala njihovu dugoročnu dobrobit. Medvjedi žive u manje gustim populacijama, zauzimaju teritorij velike površine pa su stoga podložni usitnjavanju njihovog prirodnog staništa. Fragmentirane populacije sklone su brojčanome smanjivanju, nakon čega slijede genska depresija i izumiranje. Populacija smeđeg medvjeda prisutna u jugoistočnim Alpama i sjevernim Dinaridima u Sloveniji i Hrvatskoj dio je Alpske i Dinarsko-Pindske populacije koja se proteže kroz Austriju, sjeveroistočnu Italiju, Sloveniju, Hrvatsku, BiH, Sjevernu Makedoniju, Crnu Goru, Kosovo, Albaniju i Grčku (Swenson i sur. 2000). Opseg staništa u Sloveniji i Hrvatskoj za obje vrste proteže se preko veoma velikog područja i uključuje 20 utvrđenih Natura 2000 lokacija koje predstavljaju središnja područja za razmnožavanje medvjeda i uspostavljanje teritorija. 2007. godine, minimalna veličina populacije u Sloveniji procijenjena je na 424 (383-458) medvjeda. Metodološki slična procjena za 2015. godinu, donesena 2017. godine, iznosila je 599

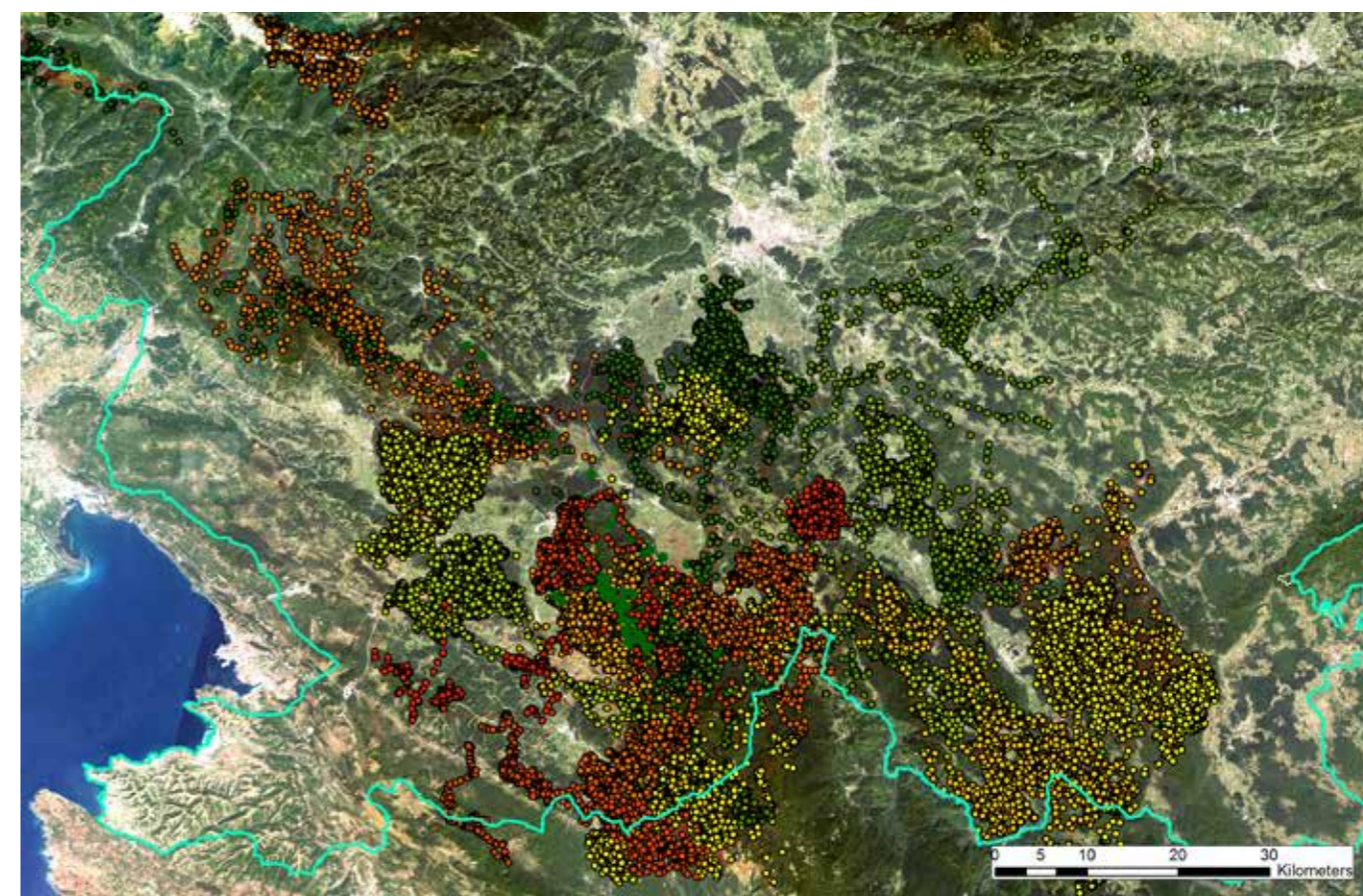


Distribucija medvjeda u jugoistočnim Alpama i Dinarskom gorju – nadopunjeno 2018. godine (status između 2012. i 2017.). Trajna prisutnost, razmnožavanje – područja s potvrđenom prisutnošću mladunaca tijekom posljednje tri godine; trajna prisutnost, bez razmnožavanja – područja u kojima su medvjedi prisutni barem tri godine od posljednjih pet; sporadična prisutnost – područja na kojima je prisutnost medvjeda dokumentirana tijekom manje od tri sezone u posljednjih pet godina (Skrbinšek i sur. 2018, LIFE DinAlp Bear)

(545-655) jedinki, ili 41.3%-tno povećanje tijekom osmogodišnjeg perioda (Skrbinšek i sur. 2017). U istoj studiji, minimalna veličina populacije medvjeda u Hrvatskoj procijenjena je na 793 (702-928) jedinke medvjeda.

Veličina životnog prostora jedinke medvjeda je temeljni biološki parametar koji nam omogućava razumijevanje životne strategije vrste. Također je bitna za upravljanje jer se mjere ublažavanja sukoba uvelike razlikuju ovisno o tome je li životni prostor relativno malen u usporedbi s veličinom dostupnih zakrpa šuma bez ljudskih naselja ili pak svaka jedinka zauzima prostor toliko velik da uključuje područja redovite prisutnosti ljudi – kao što je primijećeno u našem slučaju. Koristeći metodu 100% minimalnog konveksnog poligona, prosječna veličina životnog prostora medvjeda u Sloveniji procijenjena je na 350 km² (Jerina i sur. 2012), a na 366 km² u Hrvatskoj (Huber i sur. 2008), što odgovara istim veličinama za medvjede iz drugih populacija koje žive u sličnim tipovima staništa. U prosjeku je životni prostor mužjaka četiri puta veći nego od ženke. Podaci su pokazali da je iz perspektive potreba medvjeda, čak i najveća zakrpa staništa u Sloveniji relativno malena: npr. najveći slovenski šumski kompleks na platoima Snežnik i Javornik prekriva približno 500 km², što je manje čak i od životnih prostora nekih medvjeda. Stoga ne čudi da životni prostori gotovo svih praćenih medvjeda također uključuju neka ljudska naselja. Ovo je jedan od ključnih faktora upravljanja medvjedom jer pokazuje da u Sloveniji i Hrvatskoj ne postoje dovoljno velike regije u kojima bi medvjedi mogli obitavati izolirani od ljudi.

Adekvatnost staništa za medvjede u Europi uglavnom se podudara s općim obrascima odabira staništa: medvjedi preferiraju šumu i izbjegavaju otvorena područja i ljudska naselja, kao i blizinu dominantno ljudske infrastrukture. K tome, čini se da preferiraju nadmorsku visinu negdje u sredini između udolina i prirodne granice rasta šume. Ovo najvjerojatnije nije izravna funkcija nadmorske visine, nego kompromis između izbjegavanja ometanja od strane ljudi u udolinama i smanjene dostupnosti hrane na sve višim nadmorskim



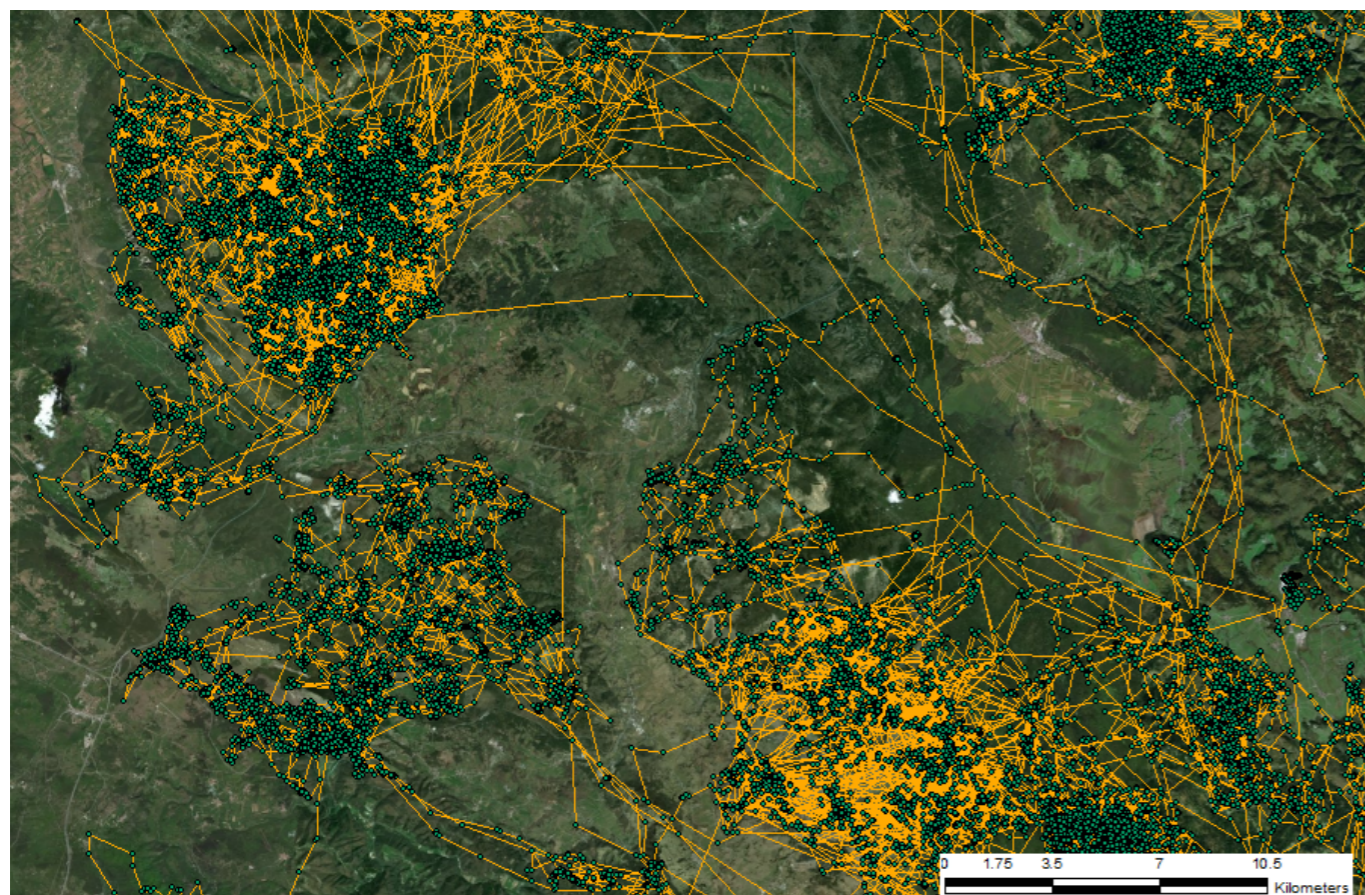
Telemetrijski podaci o kretanju medvjeda označenih GPS ogrlicama (33) u Sloveniji (Jerina i sur. 2012).

visinama. Studije su pokazale da velika, šumovita područja Dinarskoga gorja odlično odgovaraju medvjedima. Stabla bukve učestala su i u jesen pružaju visokoenergetsku hranu u godinama kad je bukvice mnogo. Područje obiluje i drugim prirodnim izvorima hrane za medvjede, ali oni mogu varirati od regije do regije. Važno je spomenuti mrave i ose kao važan izvor proteina tijekom ljeta koji je dostupan gotovo svugdje. Nadalje, lov i prihranjivanje parnoprstaša kukuruzom ovdje su učestale prakse od kojih profitiraju i medvjedi. U obje zemlje prakticira se i intenzivno prihranjivanje ciljano uglavnom medvjede.

Povezanost staništa u Dinarskome gorju

Rascjepkanost i uništavanje staništa trenutno su glavne prijetnje medvjedima. Ograđene autoceste i drugi cestovni pravci najveći su uzrok rascjepkanosti staništa širokih razmjera. U većini zapadne Europe više ne postoje odgovarajuće zakrpe staništa koje bi podržavale život populacija velikih zvijeri.

Polazeći od juga prema sjeveru Dinarida, autocesta Zagreb-Rijeka predstavlja prvu veliku barijeru na koju nailaze medvjedi. Moguće ju je prijeći zahvaljujući tunelima, mostovima i jednome zelenom mostu, no predstavlja dodatni rizik za smrtnosti medvjeda u prometnim nezgodama. Dalje na sjeveru, granica između Hrvatske i Slovenije mjestimično je ograđena zbog migranata. U ovom trenutku ograda prekriva samo 10% granice u odgovarajućem staništu za medvjede, no ovisno o budućim mjerama koje će proizaći iz politika koje se tiču migranata i pružanja azila, ova bi barijera mogla ojačati. Sljedeća i najvažnija barijera južno od Alpa je autocesta i željeznička trasa Ljubljana-Postojna (i dalje prema Trstu). Ove dvije samo presijecaju glavno središnje područje medvjeda južno od Slovenije i najbolji koridor prema Alpama. Utjecaj barijere pokazan je praćenjem mnogih medvjeda označenih radio/GPS ogrlicama, kao i



Primjer kretanja medvjeda između odgovarajućih zakrpa staništa u Sloveniji (Jerina i sur. 2012).

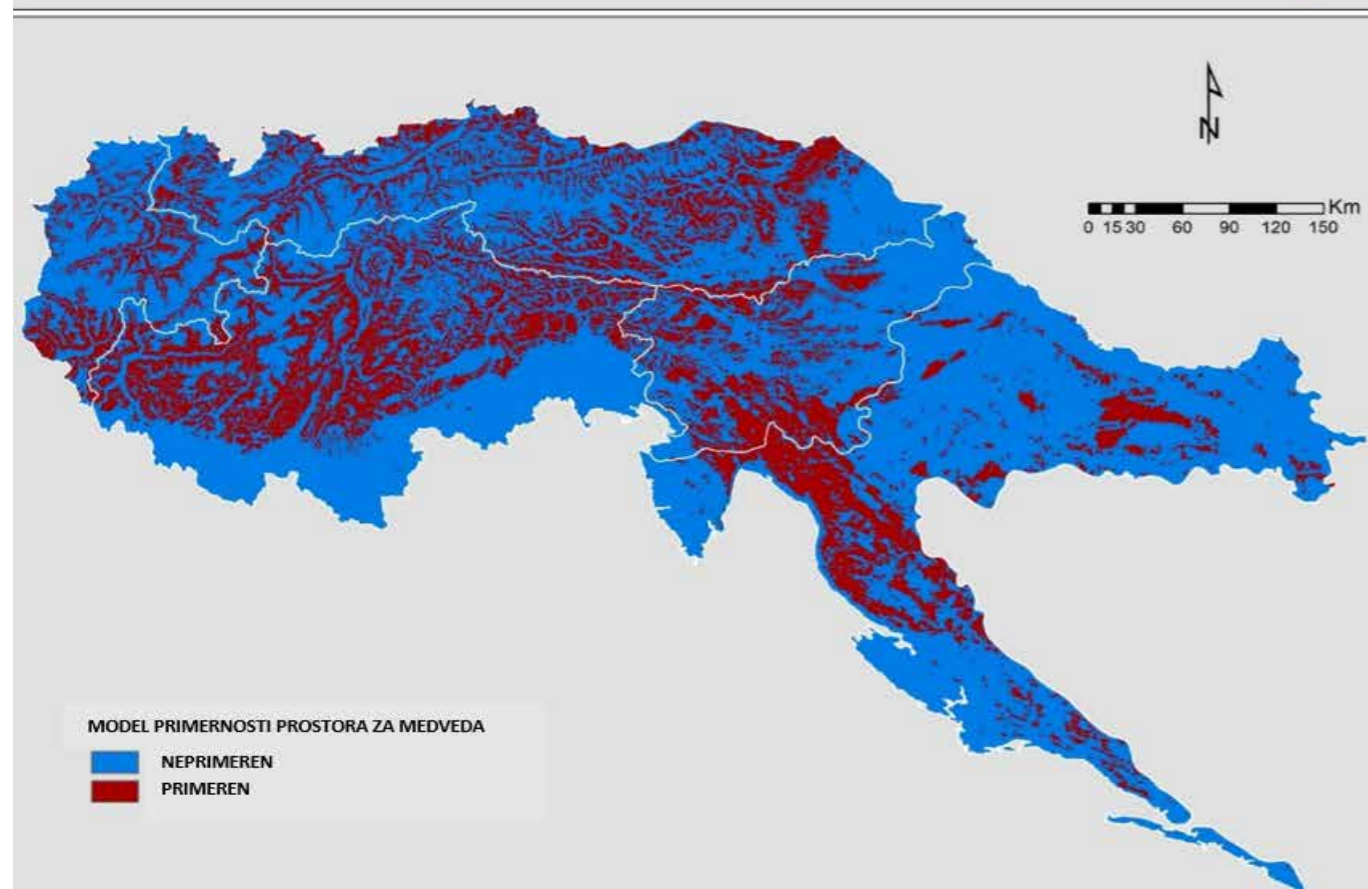
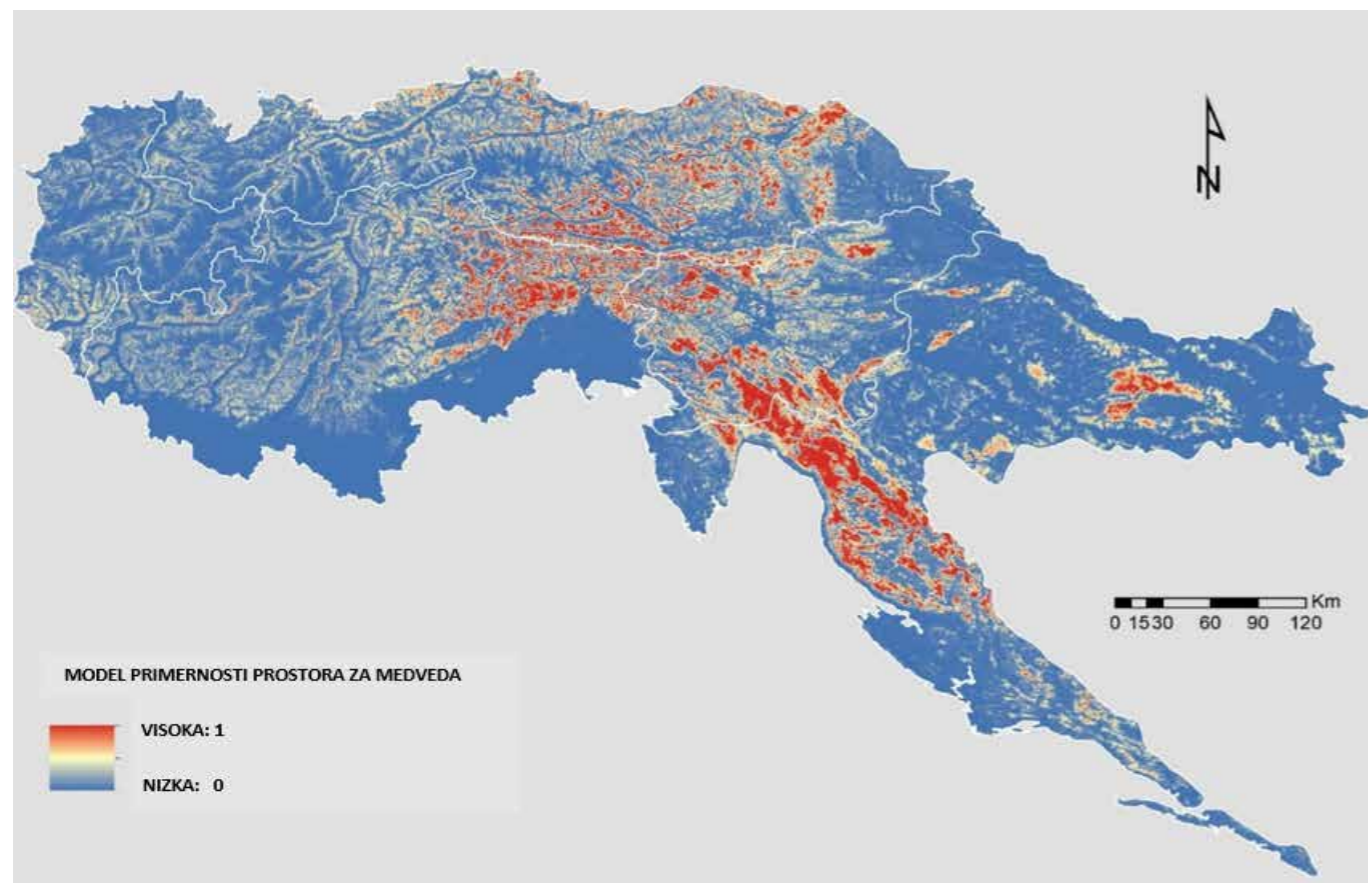
genetičkim studijama. Posebice na području naselja Rakek i Unec, ova je barijera glavni uzrok smrtnosti (pogubnija i od lova). Područje sjeverozapadno od ove autoceste (Nanos, Hrušica i Trnovska šuma) stvaraju najadekvatniji koridor između Dinarskoga gorja i Alpa. Istočno od Ljubljane proteže se još jedan koridor koji spaja oba planinska lanca, no njime medvjedi moraju prijeći jako rascjepkana i relativno ravna područja prije dolaska do Alpa. Oba koridora koriste medvjedi. Tijekom izgradnje autoceste implementirane su samo neke mjere propusnosti, uključujući 13 zelenih mostova izgrađenih u Hrvatskoj i nijedan u Sloveniji.

