

PRIROČNIK ZA VKLJUČEVANJE POVEZLJIVOSTI IN PRIMERNOSTI PROSTORA ZA MEDVEDA V PROSTORSKO NAČRTOVANJE

Pripravljeno v okviru projekta LIFE DINALP BEAR
Ljubljana, april 2019



LIFE
DINALP
BEAR

KAZALO

1. UVOD	4
2. OPREDELITEV FRAGMENTACIJE HABITATA	9
Izguba življenjskega prostora - habitata prostoživečih živali	10
Učinki ovir	11
3. STANJE POPULACIJE RJAVEGA MEDVEDA, RAZŠIRJENOST IN POVEZANOST PROSTORA	14
Povezanost habitata v severnih Dinaridih	16
Povezanost habitata v osrednjih in vzhodnih Alpah	17
Analiza primernosti prostora in prostorske povezanosti medvedov v Alpah in Dinaridih	17
Rjavi medved v Sloveniji	20
Rjavi medved na Hrvaškem	23
Vpliv prometne infrastrukture in smrtnosti v prometu na širjenje medveda proti Alpam	25
4. NAČRTOVANJE	26
Celovita presoja vplivov na okolje in presoja vplivov na okolje	26
Prostorski obseg presoj	27
Uporaba digitalnega modela ustreznosti prostora za medveda in potencialnih koridorjev pri presojah sprejemljivosti posegov in restavraciji preteklih negativnih posegov v prostor	27
Proces načrtovanja	31
5. PREHODI ZA PROSTOŽIVEČE ŽIVALI	33
Številčnost in razporejanje premostitvenih objektov za prostoživeče živali	35
Prehodi in druge strukture, ki omogočajo povezljivost	35
Obstoječa infrastruktura	35
Nadhodi in mostovi	37
Večnamenski nadvozi	39
Podhodi	40
Viadukti in mostovi čez reke	41
Tuneli	43
Uporaba vegetacije	43
6. PREPREČEVANJE IN ZMANJŠEVANJE SMRTNOSTI	44
Ograje	44
Dinamični prometni znaki s senzorji	47
Medovarni smetnjaki	47
Umetne odvrčalne naprave	47
Izhodna vrata in izskočne klančine	49
Urejanje vegetacije vzdolž infrastrukturnih objektov	49
7. EKOLOŠKA KOMPENZACIJA - NADOMEŠČANJE	50
8. MONITORING UKREPOV IN UČINKOV	51
9. PRIMERI USPEŠNIH PRAKS	57
Nacionalni park Banf, Kanada	57
Rezultati izvedenih omilitvenih ukrepov za zmanjšanje smrtnosti medveda in za povečanje prepustnosti avtoceste Reka – Zagreb	57
Uporaba dinamične prometne signalizacije na glavni cesti Ljubljana – Kočevje	60
Namestitev akustičnih odvrčalnih naprav na izbranih železniških odsekih v Sloveniji	63
10. VIRI	64

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

599.744.2:591.51
711.2/.4(035)

PRIROČNIK za vključevanje povezljivosti in primernosti prostora za medveda v prostorsko načrtovanje :
pripravljeno v okviru projekta Life Dinalp Bear / [avtorji Hubert Potočnik ... [et al.] ; urednik Hubert Potočnik ;
avtorji fotografij Hubert Potočnik ... [et al.] ; prevajanje Prevekso Jeziki]. - Ljubljana : Univerza, 2019

ISBN 978-961-6410-57-1
1. Potočnik, Hubert
299505152

1. UVOD

V preteklih stoletjih se je pokrajina v Evropi najbolj temeljito spremenila zaradi širjenja obsežnih urbanih in kmetijskih površin, kar je vodilo v razmah infrastrukturnih omrežij. Proti koncu 20. stoletja se je širitev glavnih železniških in cestnih omrežij upočasnila, vendar pa se ni ustavila. Hkrati se je vse gostejše omrežje manjših cest (npr. za potrebe gozdarstva), poti in stez razširilo v še zadnja neokrnjena območja v Evropi.

Habitat za katero koli vrsto je razdeljen na „habitatne krpe“, območja z ugodnimi pogoji za vrste, ki so ločena z „matriksom“, območjem, skozi katerega se lahko posamezni osebki premikajo, vendar se v njih ne bodo za stalno naselili, ter na „ovire - bariere“, skozi katere osebki težko prehajajo ali pa skoznje celo ne morejo priti. Fragmentacijo lahko povzročijo naravne ovire kot so reke, visoke gorske verige ali morja, zaradi česar so vrste razdeljene na populacije in subpopulacije. Z razvojem človeštva se pokrajina spreminja, krči se naravni življenjski prostor, pojavljajo se nove ovire, zato je fragmentacija trenutno prepoznana kot eden glavnih dejavnikov, ki ogroža živalske vrste in jih močno ovira pri tem, da bi si opomogle.



Ena od največjih sprememb, ki jih je v preteklih stoletjih naredil človek v Evropi je bilo krčenje naravnega okolja ter širjenje urbanih in kmetijskih površin. Levo: najintenzivnejša je izguba prostora v dolinah in nižinah. Desno: Širjenje prometnih infrastrukturnih omrežij je v največji meri vplivalo na fragmentacijo in povezljivost prostora za številne živalske populacije. (Potočnik H.)

Rjavi medved je karizmatična vrsta, katere populacije so si v večini evropskih držav v zadnjih desetletjih opomogle, kar je posledica različnih trajnostnih upravljaljskih strategij, učinkovitejše zakonodaje in intenzivnejših naravovarstvenih prizadevanj družbe (Chapron in sod. 2014). Vendar pa je viabilnost populacij, ki so si opomogle, ter stanje populacij v največji meri odvisna od ustreznega sprejemanja upravljaljskih odločitev ter strategij za njihovo ohranjanje. Zato je pomembno, da v okviru sedanjega okrevanja populacij izboljšamo poznavanje njihovih potreb, vključno s poznavanjem prostorskih zahtev vrste.



Prometno omrežje predstavlja enega najpomembnejših dejavnikov ogrožanja viabilnosti populacij rjavega medveda v Evropi. (Hlačer J.)



V nižinah ali na dnu dolin, kot na primer med Cerknico in Planino, pogosto vzporedno potekajo železniške proge, avtoceste in druge ceste, ki skupaj tvorijo močne ovire za gibanje živali. (Črtalič J.)

Ponovna poselitev vzhodnih Alp z naravnim prehajanjem medvedov iz Dinarske populacije v Sloveniji in na Hrvaškem je ena od prednostnih rešitev za ohranjanje medvedov v tem delu Evrope. Povezanost med habitatnimi krpami je temeljnega pomena za dolgoročno preživetje katere koli populacije prostoživečih živali, saj neposredno vpliva ne samo na njeno dinamiko in možnosti dolgotrajnega preživetja, pač pa tudi na možnost za njeno širjenje. Zaradi tega je izboljšana povezanost prostora med Dinaridi in Alpami, ki bo zagotovila ustrezno število osebkov, ki prehajajo v Alpski prostor in tako tudi genski pretok, ključnega pomena za vzpostavitev viabilne populacije medvedov v Alpah. To pa je glede na potrebe in želje ljudi zelo težko doseči. Povečana urbanizacija na območjih, kjer živi medved ter razvoj velikih prometnih infrastruktur, kot so avtoceste, sta v zadnjih letih v Sloveniji in v sosednjih državah še povečala ta izziv. Najcenejši in najbolj učinkovit način za ohranjanje povezanosti prostora je preprečevanje razvoja v majhnih, kritičnih območjih, ki povezujejo velike habitatne krpe. To se lahko učinkovito doseže z zagotavljanjem ustreznih informacij za izvedbo presoje vplivov na okolje (PVO), ki bi vključevala povezljivost habitata za medvede v prostorsko načrtovanje in tako ohranila najbolj ključna območja.

To postaja vse pomembnejše, saj so ta območja neredko cenovno ugodna v primerjavi z že razvitimi območji, ter so zato med vlagatelji najbolj zaželeni lokacije za širitev industrijskih in urbanih območij. Medtem ko so zakonodaja in postopki v zvezi s prostorskim načrtovanjem razmeroma dobro razviti, pa še vedno obstaja vrzel v strokovnem poznavanju in vključevanju povezljivosti prostora za velike zveri v načrtovanje. S tem priročnikom bomo to vrzel poskusili zapolniti in strokovnjake ter podjetja, ki se ukvarjajo s prostorskim načrtovanjem ter presojami vplivov na okolje seznaniti s problematiko povezanosti prostora za velike zveri.

Gradnja prometne infrastrukture pomembno vpliva na prostoživeče živali. Te so lahko žrtve v prometnih nesrečah, samo omrežje pa povzroča izgubo in degradacijo življenjskega okolja, povzroča onesnaževanje, spreminjanje mikroklimе in hidroloških razmer, ter povečuje človeško dejavnost v sosednjih območjih. Vse to povzroča veliko izgubo in motnje v naravnih okoljih. Poleg tega pa ceste, železnica in vodne prometne poti predstavljajo za mnoge živali ovire za gibanje, ovire, ki lahko osamijo populacije in vodijo do njihovega lokalnega izumrtja. Fragmentacija habitata, ločevanje naravnih okolij in ekosistemov v manjše, bolj izolirane prostorske krpe, je na svetovni ravni prepoznana kot ena največjih groženj ohranjanju biotske raznovrstnosti. Fragmentacija habitatov je večinoma posledica različnih oblik spremenjene rabe zemljišč. Gradnja in uporaba prometne infrastrukture sta eni od glavnih dejavnikov te spremembe in hkrati ustvarjata pregrade med deli habitatov. Vedno večje število poginulih živali na cestah in železniških progah je dobro dokumentiran kazalnik te težave. Na drugi strani pa imajo ovire, ki povzročajo fragmentacijo prostora, dolgoročen vpliv, ki se ga težko zazna.

Za ekološki trajnostni razvoj in še posebej prometno infrastrukturo, je za zmanjšanje teh škodljivih vplivov na prostoživeče živali potreben celovit pristop, ki vključuje tako družbene kot ekološke dejavnike, ki so prisotni v celotnem prostoru. Tako je eden od izzivov za biologe - ekologe, načrtovalce infrastrukture in inženirje, da bi razvili ustrezna orodja za ocenjevanje, preprečevanje in zmanjšanje vplivov infrastrukture.

Statistični podatki kažejo, da sta se število in dolžina avtocest v Evropi v zadnjih tridesetih letih povečala več kot trikrat (EuroNatur, 2010). Z rastočim razvojem prometa in cest narašča tudi pritisk na prostoživeče živali. Nove ceste še naprej delijo prostor na vse manjše dele. To povzroča ovire in vpliva na vrste, ki živijo na takšnih območjih. Zmanjšana možnost gibanja in s tem iskanja hrane, partnerjev in novega življenjskega okolja lahko vodi do izolacije, izgube genetske raznovrstnosti in dolgoročno do izumrtja v širšem območju. Manjše habitatne krpe ne zmorejo podpirati enakega števila osebkov in vrst kot velika, nefragmentirana območja življenjskega prostora. Ovira je lahko glede na intenzivnost prometa in prisotnost ograj fizična, tako da onemogoča prečkanje ali vedenjska, zaradi česar se živali aktivno izogibajo območij v bližini cest. Z delitvijo habitata na manjše dele, se povečuje tudi območje njegovega roba. Medtem ko so robovi lahko pomembni habitatni za splošne vrste, lahko tudi pomagajo pri širitvi



Ograjene avtoceste so med najmočnejšimi dejavniki fragmentacije prostora. Avtocesta A1 Zagreb – Split seka habitat medveda v Dinaridih. (Huber Đ.)

invazivnih vrst ali pa delujejo kot ovira za druge in redko imajo enako vrednost kot naravni koridorji, ker so pogoji na daljših razdaljah zelo redko ves čas enaki.

Smrtnost zaradi prometnih nesreč je prav tako eden od največjih dejavnikov, ki vplivajo na smrtnost pri medvedih. Povzroči lahko upad populacije v območjih, ki so izredno pomembna zaradi povezanosti, zmanjša migracije in genski tok ter omeji prostorsko širjenje vrst. Je pomemben dejavnik, ki omejuje naravno ponovno naselitev medvedov v Alpah in naselitev viabilne, dobro povezane alpsko-dinarske metapopulacije v južni Evropi. Problem smrtnosti zaradi prometnih nesreč je še povečan v t.i. medvedjih koridorjih, ki povezujejo Dinarsko gorovje z Alpami, kjer prometne nesreče, v katerih so udeleženi medvedvi, predstavljajo glavni razlog za smrtnost in povzročajo upad populacije. V Sloveniji in na Hrvaškem je bila izvedena podrobna analiza vpliva prometa na medvede, tako z vidika celotne populacije kot z vidika vpliva, ki ga ima promet na širjenje populacije proti Alpam. Več različnih dejavnikov lahko vpliva na to, da medved spleza čez ograjo avtoceste, vključno s prisotnostjo odpadkov na počivališčih ali poveženimi živalmi, ki privlačijo medvede. Na Hrvaškem so ocenili vpliv nezavarovanih smetnjakov na smrtnost medvedov v prometu.

Razvoj cest vpliva tudi na samo okolje, saj pomeni poseg v pokrajino in jo spreminja. Pogosto so prizadeta celo območja, ki so daleč stran od cestišča, bodisi zaradi onesnaženja (sol, razlitje kemijskih snovi), hrupa ali vibracij. Povečana osvetlitev vpliva na rast rastlin, moti razmnoževanje živali in njihovo vedenje pri iskanju hrane. Pogosto gradnji ceste sledi gradnja obcestnih objektov, novih naselij ali industrijskih con, čemur sledi gradnja lokalnih dovoznih poti. Tako postane prostor še bolj razdrobljen in človek še bolj poseže v habitat prostoživečih živali.

Negativnim učinkom se lahko izognemo ali pa jih omilimo z gradnjo bolj prepustne cestne infrastrukture, ki vključuje gradnjo prehodov za prostoživeče živali, preko katerih bi lahko prečkale ovire do ustreznega

habitata na drugi strani. Poleg tega, da takšni prehodi pomagajo ohranjati populacije prostoživečih vrst, nudijo tudi družbeno ekonomske koristi. Z boljšimi rešitvami za prečkanje cest za prostoživeče živali se poveča tudi varnost udeležencev v prometu. Če zmanjšamo pojavljanje prostoživečih živali na cestah, se zmanjša tudi število trkov, morebitnih človeških žrtev oziroma telesnih poškodb ter premoženjske škode (Christolm in sod. 2010).

Medtem ko se fragmentacijo prostora vedno bolj upošteva pri sodobnem načrtovanju nove infrastrukture, pa obstajajo številni obstoječi cestni in železniški odseki, na katerih bi bilo nujno potrebno izvesti omilitvene ukrepe. Vpliv obstoječe infrastrukture se lahko spremeni z gradnjo nove infrastrukture in še bolj poglobi potrebo po omilitvenih ukrepih. Ob načrtovanju ukrepov za zmanjšanje fragmentacije naravnega okolja bi se zato morali osredotočiti na vpliv celotnega infrastrukturnega omrežja.

Zelo težko je najti ravnotežje med iskanjem splošnih rešitev za širše območje ali regijo na eni strani ter rešitev za lokalni prostor ali posamezno živalsko vrsto na drugi. Ob tem je pomembno poudariti, da sto odstotno pravih rešitev za načrtovanje posegov v prostoru ni. Zmanjševanja fragmentacije prostora se lahko lotimo na dva načina - z vključevanjem omilitvenih ukrepov v obstoječe ali načrtovane posege v prostor ali pa z izogibanjem fragmentaciji - preventivo. Preventiva je celo učinkovitejša in nič ne stane. Veliki razvojni/gradbeni projekti praviloma zahtevajo izvedbo presoje vplivov na okolje (PVO), v okviru katere se lahko velik del nadaljnje fragmentacije prostora tarčnih vrst prepreči, če se prepoznajo ključna območja pomembna za povezanost habitatov in če imajo izvajalci presoj ustrezne smernice, ki urejajo to problematiko. Zato morajo takšne presoje temeljiti na dobrem razumevanju pomena povezanosti prostora za posamezno vrsto, kot je na primer rjavi medved, kar je tudi cilj tega priročnika. Nasveti, ki smo jih zbrali v tem priročniku, temeljijo na znanju širokega nabora strokovnjakov iz več sosednjih držav. Nujno pa je prilagoditi ukrepe lokalnim razmeram kot tudi posebnim potrebam in možnostim, ki obstajajo na posameznih lokacijah. Priročnik oziroma smernice same po sebi zato niso nadomestilo za nasvete lokalnih strokovnjakov (biologov, gozdarjev, načrtovalcev, inženirjev), pač pa jih je treba uporabiti skupaj z njimi.