Povezanost staništa u Alpama

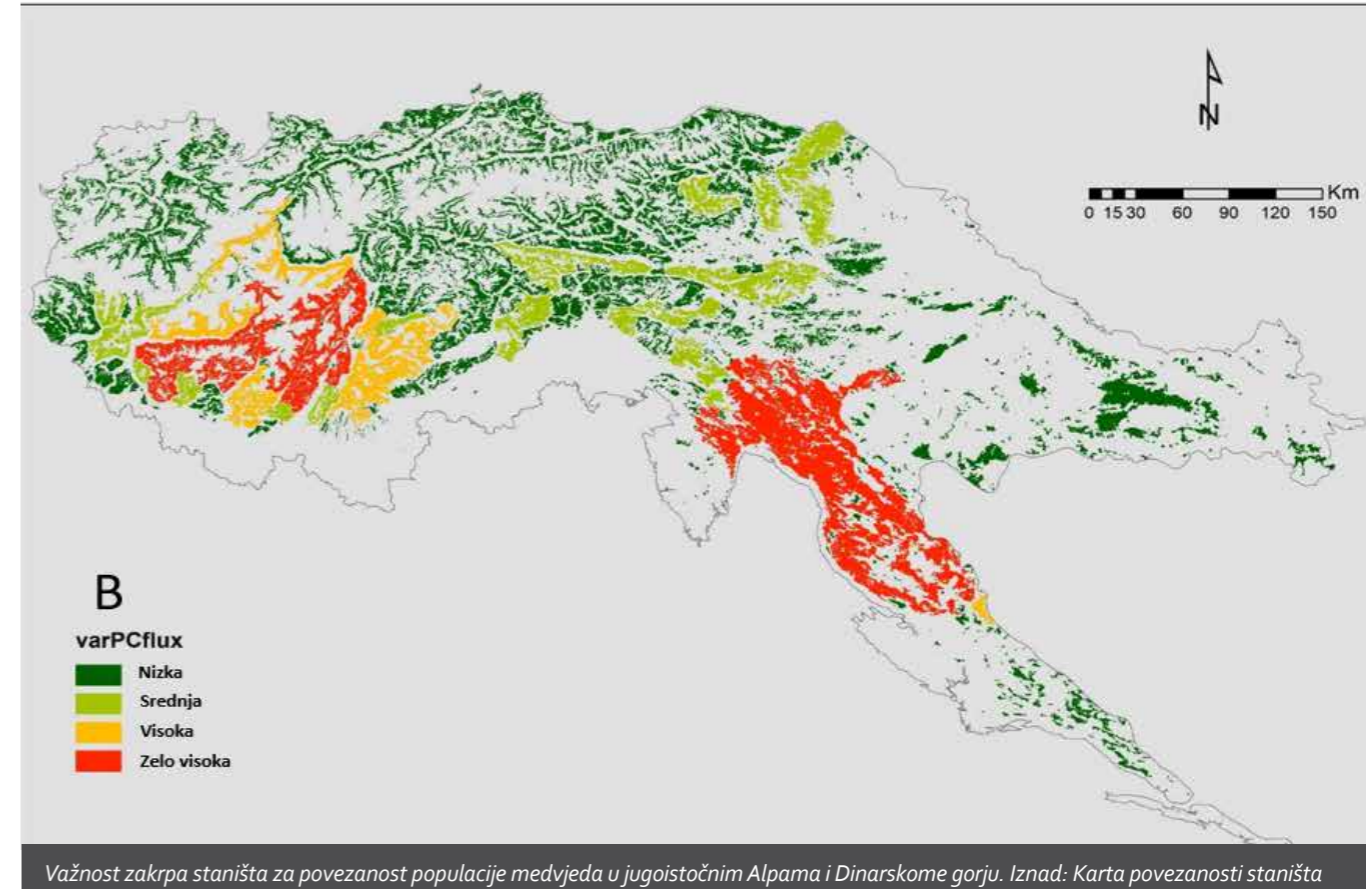
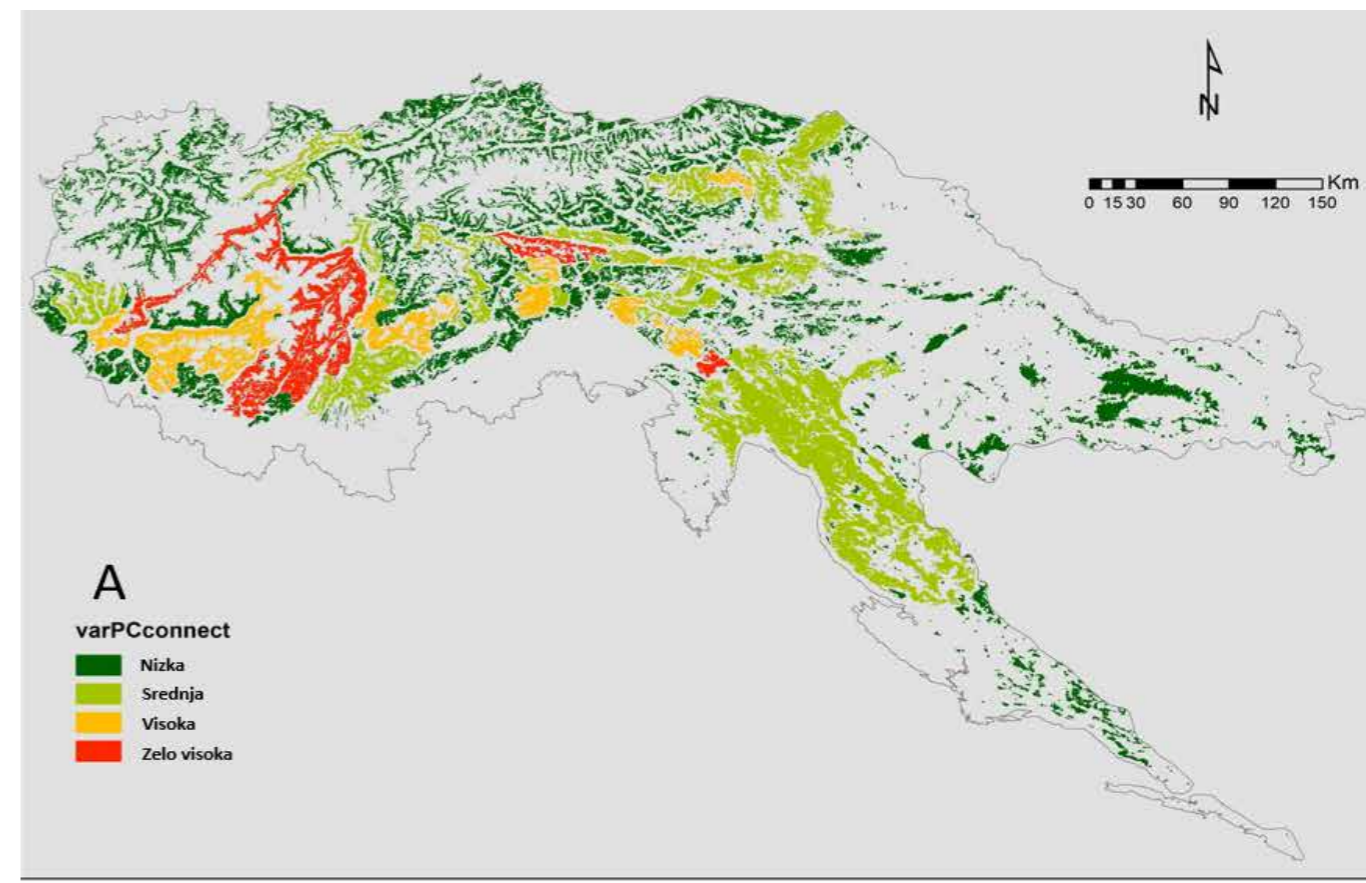
Prirodno, Alpe su podijeljene na sjeverni i južni dio glavnim grebenom Središnjih Alpa. Ovo je prirodna barijera koju medvjedi mogu prijeći na mnogo mjesta, no usporavaju ih široka prostranstva stijena i glečera bez mnogo vegetacije. Izuzev središnjeg dijela, Alpe pružaju kvalitetno stanište medvjedima, posebice na sjeveroistoku. Medvjedi u ovome području (potomci reintroductory populacije) pokazali su jednu od najviših stopa reprodukcije ikada zabilježene među smeđim medvjedima u divljini na čitavome svijetu. Općeniti uzorak pokazuje da je sjever Istočnih Alpa manje rascjepkan nepošumljenim poljoprivrednim područjima od juga, no oba područja pogranično pružaju adekvatna staništa za medvjede. Na jugu Koruške pokrajine postoji veliko područje uništenog staništa, takozvana Celovačka (Klagenfurtska) kotlina, prepuna naselja i prečestih ometanja od strane ljudi kako bi se ondje medvjedi stalno nastanili. Unatoč tome, medvjedi su pokazali da umiju prijeći ovo područje. Alpe su premrežene brojnim autocestama i željeznicama, no zbog grubog terena uglavnom imaju i mnogo tunela i mostova pa ne predstavljaju značajniju barijeru. I ovdje postoje dvije iznimke: kotlina rijeke Inn te kotlina rijeke Adige. Obje su kotline široke, a dna su im više ili manje nepošumljena, iskorištena za naselja i poljoprivredu. Uza sve to, udoline prate autoceste i željeznice. Kotlina rijeke Inn nalazi se na sjeveru (austrijski Tirol) i predstavlja glavnu prepreku nizvodno od Landeck prema sjevernom rubu Alpa u Bavariji (Njemačka). Kotlina rijeke Adige između grada Merana i južnog ruba Alpa u blizini Verone dijeli Središnje Alpe na dva dijela. Zapadno od ove kotline nalazi se jedina populacija u Alpama koja se razmnožava. Mužjaci su pokazali da znaju prijeći ovu kotlinu i širiti se dalje prema istoku. Područje istočno od ove kotline (regija Veneto i Furlanija-Julijanska krajina) nije klasični koridor nego prije veliko, odgovarajuće područje koje trenutno djeluje poput koridora između medvjedih populacija u Tridentu i Sloveniji.

Analize prikladnosti i prostorne povezanosti staništa medvjeda u srednjoistočnim Alpama i Dinaridima

Kako bismo predvidjeli sukobe s ljudima i olakšali donošenje odluka, potrebno je provesti prostorno eksplicitno istraživanje kako bi se identificirala potencijalna staništa i povezanost fragmentiranih medvjedih populacija. Predviđanja o potencijalnim staništima adekvatnima za medvjede i za povezanost između populacija pomažu prilikom donošenja odluka u planovima za zaštitu i očuvanje. Tijekom proteklih 10 godina, na području Alpa i Dinarida medvjedi su praćeni pomoću GPS ogrlica. Stoga su nam za spajanje i rješavanje pitanja o korištenju prostora na široj geografskoj razini koja uključuje različite europske zemlje (konkretnije Sloveniju, Hrvatsku, Austriju, Italiju i Švicarsku) bili dostupni bogati kompleti lokacijskih podataka o praćenim medvjedima. Unutar projekta LIFE DINALP BEAR provedena je temeljita analiza o održivosti staništa medvjeda i prostornoj povezanosti (Recio i sur. 2018). Prvo su proveli multiskalarno modeliranje i identificirali pokretače koji među tri populacije/demografske jedinice medvjeda ("Trident-Švicarska", "pred-Alpska" i "Dinarska") utječu na korištenje prostora, a sve to na rasponu tri prostorne ljestvice (distribucija populacije, uspostavljanje domicilnog staništa i korištenje individualnog domicilnog



Karte pogodnosti staništa pokazuju vjerojatnost da u staništu obitavaju medvjedi. Iznad: Kontinuirani model pogodnosti staništa, vrijednosti u intervalu od 0 do 1. Ispod: Binominalni model pogodnosti staništa, razdvaja pogodne od nepogodnih staništa za medvjeda (Recio i sur. 2018).



Važnost zakrpa staništa za povezanost populacije medvjeda u jugoistočnim Alpama i Dinarskome gorju. Iznad: Karta povezanosti staništa (varPCconnect), ukazuje na važnost blokova (skupina) zakrpa staništa kao "stepenica" za povezanost s ostalim blokovima zakrpa staništa. Ispod: Karta povezanosti između zakrpa staništa (varPCflux), ukazuje koliko je dobro koji blok zakrpa staništa povezan sa zakrpama staništa koje tvore blok (populacijsku zakrpu) (Recio i sur. 2018).

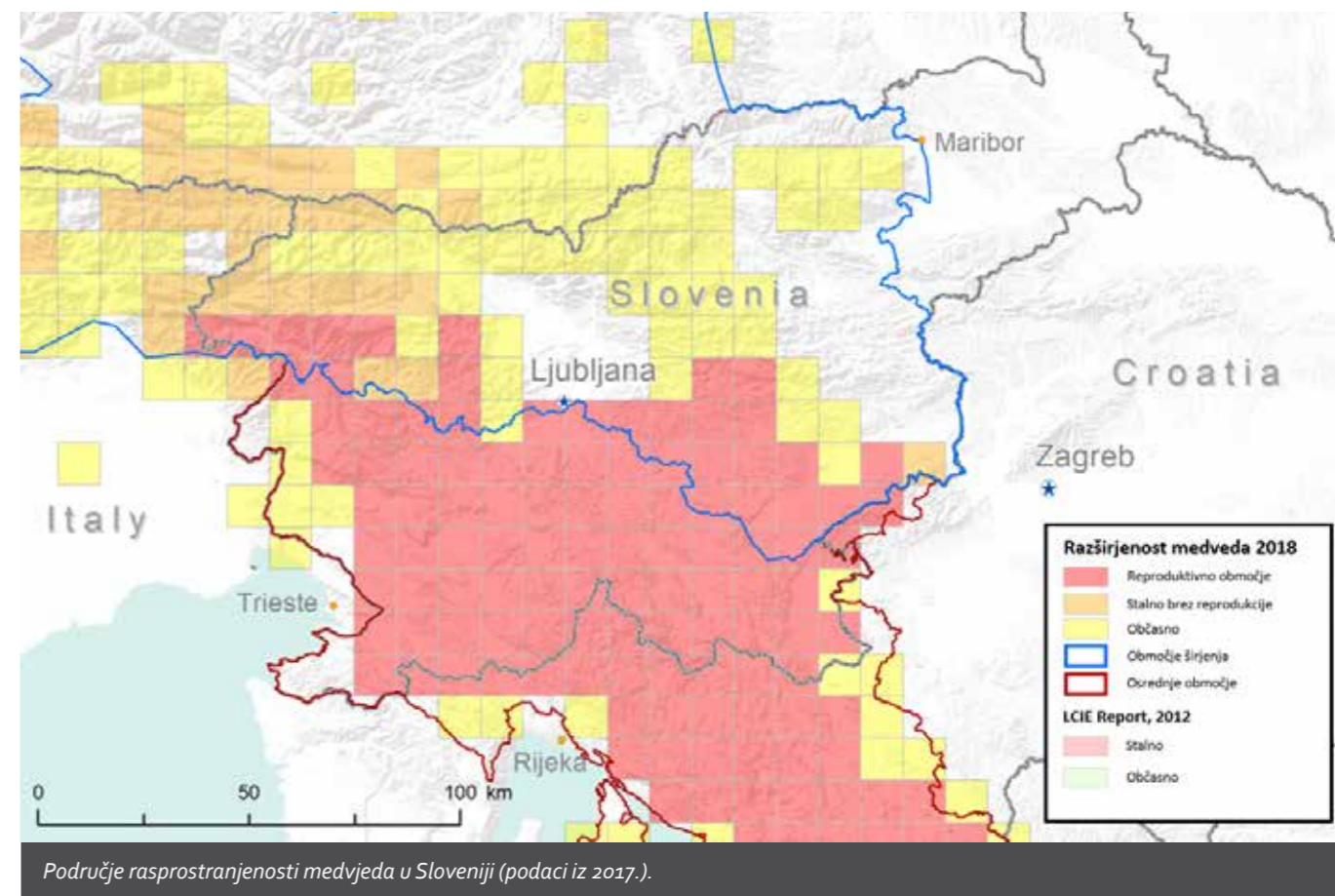
staništa). Nakon toga, provedena je analiza uzoraka povezanosti odgovarajućih zakrpa staništa (čvorova) kako bi se identificirala potencijalna važnost svakog čvora za doprinos individualnoj pokretljivosti, preživljavanju i povezanosti populacije. Naposljetku, kako bi se podržale daljnje analize procjena utjecaja na okoliš, identificirani su najvjerojatniji, najpovoljniji putevi koji spajaju različita područja iste velike zakrpe, ali i tu samu zakrpu s drugim, obližnjim zakrpama.

Karte predviđanja otkrivaju širok spektar odgovarajućih, ali rascjepkanih zakrpa staništa medvjeda. Najveće i najvažnije zakrpe za povezanost javljaju se u trenutnom spektru distribucije vrsta, uz najadekvatnije stanište smješteno na području predalpske i dinarske populacije. Spajanje održivih zakrpa koje bi odgovarale životnim prostorima ženki moguće je pomoću malenih, povezanih zakrpa koridora do kojih je moguće doći unutar procijenjene udaljenosti raspršenosti ženki. Ujedinjeno, transnacionalno donošenje odluka jedan je od uvjeta za zaštitu "stepping stone" zakrpa, olakšavanje kretanje medvjeda i, naposljetku, povezivanje populacije medvjeda.

Smeđi medvjed u Sloveniji

Središnje područje rasprostranjenosti smeđeg medvjeda u Sloveniji je Visoki Krš. To je područje miješane, guste šume, grubog terena i slabe vidljivosti (Simonič, 2003) u kojemu gustoće lokalne populacije medvjeda ponegdje prelaze 40 jedinki/100km², uz smanjivanje gustoće prema sjeveru (alpska regija). Na granici s Italijom i Austrijom obitava jako malo mužjaka i gotovo nijedna ženka (Jerina i sur. 2013). Početkom 20. stoljeća, medvjedi u Sloveniji bili su pred izumiranjem, uz samo 30-40 jedinki na jugu zemlje (Simonič, 1992). Nakon Drugog svjetskog rata populacija je ubrzano rasla i širila svoj doseg. 1966. godine, uspostavljeno je središnje područje na jugu zemlje u kojemu je obitalo 95% populacije – otprilike 150 životinja. 1992. godine, populacija smeđih medvjeda nastavila se širiti jer su medvjedi unutar središnjeg područja postali zaštićeni u pokušaju da prirodnim putem ponovno koloniziraju Alpe (Simonič, 1992). Zaštićeni status omogućio je populaciji medvjeda da se značajno poveća pomoću medvjeda koji su živjeli izvan središnjeg područja, a koji su predstavljali 25% čitave populacije (Jerina i sur. 2002). Istraživanja o spolnoj strukturi dispergirajućih slovenskih medvjeda (Jerina i sur. 2008) pokazala su da je većina raspršenih jedinki (iz središnjeg područja na jugu zemlje) koji učestalo prevaljuju velike udaljenosti muškoga spola, dok su ženke manje sklone putovati iz područja u kojemu su okoćene, a čak i ako to naprave, ne odlaze daleko. Iznimke se događaju u proširenim i gustim populacijama u kojima će neke ženske pokazati tendenciju raspršivanja kroz veće udaljenosti (Swenson i sur. 1998). Znanstvenici su uspjeli pronaći emigrirajuće mužjake diljem Slovenije dok su ženke bile rijetke i uglavnom prisutne u pograničnim dijelovima središnjeg područja. Medvjedi u područjima bez ženki morali su putovati natrag u središnje područje kako bi tijekom sezone parenja pronašli partnericu, a putem su morali prijeći različite prometnice.

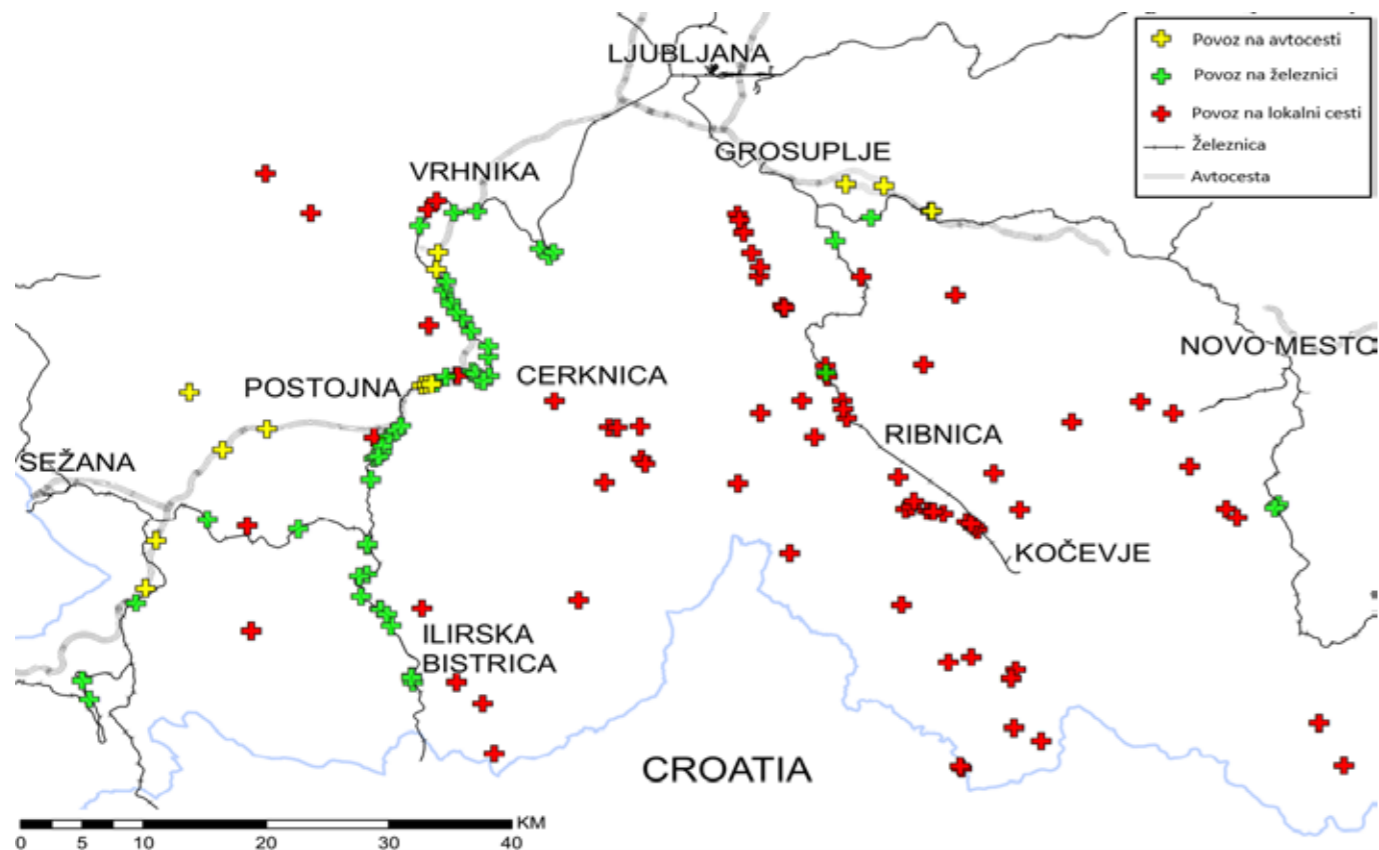
Smrtnost u prometu važan je faktor koji utječe na slovensku populaciju smeđih medvjeda. Drugi je to razlog smrtnosti medvjeda uz lov koji je prvi. U prosjeku, svake godine na prometnicama ili željezničkim prugama strada 16 medvjeda. Glavnina prometnih nesreća događa se na regionalnim cestama, zatim na željeznici i autocestama. Analiza podataka pokazuje sezonske varijacije u uzorcima sudara vozila sa medvjeda, uz jedan vrhunac tijekom jeseni (rujan, listopad) što se tiče nezgoda na cestama i dva vrhunca za nezgode medvjeda na željezničkim prugama: u kasno proljeće (svibanj, lipanj) i jesen (rujan, listopad) (Jerina i sur. 2015; Petkovšek i sur. 2015). Prvi se vrhunac događa za vrijeme sezone parenja kada je aktivnost kretanja medvjeda najviša, dok je drugi vrhunac povezan s traženjem hrane u jesen kako bi akumulirali zalihe masnoća za zimu (Jerina i sur. 2015). Smrtnost u prometu ne samo da direktno utječe na dugoročnu dobrobit populacije, nego i indirektno na protok gena i ograničava raspršivanje jedinki. Nadalje, predstavlja i veliku opasnost vozačima i (su)putnicima.



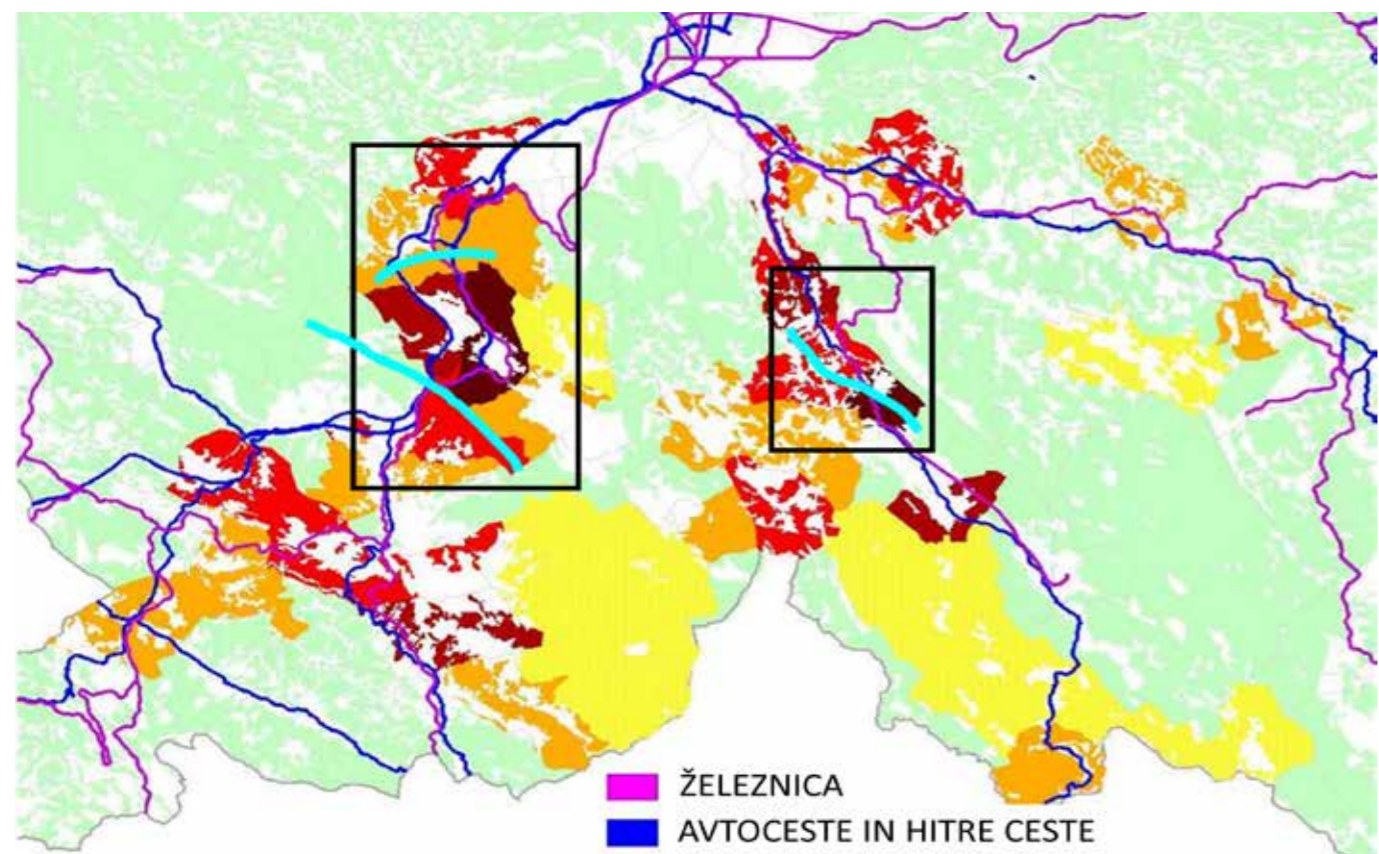
Autocesta Maribor-Ljubljana-Postojna-Razdrto-Nova Gorica dijeli slovensku populaciju smeđih medvjeda na alpski dio (sjeverozapadno od Slovenije) s karakterističnim niskim obiljem, manjom gustoćom i većim omjerom mužjaka te na južni dio (dinarski dio Slovenije) s karakterističnim većim obiljem, većom gustoćom i pogodnijim omjerom ženki (Skrbinšek i sur. 2008). Autocesta je ograđena ogradom visokom 1.60m kako bi spriječila parnoprstaše da prilaze cesti, no s obzirom da nije "otporna na medvjede", često se penju preko nje (Kaczensky i sur. 2003). Uzduž autoceste Ljubljana-Razdrto ne postoje mostovi za divlje životinje niti tuneli koji bi poslužili kao strukture za siguran prelazak medvjeda, međutim na autocesti nakon Razdrtog implementirano je nekoliko prelaza za divlje životinje (Adamič i sur. 1996, prema Kaczensky i sur. 2003). Gustoća prometa na autocesti Ljubljana-Postojna prelazi 48000 vozila na dan (PIC 2014). Paralelno s autocestom Vrhnika-Postojna pruža se neograđena željeznička pruga koja spaja Ljubljanu s Trstom i Rijekom vlakovima koji prolaze svakih 30 minuta (Kaczensky i sur. 2003).

Glavna prometnica Ljubljana-Kočevje također ima visok broj sudara medvjeda s prometnicama (Jelenko Turinek i sur. 2018). Akcijski plan za implementiranje mjera ublažavanja za smanjenje smrtnosti smeđih medvjeda na prometnicama u Sloveniji (lipanj 2015.), prepoznaje žarišne točke sudara s medvjedima na prometnicama i željeznicama i predlaže mjere ublažavanja za najproblematičnija mjesta.

Istraživanje koje su proveli Kaczensky i sur. (2003.) pratilo je kretanje medvjeda koji obitavaju u području autoceste i željeznice Ljubljana-Razdrto da bi promotrili kako autocesta utječe na njihovo kretanje. Rezultati su pokazali da medvjedi nisu izbjegavali blizinu autoceste, no i dalje im je predstavljala barijeru s obzirom da je samo maleni broj jedinki prešao preko, uglavnom samo nekoliko nezrelih mužjaka i nijedna ženka.



Prikaz lokacija u Sloveniji na kojima su između 2004. i 2014. godine medvjedi stradali u prometu (autoceste, željeznice, lokalne prometnice (Al Sayegh Petkovšek i sur. 2015a).



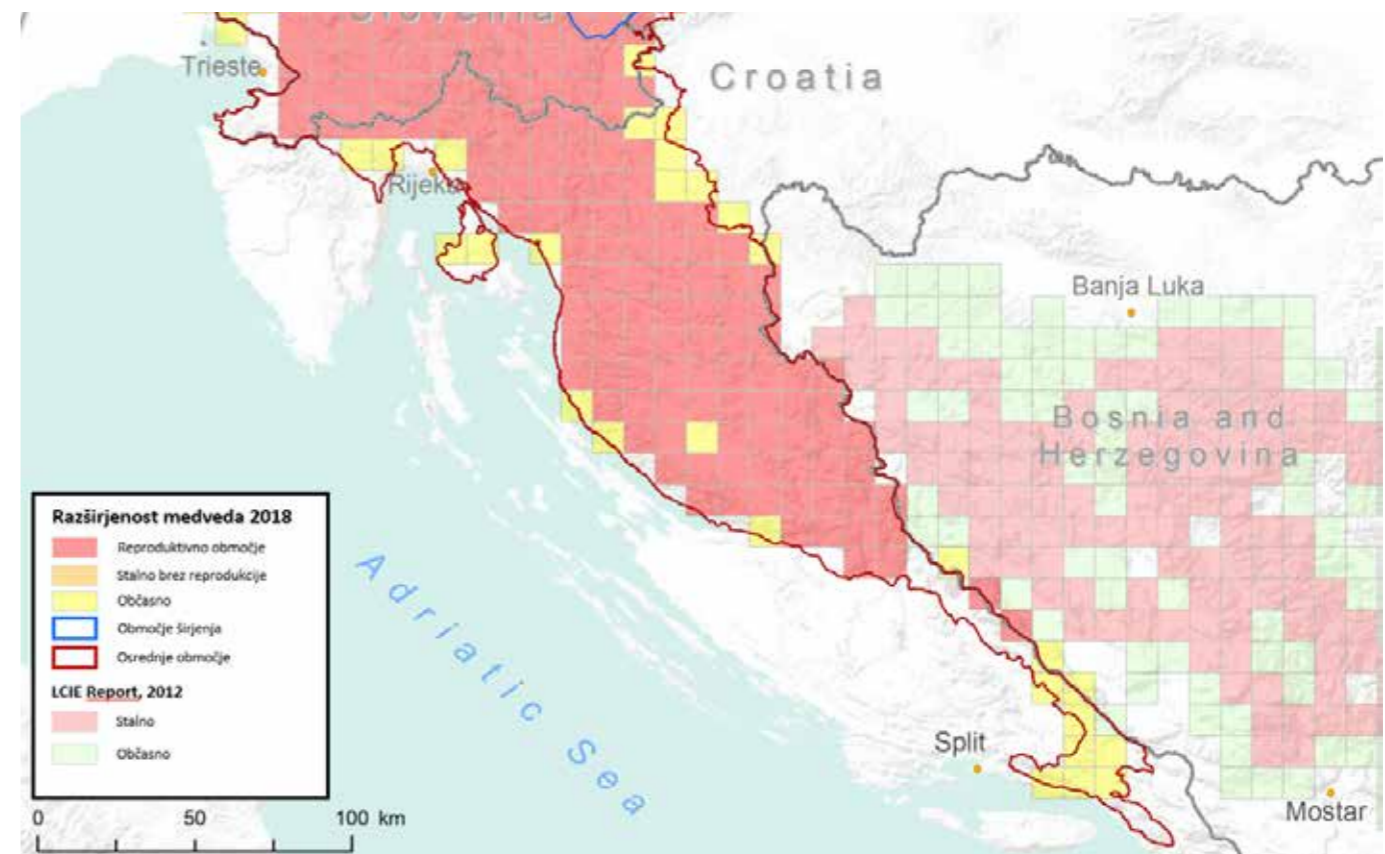
Područja staništa koja medvjedima predstavljaju najveći rizik od stradavanja u prometu (Jerina 2005, neobjavljeno).

Smeđi medvjed u Hrvatskoj

Zajedno s onima iz susjedne Slovenije, medvjedi u Hrvatskoj dio su najzapadnije, genetski stabilne populacije i potencijalno posljednji dostupan izvor pojačanja medvjeda u zapadnoj Europi. Medvjedi iz Hrvatske, Slovenije te Bosne i Hercegovine genetski su identični medvjedima koji još su živjeli u Alpama.

Pozitivan korak ka boljoj zaštiti medvjeda u planinskim regijama označilo je osnivanje šumskih uprava 1960. godine, odgovornih i za gospodarenje medvjedima. Aktivne mjere zaštite, poput prevencije krivolova, selektivnog korištenja otrovnih mamaca za smanjivanje broja vukova i lisica (od 1973. godine zabranjeno je trovanje cijanidom) i prihranjivanje medvjeda počelo je davati pozitivne rezultate. 1960. godine u lovištu UŠP Delnice prisutno je približno 30 medvjeda. Deset godina kasnije, u samo jednom lovištu kraj Delnica (52.300 ha) prebrojano je 55 medvjeda (s visokih čeka u blizini hranilišta i mjesta reprodukcije, uključujući ženke s mladima). Tijekom idućeg desetljeća, broj medvjeda u istom lovištu udvostručio se. Paralelno s porastom broja medvjeda, porasla je i kvota odstrela.

Ukupno područje rasprostranjenosti medvjeda u Hrvatskoj proteže se na preko 11.824 km², a područje povremenog obitavanja na dodatna 9.253 km². Područje medvjeda uglavnom se nalazi u visokom kršu s nadmorskom visinom od 0 m (obala) do 1750 m na najvišem vrhu Velebita i Dinare. S obzirom da je stanište uvelike očuvano, krški elementi prisutni su u svom izvornom obliku. Medvjed je rasprostranjen cijelim Gorskim kotarom, Likom, zapadnim i južnim dijelom Karlovačke županije, planinama Učkom i Čićarijom u Istri, centralnim i sjevernim dijelom otoka Krka, Žumberačkim gorjem, primorjem od Bakra do Maslenice i područjima oko Kamešnice, Mosora i Biokova. 1997. i 1999. godine pokušala se procijeniti brojnost medvjeda u Hrvatskoj. Na raznim dijelovima područja medvjeda, temeljem procjene i prikupljenih podataka od lokalnih lovo-ovlaštenika i stručnjaka za medvjede broj medvjeda je 1997.



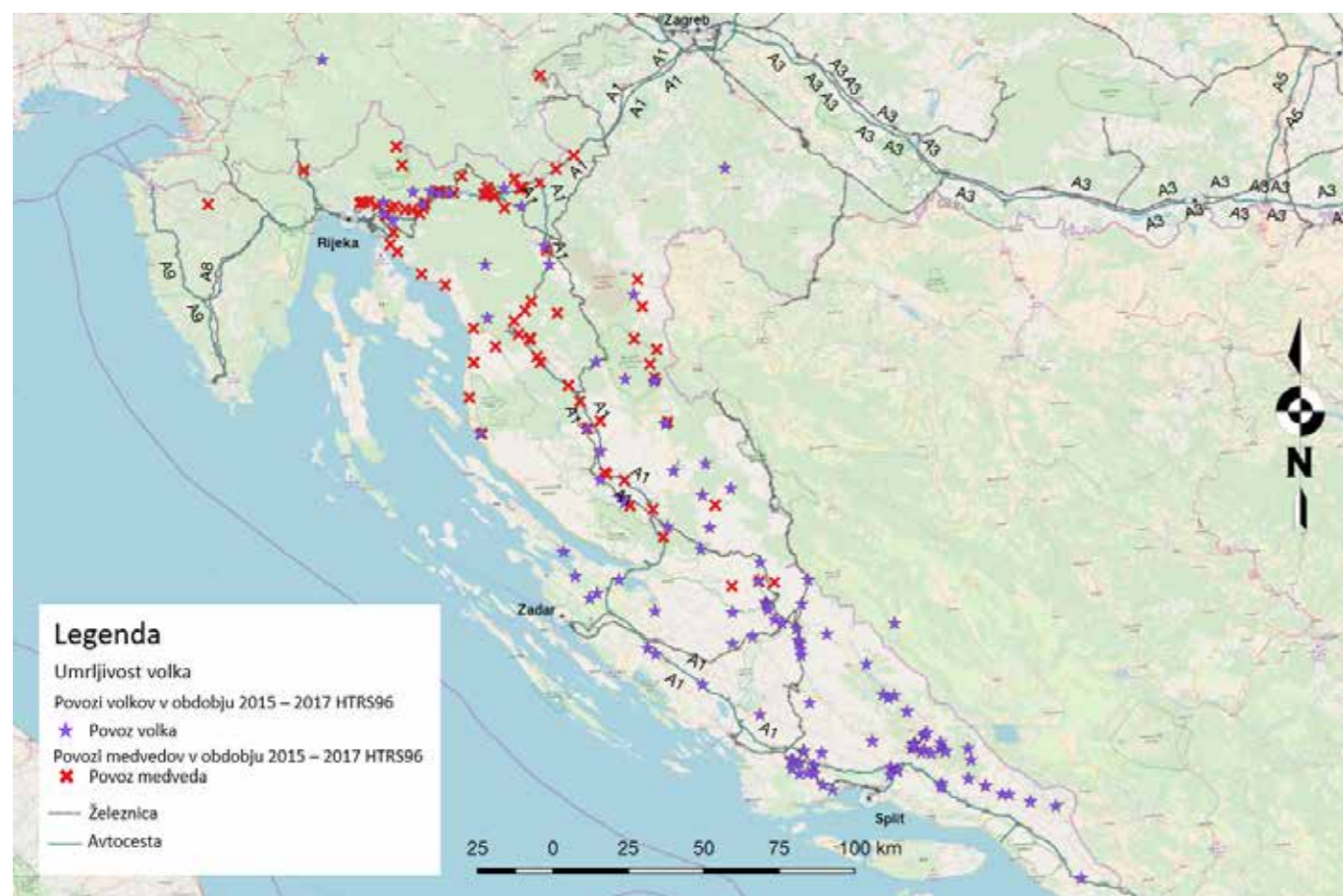
Područje rasprostranjenosti medvjeda u Hrvatskoj (podaci iz 2017).

godine procijenjen na 378 (340-415) jedinke. Slično kao u Sloveniji, populacija medvjeda u Hrvatskoj rasla je tijekom zadnjih 20 godina i sada se procjenjuje na između 800-1000 medvjeda.

Duž Hrvatske se prostire 1.288 km izgrađene autoceste koja pridonosi fragmentaciji staništa divljih životinja. Budući da su ograđene, autoceste predstavljaju još jednu prepreku prirodnim kretanjima divljih životinja. Smrtnost na prometnicama jedan je od, nakon lova, najvažnijih uzroka stradavanja medvjeda u Hrvatskoj. Tijekom razdoblja 2005-2014. godine, u sudaru s vozilima stradalo je 156 medvjeda. U periodu od 1963.-1995. godine, na području Gorskog kotara (na staroj cesti Rijeka-Zagreb) u prometu su stradala 73 medvjeda što iznosi 19% ukupne smrtnosti medvjeda toga doba. U kasnijem razdoblju (od 2005. do 2010. godine) zabilježena su 92 sudara vozila s medvjedima u Hrvatskoj. Većina, 53,3% slučajeva, zabilježena su na cestovnim prometnicama, (26,1% na cestama i 27,2% na autocestama), a 46,7% na željeznici (Jerina i sur. 2015).

Smrtnost u prometu i utjecaj prometne infrastrukture na širenje medvjeda prema Alpama

Koridor istočno od Ljubljane vodi kroz snažno fragmentirana područja. S obzirom da se ne očekuje značajnija defragmentacija premještanjem naselja i ponovnom sadnjom šume na velikom području, funkcionalnost područja u budućnosti je upitna. Koridor prema sjeverozapadu je doduše dobro očuvan i povezuje Dinaride direktno s Alpama. Najveću prepreku ovdje predstavlja efekt barijere autoceste Ljubljana-Nova Gorica.



Zabilježena smrtnost medvjeda i vukova na prometnicama u Hrvatskoj od 2005 do 2017. godine. (Huber i sur. 2018)

Unatoč prethodnom istraživanju smrtnosti medvjeda u prometu u Sloveniji i Hrvatskoj (Huber i sur. 1998; Jerina & Krofel, 2012; Krofel i sur. 2012), do nedavnog istraživanja provedenog u sklopu LIFE Dinalp Bear projekta (Jerina i sur. 2015) nije bilo poznato utječe li i kako smrtnost u prometu na populaciju medvjeda i njihovo širenje u područje Alpa. Dodatno, nakon posljednjeg istraživanja bitno se promijenila prometna infrastruktura (primjerice autoceste u Gorskome kotaru i Lici u Hrvatskoj) i dosad nijedno istraživanje nije istodobno analiziralo smrtnost medvjeda na prekograničnoj razini. Proteklih nekoliko godina, prikupljena je velika količina novih podataka što omogućava točniju analizu nego ikad dosad.

U usporedbi s ostalim uzrocima smrtnosti, pogibanju u prometu izloženiji su mladi medvjedi i ženke. Prema ukupnom broju sudara s vozilima, najveći broj poginulih jedinki upravo su mladunci oba spola, a broj se postupno smanjuje s godinama starosti. Ovo je uglavnom posljedica strukture populacije koja je pod snažnim lovačkim pritiskom stoga mali broj mladih medvjeda doživi odraslu dob (Jerina & Krofel, 2012; Krofel i sur. 2012). Slično, povećan omjer ženki među starijim medvjedima stradalima u prometu povezan je sa strukturom populacije.

Alpski dio populacije (primjerice područje sjeverno od autoceste Ljubljana-Nova Gorica) sastoji se od malog broja medvjeda u Sloveniji i, za razliku od drugih područja, omjer spolova u ovom dijelu populacije na strani je mužjaka (Skrbinšek i sur. 2008). To umanjuje reproduksijski potencijal te, posljedično, ovaj dio populacije može postati osjetljiviji na smrtnost u prometu i ovisan o središnjoj populaciji. Rezultati su potvrdili ovu hipotezu i pokazali da bi bez stradavanja u prometu ovaj dio populacije bio samostalno održiv. No trenutno je mortalitet veći od nataliteta. Smrtnost nije značajno različita od smrtnosti u centralnom dijelu, ali natalitet je značajno manji zbog malog udjela ženki u populaciji. To je glavni razlog zašto populaciji na ovom području prijete smanjivanje i zašto je dugoročno ovisna o stalnom priljevu jedinki iz središnje populacije. Jedini način za povećavanje nataliteta je povećavanje broja ženki u ovom području, što je (zajedno s gospodarenjem populacije južno od autoceste) uvelike povezano s povećanjem povezanosti staništa alpskoga područja s jezgrom populacije u Dinarskome gorju. Iz tog razloga, propusnost autoceste Ljubljana-Nova Gorica igra vitalnu ulogu u rješavanju ovog problema. Ukupno, u Dinaridima i Alpama postoje velika prikladna područja za medvjede koja su uglavnom povezana uz postojeće barijere na kojima je potrebno provesti metode ublažavanja fragmentacije staništa kako bi medvjedi i ostale vrste divljih životinja lakše migrirale.

4. PLANIRANJE

Najbolji način za izbjegavanje fragmentiranja ranjivih staništa bilo bi neizvođenje planirane gradnje infrastrukture, čime bi se izbjegli negativni ekološki učinci. Prilagođavanje trase ceste kako bi se izbjeglo presijecanje ranjivih staništa, smanjivanje zemljišta za cestovni koridor ili smanjivanje ometanja okolnih staništa umanjuje učinak, ali ne izbjegava fragmentiranje u potpunosti. Izbjegavanje fragmentiranja staništa trebao bi postati prvi princip planiranja, dizajniranja, konstrukcije i održavanja infrastrukture, kao i pri obnovi i zatvaranju postojećih cesta i pruga.