Smrtnost na cestah je med najpomembnejšimi vzroki smrti medvedov v Sloveniji in na Hrvaškem, pri čemer je ogrožena tudi varnost udeležencev v prometu. (Masterl M.)

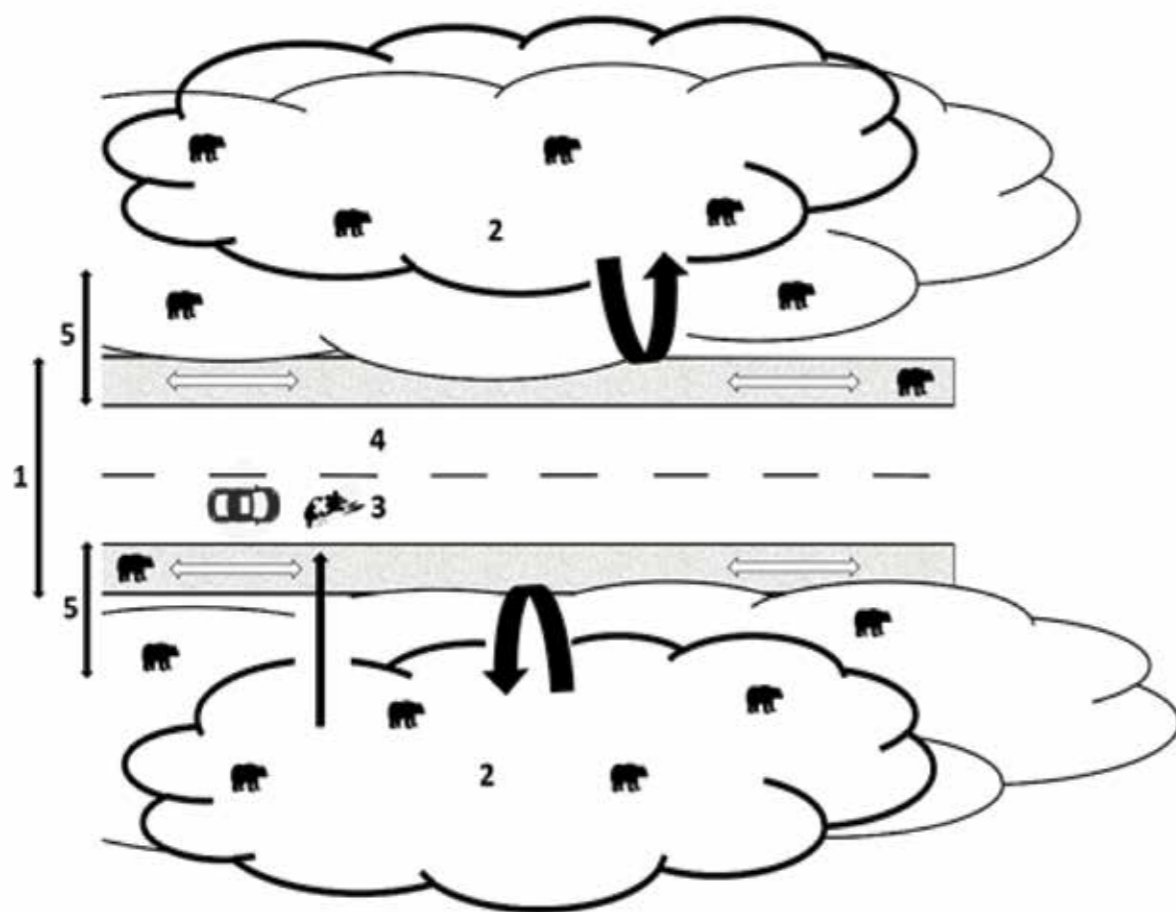
2. OPREDELITEV FRAGMENTACIJE HABITATA

Prometno omrežje, urbana območja kot tudi kmetijska krajina delijo naravne habitate vrst na manjše, izolirane krpe, ter med njimi ustvarjajo ovire. To ima lahko na živalske vrste dva primarna učinka; prvič, velikost habitatnih krp se lahko zmanjša do te mere, da ne morejo več podpirati viabilnih populacij zavarovanih ali ogroženih vrst; ter drugič, fragmentacija lahko vodi do tega, da so preostale habitatne krpe tako izolirane druga od druge, da imajo osebki malo možnosti, da bi uspešno prehajali med njimi. Zaradi tega se lahko za vrste bistveno povečajo tveganja za lokalna ali pa celo širša izumiranje. Vse to je razlog, da sta fragmentacija prostora s prometnimi omrežji in posledičen sekundarni razvoj urbanih površin postala ena od najresnejših groženj biotski raznovrstnosti. Kljub temu, da je človek začel fragmentirati naravno okolje že mnogo stoletij prej, sta izredno hitro povečanje gostote prometnih omrežij v 20. stoletju in njihova povečana dostopnost, močno pospešila ta vpliv.

Prometno obremenjene ceste (še posebej avtoceste) imajo velik vpliv na naravno okolje, ki jih obdaja. Eden od najpomembnejših vplivov je dejstvo, da za številne organizme predstavljajo nepremostljive ovire. Drugi vplivi vključujejo izgubo habitata med gradnjo cest, smrtnost živali zaradi prometnih nesreč, onesnaževanje okolja in številne druge motnje (hrup, svetlobno onesnaževanje itd.) Prav tako je velik neposreden vpliv cest, kot je povečan urbani pritisk na območjih, ki prej niso bila dostopna, sekundarne zgradbe ob cestah itd. Ovire, ki jih predstavljajo (ograjene) ceste, so dolge linije, ki jih živali ne morejo prečkati. Glavne ceste tako povzročajo fragmentacijo habitatov tako kot tudi fragmentacijo populacij tam živečih vrst. Vse gostejše avtocestno omrežje nato preoblikuje izvorno prehodno pokrajino v sistem izoliranih "otokov". Zaradi fragmentacije so zato populacije izpostavljene tako imenovanemu "učinku otoka". Manjše izolirane populacije se pogosto težje prilagajajo naravnemu nihanju v številčnosti, ki ga povzročajo podnebne spremembe, naravne katastrofe, epidemije oziroma drugi negativni dejavniki; nezadostna genetska raznovrstnost pa lahko dolgoročno



Fragmentacija prostora lahko poveča konflikte med človekom in prostoživečimi živalmi. Karta intenzivnosti konfliktov med človekom in medvedom v Sloveniji. Rdečkasta barva nakazuje na območja z večjo intenziteto konfliktov, zelena na območja z nižjo (Jerina in sod. 2015a).



Shematski prikaz primarnih ekoloških vplivov prometne infrastrukture. Številke oznak se nanašajo na primarne ekološke vplive, ki so navedeni zgoraj.

postane očitna. Ob določeni stopnji gostote avtocestnega omrežja lahko to postane problem za preživetje nekaterih vrst, še posebej v primerih, ko se vrste pojavljajo v nizkih populacijskih gostotah. Logično bodo tako najbolj ogrožene nekatere vrste velikih sesalcev, zlasti velikih zveri. Obstoj avtocest ima manjši vpliv na manjše sesalce, še posebej, ker so populacije, ki živijo na območjih, ki je pod vplivom avtocestnega omrežja, številčne in je vpliv avtocest nanje manj očitna. Prav tako manjši sesalci pogosto najdejo dovolj priložnosti za prečkanje avtocest na primer preko prepustov, ki jih velike živali ne morejo uporabljati. Avtoceste zato predstavljajo veliko in izredno pomembno težavo zlasti za populacije velikih sesalcev oziroma ogroženih velikih zveri.

Prometna infrastruktura ima tako neposreden (primarni) kot posreden (sekundarni) vpliv na naravo. Ločujemo lahko med petimi glavnimi kategorijami primarnih ekoloških vplivov, ki imajo negativne posledice na biotsko raznovrstnost: (1) Izguba habitata - življenjskega okolja vrst (2) Učinek bariere (3) Smrtnost prostoživečih živali - trki med vozili in prostoživečimi živalmi (4) Motnje in onesnaževanje ter (5) Vpliv na ekološko funkcijo robov infrastrukture. V praksi se ti učinki pogosto medsebojno prepletajo in imajo zaradi sinergijskih učinkov še večje negativne posledice. Posledice izgube in poslabšanja habitata prostoživečih živali, učinek bariere, izolacijo ter motnje lahko povzamemo z izrazom fragmentacija.

Izguba življenjskega prostora - habitata prostoživečih živali

Neposreden vpliv cestne infrastrukture, urbanizacije in spreminjanja naravnega okolja pomeni fizično spremembo na površini tal na območju posegov, saj se naravni habitat nadomesti ali spremeni z izgrajeno prometno infrastrukturo ali nastalim urbanim/industrijskim/kmetijskim območjem. Vpliv te "neto" izgube

naravnega habitata se še poveča zaradi motenj in izolacije, ki jo poseg ustvari, kar vodi do neizogibnega spreminjanja razširjenosti vrst v okolju. Pri določanju območij in tras načrtovanih posegov vedno prihaja tudi do konfliktov z drugimi interesi in namenskimi rabami prostora, kot so na primer naravovarstvo, okoljevarstvo, rekreacija, kmetijstvo ali urbanizem.

Učinki ovir

Barierni učinek, še posebej učinek (ograjnih) cest in železnic, je verjetno največji negativni ekološki vpliv, ki ga ima prometna infrastruktura. Sposobnost širjenja (disperzije) posameznih organizmov je eden od ključnih dejavnikov, ki vpliva na preživetje vrst. Sposobnost premikanja po življenjskem prostoru zaradi iskanja hrane, zatočišč ali razmnoževanja je zaradi ovir motena. Vpliv teh dejavnikov na posamezne osebke posledično vpliva tudi na populacijsko dinamiko in pogosto ogroža preživetje vrste. Edini način, da se izognemo bariernemu učinku je, da naredimo infrastrukturo bolj prepustno za prostoživeče živali z ustreznimi prehodi za živali, s prilagajanjem inženirskih del ali z upravljanjem prometnih tokov. Težave, ki jih povzročata učinek ovir, lahko zmanjša skrbno izbrana trasa poti skozi prostor.

Infrastrukturne ovire imajo lahko različen značaj. (1) Fizična ovira: Za večino velikih sesalcev postane prometna infrastruktura popolna ovira le, če je obdana z ograjo ali če je intenzivnost prometa izredno visoka. (2) Vedenjska ovira: Za številne velike vrste prostoživečih živali je znano, da se izogibajo območij ob cestah in železnicah glede na stopnjo antropogenih motenj (gostota prometa, sekundarni/urbani razvoj). Nekateri druge živali, kot so mali sesalci in nekatere gozdne ptice, v obnašanju izkazujejo vzorce izogibanja, ki so posebej povezani s prečkanjem velikih odprtih območij. (3) Motnje zaradi hrupa so večinoma odvisne od vrste prometa, intenzivnosti prometa, lastnosti cestne površine, topografije, vrste tračnic in strukture ter vrste okoliške vegetacije. Na moč in širjenje vibracij vplivajo geološke značilnosti in sestava tal. Nekateri vrste se izogibajo območjem, ki so onesnažena (obremenjena) s hrupom. (4) Umetna svetloba lahko vpliva na rast rastlin, moti



Edini način, da se prepreči oziroma zmanjša učinek bariere prometnega omrežja je, da ga z (za živalske vrste) ustreznimi prehodi naredimo čim bolj prepustnega. (Huber Đ.)

razmnoževanje ptic in njihovo vedenje pri iskanju hrane, ali pa vpliva na obnašanje nočnih selitev dvoživk. Luči lahko prav tako privabljajo žuželke (živosrebrne svetilke) in posledično povečujejo lokalno število netopirjev ob cestah, kar vodi v njihovo povečano smrtnost. Tudi samo gibanje cestnega in železniškega prometa naj bi motilo nekatere občutljive vrste prostoživečih živali, kar so na primer potrdili pri prostoživečih severnih jelenih (Direktoratet... 2002).

Vzporedne trase ene ali več oblik prometne infrastrukture v istem koridorju (v neposredni bližini) so lahko dobre za nekatere vrste, ker ustvarjajo samo eno oviro. Zato umestitev dveh ali več vzporednih poti čim bližje skupaj v primeru večmodalnih prometnih koridorjev (ceste in železnice) pogosto predstavlja prednost. Slabost večmodalnih prometnih koridorjev pa je, da lahko izrazito okrepijo barierni učinek za določene vrste.

Pomen robov ali prostorskih pasov ob infrastrukturnih objektih/območjih je tema, ki sproža številne dileme. Po eni strani lahko predstavljajo pomemben življenjski prostor za nekatere vrste prostoživečih živali, hkrati pa lahko usmerjajo živali na mesta, kjer se njihova smrtnost poveča ali pa prispevajo k širjenju tujerodnih rastlinskih vrst. Pasovi lahko služijo tudi kot vezni element v ekološki mreži in delujejo kot koridorji za premikanje, še posebej v kmetijski krajini. Njihova funkcija je odvisna od njihove geografske lege, tipa vegetacije, okoliškega prostora, načina upravljanja in vrste (prometne) infrastrukture. S premišljenim upravljanjem lahko infrastrukturni pasovi dopolnjujejo in obogatijo pokrajino, zlasti tam, kjer je velik del naravne vegetacije osiromašen. Nenazadnje pa pasovi pogosto ne morejo v celoti nadomestiti naravnega habitata rastlinskih vrst zaradi motenj in onesnaževanja. Zaradi tega se sestava vrst in združb, ki živijo ob cestah, pogosto nagiba k večjemu deležu tujerodnih in ruderalnih rastlinskih vrst. Zagotovo so pasovi ob prometnicah pomemben element za medveda le v smislu morebitnega zadrževanja ali privabljanja nanje, pa tudi vidljivosti za voznike, kar vpliva v prvi vrsti na tveganja za trke z vozili.

Najboljši praktični pristop k načrtovanju nove ali obnavljanju obstoječe prometne infrastrukture temelji na naslednjih načelih za soočenje z grožnjami fragmentacije habitata.