Kada se planira nova infrastruktura ili poboljšava postojeća, treba minimizirati fragmentaciju staništa. Primjena Strateške procjene utjecaja na okoliš (SPUO) na planove i programe i Procjene utjecaja zahvata na okoliš (PUO) na projekte osiguravaju da se u ranoj fazi razmatraju pitanja okoliša. SPUO i PUO se trebaju provoditi u skladu s europskim direktivama i njihovim nacionalnim provedbama. Konačni cilj SPUO-a i PUO-a je identificiranje mogućih ekoloških učinaka planova i projekata prije donošenja odluke o provedbi. Drugi je cilj osigurati javno savjetovanje o projektu. Prije usvajanja plana ili projekta i prije početka gradnje, SPUO i PUO su podložni javnom saslušanju. U ovoj fazi, nadležna tijela, sudionici, nevladine organizacije i javnost mogu komentirati planove te utjecati na projekt prije donošenja konačne odluke o provedbi. Kako je određeni stupanj fragmentacije neizbježan pri gradnji ceste ili pruge, moraju se uzeti u obzir mjere ublažavanja s ciljem osiguravanja propusnosti infrastrukture u raskršnim, raspršenim koridorima i prioritetnim staništima. U situacijama gdje infrastruktura prelazi kroz posebno ranjiva područja ili gdje su mjere ublažavanja nedovoljne ili nemoguće, možda će biti neophodne kompenzacijske mjere.

Pitanja fragmentacije u odnosu na postojeću infrastrukturu nešto su drugačija. Na velikom dijelu postojeće infrastrukture pri planiranju i dizajniranju možda se nisu u obzir uzimale mjere ublažavanja. U tim situacijama fragmentacija nastala postojećom infrastrukturom vjerojatno je već utjecala na to područje, a možda su se u međuvremenu pojavili i neki drugi uzroci fragmentacije, predviđeni u vrijeme izrade studije. U slučaju da su procjene izrađene na početku zastarjele, možda će biti potrebna nova procjena.

Strateške procjene utjecaja na okoliš i procjene utjecaja zahvata na okoliš

Svi novi regionalni planovi i programi u državama EU-a i ostalim europskim državama podložni su procjeni SPUO-a, prema Direktivi 2001/42/EC Europskoga parlamenta i Vijeća Europe od 27. lipnja 2001. godine. Rok za usklađivanje nacionalnog zakonodavstva bio je 21. srpnja 2004. godine. SPUO osigurava da se pri planiranjima velikih razmjera obuhvate i razmatranja o okolišu. SPUO treba uključiti opći opis plana ili programa, njegove glavne ciljeve te njegov odnos s drugim relevantnim planovima i programima. Također integrira razmatranja okoliša u procesu donošenja odluka prije razine projekta PUO.

Svi veliki projekti, uključujući infrastrukturne projekte, podložni su PUO-u prema Direktivi (97/11/EC, 3. ožujka 1997.) EU Vijeća. PUO se odnosi na određeni projekt. Proces osigurava detaljnu procjenu štetnih i korisnih utjecaja na okoliš za brojne alternativne odluke, ovisno o detaljima procjena koje su uključene u proces SPUO-a, što se razlikuje od države do države. Te su procjene praćene

preporukama za mjere koje umanjuju ili kompenziraju negativne utjecaje na okoliš. Svi okolišni čimbenici također se procjenjuju i za situacije u kojima projekt ili plan nije proveden. To se često naziva "ne činiti ništa" scenarijem. Za dobivanje reference, prije svega je potrebno opisati buduću situaciju bez projekta. PUO se koristi kao temeljni dokument cijelog procesa planiranja i dizajniranja projekta te kao zajednička referenca i komunikacijski alat.

Prostorni opseg procjena

Točno definiranje područja studije ključno je za smislenu studiju pitanja fragmentiranja. Općenito, područje studije mora biti mnogo šire od koridora unutar kojega će se projekt nalaziti te je određeno postojećim krajobraznim strukturama, fragmentima i elementima koji predstavljaju izvor fragmentiranja. Pri definiranju područja studije treba uzeti u obzir različita mjerila:

- **Nacionalna razina:** Značaj šireg područja koje okružuje predloženu konstrukciju procjenjuje se u odnosu na pojavnost na nacionalnoj razini te migracijsko ponašanje svake vrste. S ove točke gledišta, područja koja povezuju izolirane populacije smatraju se ključnima; te lokacije mogu biti vitalne za opstanak populacije, čak i kad određena vrsta ne živi stalno u tom području. Sljedeći prioritet su lokacije na kojima bi linije barijere podijelile populaciju u njenom središnjem, jezgrenom dijelu: promatranje udaljenih migracijskih ruta, lokalnih uskih grla i povezivanje izoliranih populacija – čak i kad ciljana vrsta ne živi stalno u tom području. 1:250 000 je prikladno mjerilo.
- **Regionalna razina:** Usmjeravanje na utjecaj infrastrukture, ostale barijere u području, topografsku povezanost, šumska područja i td. Važan cilj je opisati učestalost i lokaciju mjera ublažavanja. 1:50 000 je prikladno mjerilo.
- **Lokalna razina:** Detaljne studije područja, uključujući populacije, staništa i njihove lokacije. Korisne informacije uključuju zapažanja lokalnih stručnjaka, lovaca, šumara itd. Važan cilj je opisati točnu učestalost, lokaciju i dimenzije mjera ublažavanja. 1:5-10 000 je prikladno mjerilo

Kartiranje treba uključiti točke sukoba s migracijskim rutama, moguće negativne utjecaje ranjivih područja, fragmentaciju važnih staništa itd.

Korištenje digitalnog modela primjerenosti staništa za medvjeda i potencijalnih koridora u PUO-u i smanjivanje negativnih utjecaja postojeće infrastrukture

U službi objektivnijeg donošenja odluka u procesu procjenjivanja cijelo područje središnjih i istočnih Alpa i Dinarskog gorja (Slovenija, Hrvatska, južni i središnji dio Austrije i sjeveroistočni dio Italije) uključeno je u (Rodrigues Recio i sur. 2018): (i.) prostorni eksplicitni model primjerenosti staništa za medvjeda, koji dolazi u dva oblika: 1.a) trajni stanišni model koji prikazuje primjerenost staništa za medvjeda na skali od 0 (najgori) do 1 (najbolji) i 1.b) diskretni stanišni model koji definira područja koja su pogodna i nepododna za medvjede. Oba modela mogu biti korisna pri procjenjivanju, jer prvi (trajni) daje detaljne informacije i pokazuje na najvjerojatnije prolaze između većih staništa te primjerenost pojedinih stanišnih zakrpa (viša vrijednost duž cijele zakrpe znači da je zakrpa pogodnija), a diskretni je model transparentniji (ii.) Model važnosti stanišnih zakrpa za grupnu povezanost alpsko-dinarske populacije medvjeda. Ovaj model uključuje stanišne zakrpe koje su važnije za povezanost na razini populacije i među populacijama (iii.) Linijski modeli potencijalnih koridora koji povezuju unutarnje

dijelove koridora unutar pojedine stanišne zakrpe i među zakrpama. Potencijalni koridorni modeli koji povezuju zakrpe i dijelove zakrpa označeni su linijama (linijski objekti). Interpretaciji modela moramo pristupiti kritično jer mjerilo koje koristimo ne daje točnu definiciju koridora. Općenito, pokušali smo primijeniti konzervativni pristup te su ponekad označeni koridori čak i kad možda nisu u funkciji te, što je najvažnije, lokacije koridora mogu biti okvirne. Kad su granice dvaju stanišnih zakrpa (među kojima je jednako širok pojas ne-staništa ili matriks) usporedne, te dvije zakrpe mogu biti povezane brojnim potencijalnim koridorima i nije moguće predvidjeti točnu lokaciju koridora. U takvim je slučajevima nužno provesti detaljnu procjenu i uključiti stručnjaka za ekologiju životinja i procjene.

Ispod je primjer korištenja oba modela u slučaju procjenjivanja smještaja objekta na hipotetičkom prijelazu "Jasnica", koji povezuje istočne i zapadne komplekse medvjedeg staništa u Kočevju, Slovenija.

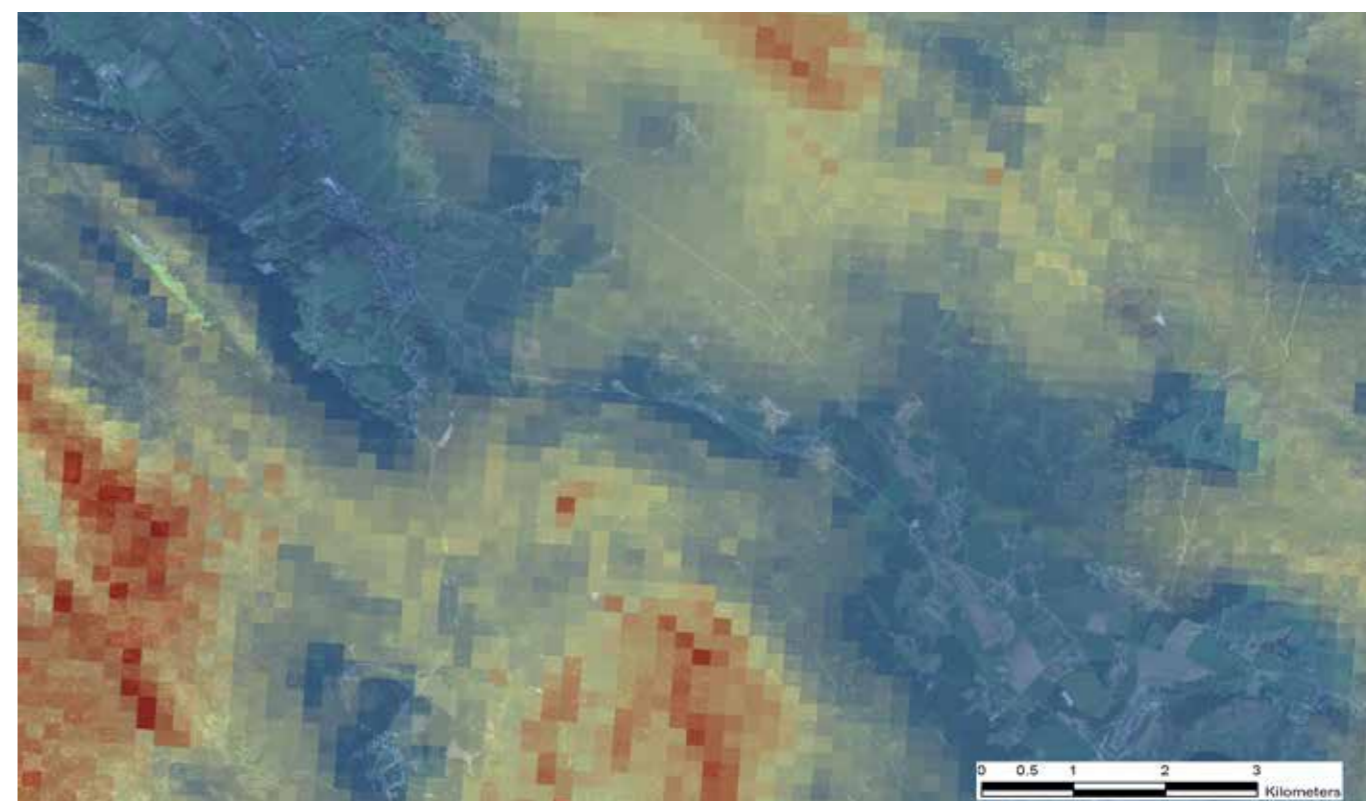
Svi modeli prikazuju koja su područja pogodna zbog svojih prirodnih karakteristika te bi u njima mogli živjeti medvjedi; ipak nije nužno da su tu medvjedi već prisutni (ili koji će koridori biti važni u budućnosti). Populacija medvjeda u Sloveniji, Hrvatskoj i Italiji se širi te će se vjerojatno i nastaviti širiti. Zato procjene i razvoj trebaju uzeti u obzir sve moguće promjene u budućnosti: staništa koja trenutačno ne naseljavaju medvjedi i koridori koji trenutačno nemaju funkciju u budućnosti mogu promijeniti svoju ulogu. Kako je već spomenuto, lokacije koridora označenih u modelima samo su približne. Treba donijeti detaljnije procjene u onim dijelovima gdje su stanišne zakrpe relativno blizu jedna drugoj i između kojih bi mogli prolaziti medvjedi, i/ili u dijelovima koji su označeni kao koridori (crvena područja). U ovaj proces trebali bi biti uključeni stručnjaci za ekologiju zvijeri koji bi donijeli detaljniju procjenu.



Zračna fotografija prijelaza „Jasnica“ koji povezuje istočne i zapadne komplekse medvjedih staništa u Kočevju. Hipotetski prijelaz smješten je točno na koridoru (ljubičasti krug) (Jerina 2019).



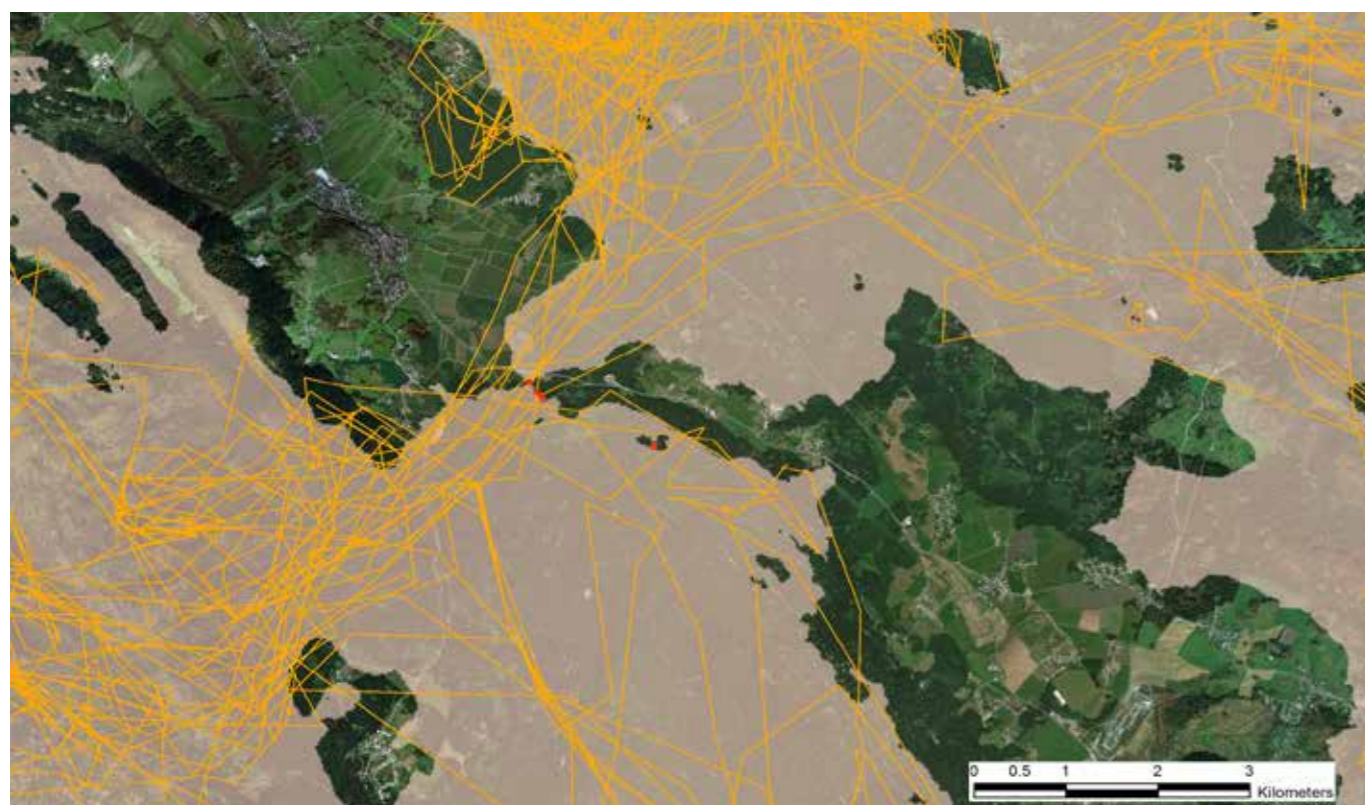
Prikladnost staništa na lokaciji u području procijenjenog razvoja: diskretni model. Boja označava područja prikladna za medvjede, a ostatak područja smatraju se neprikladnim (neobojani dijelovi) (Jerina 2019).



Prikladnost staništa na lokaciji u području procijenjenog razvoja: trajni model. Prikladnost staništa lokacije prikazana je stupnjevanjem boje od najniže (0 je označena zelenom) do najviše (1 je označen crvenom). Model se razlikuje od onog na Slici 2 jer prikazuje detaljnije informacije, ali je s druge strane manje transparentan (Jerina 2019).



Model važnosti stanišnih zakrpa za povezivost na razini populacije i između populacija (smeđa područja) i model koridora unutar populacije (crvene linije). S točke gledišta globalne povezanosti, cijeli stanišni kompleks istočno i zapadno od "Jasnice" je važan što znači da oblikuje samo jednu zakrpu (dio istog područja velikog značenja – zato je korištena ista boja). To je područje povezano iznutra u području "Jasnice" (crvene linije) (Jerina 2019).



Identificirani prijelazi i linije kretanja nekih medvjeda koji su praćeni GPS telemetrijom u određenom području (Jerina i sur. 2018). Slika prikazuje linije kretanja praćenih medvjeda, označene narančastom bojom. Ova slika prikazuje da je lokacija koridora (crveno) samo približna, u usporedbi sa stvarnim prijelazima. U ovom konkretnom primjeru, prolaz je širi nego što je prikazano na modelu (Jerina 2019).

Proces planiranja

U skladu s literaturom najprije je potrebno pronaći ključne stanišne poveznice koristeći se GIS programom ili locirati područja važna za povezanost divljih životinja. Na temelju toga zatim se izrađuju projekti u okviru kojih se biraju najbolje lokacije za prijelaze. Postoje različiti izvori koji se mogu za to koristiti: zračne fotografije, vegetacijske karte, topografske karte, podaci o kretanju divljih životinja, podaci o pregaženim životinjama te podaci o cestovnim mrežama (zeleni mostovi, vijadukti). Priručnik COST European handbook (Luell i sur. 2003) savjetuje da pri odabiru vrste prijelaza za divlje životinje treba uzeti u obzir okoliš, staništa i ciljane vrste te ocijeniti važnost staništa i vrsta na lokalnoj, regionalnoj, državnoj i međunarodnoj razini. Nadalje, naglašava važnost povezanosti s mostovima za okoliš. Kako je životni vijek takvih struktura oko 70-80 godina, pri određivanju lokacije i dizajna treba uzeti u obzir promjene povezane s dinamikom staništa, klime i divljih životinja (Clevenger i Huijser, 2011). Kako bismo utvrdili hoće li prijelaz biti isplativ, njegova cijena mora uključiti nekoliko varijabli: učestalost sudara na toj lokaciji, cijenu strukture i pripadajuće ograde, očekivani životni vijek strukture, troškove održavanja prijelaza u odnosu na cijenu u slučaju da ih nema te procijenjenu učinkovitost prijelaza u sprečavanju sudara (Wildlife passage engineering design guidelines, 2010). S obzirom na visoku cijenu, mostovi i prijelazi uvijek moraju biti sagrađeni za više od jedne ciljane vrste. Podaci govore da zečevi, jazavci i lisice više vole hodati šljunkovitim područjima. Pri procesu planiranja, upravo bi zato trebali usko surađivati inženjeri i biolozi.

U procesu planiranja u isto se vrijeme razmatra brojne parametre planiranja, a konačno rješenje često je rezultat nekoliko funkcionalnih, ekonomskih i okolišnih čimbenika. Može biti jako teško izolirati troškove povezane s pitanjima fragmentiranja. S vremenom se često mogu povećati koristi, posebice kada nova infrastruktura ima sekundarne utjecaje na urbanizaciju ili slične upotrebe zemljišta koje povećavaju pritisak na stanišnu fragmentaciju. Izračun koristi stoga treba uzeti u obzir dugoročnu učinkovitost mjera izbjegavanja i ublažavanja.

Dugovječnost mjera izbjegavanja, ublažavanja i kompenzacije je ključna. Preporučuju se razumna, dosljedna rješenja i dugovječne konstrukcije. Divlje životinje mogu biti jako osjetljive na privremena uznemiravanja uzrokovana obnovom mjera ublažavanja, koje mogu povećati efekt fragmentacije.

Velike životinje koriste samo podvožnjake, nadvožnjake i zelene mostove (ekodukte). Wildlife passage engineering design guidelines (2010) sadrži i listu poželjnih prijelaza za velike sisavce. Oni moraju biti veliki, otvoreni, s jasno vidljivom drugom stranom i koliko god je moguće ravniji jer će nagib smanjiti otvorenost. Zemlja s obje strane prijelaza mora biti suha i prirodna (zemlja, vegetacija). Vegetacija na prijelazu treba biti slična onoj na oba ruba, dok njena gustoća mora biti isplanirana u skladu s ciljanom vrstom.

Procjenu moraju slijediti preporuke koje lokacije i dijelove treba poboljšati kako bi se smanjio učinak barijere. Preporuke uključuju preinake postojećih tunela, postavljanje novih ili dodatnih tunela i biljaka te promjene u praksi održavanja.

Postavljanje prijelaza preko postojećih barijera mnogo je skuplje od gradnje prijelaza za vrijeme konstrukcije novih cesta i pruga. Na velikom dijelu postojeće infrastrukture, mostovima, ispuštima i slično, mogu se napraviti preinake kako bi se provele mjere ublažavanja. Manjim prilagodbama postojeći prijelazi za ljude mogu biti preinačeni u zajedničke prijelaze.

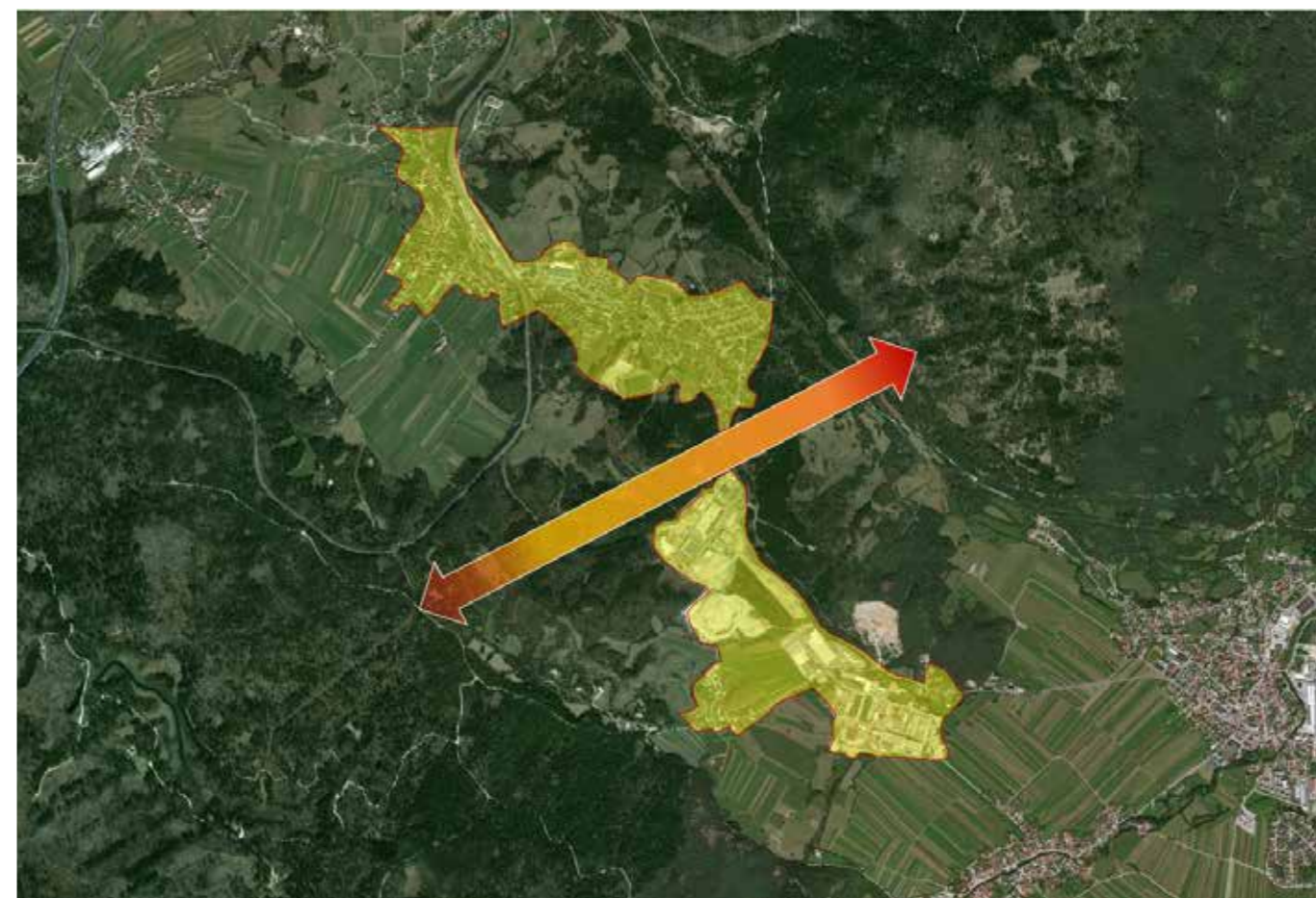
Nadogradnja infrastrukture često povećava učinak barijere. Ako postojeća infrastruktura nije sagrađena s mjerama ublažavanja, građevinski radovi odlična su prilika za uključivanje novih mjera. Postavljanje prijelaza na postojećim barijerama općenito je mnogo skuplje od gradnje prijelaza preko novih cesta i pruga.

Prvobitne okolišne studije mogu zastarjeti i često je potrebna nova procjena: fragmentacija nastala gradnjom infrastrukture možda je već utjecala na to područje, a mogli su se pojaviti i drugi uzroci fragmentacije, nepredviđeni u vrijeme nastanka studije. Zato treba provesti dodatne analize i diskusije o mogućim utjecajima. Čimbenici koje također treba uzeti u obzir su osjetljivost staništa na fragmentaciju, mobilnost životinja, veličina njihova teritorija te koliko su osjetljive na uznemiravanje.

5. PRIJELAZI ZA DIVLJE ŽIVOTINJE

U normalnim uvjetima, kod većine populacija sisavaca uvijek postoji dio populacije koji nema stalan teritorij nego se kreću i odlaze na velike udaljenosti. To su često mlade jedinke izgurane iz rodni/obiteljskih teritorija; u drugim slučajevima starije, odrasle jedinke migriraju zbog hrane, partnera i parenja. Za mnoge vrste motivacija i principi ovih migracija nisu u potpunosti otkriveni, no sigurno je da su one ključne za opstanak i vitalnost populacije. Emigracije iz mnogobrojnih populacija omogućuju da se nasele manje prikladna staništa, gdje bi izolirana populacija izumrla u kratkom vremenu. One također kompenziraju nestabilnost broja jedinki izazvanu privremenim pogoršanjem staništa, epidemijama, prirodnim katastrofama itd. S druge strane, migracija omogućuje otkrivanje novih staništa te privremeno pogodnih područja. Useljavanje i iseljavanje postojećeg staništa također omogućuje genetičke izmjene koje osiguravaju održavanje genske raznolikosti.

Kako bi se ublažili negativni učinci barijere cesta i drugih infrastrukture, postavljaju se prijelazi kako bi se omogućilo kretanje životinja duž glavnih prometnica. Kada se javi potreba ublažavanja učinaka fragmentacije te dođe do gradnje zelenih mostova i drugih prijelaza za divlje životinje, investicije za to mogu biti znatne. Ako su takva rješenja potrebna na postojećim cestama, provedba projekta možda neće biti jednostavna i mnoge agencije često imaju poteškoće s pronalaženjem potrebnih resursa.



Primjer stanišnoga koridora u industrijskoj zoni Podskrajnik koji povezuje susjedne stanišne zakrpe pogodne za medvjede. Područje je važno i za povezanost staništa za druge velike zvijeri. Neprimjereno širenje urbanih područja ili industrijske zone može u potpunosti prekinuti povezanost. (Atlas okoliša 2018).

Zbog toga je bitno izbjeći fragmentaciju na samome početku, ostavljajući postojeća staništa netaknuta koliko god je to moguće ili pak doprinijeti njihovoj obnovi. Nadzorna tijela i agencije trebaju održavati bliske kontakte s lokalnim vlastima i međusobno kako bi se osigurala netaknutost očuvanih staništa i kako se ne bi smanjila efikasnost prijelaza za divlje životinje od strane drugih struktura ili razvoja korištenja zemljišta.

Diljem svijeta, za iste strukture koriste se različiti nazivi. U Americi su prijelazi podijeljeni u 4 tipa: most preko krajolika, prijelaz za divlje životinje, višenamjenski nadvožnjak i nadvožnjak kao nadstrešnica. U Europi se naziv most preko krajolika koristi za zelene mostove i ekodukte. Razlikuju se u veličini, ali svi su prvenstveno izgrađeni samo za divlje životinje, s iznimkom višenamjenskog nadvožnjaka koji je dizajniran i za ljudsku upotrebu. Većina prijelaza za divlje životinje u Europi dimenzija su između 25 i 80 m. Zeleni mostovi u Hrvatskoj široki su od 100 do 200 m, ima ih 13 i svi su građeni u prvom redu da zadovolje potreba velikih zvijeri.

Odabir vrste prijelaza ovisi o ciljanoj vrsti, duljini prijelaza i topografskim karakteristikama. Za velike sisavce, prijelazi bi trebali biti postavljeni blizu staza koje se inače koriste u prirodi. Staze je moguće locirati tijekom terenskog istraživanja (bilježenje tragova), statistike o stradavanju u prometu ili razgovorom s lokalnim stanovništvom/lovcima. Idealno bi bilo da svaki prijelaz za životinje bude



Idealno bi bilo da se ograniči pristup ljudima na prijelaze za životinje kako bi se osiguralo maksimalno korištenje od strane životinja. (Foto: G. Gužvica)

ograničen za pristup ljudima, kako bi se osigurala maksimalno korištenje od strane divljih životinja. Najbolje je da su strukture izgrađene specifično i isključivo za životinje, ali u urbanom okolišu gdje su prirodna područja ograničena, ljudska upotreba je neizbježna u svrhu rekreacije i prijevoza. Često je moguće postojeće strukture prenamijeniti kako bi odgovarale potrebama životinja i kako bi mogle poslužiti kao prijelazi za životinje.

Učestalost ili gustoća prijelaza

Jedan prijelaz za životinje uzduž autoceste nije dovoljan stoga je potrebno planirati više struktura. Kako bi se odredila učestalost prijelaza, treba uzeti u obzir različite karakteristike: vrstu životinja, veličinu i povezanost staništa, veličinu ciljane populacije i druge antropogene strukture uzduž autoceste.

Gustoća prijelaza za životinje koja učinkovito povezuje stanište je ključna odluka pri planiranju mjera ublažavanja. Odluka o broj i vrsti potrebnih mjera ovisi o ciljanoj vrsti životinje i distribuciji vrsta staništa u tom području. U nekim slučajevima jedan ili više širokih prijelaza predstavljaju prikladno rješenje ukoliko se drugi problemi mogu uspješnije riješiti većim brojem manjih mjera. Dodatni argument za izgradnju većeg broja prijelaza je smanjivanje rizika u slučaju da životinje ne koriste prijelaz po planu. Kako bi se odredio broj potrebnih prijelaza, mora se uzeti u obzir ponašanje ciljane vrste kao vodeći faktor odluke. Slivno područje prijelaza za životinje je ograničeno, čak i za mobilne vrste. Za veće životinje, individualni životni prostor i socijalna interakcija između pojedinaca ograničavaju površinu na kojoj će životinja koristiti prijelaz.

Pri određivanju gustoće prijelaza, sve mogućnosti prelaska životinja treba uzeti u obzir, uključujući one već dostupne. Općenito, gustoća prijelaza treba biti veća u područjima bez naselja (npr. šume, močvare i područja s ekstenzivnom poljoprivredom) nego u gusto izgrađenim područjima ili onima s intenzivnom poljoprivredom.

Udaljenost između dva prijelaza ne bi trebala biti veća od prosječnog kretanja određene vrste. Za hrvatske smeđe medvjede to je 1.4 km (Huber i Roth, 1993, citirano u EuroNatur, 2010), dok je za vukove u Dalmaciji 2.2 km (Kusak i sur. 2009, citirano u EuroNatur, 2010). Druga opcija predstavlja barem dva prijelaza unutar individualnog životnog prostora. Priručnik za „Propusnost cesta za životinje (Prijedlog smjernica za projektiranje)” preporuča da prometnica treba imati na svakih 5 kilometara bar jedan objekt preko kojega ju životinje mogu prijeći (Huber i sur. 2002). Po tom kriteriju su građeni zeleni mostovi i drugi prijelazi za životinje u Hrvatskoj.

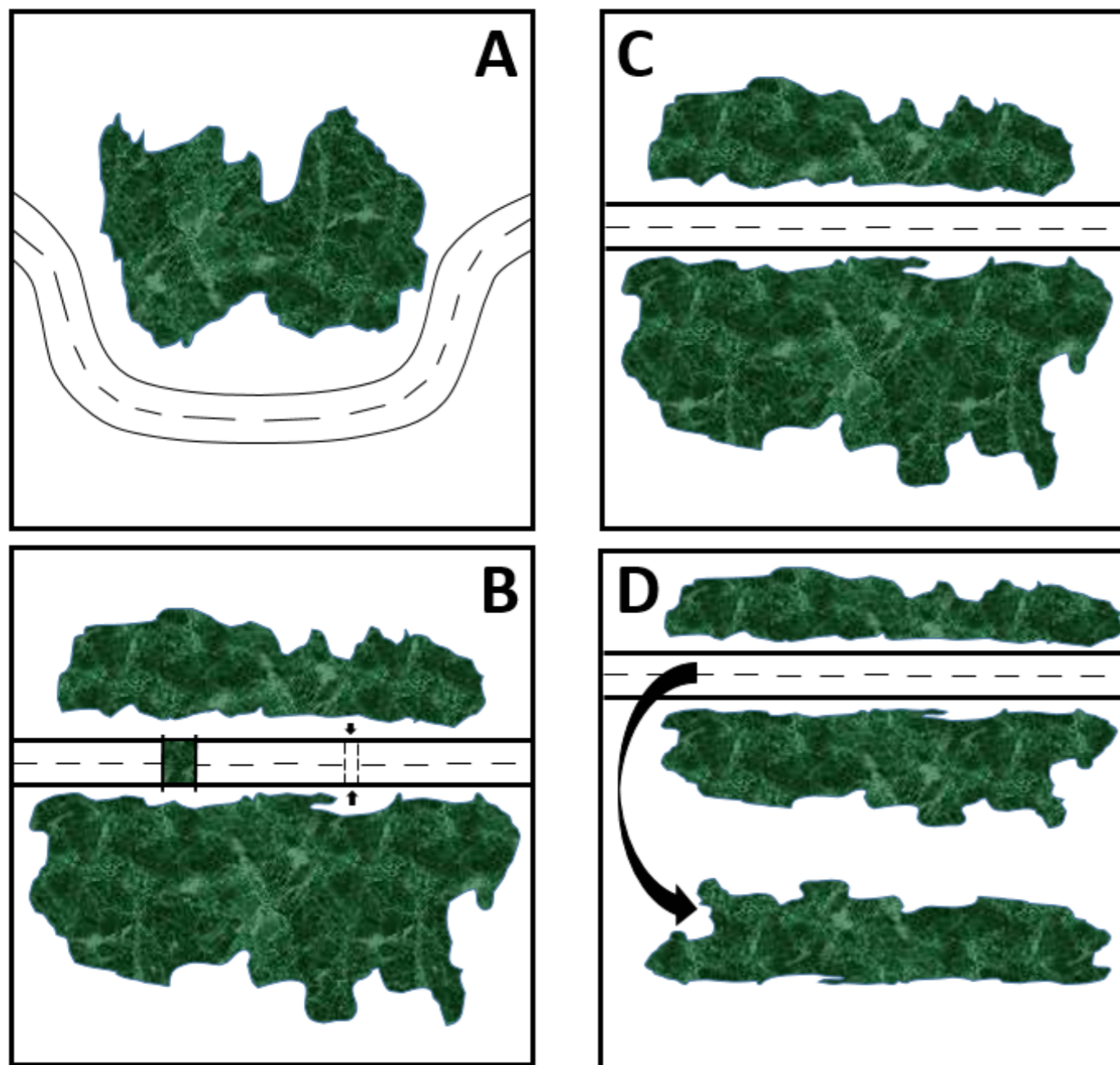
Prijelazi i druge strukture za povećanje propusnosti

Najbolja mjera ublažavanja fragmentacije uključuje odabir najmanje štetne rute usklađene s dizajnom osjetljive sheme. Temeljna načela su izbjegavanje šteta ili izravnih učinaka, a ako se to ne može postići, ublažavanje utjecaja. Tamo gdje se ne može u potpunosti ublažiti utjecaj, potrebno je kompenzirati.

Postojeća infrastruktura

Izgradnja nove infrastrukture i/ili nadogradnja postojeće infrastrukture podrazumijeva da se u obzir uzmu utjecaj na okoliš i fragmentacija staništa, primjerice kroz studije utjecaja na okoliš. Nasuprot tome, u mnogo zemalja ne postoje direktna zakonska pravila koja uvjetuju rješavanje problema barijere koji postojeća infrastruktura predstavlja.

Štoviše, kroz Direktivu o očuvanju prirodnih staništa i divlje flore i faune (1992), članice EU-a su obavezne "uspostaviti nadzor nad nenamjernim ulovom i ubijanjem vrsta navedenih u Prilogu IV". U to se ubraja i stradavanje od prometa, što znači da je Direktiva važeća na postojećim cestama. U prilogu piše da se za vrste za koje je poznato da nenamjerno ubijanje na njih negativno utječe moraju poduzeti mjere zaštite. Bitno je identificirati mjesta ili dijelove na kojima postojeća cesta dolazi u doticaj s prirodnim strukturama (rijeke, riječne udoline, šume, itd.) koje čine glavnu mrežu raspršivanja ili su lokalno važna staništa ili područja raspršivanja. Nadalje, cilj je istaknuti gdje i kako poboljšati postojeće mjere i gdje je potrebno uspostaviti nove mjere kako bi se kompenzirao negativni učinak ceste.



Shematski prikaz učinka i korištenja raznih načina prevencije i mjera ublažavanja kako bi se minimalizirala fragmentacija staništa. A – izbjegavanje, B – fragmentacija staništa, C – mjera ublažavanja u fragmentiranom staništu, D – kompenzacija za gubitak staništa.

Prijelazi i mostovi

Učinkovitost prijelaza za divlje životinje proporcionalna je njegovoj širini. Općenito, dimenzije većine europskih prijelaza iznose između 25 i 80 m (u Hrvatskoj su 100-100 m) širine, sa slojem zemlje između 0,5 i 2m dubine, što dozvoljava rast vegetacije. Umjetni paravani ili uzdignuća zemlje koriste se kako bi smanjili razinu buke i svjetlosti od ceste. Ograda se postavlja kako bi navodila životinje prema prijelazu (EuroNatur, 2010).

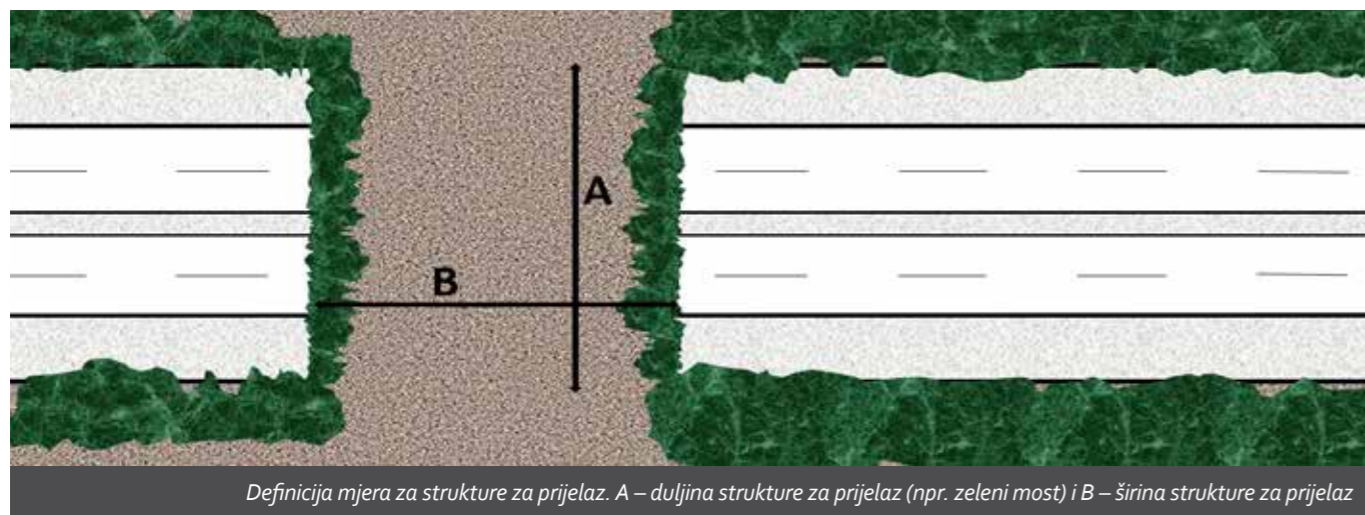
Prijelazi za divlje životinje i zeleni mostovi su namjenski izgrađeni mostovi, često preko željezničke pruge ili višetračne ceste ili prometne brze ceste. Ova je mjera za smanjenje fragmentacije staništa zbog prometne infrastrukture skupa, ali učinkovita (barem lokalno).

Širina, oblik i vegetacija uvelike ovise o ciljanoj vrsti. Za velike sisavce, širina i lokacija je važnija od dizajnerskih detalja, podloge ili vegetacije. Pošto su skupi, prijelazi bi trebali biti građeni za više od 2 ciljane vrste. Veliki sisavci zahtijevaju šire prijelaze. Preporuča se standardna širina od barem 60 m (između ograde) (Bank i sur. 2002). Širina bi se trebala povećavati s duljinom prijelaza. Najmanji omjer širine i duljine mora biti veći od 0.8. Za uže prijelaze, potrebno je postaviti paravane kako bi se smanjila zvučna i svjetlosna smetnja.

Preporučena širina krajobraznog mosta je >80 m. Za velike zvijeri, širina zelenog mosta treba biti između 100 i 200 m, kako bi se u potpunosti dostigla ekološka funkcionalnost strukture. Optimalna širina ovisi o raznolikosti i važnosti zaštite staništa koja trebaju biti spojena. U područjima velike važnosti krajobrazni mostovi mogu biti nekoliko stotina metara široki kako bi se očuvala povezanost staništa.



Zeleni most Dedin (Hrvatska). Prikladno smješteni zeleni mostovi najučinkovitiji su tip prijelaza kako bi se smanjila fragmentacija staništa velikih sisavaca, posebice velikih zvijeri. (Huber, Đ.)



Definicija mjera za strukture za prijelaz. A – duljina strukture za prijelaz (npr. zeleni most) i B – širina strukture za prijelaz

Pri dizajniranju prijelaza, izbočen oblik bi trebalo izbjegavati. Divlje životinje više oklijevaju ako moraju prijeći preko izbočenih struktura jer ne vide drugu stranu (Schrag 2003, cit. po Chisholm i sur. 2010). Pristup bi trebao biti postepen, (idealno nagib 5:1) kako bi životinje bile u mogućnosti vidjeti suprotnu stranu (Huijser i sur. 2008, cit. po Chisholm i sur. 2010). Ako životinja s druge strane vidi dobro stanište, veća je vjerojatnost da će prijeći preko strukture.

Vegetacija na zelenim mostovima služi kao vodič za prijelaz preko i treba biti slična staništu na obje strane infrastrukture. Vegetacija kao živica služi kao linija za navođenje velikih sisavaca, prekrivač, zaštita od svjetla i buke od ceste. Za sadnju se treba koristiti samo vegetacija koja raste na tom području. Korijenje ili drveće mogu uzrokovati probleme kod održavanja, tako da je potrebno pažljivo izabrati odgovarajuće vrste drveća, uzimajući u obzir održavanje i sigurnost prometa. Ovisno o tipu vegetacije, dubina zemlje može varirati. Preporuka za dubinu zemlje: 0,3 m za travu/bilje, 0,6 m za grmlje i 1,5 m za drveće. Druge dodatne strukture mogu se koristiti kako bi navodile životinje na pravilan prijelaz, ili paravani (čisti zidovi) ili ograde. Ograde su obavezne na vanjskom rubu prijelaza i moraju biti povezane s ogradom koja se proteže uzduž infrastrukture.



Zeleni most Osmakovec (Hrvatska) odmah nakon izgradnje (2005.g.) i nakon sadnje i izrastanja prirodne vegetacije (2016.g.). (Foto: Kusak, J.)



Infrastruktura se gradi za period od 50 do 100 godina i više. Očuvanje koridora koji omogućuje pristup prijelazu treba održavati identičan niz godina i trebalo bi biti dio prostornog planiranja na lokalnoj i regionalnoj razini. Potrebno je razviti i plan održavanja. Nikakva izgradnja (kuće, lokalne ceste, industrijska zona) ne bi trebala biti dozvoljena, ako smanjuje funkcionalnost prijelaza. Lov treba biti zabranjen na prijelazu i u njegovoj blizini. Kretanje vozila i pješaka prijelazima treba zabraniti.

Odgovornost za održavanje treba organizirati u fazi planiranja. Ljudi odgovorni za održavanje moraju imati potrebno znanje, a ako nisu uključeni u proces planiranja, potrebna je uska suradnja s osobama odgovornima za održavanje ceste.