PREPREČEVANJE
FRAGMENTACIJE



OMILITVENI
UKREPI

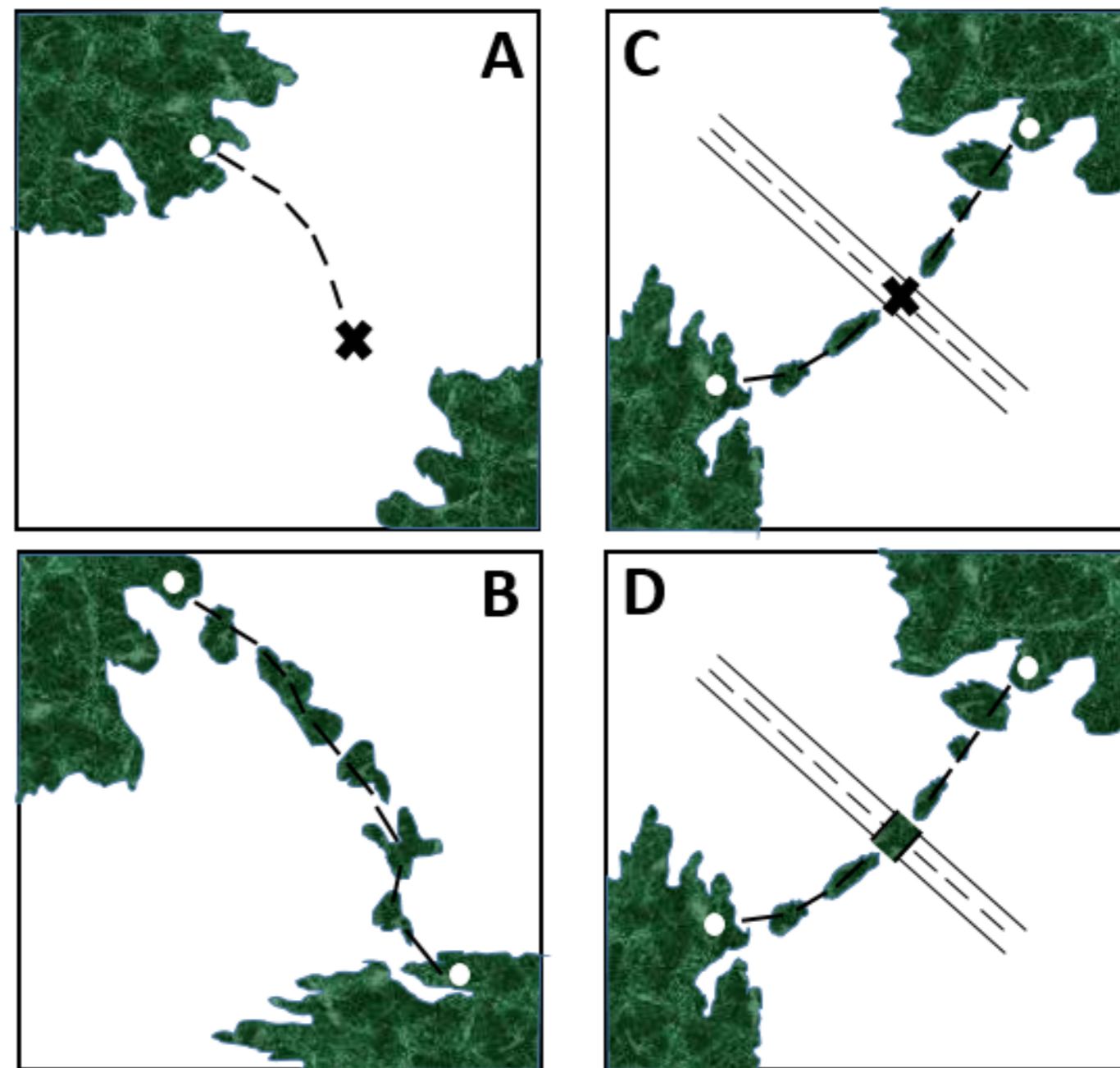


NADOMEŠČANJE
HABITATA

Osnovna filozofija pri izogibanju negativnim vplivom fragmentacije prostora je, da je preprečevati bolje kot zdraviti. Kadar pa se temu ni mogoče ali ni praktično izogniti, morajo biti omilitveni ukrepi neposredno vključeni v temeljni del načrta. Slednje zahteva celovito poznavanje prostora, ki je na razpolago tarčnim vrstam (npr. medvedom) ter vzrokov za njegovo fragmentacijo. Le tako lahko prepoznamo za vrste pomembna območja, ključna za njihovo povezanost ter hkrati opredeli omilitvene ukrepe z najnižjimi stroški. Kadar omilitveni ukrepi niso zadostni ali pa so posledice še vedno obsežne, je treba razmisliti o nadomestnih ukrepih. Čeprav je največ pozornosti pri načrtovanju usmerjene na nove prometnice, bi morali ta načela uporabiti tudi pri že obstoječih prometnicah, kjer bi bilo treba preveriti potrebo po dopolnitvi in implementaciji omilitvenih ukrepov ter drugih sodobnih inženjerskih rešitev.

Širjenje prometne infrastrukture ima tudi posreden oziroma sekundaren vpliv na prostor, saj vpliva tudi na spreminjanje rabe tal, širjenje in nastajanje naselij ter industrijskih območij. Nove rabe prostora, zlasti industrijske cone in stanovanjska naselja se pogosto pojavijo po izgradnji novih hitrih cest in avtocest, zanje pa se nato gradijo še lokalne dovozne poti in druge površine namenjene aktivnostim ljudi. Ti sekundarni učinki praviloma niso bili načrtovani v sklopu prometnega infrastrukturnega načrtovanja, zato jih je treba upoštevati in načrtovati tako v strateških dokumentih, kot so celovite presoje vplivov na okolje (CPVO), kot tudi v posameznih presojah vplivov na okolje (PVO). Ena od glavnih sekundarnih groženj, povezanih z razvojem infrastrukture, je večja stopnja motenj v okolju zaradi povečanih aktivnosti ljudi in lažjega dostopa

do obravnavanih območij. Mreže manjših gozdnih cest nudijo rekreativcem, nabiralcem gozdnih sadežev in gob, lovcem in turistom lažji dostop do naravnega okolja, v katerem prej ni bilo motenj ali pa jih je bilo bistveno manj. Nekatere prostorske rešitve zato namenoma ne vključujejo parkirnih površin in počivališč, s čimer poskušajo zmanjšati ali preprečiti motnje v občutljivih okoljih. Dejstvo pa je, da ko se začne infrastruktura razvijati, je zelo težko omejiti dostop do okoliških površin, tudi če imajo z okoljevarstvenega vidika zelo veliko vrednost. Pričakovano povečano aktivnost in dostopnost območja za ljudi je torej treba opredeliti in pripraviti ustrezne rešitve že v fazi načrtovanja in jih izvesti v skladu z načrtovanim razvojem infrastrukture.

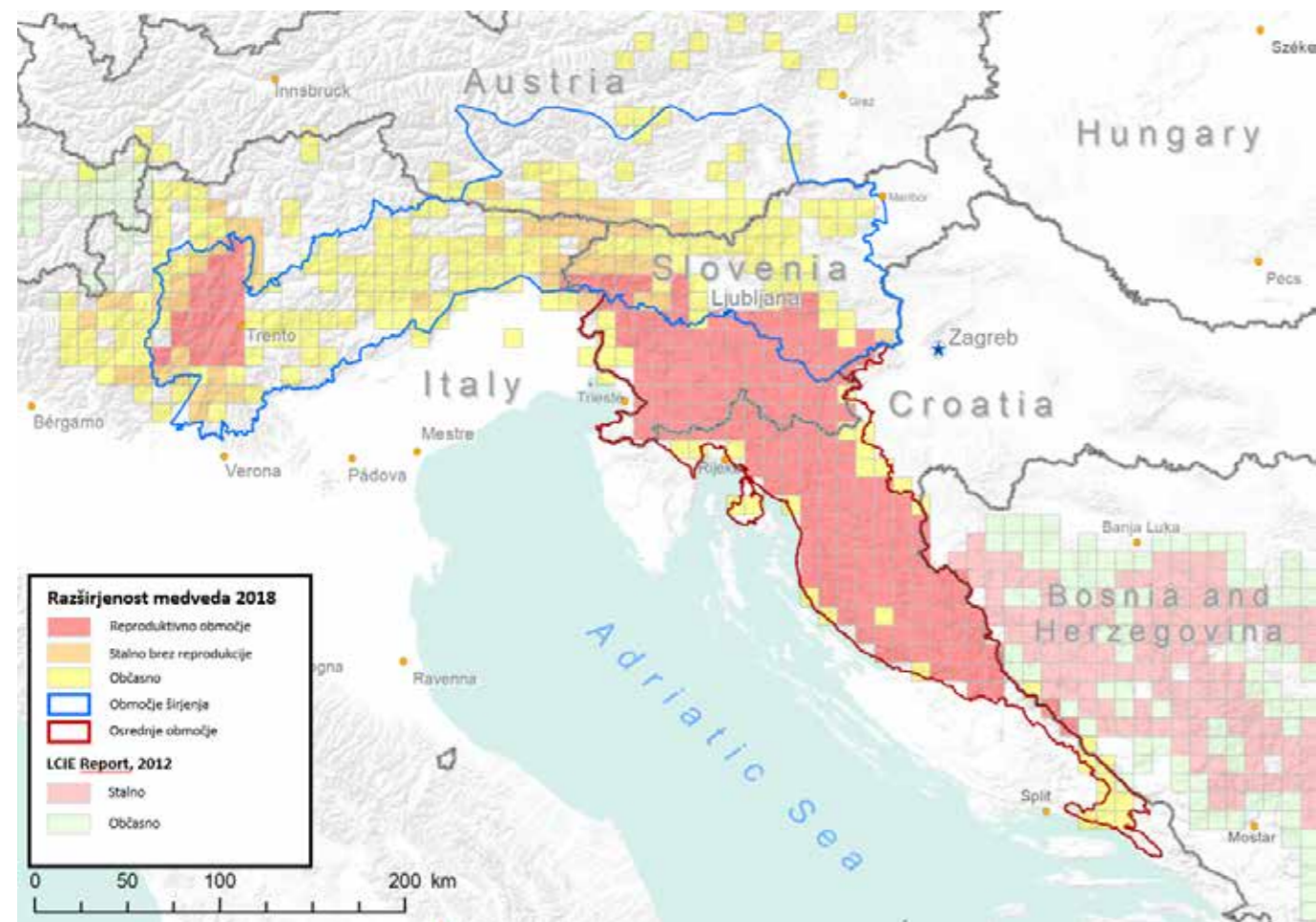


Učinek naravnih koridorjev in cestnih omrežij na gibanje živali habitatnimi krpami:

- A. V odprti (kulturni in urbani) krajini (matriks) brez ekoloških koridorjev vrste pogosto niso uspešne pri migraciji med habitatnimi krpami.
- B. Majhni fragmenti primerne prostora lahko služijo kot povezovalni otoki (ang. »stepping stones«), ki povezujejo oddaljene habitatne krpe.
- C. Ekološki koridorji v kombinaciji s prometnicami lahko pritegnejo živali, a jih usmerijo na ceste in železnice, kjer lahko postanejo žrtve prometa ob poskusih njihovega prečkanja.
- D. Omilitveni ukrepi, kot so prehodi za živali, lahko pomagajo ponovno povezati ekološke koridorje.

3. STANJE POPULACIJE RJAVEGA MEDVEDA, RAZŠIRJENOST IN POVEZANOST PROSTORA

Hrvaška in Slovenija sta med redkimi državami Evropske unije, kjer živijo vse tri vrste evropskih velikih zveri, vključno z rjavim medvedom. Uvrščene so na Priloge 2 in 4 Direktive o habitatih 92/43/EGS, ter na Rdeči seznam IUCN, njihovo varstvo pa opredeljuje tudi Bernska konvencija. Evropska komisija je potrdila seznam ključnih ukrepov za velike zveri, da bi dolgoročno zavarovala dobrobit njihovih populacij. Velike zveri živijo v razmeroma nizkih populacijskih gostotah, zasedajo obsežne teritorije in so torej še posebej podvržene fragmentaciji njihovega življenjskega okolja. Fragmentirane populacije so nagnjene k zmanjševanju številčnosti, ki jim sledi upad genetske pestrosti in posledično povečana tveganja za izumrtje. Populacija rjavega medveda v JV Alpah in severnih Dinaridih v Sloveniji in na Hrvaškem, je del alpsko-dinarsko-pinske populacije, ki živi na območju, ki se razteza od Avstrije, SV Italije, preko Slovenije, Hrvaške, Bosne in Hercegovine, Severne Makedonije, Črne Gore, Kosova in Albanije do Grčije (Swenson in sod. 2000). Območje medveda v Sloveniji in na Hrvaškem se razteza čez zelo veliko območje in vključuje 20 Natura 2000 območij, ki predstavljajo osrednje območje za razmnoževanje medvedov in vzpostavljanje domačih okolišev. Leta 2007 je bila velikost populacije medvedov v Sloveniji prvič ocenjena z znanstveno podprto metodologijo "genetskega ocenjevanja velikosti populacij" na

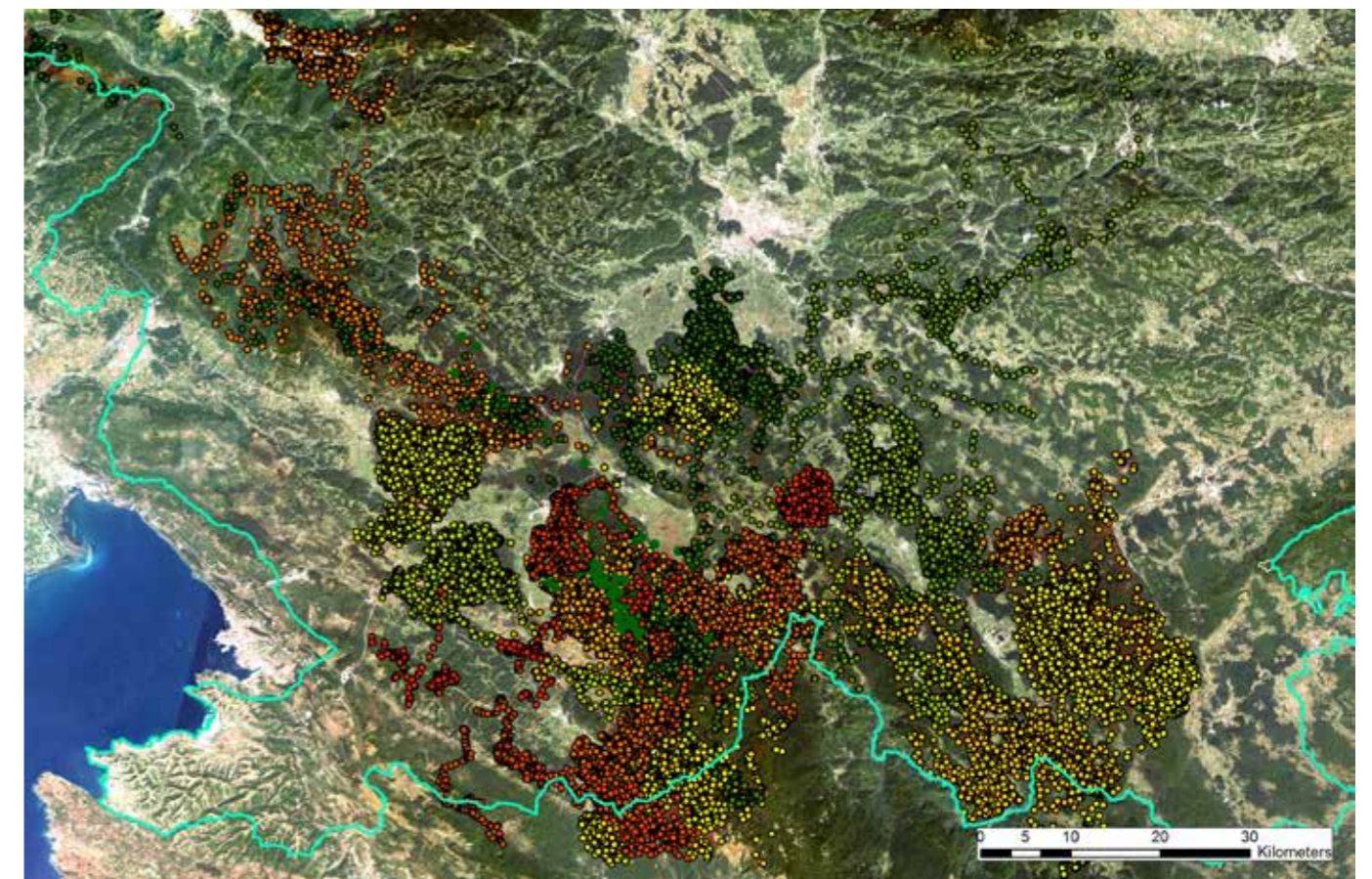


Razširjenost medvedov v JV Alpah in severnih Dinaridih (posodobljeno stanje do 2017). Stalna prisotnost z razmnoževanjem - območje, kjer je bila v zadnjih treh letih potrjena prisotnost mladičev; Stalna prisotnost brez razmnoževanja - območje, kjer je bila potrjena prisotnost medvedov v vsaj treh letih v zadnjih petih letih; Sporadična prisotnost - območje, kjer je bila prisotnost medvedov dokumentirana v manj kot treh sezonah v obdobju zadnjih petih let (Skrbinšek in sod. 2018, LIFE Dinalp Bear)

424 medvedov (pred reprodukcijo) z intervalom zaupanja od 383 do 458 osebkov. Metodološko zelo podobno so velikost populacije ocenili tudi v letu 2015, ko so ocenili, da je v Sloveniji živel že 599 (545-655) medvedov, kar pomeni 41,3% porast populacije v obdobju osmih let (Skrbinšek in sod. 2017). Ista študija je pokazala, da je bilo na Hrvaškem takrat pred reprodukcijo 793 (702-928) medvedov.