Redovita inspekcija strukture, sustava brtvljenja i odvodnje nužna je i treba biti dijelom svakodnevne procedure održavanja strukture. Vegetaciju je potrebno održavati u skladu s početnim ciljevima prijelaza.



Primjer neodgovarajuće izgradnje zelenog mosta (Vrankovića ograda, Hrvatska) gdje je lokalna cesta sagrađena preko prijelaza kako bi se spojilo selo s druge strane autoceste. Trebalo je sagrađiti odvojeni nadvožnjak za cestu.

Višenamjenski prijelazi

U idealnom slučaju, prijelazi namijenjeni isključivo divljim životinjama, trebali bi biti zabranjeni za prijelaz ljudima kako bi se osiguralo maksimalno korištenje od strane životinja. Međutim, u urbanom okolišu gdje je prirodno stanište ograničeno, ljudska upotreba u rekreativne i transportne svrhe je neizbježna. Prijedlog da se koridor ili prijelaz koristi od strane ljudi i divljih životinja zahtijeva: (1) ograničavanje pristupa prijelazu domaćim životinjama i stoci; (2) staza za ljude treba biti na jednoj strani koridora, ne u centru; (3) vegetacija, kamenje i ostali materijali trebaju biti iskorišteni kako bi se stvorila vizualna barijera između ljudskog dijela i dijela za divlje životinje; (4) preporuča se dijeliti prijelaz samo u slučajevima kad je dovoljno širok i ne predug.



Primjer višenamjenskog prijelaza kod Velikog Gabera (autocesta Ljubljana – Zagreb), gdje lokalna cesta i zemljana cesta prelaze preko prijelaza. Nakon izgradnje, novo naselje dodatno smanjuje prikladnost prijelaza za velike sisavce. (Atlas okolja)

Pothodnici

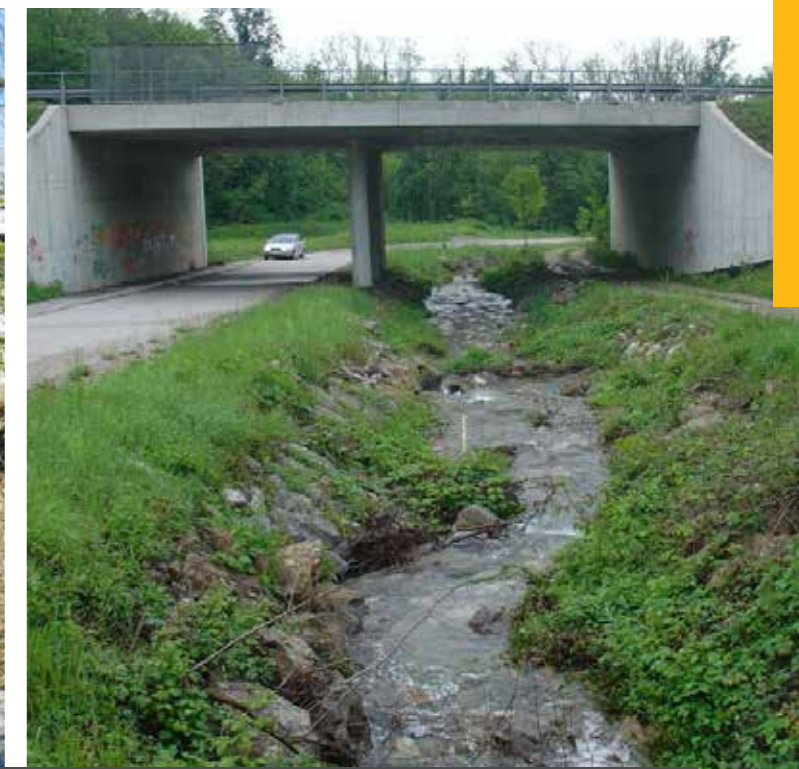
Pothodnik za divlje životinje uključuje sve tipove prolaza za životinje koji su izgrađeni kao prolazi ispod prometnice.

Prikladna su rješenja, pogotovo u brdovitim krajevima, ili ako je infrastruktura izgrađena na nasipu. Pothodnici za velike životinje su primarno namijenjeni sisavcima (divlja svinja, jelen, srna i velike zvjeri). Također i manji sisavci često koriste pothodnike. Kako bi se osiguralo korištenje, trebalo bi ih napraviti blizu koridora koje koriste ciljane vrste, gdje lokalna topografija usmjerava kretanje prema prolazu. Dimenzije pothodnika definirane su kao visina, širina i dužina. Dužina u većini slučajeva odgovara širini ceste ili pruge stoga je fiksna. Za opis dimenzija pothodnika, indeks relativne otvorenosti se određuje, formula je širina x visina / dužina. Dok je dužina fiksna, širina i duljina se mogu birati prema zahtjevima životinja. Minimalna širina i visina koje su preporučljive iznose 15 i 3-4 m. Kad se planira korištenje prolaza od strane velikih sisavaca, indeks relativne otvorenosti treba iznositi preko 1.5 (EuroNatur, 2010). Iskustvo govori da je sisavcima potrebno vrijeme kako bi naučili koristiti prolaze koji se nalaze u njihovom životnom prostoru. Neiskusne životinje, pogotovo mlade jedinke u fazi disperzije ili životinje koje koriste prolaze samo povremeno tijekom sezonske migracije mogu biti osjetljivije na dimenzije. Zbog nedostatka svjetla i vode, vegetacija često neće rasti, ali uvijek je treba posaditi. Površina unutar prolaza treba biti prekrivena tlom (odnosno prirodna). Grmlje posađeno na ulazu može služiti kao vodič prema prolazu i kroz prolaz. Ograda se također može postaviti kako bi navodila životinje. Drugi uvjeti za velike kopnene životinje uključuju jasan pogled kroz strukturu, ravnu strukturu za prolaz, suhu prirodnu zemlju (tlo ili vegetacija) na obje strane prolaza (Chisholm i sur. 2010).

Kao i kod prijelaza, pothodnici se ne smiju koristiti za lov. Održavanje je potrebno organizirati u fazi planiranja, a ukoliko odgovorna osoba nije uključena u planiranje, neophodna je i uska suradnja s osobama odgovornima za održavanje ceste. Potrebno je provoditi redovite inspekcije struktura/objekata i uklanjati eventualno smeće bačeno ispod pothodnika. Drenažom bi se trebala održavati suhoća unutrašnjosti prolaza čak i nakon obilne kiše.



Uz lokaciju, propusnost pothodnika za velike životinje također ovisi o širini, visini i duljini strukture, opisanima kao indeks otvorenosti. Lijevo: niži indeks otvorenosti neprikladan je za prolaze određenih tipova velikih sisavaca. (Črtalič, J.) Desno: prolaz ispod kojega teče potok lociran je na rubu podvožnjaka (Potočnik, H.).



Važan dio održavanja podrazumijeva brigu oko toga jesu li staze ispod ili na prijelazima otvorene i uredne. Sve odbačene stvari (građa, smeće...) treba ukloniti što je prije moguće jer utječu na divlje životinje. Dodavanje barijera može spriječiti ljude (veliko kamenje). (Potočnik, H.)

Vijadukti i mostovi preko rijeka

Infrastruktura može prolaziti preko dolina na nasipima ili vijaduktima. Za spajanje krajeva, što se tiče okoliša vijadukti su najbolji odabir stoga imaju prednost.

Vijadukti su najprikladniji za uske udoline strmih rubova jer osiguravaju propusnost za kretnje vrsta i minimalno oduzimaju i fragmentiraju stanište unutar doline dopuštajući da se vodeni putevi i drugi postojeći interesi za očuvanje prirode nastave ispod strukture.

Niski vijadukt je ekološki prihvatljiva alternativa nasipu jer osigurava bolju povezanost i prikladniji je za više vrsta od malih pothodnika. Ima manji učinak na obližnju mikroklimu od nasipa. Posebno su preporučuju ukoliko treba prijeći preko vode.

Kako bi područje ispod vijadukta postalo prikladno za prijelaz divljih životinja, potrebno je da bude što prirodnije. Zemljano tlo je uvijek bolje od šljunka, kamenja ili šljunka miješanog s katranom. Kako bi se pospješio rast vegetacije, vijadukti trebaju



Niski vijadukt kao u slovenskom Unecu (Črtalič, J) i hrvatskoj Baštici (Huber, Đ) puno su prikladniji za životinje od nasipa.



biti visoki minimalno 5 m (10 m za šumska područja), a kako bi se propustilo svjetlo, šire ceste trebaju biti odvojene u dvije paralelne strukture. Međutim, potrebno je izbjegavati uske rupe između traka jer uzrokuju naglu buku vozila koja prolaze. Kod prijelaza preko rijeka, širina vijadukta treba dozvoljavati rast vegetacije barem 10 metara sa svake strane obale, a tok treba ostati u prirodnom stanju. Ako ispod vijadukta postoje ceste s noćnim prometom, potrebno je postaviti paravane kako bi se smanjio utjecaj svjetla. Područje ispod vijadukta ne smije se koristiti kao odlagalište opreme, poljoprivredne mehanizacije niti biti ograđeno na način da sprečava prolaz divljim životinjama. Postavljanje velikog kamenja može pomoći pri izbjegavanju nastanka problema.

Tuneli

Tunel je najbolje moguće rješenje za zaštitu visokovrijednog krajolika. Iako je izgradnja skupa, koristi prirodnom okolišu su nemjerljive.



Ispod vijadukta može rasti prirodna vegetacija i povezivati onu vegetaciju s oba kraja ceste, što često navodi i olakšava prolaz životinjama (vijadukt Selo). (Potočnik, H.)



Tuneli pružaju najbolje rješenje kad planirana infrastruktura prolazi kroz područje velike vrijednosti za očuvanje. (Huber, Đ.)



Područje iznad tunela ostaje u potpunosti očuvano, što je posebno važno kad tunel ima važnu ekološku ulogu poput povezivanja manjih staništa. (Tunel Plasina, HR)

Razmjer koristi ovisi o metodi izgradnje tunela. Klasični tuneli omogućavaju da područja od velike važnosti za očuvanje ostanu nenarušena i najmanje su štetni za okoliš. Izrezani i pokriveni tuneli mogu biti prikladni za mjesta niže važnosti za očuvanje, ali potrebno je osigurati povezanost staništa.

Upotreba vegetacije

Pri uređivanju okoliša potrebno je raspolagati znanjima o tipovima vegetacije i vrstama sastava koji odgovaraju postavi nove prometne infrastrukture. Integracija s krajolikom, korist pri očuvanju staništa i interes putnika su glavni pri odlučivanju. Gdje je moguće, posađene vrste trebaju odgovarati vrstama koje rastu na tom području (pogotovo u ruralnim dijelovima) i prirodno se javljaju na tipu tla neposredno uz rutu infrastrukture. Ne smiju zahtijevati zalijevanje za uspješnu sadnju. Gdje je moguće, prirodna regeneracija se treba uzeti u obzir kao alternativna metoda za sadnju novih krajobraza. Ako omogućimo vegetaciji da se prirodno regenerira kao rezultat ćemo dobiti stanište koje najbolje odgovara lokalnome okolišu.

6. IZBJEGAVANJE I SMANJIVANJE MORTALITETA

Jedan od velikih rizika za sigurnost u prometu koji može prouzročiti nesreće je moguća pojava divljih životinja, posebice medvjeda, na cestama. Zato je potrebno stalno poticati odvajanje prometa i životinja, kako bi smanjili mogućnost prometnih nesreća s ozbiljnim posljedicama ili čak gubitkom ljudskoga života.

Cilj sljedećih akcija je spriječiti dolazak divljih životinja na cestu. Prometnice same po sebi djeluju kao barijere te pridonose učinku barijere koje već predstavljaju. Da bi se to spriječilo, uvijek ih treba kombinirati s prijelazima kako bi se životinje navodilo na siguran prelazak preko ceste.

Ograde

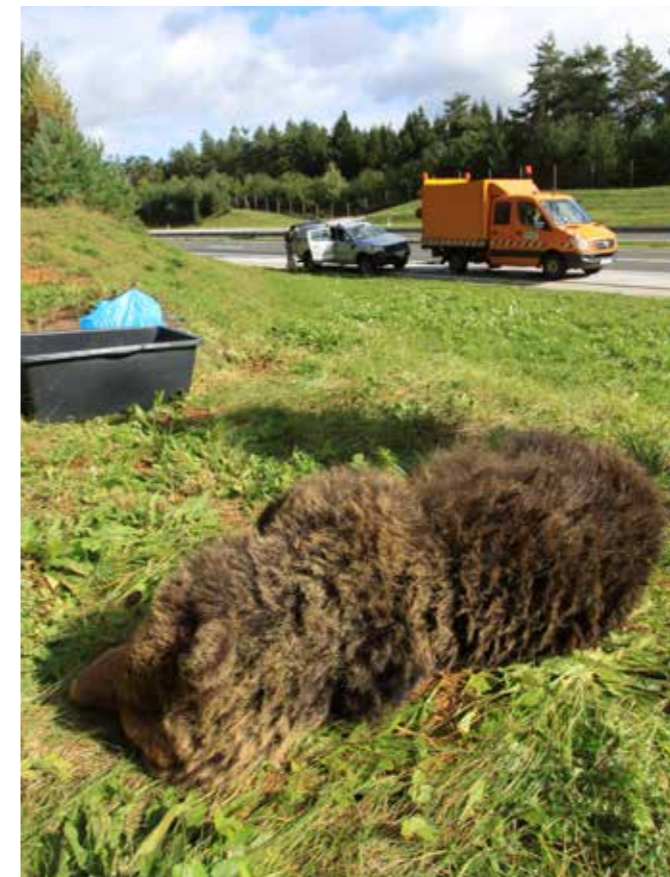
Ograde i zidovi predstavljaju ozbiljni efekt barijere jednako kao i izgled ceste u okolišu. Njihova uporaba treba biti ograničena na specifičnu infrastrukturu, tamo gdje je apsolutno neophodna. Ograde se podižu kako bi se životinjama spriječio pristup cestama i kako bi se smanjile nezgode uzrokovane sudarima, pogotovo između velikih sisavaca i automobila. Ceste na kojima se vozi velikim brzinama i tračnice željeznice predstavljaju visok rizik od nesreća pa su često ograđene cijelom duljinom, dok ceste slabog intenziteta prometa trebaju biti ograđene samo na mjestima visokog rizika. Krajevi ograde su opasna mjesta, jer životinja može zaobići ogradu i ostati zarobljena na cesti. Zbog ovog razloga, ograde bi uvijek trebale završavati na mjestima poput mostova, a ako je samo jedan dio ograđen, ograda bi se trebala protezati barem 500 metara nakon rizične zone. Ako je moguće, ogradu treba postaviti blizu ceste kako bi se smanjila veličina prostora koju divlje životinje nisu u mogućnosti koristiti. Negativna strana ograde je efekt barijere pa bi trebalo napraviti puno prijelaza na kojima bi životinje imale mogućnost prelaska. Ukoliko se kombiniraju s prijelazima i zelenim mostovima, ograde služe kao vodilice za siguran prijelaz životinja. Tamo gdje postoji mogućnost da životinja ostane zarobljena na cesti, treba joj omogućiti izlaze putem kojih će moći pobjeći s ceste.

Konvencionalna ograda za divlje životinje sastoji se od žičane mreže učvršćene stupovima. Visina i veličina mreže ovise o ciljanoj vrsti. Visina treba biti takva da je životinje ne mogu preskočiti, dok na tlu mora biti učvršćena kako se životinje ne bi mogle provući ispod. Za područja s obilnim snijegom zimi, minimalna visina mora biti zadovoljena zimi i vrh mreže mora biti ojačan žicom koja može podnijeti težinu snijega. Žičana mreža bi trebala biti fiksirana stupovima s vanjske strane ograde kako bi se spriječilo padanje ograde u slučaju da velika životinja udari u mrežu. Metalni i drveni stupovi su odgovarajući, pod pretpostavkom da su dovoljno jaki da izdrže udarac životinje. Krajnji stupovi trebaju imati promjer 10-12 cm ako su drveni, ili 5-6.5 cm ako su metalni. Svi stupovi moraju biti čvrsto zabijeni u zemlju (70 cm i više). Dodatna električna ograda također se pokazala efikasnom protiv medvjeda, iako je skupa i zahtijeva redovito održavanje.

Konvencionalna ograda za velike sisavce možda nije odgovarajuća i za obuzdavanje medvjeda. Posebne ograde za medvjeda trebaju biti postavljene na dijelovima gdje je ova vrsta prisutna. Najučinkovitijom se pokazala 8x10 cm trostruka lančano povezana mreža sa 2.7 mm žicom, visine 3 m i 80 cm potpore pod kutem od 45° usmjerena od ceste. Dno ograde mora biti pojačano 1.5 m širokom horizontalnom mrežastom suknjom, ukopanom s vanjske strane ograde kako bi spriječila medvjeda da prokopa ispod. Stupovi ograde (60 mm promjera i 4 mm debljine), također moraju biti ojačani.



Unaprjeđivanje postojećih mjera za smanjenje smrtnosti u prometu pomoću infrastrukture za izlaženje životinja sa trase auto-ceste (Reljić, S.)



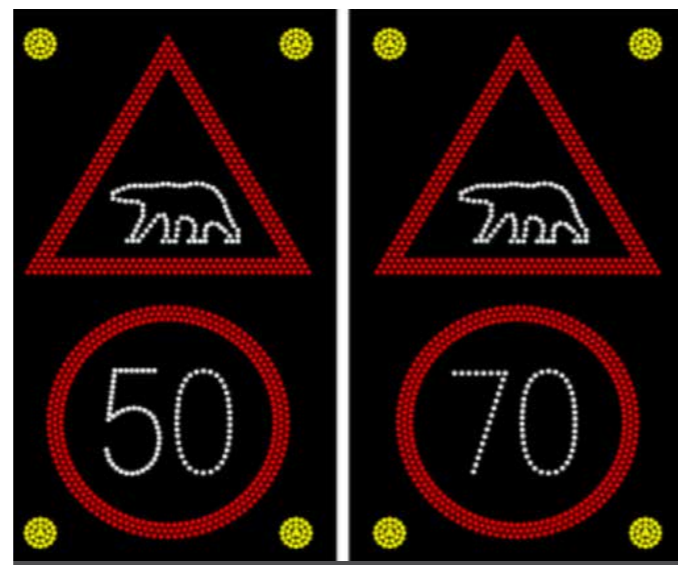
Sprječavanjem pristupa autocesti i odvrćanjem medvjeda od posjeta ili zadržavanja na kritičnim dijelovima autoceste ili željezničke pruge, možemo uvelike smanjiti mortalitet i povećati demografsku održivost određenih subpopulacija. (Reljić, S.)



Održavanje ograde važan je dio smanjenja smrtnosti na autocestama, kao i povećanje sigurnosti ljudi u prometu. (Huber, Đ.)



Sve autoceste u Sloveniji i Hrvatskoj ograđene su 160 cm visokom ogradom. Na kritičnim dijelovima, na kojima je stalno prisutan medvjed, električna ograda može se dodati kako bi spriječila prelazak medvjeda. (Potočnik, H.)



Dinamični prometni znakovi koriste senzore kako bi otkrili životinje koje se nalaze u blizini ceste. Aktiviraju se samo kada su prisutne životinje i time ih vozači bolje uoče od klasičnih prometnih znakova.

Inspekcija ograde treba biti dio redovnih cestovnih inspekcija barem jednom godišnje ili češće tijekom prve godine. Rupe i druga oštećenja trebaju biti popravljena odmah, a posebna pažnja treba se obratiti na staze koje pokazuju na redovit prolazak životinja.

Dinamični prometni znakovi sa senzorima

Dokazano je da su klasični znakovi upozorenja neučinkoviti jer imaju mali ili skoro nikakav utjecaj na smrtnost. Istraživanja pokazuju da vozači ne usporavaju nakon što prođu prometne znakove, a često ih niti ne primjećuju. Dinamični prometni znakovi relativno su novi način upozoravanja vozača i poticanja da uspore u svrhu izbjegavanja potencijalnog sudara s divljom životinjom, uključujući i medvjede. Zovu se "dinamični" jer se aktiviraju kad velika životinja prilazi opasnoj zoni ceste i prekine zraku senzora. Kako bi se povećala efikasnost znaka upozorenja, kombinira se više vrsta senzora poput toplinskog senzora, senzora seizmičkih vibracija tla ili prekidanja lasera ili infracrvene zrake na rubovima ceste. Senzori se postavljaju u blizini ceste gdje otkrivaju prilazećeg sisavca na 250 m udaljenosti. Znakovi se upale jedino u slučaju kad je divlja životinja u blizini ceste.

Ovaj pristup zahtijeva da se ljude upozna sa značenjem samih znakova. Ako znaju da aktivan znak znači potencijalnu opasnost, prilagodit će ponašanje. Redovite provjere su potrebne kako bi se osigurala tehnička ispravnost opreme. Znakove opasnosti za divlje životinje potrebno je postaviti samo na mjestima visokog rizika od sudara, jer što su znakovi prisutniji to ljudi manje pažnje obraćaju na njih. Efikasnost se povećava ako su znakovi označeni bljeskalicom ili treptajućim znakom ograničenja brzine koji se pale samo u slučajevima aktivnosti životinja.

Kante za smeće "otporne" na medvjeda

U potrazi za hranom, medvjede često privlače antropogeni izvori hrane. Kada su takvi izvori hrane blizu regionalnih cesta ili autocesta, rizik od sudara automobila s medvjedom povećava se. Medvjedi koji posjećuju odmorišta na autocestama ne predstavljaju veliki problem u Sloveniji, ali povremeno se pojavi problem na glavnim cestama Notranjsko-kraške regije. U Hrvatskoj je to treći uzrok svih sudara automobila na autocestama (Jerina i sur. 2012, cit po Jerina i sur. 2015).

Umjetna sredstva za odvratanje

Akustična sredstva za odvratanje dio su tehnologije koja se koristi kako bi se od ciljanog područja odvratilo životinje. Ta tehnologija koristi se za odvratanje sisavaca od prometne infrastrukture u područjima velike opasnosti uzduž ceste i time se smanjuje broj sudara automobila i divljih životinja. Najviše iskustava vezano je za velike sisavce i parnoprstaše i sudare s njima, što se pokazalo manje ili više efikasnim, ovisno o vrsti, sezoni i regionalnim karakteristikama (Jelenko i sur. 2013). U prošlosti je u Sloveniji provedena procjena učinkovitosti zvučnih i drugih sredstava za odvratanje, što je imalo pozitivan učinak na smanjivanje sudara vozila sa velikim sisavcima. Ipak, učinkovitost se smanjuje s godinama - vjerojatno zbog privikavanja životinja (Pokorny i sur. 2008).