Poznavanje velikosti domačih okolišev je osnovni biološki parameter, ki nam omogoča razumevanje biologije vrste. Prav tako je to pomembno za ustrezno upravljanje z vrsto, saj so ukrepi zelo različni in so odvisni od tega, kako velik je domači okoliš vrste v primerjavi z velikostjo habitatnih krp v katerih ni naselij ali drugega za vrsto neustreznega prostora ali pa domači okoliš posameznega osebkov pokriva velika območja, ki vsebujejo tudi dele s stalno ali pogosto prisotnostjo človeka, kar je značilno za domače okoliše medvedov v Sloveniji in na Hrvaškem. Povprečna velikost domačega okoliša medveda v Sloveniji je bila ocenjena na 350 km² (Jerina in sod. 2012) in 366 km² na Hrvaškem (Huber in sod. 2008) (ocenjeno po metodi 100% minimalnega konveksnega poligona). To je primerljivo z domačimi okoliši medvedov iz drugih populacij, ki živijo v podobnih okoljih. V povprečju je domači okoliš samcev štirikrat večji od domačega okoliša samic. Podatki nakazujejo, da so z vidika medveda celo velike gozdne površine v Sloveniji relativno majhne (npr. največji gozdni kompleks v Sloveniji Snežnik in Javorniki obsega približno 500 km², kar je celo manj kot je velikost domačih okolišev nekaterih medvedov). Zato ni presenetljivo, da so domači okoliši skoraj vseh telemetrično spremljanih medvedov vključevali tudi naselja. To je eno od pomembnih dejstev, ki jih je potrebno upoštevati pri upravljanju z medvedmi in pomeni, da tako v Sloveniji kot tudi na Hrvaškem (velja pa tudi za celotno Evropo) nimamo na razpolago območij, kjer bi medvedi lahko živeli ločeno od ljudi.

Primernost prostora za medvede v Evropi v veliki meri sovпада z njihovim splošnim prostorskim vzorcem izbire: medvedi se najraje zadržujejo v gozdovih in se izogibajo odprtim območjem ter naseljem, pa tudi drugi



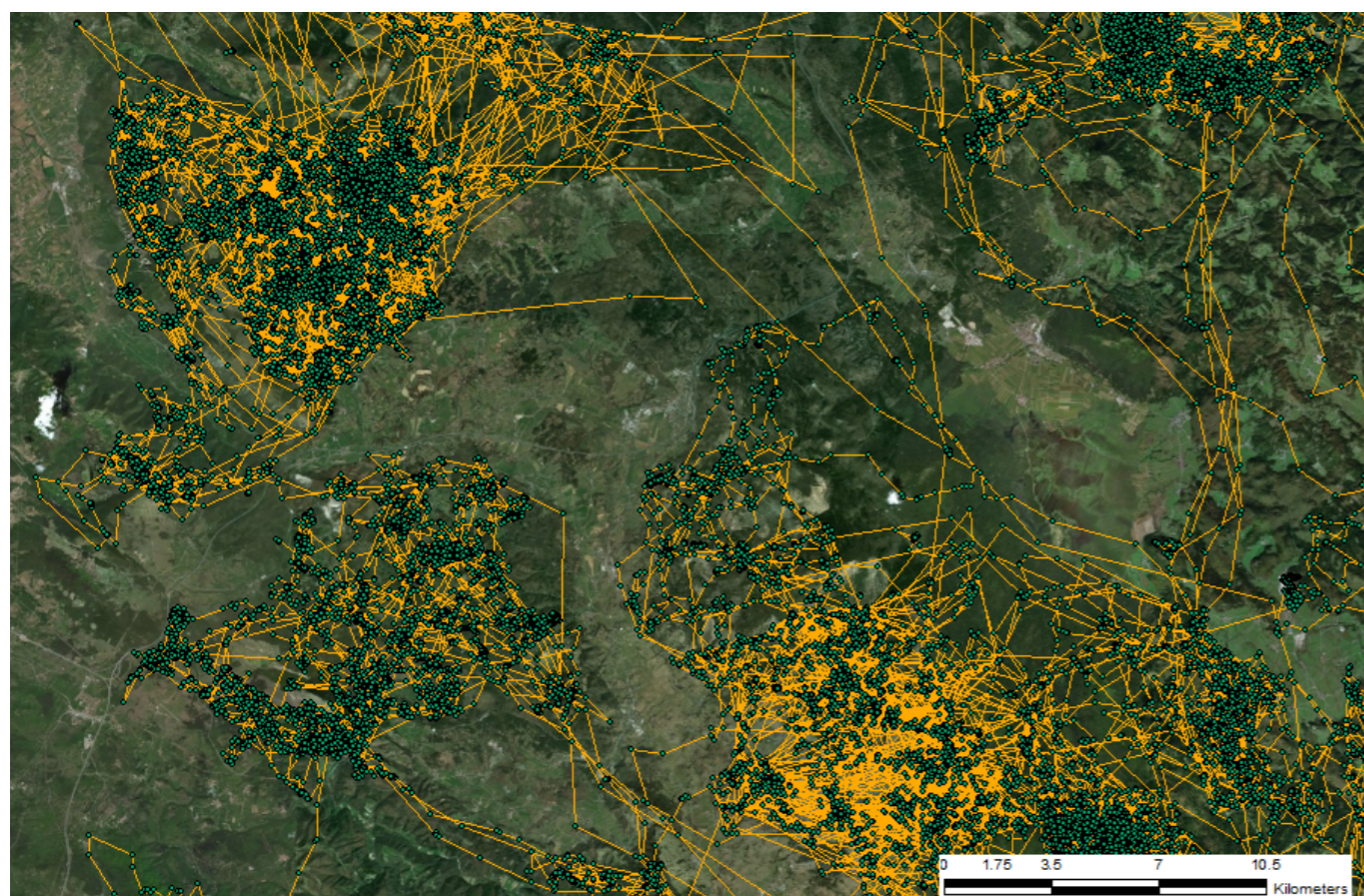
Območja gibanja s telemetričnimi ovrtnicami spremljanih osebkov medvedov (33) v Sloveniji (Jerina in sod. 2012)

večji infrastrukturi, ki jo je zgradil človek. Poleg tega se zdi, da se raje zadržujejo na nadmorskih višinah med dnem dolin in kotlin ter zgornjo gozdno mejo. To verjetno ni neposredno povezano z nadmorsko višino, pač pa je posledica tega, da se dolinam izogibajo zaradi motenj, ki jih povzročajo ljudje s svojimi aktivnostmi, z naraščanjem nadmorske višine pa se zmanjšuje količina razpoložljive hrane. Študije so pokazale, da so obsežna gozdnata območja v Dinaridih za medvede zelo primerna. Bukev je med glavnimi plodonosnimi drevesnimi vrstami in zagotavlja visoko energetska hrano jeseni v letih obilnega obroda. Večinoma se naravni prehranski viri medveda razlikujejo od območja do območja. Med številnimi prehranskimi viri so tudi mravlje in ose, ki zagotavljajo pomemben vir beljakovin poleti in so na voljo skoraj povsod. Poleg tega je v Sloveniji in na Hrvaškem razširjeno krmljenje parkljaste divjadi s koruzo, kar medvedi s pridom izkoriščajo, krmljenje pa je na določenih mestih lahko primarno namenjeno tudi medvedom.

Povezanost habitata v severnih Dinaridih

Degradacija in fragmentacija življenjskega prostora sta trenutno glavna dejavnika ogrožanja medveda, glavni vzroka zanjo pa so ograjene hitre ceste in avtoceste. V večini zahodne Evrope ni več primernih habitatnih krp, ki bi nudile ustrezne pogoje za preživetje velikih (viabilnih) populacij velikih zveri.

Avtocesta Zagreb-Reka, ki poteka v smeri sever-jug, je prva večja ovira, na katero naletijo medvedi. Zaradi tunelov, mostov, viaduktov in enega zelenega mostu je prečenje za medvede sicer mogoče, vendar to kljub temu pogosto predstavlja dodatno tveganje za smrtnost medvedov v prometnih nesrečah. Naprej proti severu je meja med Hrvaško in Slovenijo delno ograjena zaradi begunsko-migrantske krize s katero se v zadnjih letih sooča Evropa. Trenutno poteka ograja zgolj na 10 % meje prostora, ki je primeren za



Primer gibanja in prehajanja telemetrično spremljanih medvedov med habitatnimi krpami v Sloveniji (Jerina in sod. 2012)

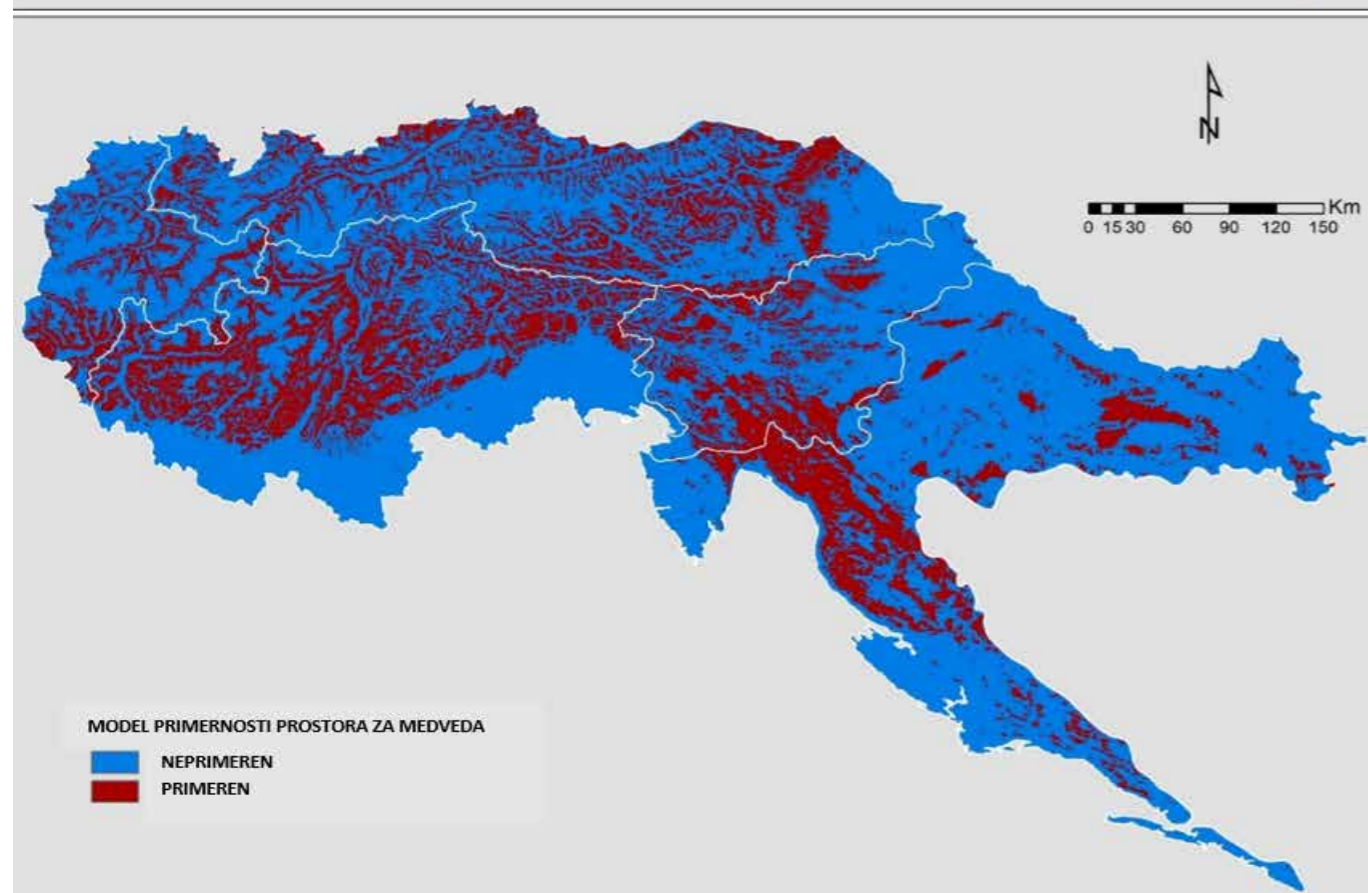
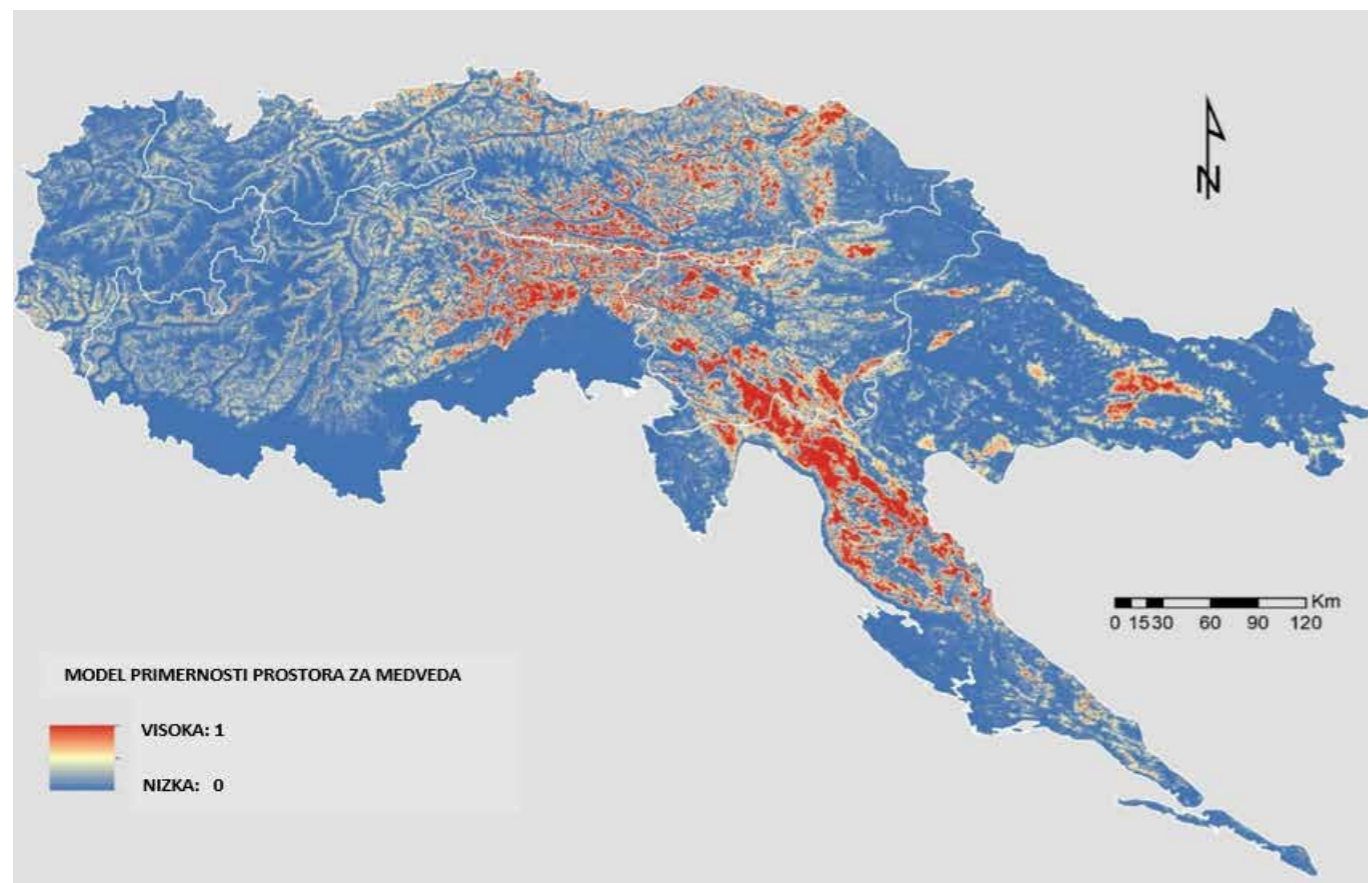
medvede, vendar pa bi se ob morebitnih prihodnjih zaostrenih ukrepih begunske in azilne politike ta ovira lahko povečala. Naslednja in najpomembnejša meja južno od Alp je avtocesta in železnica med Ljubljano in Postojno oziroma Kopro (ki se nadaljuje do Trsta). Ločuje osrednje območje medveda v južnem delu Slovenije od najboljših habitatnih koridorjev proti alpskemu območju. Izjemen vpliv te bariere je bil opažen tudi med spremljanjem številnih medvedov, opremljenih s GPS telemetričnimi ovraticami (Jerina in sod. 2012) ter na podlagi genetskih študij (Skrbinšek in sod. 2017). Še posebej na območju Rakeka in Unca je avtocesta glavni vzrok za njihovo smrtnost (večji kot lov). Območje severozahodno od te avtoceste (Nanos, Hrušica in Trnovski gozd) predstavlja najprimernejši povezovalni prostor (koridor) med Dinaridi in Alpami. Vzhodno od Ljubljane je še en koridor, ki povezuje obe gorski območji, vendar morajo medvedi prečkati zelo fragmentiran in odprt nižinski prostor preden dosežejo alpsko območje (Kamniško-Savinjske Alpe). Medvedi uporabljajo oba koridorja. Med gradnjo avtocest v Sloveniji in na Hrvaškem so bili izvedeni omilitveni ukrepi za povečano prepustnost le na novejših avtocestah, in sicer je bilo zgrajenih 13 zelenih mostov na Hrvaškem, v Sloveniji pa nobenega.

Povezanost habitata v osrednjih in vzhodnih Alpah

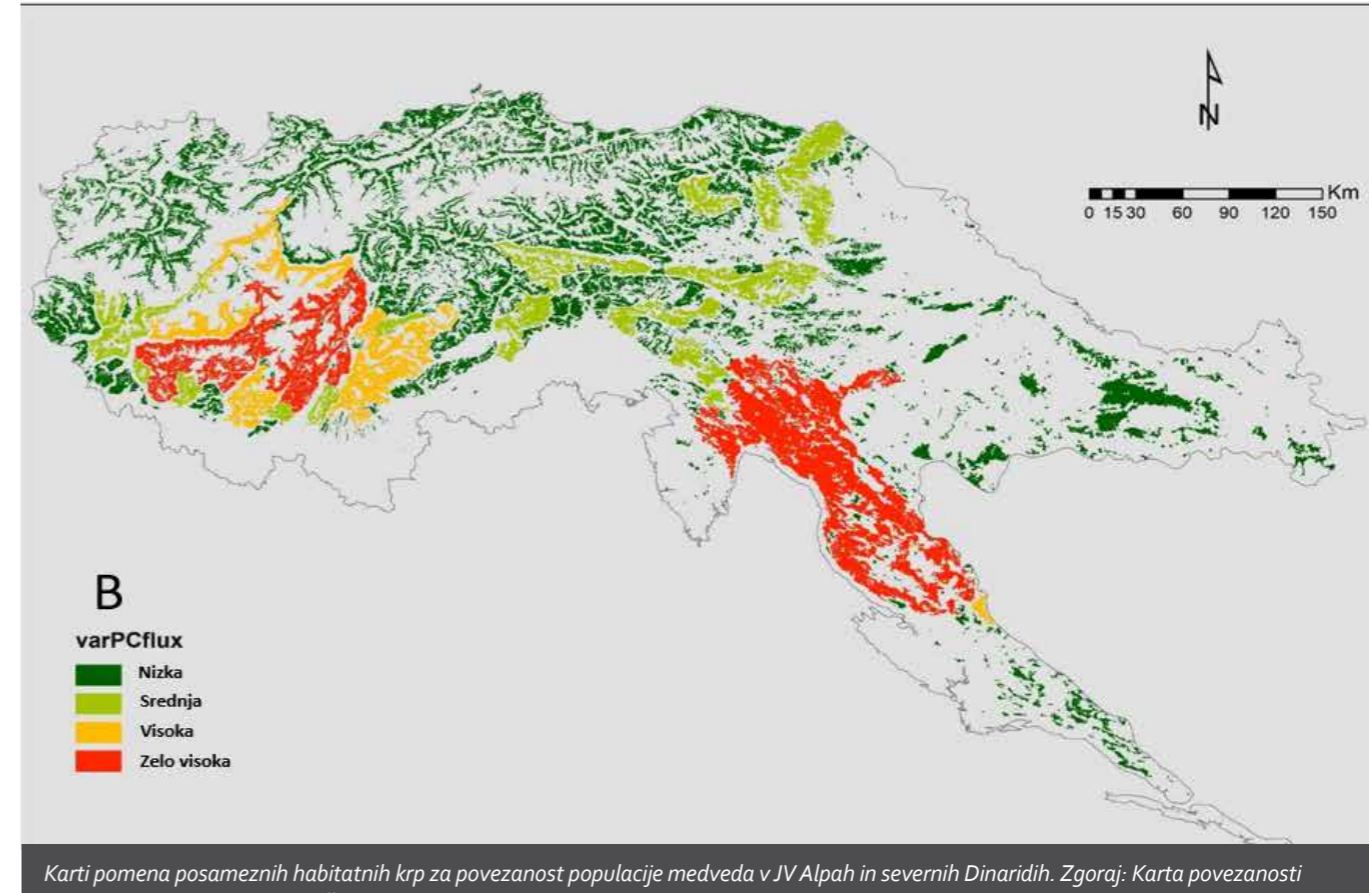
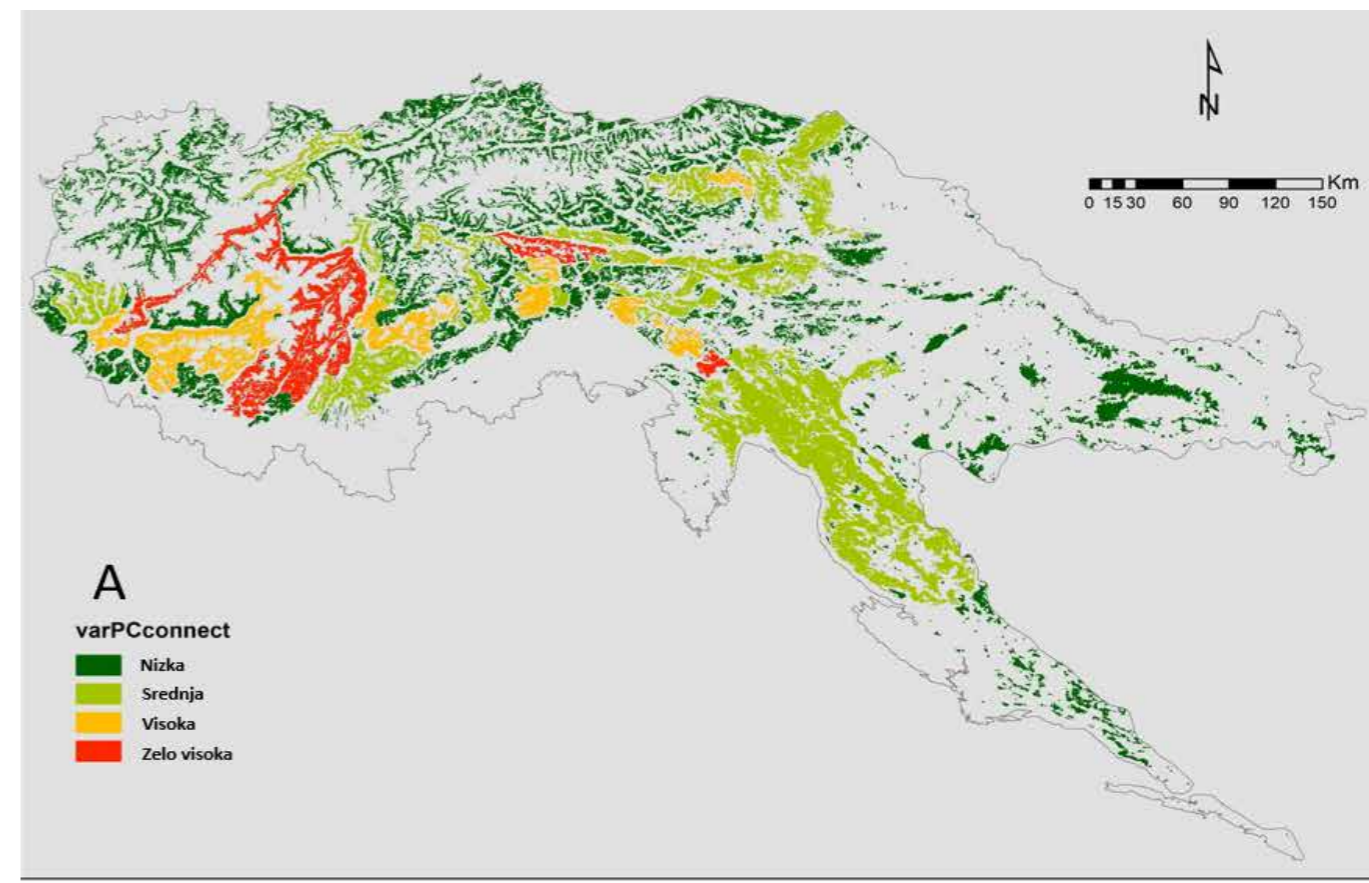
Alpe so naravno razdeljene na severni in južni del z osrednjo verigo osrednjih Alp. To naravno oviro lahko medvedi prečkajo na več mestih, vendar pa jih pri tem ovirajo obsežna skalnata, prepadna območja in ledeniki, kjer ni veliko vegetacije. Z izjemo osrednjega dela so Alpe razmeroma dober življenjski prostor za medveda, še posebej na severovzhodu. Medvedi na tem območju (prej naseljena in nato iztrebljena populacija) so imeli eno najvišjih poznanih stopenj reprodukcije med populacijami rjavega medveda v svetu. Območje Vzhodnih Alp je na severu manj razdrobljeno, kot na jugu, saj ima manj kmetijskih površin vendar pa sta obe območji primeren življenjski prostor za medveda. Na severu avstrijske Koroške je tudi veliko območje t.i. Celovška kotlina, ki zaradi številnih krajev in naselij ni primerno za stalno naselitev medveda, vseeno pa ga medvedi uporabljajo za prečkanje. Skozi Alpe poteka razmeroma gosto omrežje avtocest in železniških prog, vendar pa je bila zaradi neravnega površja potrebna gradnja številnih tunelov, viaduktov in mostov, zaradi česar to ne predstavlja pomembnejše ovire, z dvema izjemama: dolina reke Inn (Inntal) in dolina Adiže (Val d'Adige/Etschtal). Obe ledeniški dolini sta široki in na dnu večinoma brez gozda z veliko naselji in kmetijskimi površinami. Poleg tega skozi obe dolini potekajo avtoceste in železnica. Dolina reke Inn se nahaja na Tirolskem in predstavlja glavno oviro od mesta Landeck nizvodno proti severnemu robu Alp in proti Bavarski. Dolina Adiže med mestom Meran/Merano in južnim robom Alp blizu Verone deli osrednje italijanske Alpe na dve polovici. Zahodno od te doline živi samo ena populacija medvedov, ki se razmnožuje (Trentino). Nekateri samci uspejo to dolino prečkati, ko migrirajo proti vzhodu. Območje vzhodno od Val d'Adige (regiji Veneto in Friuli Venezia Giulia) pa je veliko območje, ki zaradi svoje primernosti občasno deluje kot koridor med populacijami medvedov v Trentinu in Sloveniji.

Analiza primernosti prostora in prostorske povezanosti medvedov v Alpah in Dinaridih

Za pravočasno napovedovanje in racionalno preprečevanje konfliktnih situacij s človekom in s tem lajšanja procesa odločanja so ključne zanesljive prostorske raziskave. Te nam omogočajo prepoznavanje potencialnih habitatov za medveda in območij/koridorjev, ki so ključna za ohranjanje povezljivosti populacije. Napovedi o potencialni primernosti prostora za medvede in njegovi povezanosti znotraj populacij, lahko pomagajo pri sprejemanju odločitev pri upravljanju z njihovimi populacijami. V zadnjem desetletju so v Alpah in Dinaridih telemetrično spremljali medvede z uporabo GPS ovratic. Tako je nastala bogata baza podatkov prostorskega gibanja medvedov, ki so jih spremljali, in ponuja odgovore



Karti primernosti prostora rjavega medveda, ki temeljita na verjetnosti rabe prostora. Zgoraj: Zvezni habitatni model z vrednostmi ustreznosti prostora med o in 1. Spodaj: diskretni habitatni model, ki ločuje le primerne in neprimerne površine za medveda. (Recio in sod. 2018)

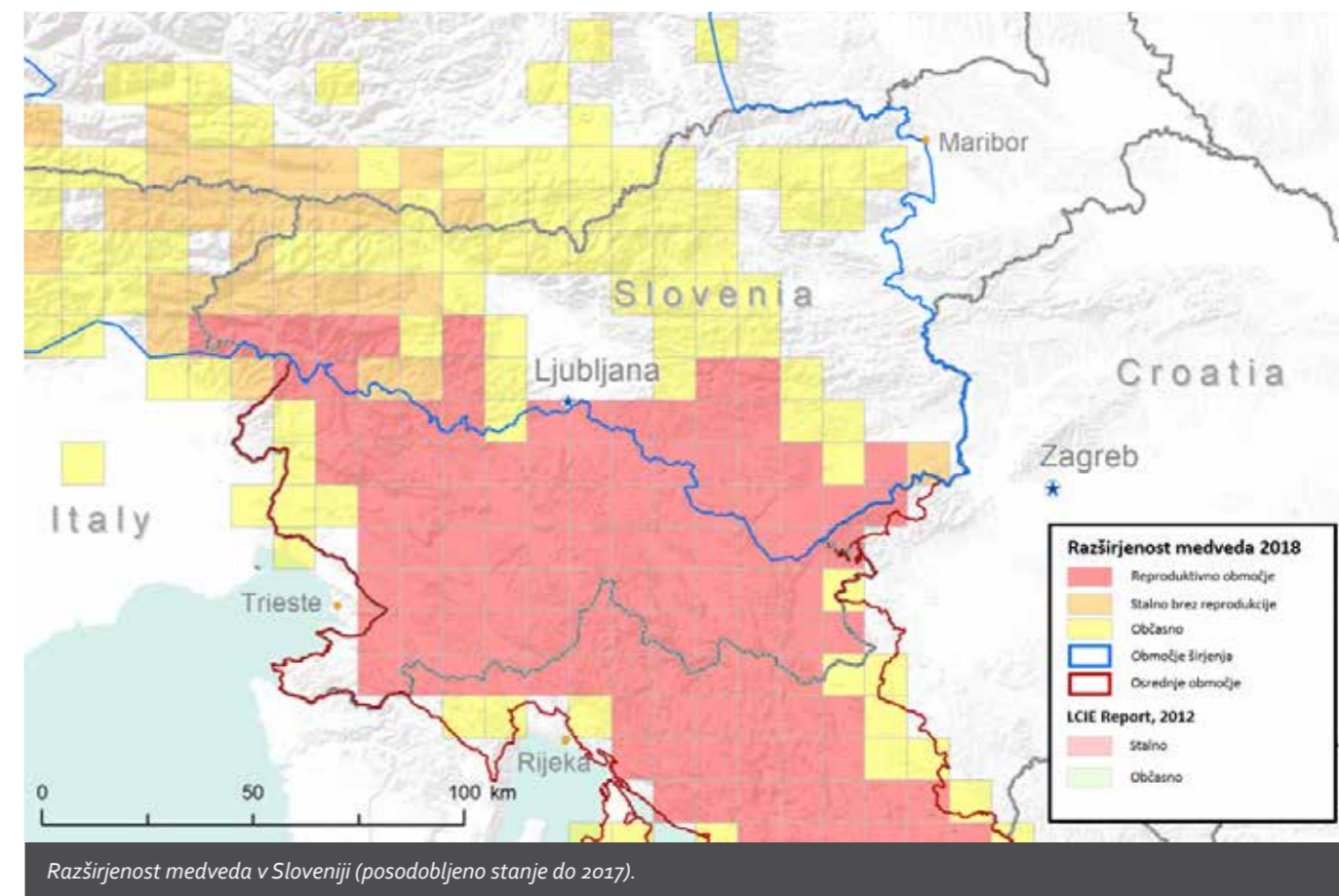


Karti pomena posameznih habitatnih krp za povezanost populacije medveda v JV Alpah in severnih Dinaridih. Zgoraj: Karta povezanosti prostora (varPCconnect), ki kaže pomen posamezne populacijske krpe (skupine habitatnih krp) kot povezovalnega otoka »stepping stone« z drugimi populacijskimi krpami. Spodaj: Karta prehodnosti med posameznimi habitatnimi krpami (varPCflux), ki kaže kako dobro je posamezna populacijska krpa (skupina habitatnih krp) med sabo povezana s habitatnimi krpami, ki jo sestavljajo. (Recio in sod. 2018)