Široko su rasprostranjeni reflektori za plašenje divljih životinja. Sastoje se od raznih vrsta reflektirajućih/metalnih traka smještenih oko drveća i drugih struktura. Svjetlo dolazećih vozila reflektira se na prostor pored ceste što bi trebalo upozoriti životinje i spriječiti ih od daljnjeg prilaženja cesti. Ove naprave popularne su jer su jeftine i lagano ih je montirati. Temeljita analiza studija diljem svijeta tijekom proteklih 40 godina pokazala je slabe indikatore učinkovitosti reflektora za upozorenje divljih životinja. Također je zahtjevno održavanje.

Olfaktorni repelenti su mjera za sprečavanje nesreća, prvenstveno s jelenima. Prirodne ili umjetne tvari miješaju se s ljudskim mirisom, mirisom vuka i ostalih predatora, injektiraju se u spužvu koja služi kao nosač i apliciraju na drveće ili stupove u blizini ceste. Neka iskustva pokazuju da se broj



Organski otpad na odmorištima u Hrvatskoj privlači medvjede i povećava rizik od sudara automobila s medvjedom. Kako bi se smanjio rizik i odvratilo medvjede, kante za smeće "otporne na medvjeda" postavljene su na kritičnim mjestima. (Reljić, S.)



sudara s automobilima smanjio, no ova mjera nije učinkovita za medvjede kao predatore. Potrebno je provesti još istraživanja u ovome području.

Pomična vrata i iskočne rampe

Autocesta, brza cesta ili brza željeznička pruga visokog rizika od sudara s divljim životinjama najčešće su ograđene. Unatoč tome, životinje (posebice medvjedi koji se s lakoćom mogu popeti preko ograde) mogu ostati zatočene unutar ograde. U tim slučajevima, bitno je osigurati da životinje mogu pobjeći što je prije moguće, kako bi se smanjio rizik od sudara. Postavljanje jednosmjernih pomičnih vrata i iskočnih rampi može uvelike smanjiti broj nesreća i povećati sigurnost u prometu. Rampe trebaju biti sa unutrašnje strane i iste visine kao i ograda, kako bi se omogućilo iskakanje medvjeda i drugih životinja preko ograde.



Akustična sredstva za odvratanje divljih životinja s područja cesta. Moguće ih je montirati na prometne znakove. (Zaluberšek, M.)



Jednosmjerna vrata i iskočne rampe koriste se kako bi životinje koje uspiju ući u ograđenu autocestu brzo i sigurno pronašle izlaz iz opasne zone. (Huber, Đ.)



Održavanje vegetacije duž infrastrukture

Različiti načini održavanja vegetacije uzduž cesta i željezničke pruge koriste se s ciljem smanjivanja broja sudara. Neki sprečavaju životinje da izađu na cestu na način da se životinje privlače na druga područja, a drugi utječu na ponašanje životinje i povećavaju uočljivost životinje.

Rezanje grmlja i drveća unutar 3-10 m širine uzduž ceste, smanjuje privlačnost velikim sisavcima poput jelena. Istovremeno, poboljšana je vidljivost životinje od strane vozača, što je primjenjivo i na medvjeda. Određena širina je propisana kako bi se smanjio broj sudara s velikim sisavcima. Može se koristiti na manje prometnim cestama i željezničkim prugama. Živica uzduž ograde usmjeruje životinje prema prirodnim prijelazima.

7. EKOLOŠKA KOMPENZACIJA

Unatoč dobrom planiranju i korištenju mjera za smanjenje štetnog učinka na prirodna staništa, nemoguće je u potpunosti izbjeći negativne učinke razvoja infrastrukture. Sve to dovelo je do principa ekološke kompenzacije u mnogim europskim državama. Ekološka kompenzacija podrazumijeva da se specifična prirodna staništa i njihove kvalitete (poput močvara ili zrelih šuma) na koje će utjecati neki projekt konstruiraju negdje drugdje. U slučajevima primjene kompenzacije, potrebno je ostvariti ravnotežu ekološke štete kako bi profitirali i stanište i vrsta životinje. Ekološka kompenzacija može se definirati kao stvaranje, obnavljanje ili poboljšanje prirodnih kvaliteta s ciljem balansiranja ekološke štete uzrokovane razvojem infrastrukture. Cilj kompenzacije je povećati ulogu interesa zaštite prirode u prostornom uređenju i donošenju odluka te težiti rješenju bez "neto gubitka" nakon odobrenja projekta. Ovi ciljevi podrazumijevaju primjenu ekološke kompenzacije kao zadnjeg rješenja – uzima se u obzir samo onda kada planiranje i mjere za smanjenje šteta nisu dovoljne za izbjegavanje opasnosti. Ekološku kompenzaciju ne smije se koristiti kao aktivnost koja investitorima omogućuje dobivanje potrebnih dozvola "otkupljujući" oštećenja okoliša. Budući da zakonski instrumenti dopuštaju da investitori od zemljoposjednika kupe odgovarajuću zemlju kao naknadu štete, kompenzacijske mjere koje se primjenjuju su na volonterskoj bazi, ugrađene u ugovore između investitora i udruga za zaštitu prirode, zemljoposjednika ili drugih dionika.

Kompenzacijske mjere su fundamentalno drugačije od zaštite ili unaprjeđenja prirodnih vrijednosti (politika očuvanja prirode). Bez obzira na to, kompenzacijske mjere moraju biti u povezanosti s lokalnim i nacionalnim ciljevima zaštite prirode. Za razliku od uređenja terena i mjerama za smanjivanje šteta, ekološka kompenzacija se općenito provodi izvan područja kojima upravljaju odgovorni za autoceste. Inicijatori projekata odgovorni su za implementaciju kompenzacijskih mjera, a vlasnici autocesta trebaju uložiti znatan trud u kupovinu zemlje u blizini infrastrukture za potrebe kompenzacije. Ako se dobro lociraju mjesta za kompenzaciju, primjerice prostorno povezano područje do prirodnih rezervata ili mreža, ekološke funkcije i odnosi mogu biti zaštićeni ili poboljšani.

Kompenzacijske mjere mogu uključivati konverziju zemljišta za nove površine (šume, riječna korita itd.). Poboljšanje staništa može obuhvatiti i adaptaciju ratarskih aktivnosti s obzirom na očuvanje prirode (primjerice livada – ptice ili biljke). Umjetne močvare (ne isključivo bare) mogu biti stvorene kako bi se privukle vrste poput vodozemaca i gmazova. Umjetne močvare ne mogu se smatrati zamjenom za prirodne močvare u smislu okoliša – ekologije. Istraživanje koje omogućuje kompenzaciju u korist određenih vrsta također se može smatrati kompenzacijom. Ekološka kompenzacija može se primijeniti na cijeli spektar utjecaja, uključujući degradaciju staništa (stanište je prisutno, ali promijenjeno) i gubitak funkcija poput tokova hranjivih tvari i energije. U slučaju medvjeda, teško je govoriti o mjerama koje bi se mogle koristiti u svrhu kompenzacije, jer su njegove prostorne potrebe toliko velike da ih nije moguće nadoknaditi alternativnim mjerama. Svakako, s nekim mjerama koje stvaraju izdvojena staništa ("otočna", npr. zarasle livade, mali dijelovi šume) ili linijske strukture (živice, redovi živice), može se poboljšati povezanost na mjestima gdje ceste dodatno fragmentiraju staništa.

8. MONITORING I PROCJENA

Nakon izgradnje ceste, željezničke pruge, vodenih puteva, gradskih i industrijskih područja, primjena monitoringa je od presudne važnosti jer upravo taj mehanizam omogućava planerima provjeru učinkovitosti mjera koje su primijenjene kako bi se smanjio utjecaj infrastrukture na fragmentaciju staništa. Dobro osmišljen sustav monitoringa pomoći će utvrditi ispunjavaju li mjere ublažavanja svrhu i dugoročan učinak za vrste i stanište.

Ukratko, monitoring će pridonijeti utvrđivanju prikladnosti i dostatnosti mjera ublažavanja koje su predviđene tijekom faze planiranja i izgradnje prometne infrastrukture, jamčeći minimalni učinak na fragmentaciju životinjskih populacija i staništa. Objavljivanje rezultata programa monitoringa je također vrlo važno za stjecanje znanja i razvoj učinkovitijih i jeftinijih mjera. Općenito, praćenje se mora sastojati od redovno ponavljanih mjerenja odabranih varijabli. Možemo mjeriti djelotvornost prijelaza i drugih mjera za ublažavanje koje povećavaju povezanost ili pratiti učinke mjera na vrste i staništa, tzv. ekološki monitoring. Prva vrsta monitoringa usmjerena je na pregled i kontrolu učinkovitosti mjera pomoću mjerenja lokalnih varijabli poput broja životinja koje koriste prijelaz ili broj životinja koje su pregažene po jedinici infrastrukture. Monitoring može biti usredotočen na jednu izoliranu mjeru, ali često se preporuča pratiti više međusobno povezanih mjera ili mjera koje imaju kombinirani učinak kako bi se postigao isti cilj. Ova vrsta nadzora se može primjenjivati u rutinskom planu upravljanja i održavanju infrastrukture.

Drugi tip monitoringa, ekološki monitoring, fokusiran je na učinke mjera na pojedine vrste i njihova staništa. Fokus je na ekološkim učincima mjera za ublažavanje i kompenzacijskim mjerama. Potrebno je identificirati promjene genetske raznolikosti, genetske strukture, protoka gena, rasprostranjenosti vrsta i populacijske dinamike. Nakon izgradnje nove prometne infrastrukture, bilježe se odabrane značajke staništa, pejzažni obrasci, prirodni procesi te uspoređuju s osnovnim uvjetima.



Praćenje tragova u snijegu ili na drugoj podlozi još uvijek je važna metoda procjene propusnosti prometne infrastrukture za sisavce. (Reljić, S.)



Za bolje razumijevanje korištenja struktura za prijelaz mogu se koristiti razne metode: prikupljanje izmeta za genetsku analizu (lijevo) (Reljić, S.) ili korištenje senzora koji mjere učestalost prelaska (Petkovšek, S.).



Pijesak u kombinaciji sa sensorima i fotozamkama može učinkovito mjeriti aktivnost divljih životinja tijekom prelaska preko autocesta te je moguće diferencirati vrste, a ponekad i individualne životinje (Gužvica, G.).

Ekološki monitoring uglavnom zahtijeva dugoročne i opsežne pristupe kojima se uzima u obzir cijeli broj primijenjenih mjera i sinergijski učinak koji nastaje pri dodavanju nove prometnice postojećoj mreži. Iz navedenih razloga, ovaj se oblik monitoringa treba primjenjivati rutinski u posebnim slučajevima, primjerice kada je izgrađen zeleni most ili prijelaz za životinje kako bi se povezali dijelovi staništa ugroženih vrsta ili drugih ekološki značajnih područja.

Neki od aspekata ekološkog praćenja su (1) učestalost smrtnosti u prometu na cestama i željeznicama i njihov utjecaj na populacijsku dinamiku (sposobnost za život) ciljnih vrsta. (2) Procjena učinka barijere cjelokupne infrastrukturne mreže, uzimajući u obzir ne samo broj životinja koje pokušavaju prijeći, ali bezuspješno, nego i broj životinja koje pokušaju prijeći, ali odustanu zbog ometanja (prometa/urbane buke ili svijetla). Ekološki monitoring pruža vrijedne informacije za dizajn novih infrastrukturna kako bi se smanjio njihov učinak i poboljšalo razumijevanje problema. Projektiranje ovakvih projekata monitoringa treba prepustiti stručnjacima za divlje životinje ili stručnjacima za pojedine životinjske vrste jer metode, vremenska i prostorna skala mjera pokazuju velike varijacije između različitih vrsta i područja.

Mnoge metode mogu se koristiti pri monitoringu mjera za ublažavanje. Najčešće metode za bilježenje smrtnosti faune i provjeravanje korištenja prijelaza za životinje su: (1) bilježenje smrtnosti na cesti i željeznici, (2) bilježenje broja životinja koje uspješno prelaze prometnu infrastrukturu (tragovi u snijegu) i (3) monitoring korištenja prijelaza za životinje bilježenjem tragova u pijesku/tinti i/ili korištenje foto/video zamki.

Za praćenje učestalosti prelaska životinja (po vrstama) preko novih struktura, potrebno je koristiti razne metode: genetsko uzorkovanje (dlaka/izmet), podaci o smrtnosti u prometu, praćenje tragova



Tragovi medvjeda u pijesku (lijevo) tijekom monitoring struktura za prijelaz. (Huber, Đ.) Moderne fotozamke (desno) mogu otkriti životinju koja prelazi danju ili noću koristeći 940 nm IC-svijetlo koje je nevidljivo za sisavce. (Potočnik, H.)



Pijesak na zelenim mostovima često se kombinira s brojačima životinja, što dozvoljava procjenu učestalosti prelaska životinja po vrstama na temelju pronađenih tragova u pijesku. (Huber, Đ.)

u snijegu, tragovi u blatu, digitalne kamere i video-monitoring, GPS telemetrija ili VHF radio-monitoring, aktivni ili pasivni IC-monitoring puteva. Kako bi usporedili efikasnost struktura za prijelaz, monitoring je potrebno provesti prije i poslije izgradnje. Za najbolje rezultate potrebno je kombinirati više metoda.

Za praćenje tragova u pijesku, pijesak se postavlja cijelom širinom mosta. Preporučljivo je koristiti sitniji pijesak kako bi se trag bolje vidio i lakše odredila vrsta životinje. Redovno praćenje tragova u pijesku je neophodno, posebice tijekom lošeg vremena. Ovom metodom možemo odrediti vrste koje su prelazile, ali nije moguće utvrditi broj pojedinih životinja koje su prešle, nego je potrebno kombinirati s drugim metodama (fotozamke, genetika).

Gužvica i sur. (2014) su testirali razne metode: monitoring tragova u pijesku, aktivni IC-monitoring puteva i digitalne fotozamke. Rezultati pokazuju da su fotozamke veoma pouzdane, ali nisu pogodne za monitoring vrsta koje se brzo kreću. Tragovi u pijesku su također pouzdana metoda kada se koristi sitniji pijesak.



Nadzorne kamere snimile medvjeda kako pokušava prijeći preko ograđene dionice Autoceste Zagreb-Rijeka, u blizini tunela Sleme. (ARZ)



Hvatanje i GPS telemetrija omogućuju temeljito praćenje ponašanja medvjeda i efekta autoceste i ostalih ljudskih aktivnosti na medvjeda i korištenje prostora. (Krofel, M.)



Standardni infra-crveni detektori, poznati i kao brojači prolazaka, mogu se koristiti kod određivanja broja životinja koje koriste prijelaz. Kretanje životinje aktivira brojač i bilježi ukupan broj životinja koje su prošle tijekom određenog vremena. Detektori su smješteni u zidovima prijelaza i moguće je namjestiti da pohranjuju datum i vrijeme kretanja. Loša strana ove metode je što se ne bilježi vrsta životinje, tako da su informacije ograničene vrijednosti.

Pomoću snimki sigurnosnih i prometnih video-kamera na nekim se prijelazima, tunelima ili putevima mogu vidjeti životinje koje prelaze autocestu ili se nalaze u blizini prometne infrastrukture. Ove informacije korisne su za otkrivanje nepropisnog korištenja prijelaza za životinje, nedostatke ograde i druge informacije povezane s ponašanjem životinja u odnosu na prometnu infrastrukturu.

Označavanje životinja satelitskim/VHF prijemnikom/odašiljačem/ogricama se dobiva puno više informacija nego drugim tipovima podataka o ponašanju životinja u odnosu na prometnu infrastrukturu. Primljeni podaci pružaju informacije o kretanju životinja, njihovom opsegu kretanja i lokaciji prijelaza preko infrastrukture. Ova metoda je korištena kod ugroženih ili karizmatičnih vrsta poput medvjeda, vukova i risova jer zahtijeva veliku vremensku i financijsku investiciju kako za uhvatiti životinju, tako i za praćenje njihovog kretanja.

Brzi razvoj telemetrijskih tehnika za praćenje divljih životinja (utemeljenih na GPS telemetriji i molekularnoj genetici) posljednjih nekoliko desetljeća pruža nove alate koji na mnogo načina revolucioniraju način na koji proučavamo, pratimo i upravljamo populacijama ugroženih vrsta. Posebno važna metodologija za planiranje, praćenje i procjenu utjecaja novih uvjeta na medvjede, uključujući prometnu infrastrukturu, je pojava modeliranja prikladnosti staništa u GIS-u i genetici krajolika, recentna disciplina koja proučava genetsku povezanost jedinki, subpopulacija i populacija iz prostorne perspektive i pokušava razumjeti kako na njih utječu karakteristike osnovnog krajolika. Zajedno s modelom prikladnosti staništa za npr. medvjede, podaci se mogu koristiti za procjenu



Razvojem modernih genetskih alata koji omogućavaju individualno prepoznavanje koristeći neinvazivne uzorke (izmet, slina, dlaka), pojednostavljen je i monitoring korištenja struktura za prijelaz i protoka gena. (Potočnik, H.)

povezanosti između malih površina staništa, učinaka linearnih barijera (npr. ceste, autoceste, velike rijeke) i proizvesti modele povezanosti krajobraza proučavanog područja iz medvjede perspektive.

Istraživanja pokazuju da neke vrste trebaju vremena za privikavanje kada uče kako prijeći prepreku ili se priviknuti na novu strukturu stoga je praćenje u trajanju od jedne ili dvije godine prekratko da bi se prikupili pouzdani rezultati. Istraživanja u trajanju četiri, pet ili više godina su prikladnija.

9. PRIMJERI DOBRE PRAKSE

Nacionalni park Banf, Kanada

Nacionalni park Banf osnovan je 1885. godine, a proteže se duž 6641 km². Zbog prometnice Trans-Canada, četvertračne autoceste koja presijeca park, od 1982. godine ulažu se naponi za smanjenje smrtnosti divljih životinja i povećanje povezanosti populacije. Znanstvenici praćenjem tragova, kamerama i genetikom nadziru divlje životinje u parku i njihove reakcije na strukture tijekom terenskog rada. Rezultati ovog istraživanja jedni su od najvećih i najdužih setova podataka na svijetu. Trenutno postoji 45 prijelaza za divlje životinje (6 zelenih mostova, 39 podvožnjaka) i 166 km ograđene autoceste.

Rezultati implementacije mjera za smanjivanje smrtnosti medvjeda i poboljšanja povezanosti na autocesti Rijeka - Zagreb

U Hrvatskoj je planiranje prijelaza za životinje započelo 1999. godine kad je tijekom projekta gradnje novih autocesta istraživačima zapela za oko moguća fragmentacija staništa zbog planirane autoceste. Nakon toga provedeno je puno istraživanja te su napravljeni projekti za prijelaze za životinje koji su i ostvareni, a izdane su i smjernice za planiranje i pogodnost različitih struktura za prijelaz za životinje (Huber i sur. 2002). Ukupno 25.2% autoceste Rijeka – Zagreb, te 17.9% autoceste u Lici i 8.3% u Dalmaciji obuhvaćeno je strukturama koje mogu poslužiti kao prijelazi za životinje (tuneli, vijadukti, mostovi i zeleni mostovi). Istraživanja pokazuju da veliki sisavci u Gorskom kotaru radije koriste šire prijelaze (100m i više) od užih podvožnjaka (10-50m) (EuroNatur, 2010).



Moderna hrvatska autocesta ima relativno dobru propusnost za velike sisavce zbog raznovrsnosti reljefa i posljedično velikog broja tunela i vijadukata, ali i zbog modernog pristupa zaštiti prirode tijekom planiranja mjera za ublažavanje. (Huber, Đ.)

Odnos između medvjeda i ceste je dvostruk: s jedne strane medvjedi općenito izbjegavaju prometnice koje ljudi često koriste, dok ih s druge strane privlače zbog prisutnosti stradalih životinja i smeća (Huber i sur. 1998; Roever i sur. 2010). Stoga prometnice predstavljaju ekološke zamke za medvjede (Penteriani 2018). Sudari s medvjedima drugi su najvažniji uzrok stradavanja medvjeda u Sloveniji i Hrvatskoj, a predstavljaju i prijetnju sigurnosti ljudi (Huber i sur. 1998; Kaczensky i sur. 2003; Kusak i sur. 2009). Zato je implementacija djelotvornih mjera za ublažavanje koje će zadržati medvjeda dalje od cesta, autocesta i željeznica, uz održavanje propusnosti staništa, važna kako bi osigurali sigurnost u prometu i upravljanju populacijom medvjeda (Kusak i sur. 2009; van der Grift i sur. 2013).

Autocesta Rijeka – Zagreb proteže se na 68.5 km kroz područje obitavanja medvjeda u Gorskom kotaru (Hrvatska). Ukupno ima 43 vijadukata i tunela i jedan posebno izgrađen zeleni most širok 100 metara (Dedin). Jedna četvrtina ukupne duljine autoceste sadrži moguće strukture za prijelaz. Kusak i sur (2009 i 2009a) su istražili su tragove životinja ispod jednog vijadukta, iznad dva tunela i jednog zelenog mosta na autocesti uzduž središnjeg područja na kojem obitavaju velike zvijeri u Gorskom kotaru. Promatrani su tragovi u snijegu, blatu i pijesku, izmeti, mjesta kopanja i posebne oznake na stablima i zemlji. Na zelenom mostu Dedin zabilježeno je sveukupno 12,519 prijelaza tijekom 793 dana aktivnih IC-detektora, ili 15.8 prijelaza dnevno. Preko promatranih tunela zabilježena su 11.2 prijelaza dnevno na jednom, dok je drugi imao 37.0 prijelaza dnevno. Ispod vijadukta zabilježena su 4.3 prijelaza dnevno. Od svih prelazaka 83.2% napravili su parnoprstaši, a 14.6% velike zvijeri. Velike zvijeri označene radio-ogrlicom, smeđi medvjed (*Ursus arctos*), sivi vuk (*Canis lupus*) i euroazijski ris (*Lynx lynx*), pokazali su snažan pozitivan odabir tunela i vijadukata, dok su izbjegavali manje podvožnjake ili mostove. Izbor za korištenje zelenog mosta Dedin bio je jednak njegovoj dostupnosti za životinje. Zaključujemo da ovaj zeleni most, izgrađen kao mjera ublažavanja negativnih utjecaja proučavane autoceste, ispunjava svoju svrhu. Teritorijalne i disperzirajuće velike zvijeri obilježene radio-ogrlicama prešle su autocestu 41 put, koristeći obje strane autoceste kao dio svog staništa.



Praćenje učinkovitosti iskočnih rampi koje omogućuju životinjama koje su došle unutar ograde autoceste Rijeka-Zagreb da iskoče sa trase. (Huber, Đ.)



Pogled sa zelenog mosta Dedin prema sjevernom dijelu prijelaza. Dio šume je posječen što smanjuje vrijednost za životinjsko korištenje prijelaza. (Huber, Đ.)