o značilnosti rabe prostora medvedov iz širšega območja evropskih držav; še posebej pa iz Slovenije, Hrvaške, Avstrije, Italije in Švice. V okviru projekta LIFE Dinalp Bear je bila izvedena celovita analiza primernosti habitata medvedov in prostorske povezljivosti njihovega življenjskega prostora (Recio in sod. 2018). V prvi fazi pričujoče raziskave so zato izvedli večstopenjsko hierarhično prostorsko eksplicitno napovedno modeliranje habitatne ustreznosti prostora in prepoznali glavne omejitvene dejavnike rabe prostora za tri obravnavane medvedje populacije oziroma demografske enote (Trentino-Švicarske, pred-Alpska in Dinarska) na treh prostorskih nivojih (populacijski nivo, nivo območja aktivnosti in nivo notranje rabe znotraj območij aktivnosti). Izvedli so tudi analizo povezljivosti prostora med osnovnimi zaplatami habitata in opredelili prispevek vsake zaplate k »vitalnosti« celotne medvedje populacije v raziskovalnem območju. Končno smo z namenom lažjega prepoznavanja potreb po prihodnjih presoajah vplivov posegov na okolje (PVO) opredelili še najbolj verjetne prehode med habitatnimi krpami (po metodi »least-cost paths«). Na osnovi napovednih spremenljivk, ki opisujejo rabo tal, reliefne značilnosti in prisotnost človeka (npr. ceste, naselja) smo pripravili modele habitatne ustreznosti prostora za medveda in prepoznali tudi razlike v habitatnem izboru med tremi obravnavanimi populacijami in prostorskimi merili. V vseh treh populacijah so medvedi primarno izbirali gozdnata območja, so pa med populacijami in prostorskimi merili opazne razlike v rabi/pomenu ostalih okoljskih spremenljivk. Zlasti odstopa skupina medvedov v Trentinu, za katere je značilna izbira bolj nedostopnih območij (težji, topografsko bolj razgiban teren). Naš prostorsko eksplicitni model kaže, da je v obravnavanem območju veliko habitata, ki je primeren za medveda, vendar pa je zanj značilna močna fragmentiranost. Največje in najbolj pomembne zaplate habitata za povezljivost populacije se nahajajo na območju trenutne razširjenosti vrste, z najbolj primernim habitatom na območju pred-Alpske in Dinarske populacije. Zadostno povezanost najprimernejših zaplat (ki so dovolj velike, da v njih lahko žive samice – medvedke), bi bilo mogoče vzdrževati preko ohranjanja dovolj povezanih habitatnih krp v koridorjih (»stepping-stones«). Za ohranjanje zadostne povezanosti prostora/habitatov, zagotavljanja povezav med deli populacij in populacijami medvedov ter za dolgoročno viabilnost medveda v območju Alp in Dinaridov je ključna poenotena – med državami usklajena - politika odločanja in rabe prostora.

Rjavi medved v Sloveniji

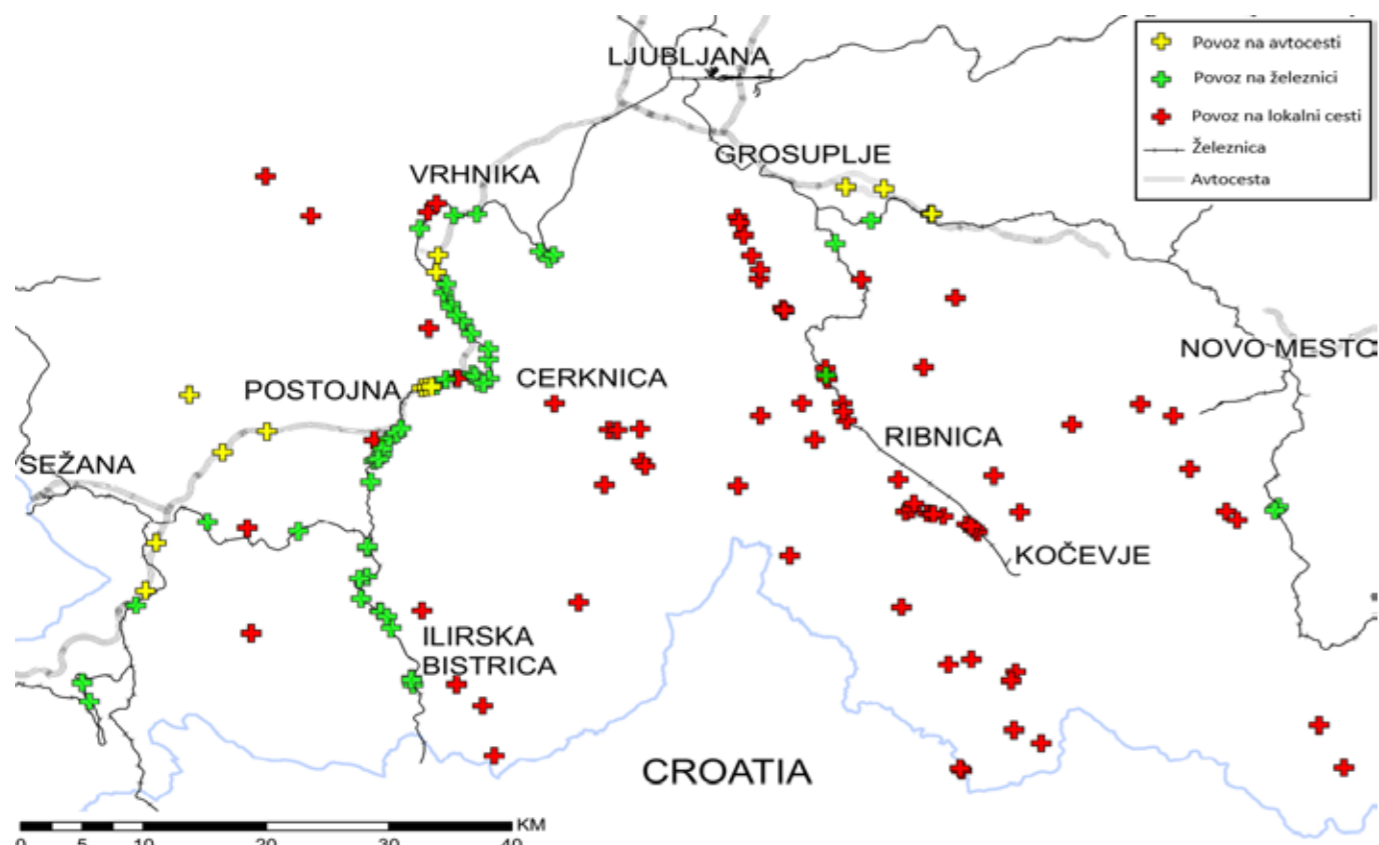
Osrednje območje rjavega medveda v Sloveniji je visoki kras. To je območje gostih mešanih gozdov z razgibanim kraškim terenom in slabo preglednostjo (Simonič 2003). Lokalno lahko gostote medvedov presegajo tudi 40 medvedov/100 km² (Jerina in sod. 2012), vendar pa se populacijske gostote proti severu in zahodu (Alpsko območje) hitro zmanjšujejo. Na mejnem območju z Italijo in Avstrijo je le malo samcev in skoraj nič samic (Jerina in sod. 2013). Na začetku 20. stoletja je bil medved v Sloveniji na robu izumrtja, saj je po takratnih ocenah preživel le 30 do 40 osebkov na jugu države (Simonič 1992). Po drugi svetovni vojni se je populacija hitro povečala in prostorsko razširila. Leta 1996 je v osrednjem območjem na jugu države, kjer je živel 95% populacije, živel okoli 150 živali. Do leta 1992 se je populacija rjavega medveda še razširila, saj so medvedi izven osrednjega območja postali zavarovani, s čimer so želeli doseči, da bi medvedi ponovno naravno poselili Alpe. Zakonsko varstvo je omogočilo medvedji populaciji, da se je konec prejšnjega tisočletja močno razširila in je tako izven t.i. osrednjega območja živel 25 % celotne populacije (Jerina in sod. 2002). Študije o spolni sestavi dispergirajočih osebkov (Jerina in sod. 2008) so pokazale, da je bila večina medvedov, ki so migrirali iz osrednjega območja na jugu države samcev, saj ti pogosto premagujejo daljše razdalje, medtem ko so samice manj naklonjene daljšim selitvam iz območja, v katerem so se skotile. Daljše migracije samic so sicer znane v nekaterih populacijah medvedov, kjer so medvedi živeli v visokih populacijskih gostotah ali pa so se populacije prostorsko širile (Swenson in sod. 1998). V študijah gibanja medvedov so spremljali samce, ki so prepotovali skoraj celotno Slovenijo, medtem ko pri samicah tega niso opazili, oziroma so se največkrat gibale blizu meje osrednjega območja. Medvedi iz območij, kjer ni samic, so se v času parjenja vračali v osrednje območje ali v njegovo bližino, da so našli samico, pri čemer so morali pogosto prečkati različne prometnice.



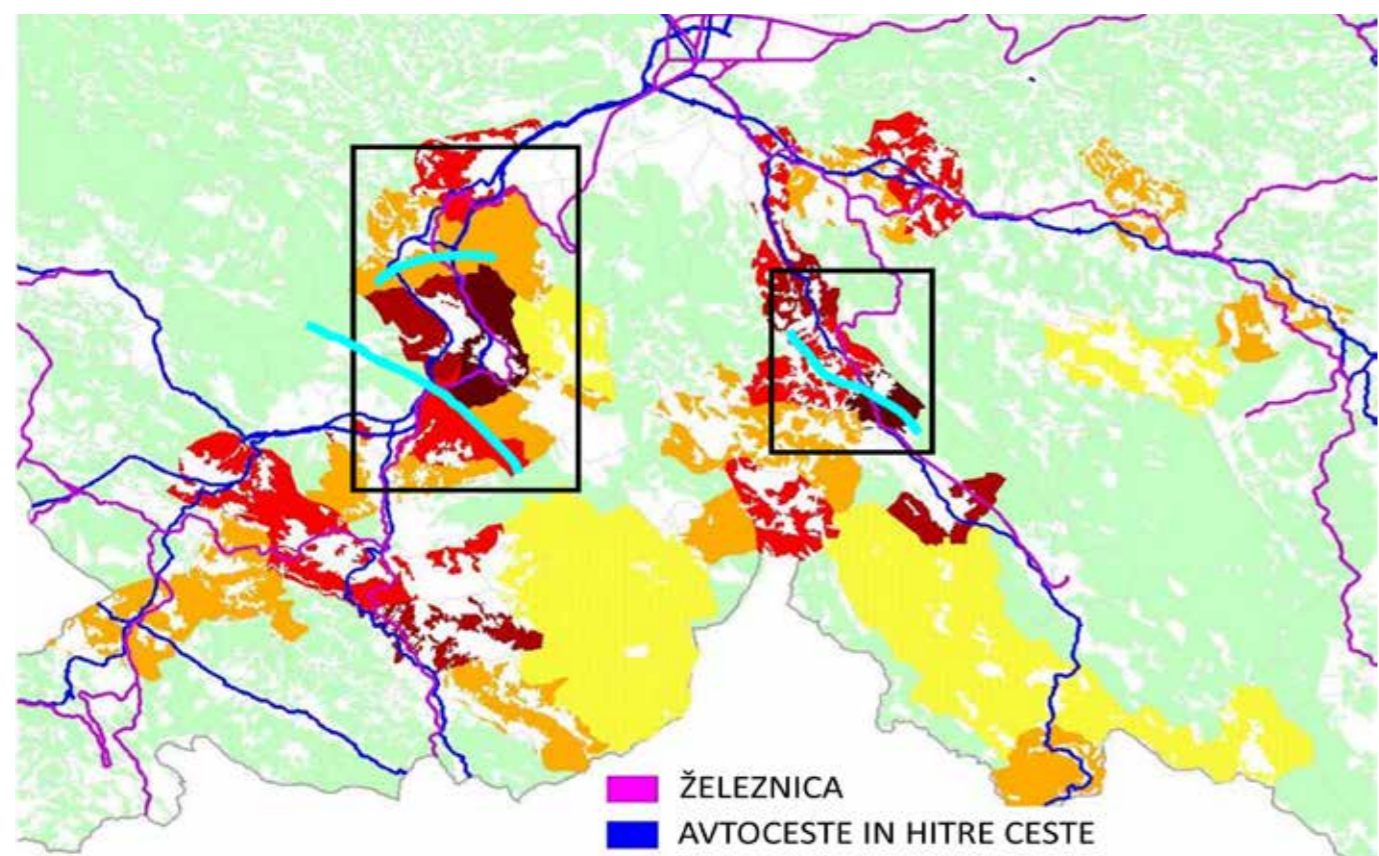
Smrtnost zaradi prometnih nesreč je pomemben dejavnik, ki vpliva na populacijo rjavega medveda v Sloveniji. To je za odstrelom drugi najpogostejši razlog smrti medvedov. V povprečju je v zadnjem obdobju vsako leto na cestah ali železnici poginilo 16 medvedov (Jerina in sod. 2015). Večina prometnih nesreč v katerih so udeleženi medvedi se zgodi na regionalnih cestah, ki jim sledijo nesreče na železnici in smrtnost na avtocestah. Analiza podatkov je razkrila, da obstaja sezonski vzorec trkov vozil z medvedi; trki na cestah dosežejo vrh jeseni (septembra, oktobra), trki na železnici pa so najpogostejši dvakrat na leto, in sicer pozno pomladi (maja, junija) in jeseni (septembra, oktobra) (Jerina in sod. 2015; Petkovšek in sod. 2015). Prvi vrh se pojavi v času parjenja, ko se medvedi najpogosteje selijo, medtem ko je drugi vrh povezan z iskanjem hrane, da si zagotovijo maščobne rezerve pred zimo (Jerina in sod. 2015). Smrtnost v prometu ne vpliva samo na dolgoročno preživetje medvedje populacije, pač pa tudi neposredno vpliva na zmanjšan genetski pretok ter omejuje širjenje medvedov v robne dele populacije. Poleg tega predstavljajo trki z medvedi tudi veliko tveganje za vse udeležence v prometu.

Avtocesta Maribor - Ljubljana - Razdrto - Nova Gorica deli slovensko populacijo rjavega medveda na alpski del (severozahodni del Slovenije), kjer živi le nekaj osebkov z izrazito prevladujočim deležem samcev, ter na južni del (dinarski del Slovenije), kjer je večja številčnost in gostota medvedov ter večji delež samic (Skrbinšek in sod. 2008). Avtocesta je obdana z ograjo, visoko 1,6 metra, ki preprečuje dostop do cestišča parkljusti divjadi, ne pa tudi medvedom, ki jo pogosto preplezajo (Kaczensky in sod. 2003). Na odseku Ljubljana - Razdrto ni nobenih tunelov, viaduktov ali zelenih mostov za prostoživeče živali, ki bi jim omogočili varno prečkanje. Povprečni dnevni obseg prometa na odseku Unec - Postojna je skoraj 45.000 vozil na dan (PIC 2014). Vzporedno z avtocesto Vrhnika-Postojna poteka neograjena železniška proga, ki povezuje Ljubljano s Trstom in Reko, po kateri vozijo vlaki v razmiku 30 minut (Kaczensky in sod. 2003).

Veliko število prometnih nesreč v katerih so udeleženi medvedi se zgodi tudi na relaciji regionalne ceste Ljubljana - Kočevje (Jelenko Turinek in sod. 2018). V Akcijskem načrtu za izvedbo omilitvenih ukrepov za



Evidentirana smrtnost medveda na cestah, avtocestah in železnici med leti 2004 in 2014 (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2015a)



Območja – habitatne krpe z največjim tveganjem za smrtnost medveda na železnici in avtocestah ter hitrih cestah v Sloveniji (Jerina 2005, neobjavljeno)

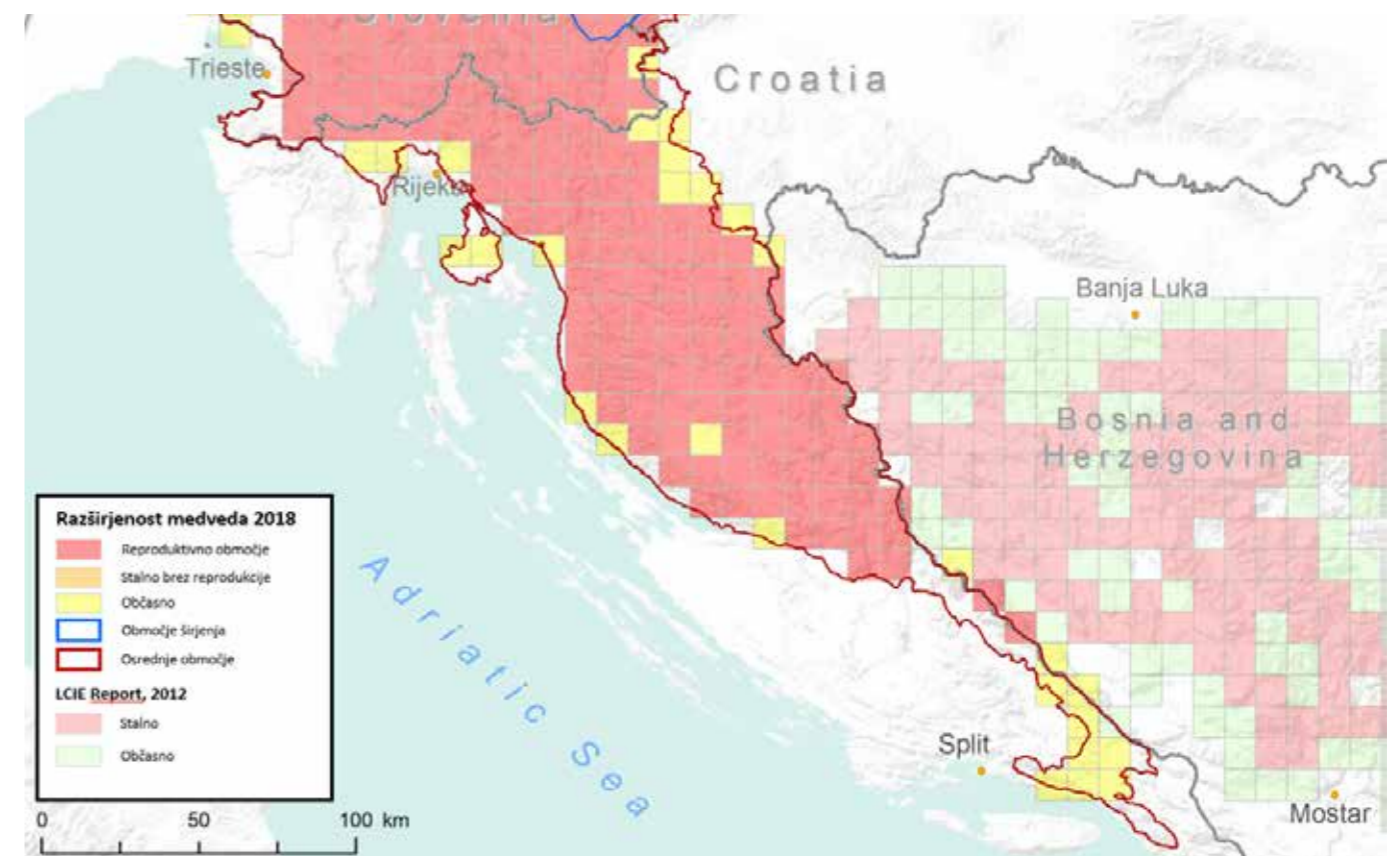
zmanjšanje smrtnosti rjavega medveda na cestah v Sloveniji (junij 2015), so bile navedene najpogostejše lokacije nesreč, v katerih so bili udeleženi medvedi na cestah in železnicah, za najbolj problematična mesta pa so bili predlagani tudi omilitveni ukrepi.

Različne študije s katerimi so preučevali gibanje medvedov (npr. Kaczensky in sod. 2003, Skrbinšek in sod. 2008, Jerina in sod. 2012) so pokazale, da se medvedi, ki živijo na širšem območju avtoceste Ljubljana-Razdrto niso izogibali bližini avtoceste (Kaczensky in sod. 2003). Vseeno pa je zanje predstavljala oviro, kajti zelo malo medvedov jo je dejansko prečkalo, večinoma so bili to mladi samci. Odrasle samice avtoceste niso prečkale (Kaczensky in sod. 2003).

Rjavi medved na Hrvaškem

Medvedi na Hrvaškem so skupaj s tistimi v sosednji Sloveniji najbolj zahodno živeča genetsko sorodna stabilna populacija, ki verjetno predstavlja zadnji razpoložljivi vir za doseljevanje medvedov v zahodno Evropo. Medvedi iz Hrvaške, Slovenije ter Bosne in Hercegovine so torej genetsko enaki preostalim medvedom iz Alpskega območja.

Pozitiven korak k boljši zaščiti medvedov v gorskih območjih Hrvaške je bila ustanovitev gozdno-gospodarskih enot leta 1960, ki so postale odgovorne tudi za upravljanje z medvedi. Aktivni varstveni ukrepi, kot so preprečevanje nelegalnega lova na medvede, selektivna uporaba strupenih vab za zmanjšanje številčnosti volkov in lisic (leta 1973 so prepovedali uporabo strupov pri upravljanju zveri) in dodatno krmljenje medvedov, so kmalu prinesli pozitivne rezultate. Leta 1960 je bilo na lovskih območjih gozdarske enote Delnice približno 30 medvedov. Leta 1970 pa je bilo samo v enem lovskem območju Delnic (52.300 ha) prešteti 55 medvedov (število vključuje samice z mladiči). Deset let pozneje se je število medvedov v istem lovskem območju podvojilo. Skupaj z naraščanjem števila medvedov se je začel povečevati tudi lov na medveda.

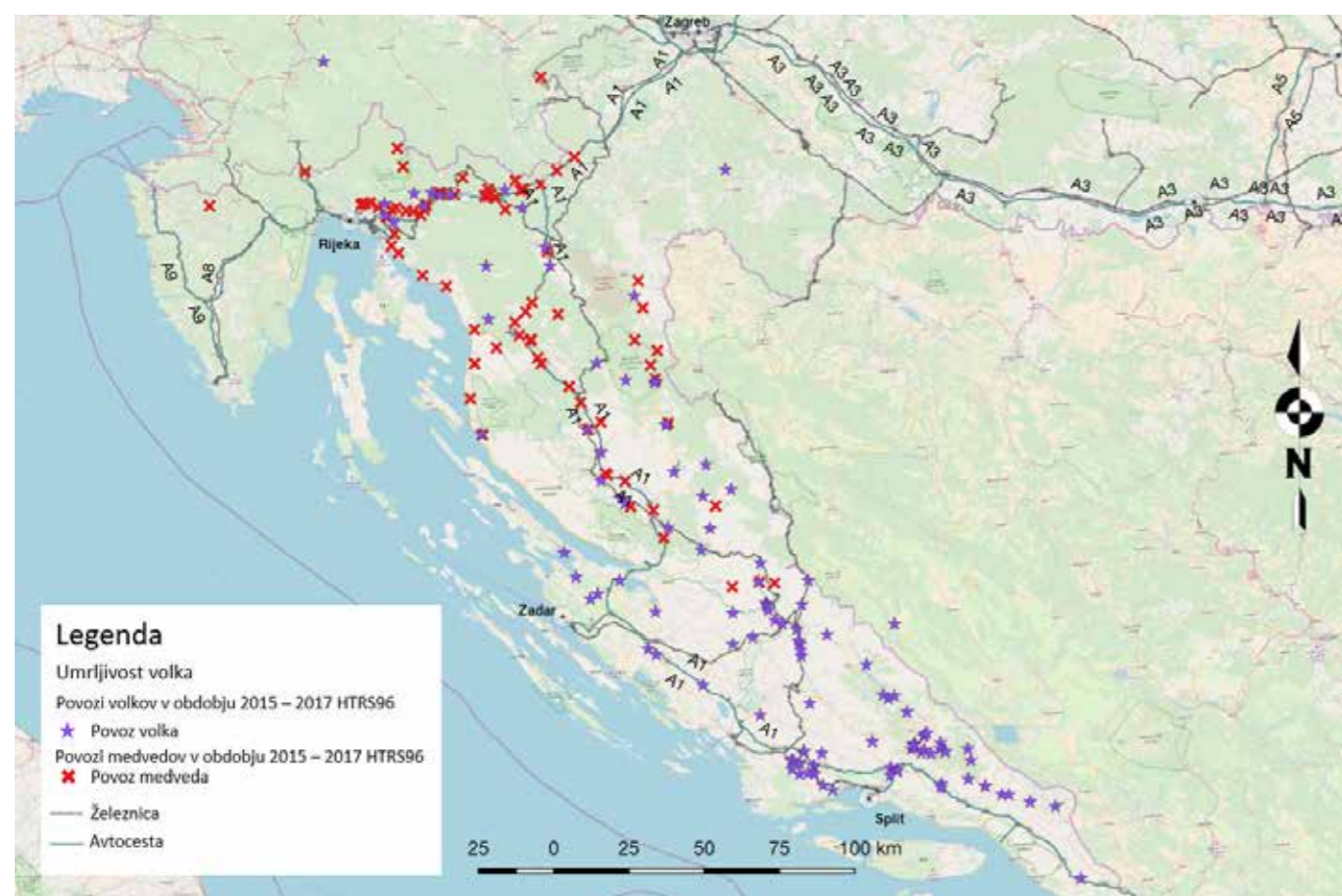


Razširjenost medveda na Hrvaškem (posodobljeno stanje do 2017).

Celotno območje razširjenosti medveda na Hrvaškem meri več kot 11.824 km². Prostor, kjer je medved stalno prisoten, se razteza na več kot 9,253 km², medtem ko je območje občasne prisotnosti medveda okoli 2.570 km². Podobno kot v Sloveniji se večji del življenjskega prostora medveda razteza na območju visokega krasa med nadmorskimi višinami od 0 do 1.750 m nad morjem, kolikor meri najvišji vrh Velebita. Medvedi živijo na območju Gorskega Kotarja in Like, na zahodnem in južnem delu Karlovske županije, na območju Učke in Čičarije v Istri, v osrednjem in severnem delu otoka Krka, na Žumberački gori, na obalnem območju od Bakarja do Maslenice in v območjih, ki jih obdajajo gorski masivi Kamešnica, Mosor in Biokovo.

Leta 1997 so prvič poskusili sistematično oceniti število medvedov na Hrvaškem. Na podlagi ocenjevanj in podatkov, ki so jih zbrali lokalni lovski strokovnjaki ter biologi, ki se ukvarjajo z medvedi, na različnih območjih razširjenosti medveda, so za leto 1997 ocenili velikost populacije na 378 (od 340 do 415) medvedov. Podobno kot v Sloveniji se je tudi na Hrvaškem populacija medveda v zadnjih dvajsetih letih povečala in po genetski oceni iz leta 2015 šteje od 800 do 1000 medvedov.

Na Hrvaškem je zgrajenih 1.288 km avtocest, ki bistveno prispevajo k fragmentaciji habitata prostoživečih živali. Ob dejstvu, da so ograjene, predstavljajo avtoceste le še eno dodatno oviro za naravno migracijo prostoživečih živali. Smrtnost v prometu tudi na Hrvaškem predstavlja pomemben vzrok smrti medvedov. V obdobju med 2005 in 2014 je bilo pri trkih z vozili ubitih 156 medvedov. V Gorskem Kotarju (avtocesta Reka - Zagreb) je v obdobju 1963-1995 v prometu poginilo najmanj 73 medvedov, kar je predstavljalo 19 % celotne smrti medvedov v tistem času. V poznejšem obdobju med leti 2005-2010 je bilo na Hrvaškem zabeleženih 92 trkov vozil z medvedi. Večina, 53,3 % zabeleženih primerov smrti medvedov v prometu se je zgodila na cestah; 26,1 % na regionalnih cestah, 27,2 % na avtocestah in 46,7 % na železniških progah (Jerina in sod. 2015). Smrtnost v prometu pa je problem tudi za druge živalske vrste, kot je na primer volk.



Evidentirana smrti medveda in volka na prometnicah na Hrvaškem med leti 2015 in 2017 (Huber in sod. 2018)

Vpliv prometne infrastrukture in smrti v prometu na širjenje medveda proti Alpam

Koridor, primeren za migracije medvedov v Alpski prostor (Trojane - Menina), ki je vzhodno od Ljubljane, poteka skozi zelo fragmentirano območje naravnega okolja, ki ga obdajajo številna naselja. Ker pa v prihodnosti ni pričakovati pogojitve tega območja, še posebej zaradi prisotnih naselij, ni pričakovati, da bi se razmere izboljšale. Zato je dolgoročno funkcionalnost tega koridorja vprašljiva. Drug koridor, ki sega proti severozahodu v jugovzhodno območje predalpskega sveta Julijskih Alp, je v veliki meri neokrnjen in neposredno povezuje Dinaride in Alpe. Na tem območju predstavlja največjo oviro avtocesta Ljubljana - Nova Gorica.

Kljub preteklim raziskavam trkov vozil in medvedov v Sloveniji in na Hrvaškem (Huber in sod. 1998; Jerina & Krofel 2012; Krofel in sod. 2012), vse do izvedbe nedavne študije, izvedene v okviru LIFE DINALP BEAR (Jerina in sod. 2015), ni bilo podatkov o tem, če in kako trki vozil vplivajo na populacijo rjavega medveda ter na njegovo širjenje proti Alpskemu območju. Poleg tega se je od zadnje izvedene raziskave prometna infrastruktura občutno spremenila (npr. izgradnja avtocest v Gorskem Kotarju in Liki na Hrvaškem), in vse do zdaj ni nobena raziskava hkrati preučila smrti medvedov na čezmejni ravni. V zadnjih nekaj letih je bilo tako zbranih veliko podatkov, ki so omogočili izvedbo bolj poglobljenih analiz kot v preteklosti.

V primerjavi z ostalimi vzroki smrti, so zaradi prometnih nesreč najbolj ogroženi mladi medvedi in samice. Glede na celotno število prometnih nesreč, v katerih sta bila udeležena oba spola, je bilo med žrtvami prometnih nesreč največ mladičev, s starostjo medvedov pa njihovo število upada. To je v glavnem posledica strukture populacije, ki je pod razmeroma velikim lovnim pritiskom in zaradi česar le manjši delež mladih medvedov doseže odraslost ali večjo starost (Jerina & Krofel 2012; Krofel in sod. 2012). Podobno je naraščajoč delež samic, ki so poginile v prometnih nesrečah, večinoma povezan s strukturo populacije, saj le te (tudi zaradi strogega varstva samic z mladiči) prevladujejo v Dinarski populaciji.