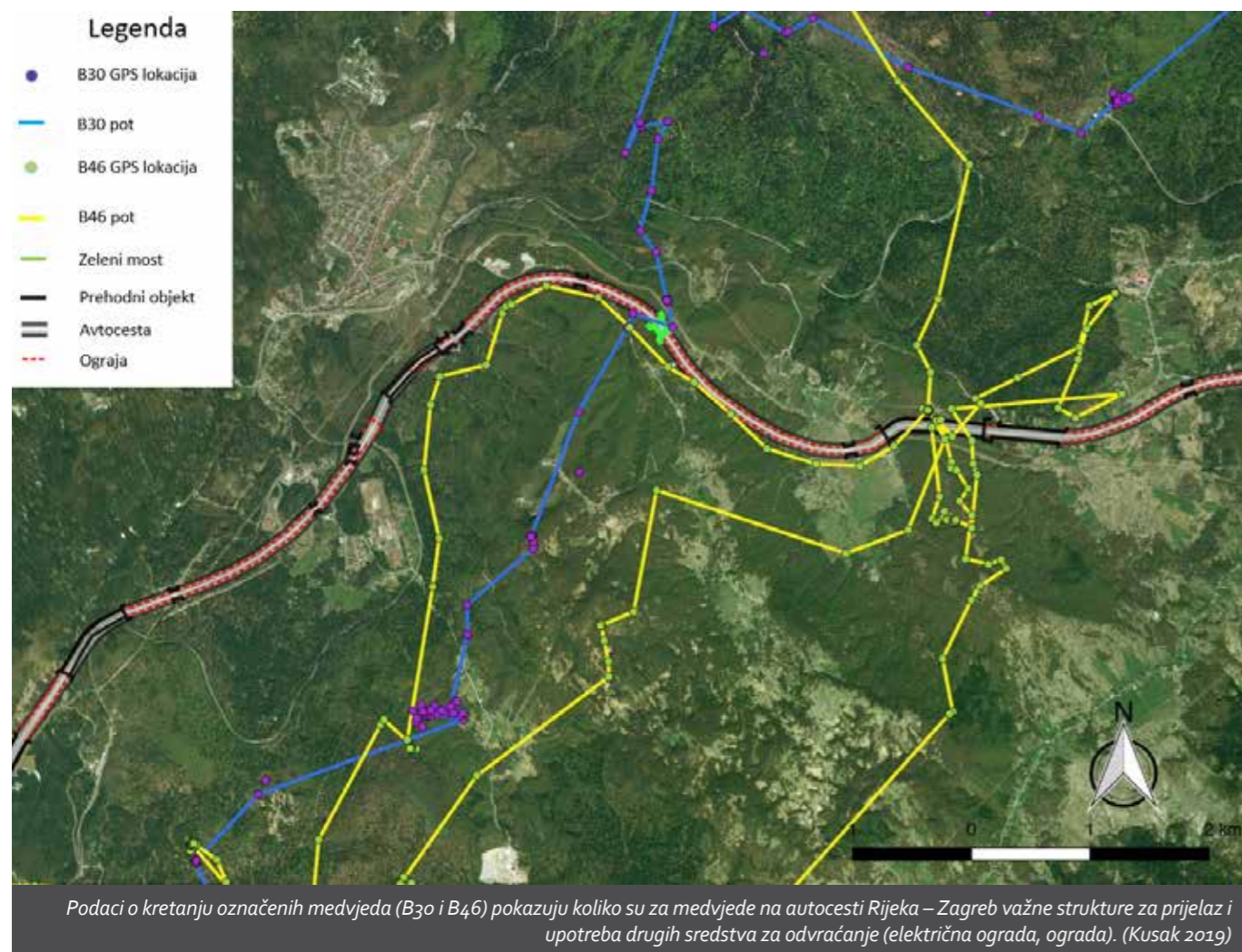
Električna ograda postavljena je uzduž obje strane autoceste Rijeka – Zagreb na problematičnim dijelovima na kojima je bilo stradavanja medvjeda. Ukupno je, s vanjske strane postojeće ograde postavljeno više od 35 km električne ograde s pet žica na različitim visinama (više od 70 km ako se računaju obje strane). Zbog konfiguracije terena na području autoceste od Karlovca do Rijeke postoji veliki broj tunela, vijadukata i drugih mjesta na kojima je moguć prelazak divljih životinja (uključujući 100 m širok zeleni most), što bi trebalo osigurati propusnost staništa u smislu prirodnog kretanja medvjeda.

Prikazat ćemo zabilježeni slučaj mladog mužjaka medvjeda ("B46 Slaven2") obilježenog GPS ogrlicom koji je hodao uz električnu ogradu postavljenu uzduž autoceste Rijeka – Zagreb (Hrvatska) ukupno 3.9 kilometra bez da je prešao preko nje. Tek kad je stigao do tunela "Vršek", prešao je na drugu stranu autoceste preko njega. Iako nismo sigurni je li struja bila puštena kroz ogradu taj dan, moguće je da je sama ograda medvjedu predstavljala fizičku prepreku i navela



Postavljena jednosmjerna vrata za izlaz koja dopuštaju životinjama bijeg iz ograđene autoceste Rijeka – Zagreb (lijevo). Dodatak električne ograde osigurava zaštitu protiv medvjeda i navodi ih na sigurno mjesto prijelaza (desno). (Huber, Đ.)

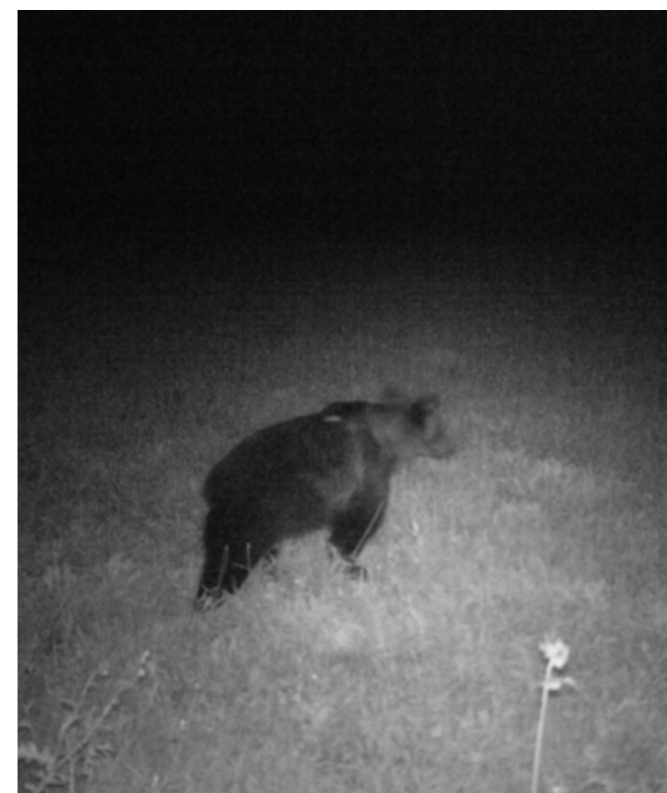




ga prema mjestu sigurnog prijelaza preko autoceste. Također treba primijetiti da medvjed nije koristio 100 m širok zeleni most "Dedin", nego je odabrao šumovito područje preko 811 m dugačkog tunela. Međutim, ranije istraživanje je dokazalo da zeleni most "Dedin" za prijelaz koriste veliki i srednji sisavci 15 puta na dan, uključujući 1.5 medvjeda dnevno (Kusak i sur. 2009). Drugi praćeni medvjedi (poput B30 Marko), znaju lokaciju zelenog mosta i izdaleka se počnu kretati prema njemu kako bi prešli na drugu stranu autoceste (ukupno 32 puta tijekom praćenja). B29 je najčešće koristio tunele Sleme i Sopač, ali koristio je i Dedin kad mu je to odgovaralo.

Implementacija dinamičnih prometnih znakova uz glavnu cestu Ljubljana - Kočevje

Između 2015. i 2017. godine uzduž tri bitna dijela glavne ceste Ljubljana – Kočevje (između Zgornje Lozine i Dolenja vas (Jasnica), između Ortnek i Žlebič i južno od sela Turjak) postavljena su tri sustava dinamičnih prometnih znakova kako bi upozorili vozače da uspore i izbjegnu potencijalan sudar s divljim životinjama, uključujući medvjede. Dinamični znakovi spojeni su na senzore koji mogu detektirati velike životinje koje se približavaju cestama. U slučaju približavanja medvjeda (ili parnoprstaša), upali se znak i piše poruka vozačima da se životinja približava cesti. Pošto senzori nisu specifični samo za medvjede, doprinose većoj sigurnosti u prometu jer se aktiviraju kad se približavaju svi veliki sisavci, posebice parnoprstaši.



Kako bi pratili učinak dinamične prometne signalizacije i ponašanje divljih životinja u blizini ceste, koristi se i video monitoring.

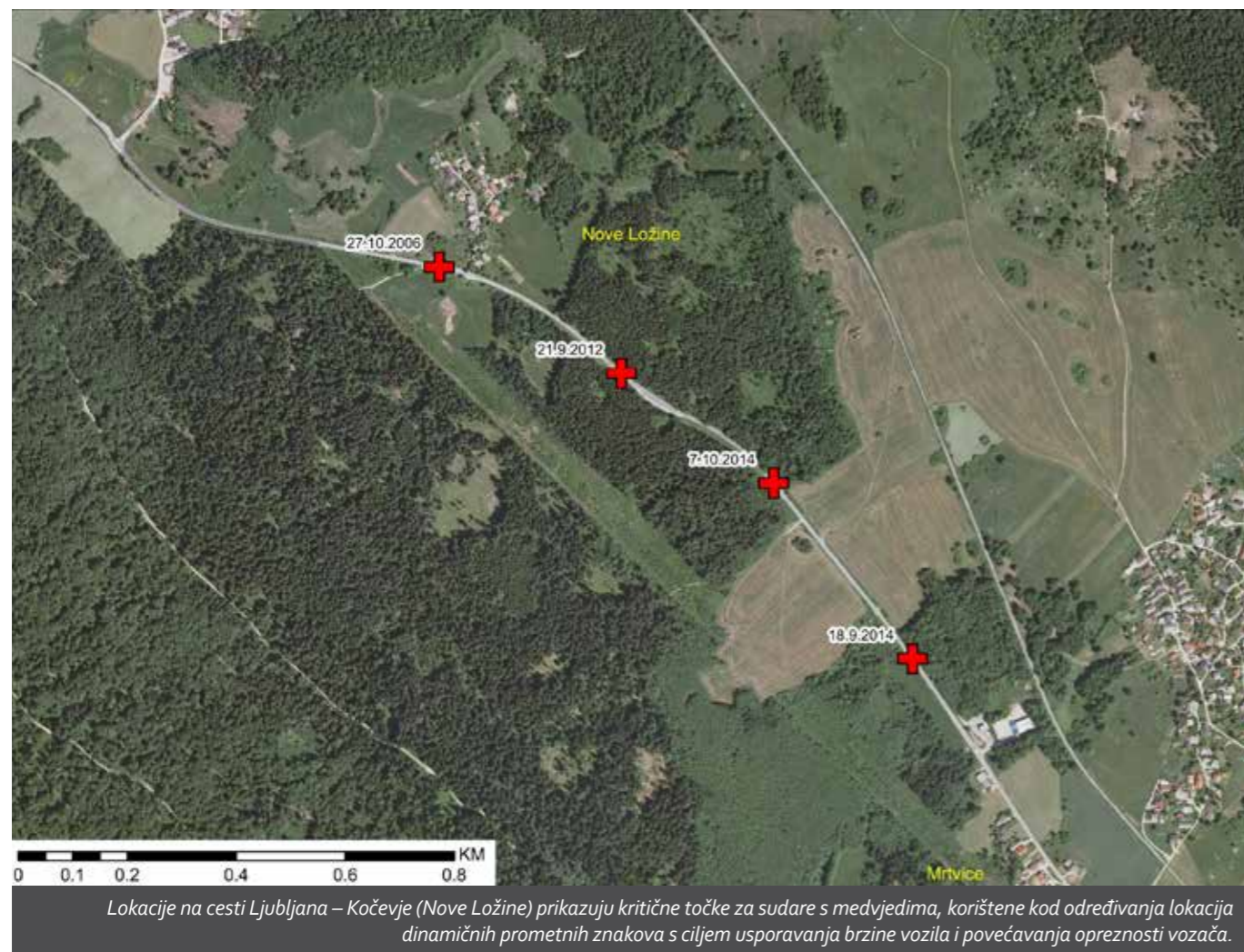


Dinamična prometna signalizacija na dijelu ceste Ljubljana – Kočevje upozorava vozače na prisutnost divljih životinja. (Pavšek, Z.)

Istraživači su pratili učinak aktivacije dinamičnih znakova na brzinu vozila koja prolaze dijelom ceste gdje su postavljeni znakovi. Brojači prometa su postavljeni na stupić dinamičnih znakova. Usporedbom prosječne brzine tijekom aktivnih i neaktivnih dinamičnih znakova pokazuje da je na obje lokacije (Jasnica i Ortnek) brzina vozila koja prolazi pored aktivnih znakova značajno niža od brzine vozila koja prolaze pored neaktivnih znakova. Smanjenje prosječne brzine na pojedinim dijelovima kreće se od 5.5 km/h do 18 km/h što potvrđuje pozitivan utjecaj aktivacije dinamičnih prometnih znakova na ponašanje vozača.

Instalacija akustičnih sredstva za odvratanje uzduž odabranih cesta i željeznica u Sloveniji

Akustična sredstva za odvratanje (ultra i infrazvučni elektonski uređaji spojeni sa sensorima koje aktiviraju zvuk nadolazećih vozila) postavljena su direktno na stupiće pokraj ceste na crnim točkama ceste Ljubljana – Kočevje



gdje su zabilježeni sudari s medvedima. Ukupno 7.5 km ceste zaštićeno je s 240 akustičnih uređaja.

Krajem 2015. godine, akustična sredstva za odvratanje postavljena su na električne stupove uzduž željezničke pruge Rakek – Postojna i Postojna – Prestranek, na mjestima na kojima je terenska inspekcija navela da je moguć prelazak divljih životinja (posebice medvjeda).

Stradavanje medvjeda u prometu tijekom pet godina (od 2011. do 2015. godine), prije postavljanja mjera, pokazuje da je devet medvjeda stradalo na važnim dijelovima glavne ceste Ljubljana – Kočevje, što je prosječno 1.8 medvjed godišnje. Nakon postavljanja akustičnih sredstava za odvratanje i dinamičnih prometnih znakova na kritična mjesta 2016. godine, stradavanje medvjeda na tom području smanjilo se na 1-0 medvjeda godišnje. To znači da smanjenje slučajeva stradavanja na cesti iznosi 0.7 godišnje, što je više od 50% smanjenja.

Tijekom istog vremena, a prije postavljanja akustičnih sredstava za odvratanje na željeznicama, zabilježeno je 15 slučajeva stradavanja medvjeda na području između Ljubljane i Pivke (prosječno 3 godišnje). U godini nakon postavljanja mjera, stradavanje medvjeda smanjilo se za više od 50%. Prije je stradavanje iznosilo između 0 i 8 medvjeda godišnje, a nakon mjera stradavanje je smanjeno na 0-2 životinje godišnje (prosječno 1.3).



Postavljanje akustičnih sredstava za odvratanje na kritičnim točkama željezničke pruge Rakek – Postojna i Postojna – Prestranek. (Zaluberšek, M.)

10. REFERENCE

- 1 Chapron, G., Jerina, K., Kos, I., Krofel, M., Majič Skrbinšek, A., Potočnik, H., Skrbinšek, T., et al. Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. *Science*, ISSN 0036-8075, 19. Dec. 2014, vol. 346, iss. 6216, 1517-1519, doi: 10.1126/science.1257553
- 2 Chisholm M., Bates A., Vriend D., Cooper D., 2010. Wildlife passage engineering design guidelines.
- 3 Clevenger AP, Huijser MP, 2011. Wildlife crossings structure handbook. Design and evaluation in North America
- 4 Černe R., Bartol M., Ferjančič Lakota T., Groff C., Huber Đ., Jerina K., Knauer F., Majič Skrbinšek A., Reljić S., Skrbinšek T. 2017. Guidelines for Common Management of Brown Bear in the Alpine and Northern Dinaric Region. Guidelines prepared within A.6 action of the LIFE DINALP BEAR project (LIFE13 NAT/SI/000550).
- 5 Direktoratet for Naturforvaltning (2002). Slipp fisken fram! Fiskens vandringsmulighet gjennom kulverter og stikkrenner. DN Handbok 22-2002.
- 6 EuroNatur, 2010. TEWN Manual. Recommendations for the reduction of habitat fragmentation caused by transport infrastructure development. EuroNatur Foundation. Radolfzell.
- 7 Green Bridges: A literature review (NECR181), Natural England, July 2015, 56pp.
- 8 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): 186-194.
- 9 Huber D., Kusak J., Frkovic A., 1998. Traffic kills of brown bears in Gorski Kotar, Croatia. *Ursus* 10:167-171.
- 10 Huber, Đ., Tvrtković, N., Dušek, A., Štahan, Ž., Pavlinić, I., Krivak Obadić, V., Budak Rajčić, D, 2002. Propusnost cesta za životinje (Prijedlog smjernica za projektiranje), Road permeability for animals – Proposal of guidelines for constructors. Institut građevinarstva hrvatske. pp. 72.
- 11 Huber, Đ., Z. Jakšić, A. Frković, Ž. Štahan, J. Kusak, D. Majnarić, M. Grubešić, B. Kulić, M. Sindičić, A. Majič Skrbinšek, V. Lay, M. Ljuština, D. Zec, R. Laginja, I. Francetić. 2008. Brown bear management plan for the Republic of Croatia. Plan gospodarenja smeđim medvjedom u Republici Hrvatskoj. Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva, Uprava za lovstvo Ministarstvo kulture, Uprava za zaštitu prirode, Zagreb, 86 pp.
- 12 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).
- 13 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 Slovene]. Report for Slovene Directorate for Roads, Contract no. 2415-11-001267/0. ERICo Velenje, 246 pp.
- 14 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.
- 15 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.
- 16 Jerina K., Adamič M., 2008. Fifty years of brown bear population expansion: effects of sex-biased dispersal on rate of expansion and population structure. *Journal of Mammalogy*, Volume 89, Issue 6, 16 December 2008, Pages 1491–1501, <https://doi.org/10.1644/07-MAMM-A-357.1>
- 17 Jerina K., Jonozovič M., Krofel M., Skrbinšek T., 2013. Range and local population densities of brown bear *Ursus arctos* in Slovenia. *European Journal of Wildlife Research* 59(4):1-9 August 2013, DOI: 10.1007/s10344-013-0690-2
- 18 Jerina K., Krofel M., Stergar M., Videmšek U., 2012. Preučevanje dejavnikov habituacije rjavega medveda na človeka z uporabo GPS telemetrije. Končno poročilo. Univerza v Ljubljani, BF, 18 pp.
- 19 Jerina K., Ličina T., Krofel M., Reljić S., Huber D., Jonozovič M., Stergar M., 2015. Impact of bear-vehicle collisions on Slovenian-Croatian brown bear population and its expansion into Alps. LIFE DINALP BEAR (LIFE13 NAT/SI/000550).
- 20 Jerina K., Krofel M., Mohorović M., Stergar M., Jonozovič 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; 44pp.
- 21 Kaczensky P., Knauer F., Krze B., Jonozovič M., Adamič M., Grossow H., 2003. The impact of high speed, high volume traffic axes on brown bears in Slovenia.
- 22 Krofel M., Jonozovič M., Jerina K., 2012. Demography and mortality patterns of removed brown bears in a heavily exploited population. *Ursus* 23(1):91–103 (2012)
- 23 Krofel, M., Jerina, K., 2012. Pregled konfliktov med medvedi in ljudmi: vzroki in možne rešitve. *Gozdarski vestnik*, 70/2012, št. 5–6.
- 24 Kusak, J. D Huber, T. Gomerčić, G. Schwaderer, G. Gužvica 2009. The permeability of highway in Gorski kotar (Croatia) for large mammals. *Eur. J. Wildl. Res.* 55:7-21.
- 25 Kusak, J., Huber, D., Gomerčić, T. et al. 2009. 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>
- 26 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 pp.
- 27 Petkovšek S., Pokorny B., Pavšek Z., Jerina K., Krofel M., Ličina T., 2015. Action plan for the implementation of mitigation measures for reducing road mortality of brown bear in Slovenia. LIFE DINALP BEAR: Life 13 NAT /SI/000550: Population level management and conservation of brown bears in northern Dinaric Mountains and the Alps.
- 28 Pokorny, B., Marolt, J., Poličnik, H., 2008. Ocena učinkovitosti in vplivov zvočnih odvrtačalnih 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. ERICo Velenje, 107 pp.

- 29 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.
- 30 Simonič A. 1992. The legal protection of the brown bear in Slovene territory—past and present, and some suggestion for the future. Pp. 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.
- 31 Skrbinšek T., Jeleničič 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 pp.
- 32 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.
- 33 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.
- 34 van der Grift, E.A., van der Ree, R., Fahrig, L. et al. 2013. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodivers Conserv* (2013) 22: 425. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0421-01>.
- 35 Huber, Đ., Tvrtković, N., Dušek, A., Štahan, Ž., Pavlinić, I., Krivak Obadić, V., Budak Rajčić, D, 2002. Propusnost cesta za životinje (Prijedlog smjernica za projektiranje), Road permeability for animals – Proposal of guidelines for constructors. Institut građevinarstva hrvatske. pp. 72.



Naslov, podnaslov: Priručnik za uključivanje očuvanja prikladnosti i povezanosti staništa medvjeda u prostornome planiranju

Urednik: Hubert Potočnik

Autori: Hubert Potočnik, Samar Al Sayegh Petkovšek, Đuro Huber, Klemen Jerina, Josip Kusak, Aleksandra Majić Skrbinšek, Boštjan Pokorny, Slaven Reljić, Mariano Rodriguez Recio, Tomaž Skrbinšek, Bojan Vivoda, Ida Jelenko Turinek

Autor fotografije na naslovnici: Lukasz Fijalkowski

Autori fotografija: Hubert Potočnik, Jan Hlačer, Jaka Črtalič, Đuro Huber, Marko Masterl, Slaven Reljić, Bojan Vivoda, Meta Zaluberšek, Miha Krofel, Samar Al Sayegh Petkovšek, Zoran Pavšek, Josip Kusak

Prijevod: Marina Habazin, Lidija Bernardić, Morana Zajec

Lektura: Đuro Huber, Lidija Bernardić

Grafičko uređenje i layout: Agena d.o.o.

Izdavač: VF Zagreb 2019

Ljubljana, 2019

Naklada: 400 primjeraka

Print: ITG d.o.o.

O projektu

Akronim: LIFE DINALP BEAR

Ime projekta: Upravljanje i zaštita populacije smeđih medvjeda u sjevernim Dinaridima i Alpama

Referenca: LIFE13 NAT/SI/000550

Elektronička inačica ovog priručnika dostupna je na internetskim stranicama projekta LIFE DINALP BEAR:

www.dinalpbear.eu

Pratiti nas možete na Facebooku (www.facebook.com/dinalpbear.eu)

i Twitteru (twitter.com/dinalpbear).

E-mail: dinalpbear@gmail.com



LIFE
DINALP
BEAR



LIFE13 NAT/SI/000550

S podrškom financijskog instrumenta LIFE Europske unije.