Alpski del populacije (v območju, ki leži severno od avtoceste Ljubljana-Nova Gorica), vključuje le manjši delež medvedov v Sloveniji in v nasprotju z drugimi deli, je tu spolna struktura populacije močno v prid samcem (Skrbinšek in sod. 2008). To zmanjšuje reproduktivni potencial in posledično je zaradi tega lahko ta del populacije bolj podvržen negativnim učinkom smrti zaradi prometnih nesreč ter močno odvisen od osrednjega dela populacije. Rezultati kažejo, da bi bil ta del populacije lahko demografsko samozadosten v kolikor bi bil odpravljen problem smrti v prometu. Vendar pa je v trenutnih razmerah delež smrti višji od rodosti. Smrtnost se bistveno ne razlikuje od tiste v osrednjem delu, vendar pa je rodost občutno nižja zaradi manjšega števila samic. To je tudi glavni razlog, da predstavlja to območje ponor populacije in je dolgoročno odvisen od neprekinjenega dotoka živali iz osrednjega dela populacije. Tako je edina možnost za povečanje rodosti povečanje števila samic na tem območju, kar je (poleg upravljanja populacije južno od avtoceste) v veliki meri povezano z izboljšanjem povezljivosti Alpskega območja z osrednjo populacijo v Dinarski regiji. V tem pogledu je najverjetneje najpomembnejša prepustnost avtoceste/hitre ceste Ljubljana-Nova Gorica. Dinaridi in Alpe skupaj ponujajo veliko, za medveda primerno območje, ki je večinoma še vedno povezano. Vendar pa pomembne ovire v obliki velikih prometnic že obstajajo in treba bi jih bilo zmanjšati s čimer bi olajšali prehajanje medvedov pa tudi drugih prostoživečih vrst na tem območju.

4. NAČRTOVANJE

Edina rešitev, kako se izogniti fragmentaciji - razdrobljenosti ranljivih habitatov bi lahko bila, da se ne izvede načrtovana gradnja infrastrukture, s čimer bi se zagotovo izognili negativnim ekološkim učinkom. Učinek fragmentacije bi lahko zmanjšal: s prilagajanjem trase infrastrukture tako, da bi se ranljivim habitatom izognili oziroma jih ne bi presekali; z zmanjšanjem površine zemljišča, uporabljenega za cestni koridor oziroma z zmanjšanjem posega v okoliški prostor. Vendar pa se na takšen način ne moremo v celoti izogniti razdrobljenosti. Izogibanje fragmentaciji bi moralo biti prvotno načelo, upoštevano v fazah načrtovanja, začetanja, gradnje in vzdrževanja infrastrukture, tako kot tudi pri obnovi in odstranjevanju obstoječih cest in železniških prog.

Načrtovanje nove infrastrukture ali obnavljanje obstoječe bi moralo potekati tako, da bi se fragmentacija življenjskega okolja vrst zmanjšala do največje možne mere. Z izvajanjem celovitih presoj vplivov na okolje (CPVO), načrtov ali programov ter presoj vplivov na okolje (PVO) projektov se zagotovi, da je okoljski vidik upoštevan že v zgodnji fazi. CPVO in PVO morata biti izvedeni v skladu z direktivami EU in njihovimi nacionalnimi izvedbenimi ukrepi. Splošni cilj CPVO in PVO je prepoznavanje možnih okoljskih vplivov načrtov ali projektov preden se sprejme odločitev o izvedbi. Drug cilj je, da se zagotovi javno posvetovanje o projektu. Preden se načrt ali projekt potrdi in pred začetkom gradnje, sta CPVO in PVO predstavljena javnosti. V tej fazi lahko zadevni organi, deležniki, nevladne organizacije in splošna javnost izrazijo svoje mnenje o načrtih in vplivu projekta preden se sprejme dokončna odločitev o izvedbi. Ker se pri gradnji ceste ali železniške proge ni mogoče izogniti določeni stopnji fragmentacije, je treba razmisliti o omilitvenih ukrepih, da se zagotovi prepustnost infrastrukture v presekanih, razdeljenih koridorjih in prednostnih habitatih. Kadar infrastruktura posega v še posebej ranljiva območja, ali kadar so ukrepi za zmanjšanje tveganja neustrezni ali jih ni mogoče izvesti, je morda treba uvesti izravnalne ukrepe.

Težave, povezane s fragmentacijo že obstoječe infrastrukture so na nek način drugačne. V večini primerov se pri načrtovanju in gradnji obstoječe infrastrukture niso izvajali ukrepi za zmanjševanje tveganja. V takšnih primerih fragmentacija, ki jo je povzročila obstoječa infrastruktura, morda že vpliva na območje, ali pa so se pojavili še drugi vzroki zanjo, ki v času izvedbe študije niso bili prisotni. V kolikor so na začetku izvedene študije postale zastarele, je morda treba izvesti novo presojo.

Celovita presoja vplivov na okolje in presoja vplivov na okolje

V skladu z Direktivo 2001/42/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 27. junija 2001 naj bi vsi novi regijski načrti in programi v državah EU in v drugih evropskih državah vključevali PVO. Rok za začetek izvajanja nacionalne zakonodaje je bil 21. julij 2004. CPVO zagotavlja, da so pri razvoju obsežnih politik načrtovanja upoštevani okoljski vidiki. CPVO mora vključevati splošen opis samih načrtov ali programa, njegove glavne cilje in razmerje do drugih zadevnih načrtov ali programov. Postopek CPVO vključuje okoljske vidike v postopek sprejemanja odločitev pred izvedbo PVO na ravni projekta.

V skladu z Direktivo Sveta EU (97/11/ES z dne 3. marca 1997) mora biti v okviru vseh večjih projektov, vključno z infrastrukturnimi projekti, izvedena PVO. PVO se nanaša na posamezen projekt. Postopek zagotavlja izvedbo podrobne presoje škodljivih in koristnih okoljskih vplivov ter vrste drugih možnih rešitev, odvisno od podrobnih ugotovitev iz postopka CPVO, ki se med državami razlikujejo. Postopek določanja obsega presoje je podlaga za razmišljanje o drugih možnih rešitvah. Tem presojam sledijo priporočila za izvedbo ukrepov, s katerimi bi se v največji možni meri zmanjšali ali pa izravnali negativni vplivi na okolje. Ocenijo se tudi vsi okoljski dejavniki, ki bi obstajali, če se projekt ali pa načrt ne bi izvedla.

To se pogosto imenuje scenarij brez ukrepanja. Razmere, kot bi obstajale, če se projekt ne izvede, je predvsem treba opisati zato, da se lahko izvajajo primerjave. PVO se uporablja kot temeljni dokument skozi celotno fazo načrtovanja in projektiranja ter tudi kot splošno orodje za primerjavo in komunikacijo.

Prostorski obseg presoj

V skladu z Direktivo 2001/42/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 27. junija 2001 naj bi vsi novi regijski načrti in programi v državah EU in v drugih evropskih državah vključevali PVO. Rok za začetek izvajanja nacionalne zakonodaje je bil 21. julij 2004. CPVO zagotavlja, da so pri razvoju obsežnih politik načrtovanja upoštevani okoljski vidiki. CPVO mora vključevati splošen opis samih načrtov ali programa, njegove glavne cilje in razmerje do drugih zadevnih načrtov ali programov. Postopek CPVO vključuje okoljske vidike v postopek sprejemanja odločitev pred izvedbo PVO na ravni projekta.

Jasno začitano preučevano območje in analize so temeljnega pomena za smiselno preučitev težav v zvezi s fragmentacijo. Praviloma mora biti območje preučevanja precej širše od območja, v katerem naj bi se izvedel projekt, in se določi v skladu z obstoječim reliefom-prostorom, njegovimi deli in značilnostmi, ki so razlog za fragmentacijo. Pri določitvi obsega presoje je treba upoštevati različna prostorska merila:

- **Nacionalna raven:** pomen širšega območja, ki obdaja predlagano gradnjo, se presoja ob upoštevanju prisotnosti in migracij posamezne vrste na ravni celotne države. S tega vidika so temeljnega pomena območja, ki povezujejo izolirane populacije; te lokacije so lahko ključne za nadaljnji obstoj populacije, tudi kadar določena vrsta na tem območju ni stalno prisotna. Za njimi imajo prednost lokacije, na katerih bi ovira razdelila populacijo na območju, kjer ima populacija svoje osrednje ali pa reproduktivno območje: opazovanje dolgih selitvenih poti, lokalna ozka grla in povezanost izoliranih populacij se izvede tudi, kadar ciljne vrste na območju ne živijo stalno. Ustrezno merilo bi bilo 1: 250000.
- **Regionalna raven:** osredotočenost na vpliv infrastrukture, drugih ovir v območju, topografsko povezljivost, gozdna območja itd. Pomemben cilj je, da se opiše številčnost, obseg in lokacija izvedbe omilitvenih ukrepov. Ustrezno merilo bi bilo 1: 50000.
- **Lokalna raven:** podrobne preučitve območja vključno s populacijami, habitatami in njihovimi lokacijami. Uporabne informacije vključujejo opažanja lokalnih strokovnjakov, lovcev, gozdarjev itd. Pomemben cilj je, da bi opisali točno število, lokacijo in razsežnost omilitvenih ukrepov. Ustrezno merilo bi bilo 1:5 -10000.

Karte morajo vsebovati konfliktne oziroma vroče točke z migracijskimi potmi tarčnih vrst, možne negativne vplive na ranljiva območja in fragmentacijo pomembnih habitatov.

Uporaba digitalnega modela ustreznosti prostora za medveda in potencialnih koridorjev pri presojah sprejemljivosti posegov in restavraciji preteklih negativnih posegov v prostor.

Za objektivnejše odločanje pri presojah smo za celotno območje centralnih in vzhodnih Alp in Dinarskega gorstva (torej Slovenijo, Hrvaško, južni in srednji del Avstrije in SV del Italije) pripravili (Recio in sod. 2018): (i.) prostorsko eksplicitni model primernosti prostora za medveda in sicer v dveh oblikah: 1.a) **zvezni habitatni model**, ki prikazuje primernost prostora za medveda v skali od 0 (najslabše) do 1 (najboljše), in 1.b) **diskretni habitatni model**, ki ločuje le primerne in neprimerne površine za medveda. Pri presojah sta lahko uporabna oba, saj prvi (zvezni) podaja podrobnejšo informacijo in nakazuje, kjer so najverjetnejši prehodi med večjimi habitatnimi bloki in kako primerne so posamezne habitatne

krpe (višja vrednost po celotni krpi pomeni, da je ta krpa primernejša, diskretni model pa je preglednejši), (ii.) **modeli pomena posameznih habitatnih krp za skupno povezanost dinarske in alpske populacije medveda**. V tem modelu imajo habitatne krpe, ki so pomembnejše za povezljivost na populacijski in med-populacijski ravni večje vrednosti, (iii.) **linijski modeli potencialnih koridorjev**, ki notranje povezujejo dele habitatov znotraj iste habitatne zaplate in med zaplatami. Modeli potencialnih koridorjev, ki povezujejo krpe in dele krp, so označeni z linijami (linijski objekti). Pri interpretaciji modelov jih moramo razumeti kritično, saj je v merilu, ki smo ga zajeli nemogoče določiti točne koridorje. V splošnem smo skušali biti konservativni in so lahko ponekod koridorji označeni tudi, če dejansko ne bi delovali, predvsem pa je lega koridorjev lahko zelo okvirna. Kadar sta meji dveh habitatnih krp namreč vzporedni (med krpami je dokaj enakomerno širok pas ne-habitata ali matriksa), je ti krpi mogoče povezati s številnimi potencialnimi koridorji in je nemogoče predvideti, kje točno dejanski koridor poteka. V takih primerih je nujna podrobnejša presoja v katero se vključi strokovnjaka za ekologijo živali in presoje.

Uporabnost vseh naštetih modelov prikazujemo na primeru presoje umestitve objekta na prehod »Jasnica«, ki povezuje vzhodne in zahodne komplekse medvedovega habitata na Kočevskem, JZ Slovenija.

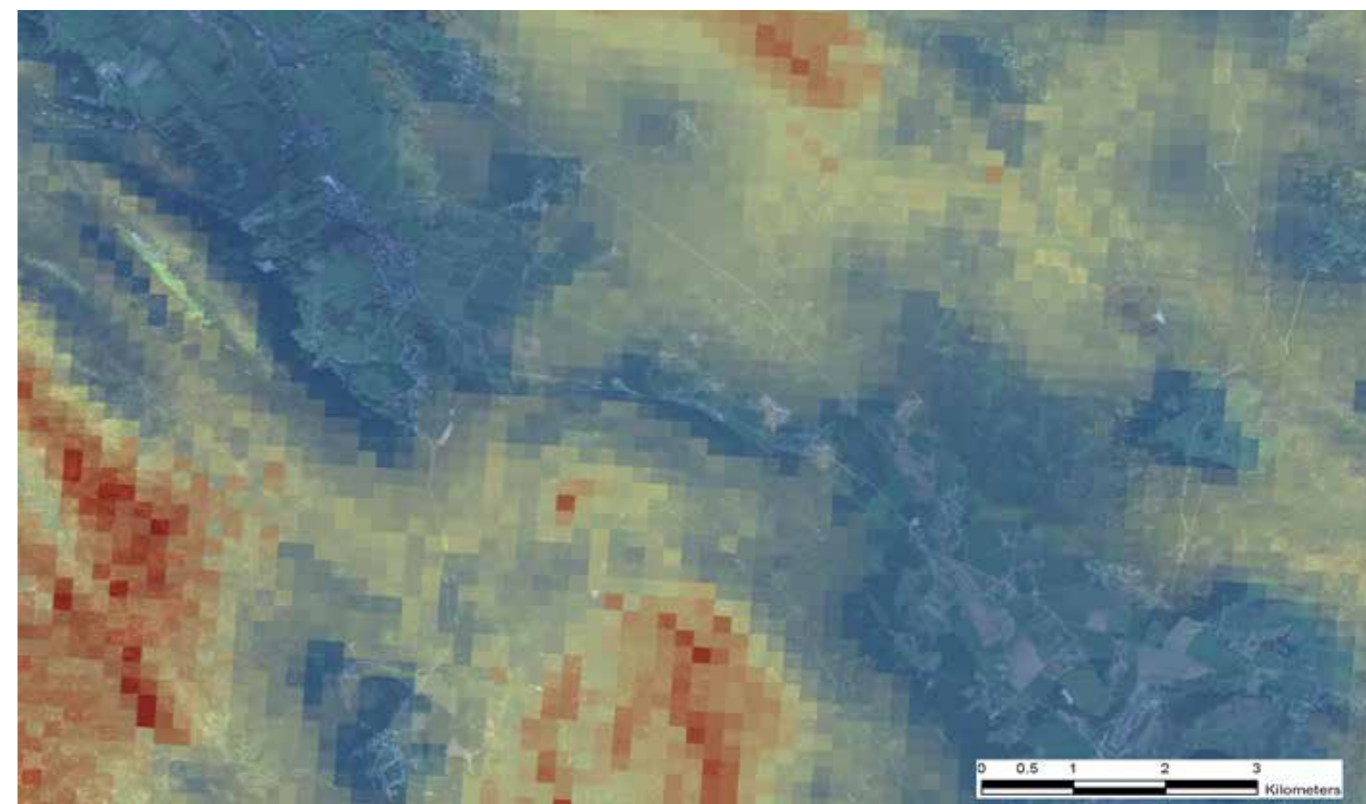
Vsi modeli prikazujejo katere površine so po svojih naravnih danosti primerne in bi lahko v njih medved živel, ni pa nujno, da v njih živi že sedaj (oz. kateri koridorji bodo v prihodnje pomembni). Medved se v Sloveniji, na Hrvaškem in v Italiji prostorsko širi in se bo verjetno širil tudi v prihodnje, zato je v presojah in posegih v prostor smiselno varovati tudi habitate in koridorje, ki trenutno niso poseljeni oz. delujejo kot koridorji, saj bodo lahko poseljeni oz. delovali kot koridorji v bližnji prihodnosti. Kot smo že prej izpostavili so lege modelov koridorjev okvirne. Svetujemo, da se v primerih, ko so habitatne krpe nekje dokaj blizu in bi vmes lahko prehajali medvedi, in/ali so modelni koridorji nakazani (rdeči poligoni) izvede podrobnejšo presojo v katero se vključi strokovnjaka za ekologijo zveri in izdela podrobnejšo presojo.



Letalski posnetek prehoda »Jasnica«, ki povezuje vzhodne in zahodne komplekse habitata medveda na Kočevskem. Namišljen poseg je lociran točno na prehodu (vijolični krog).



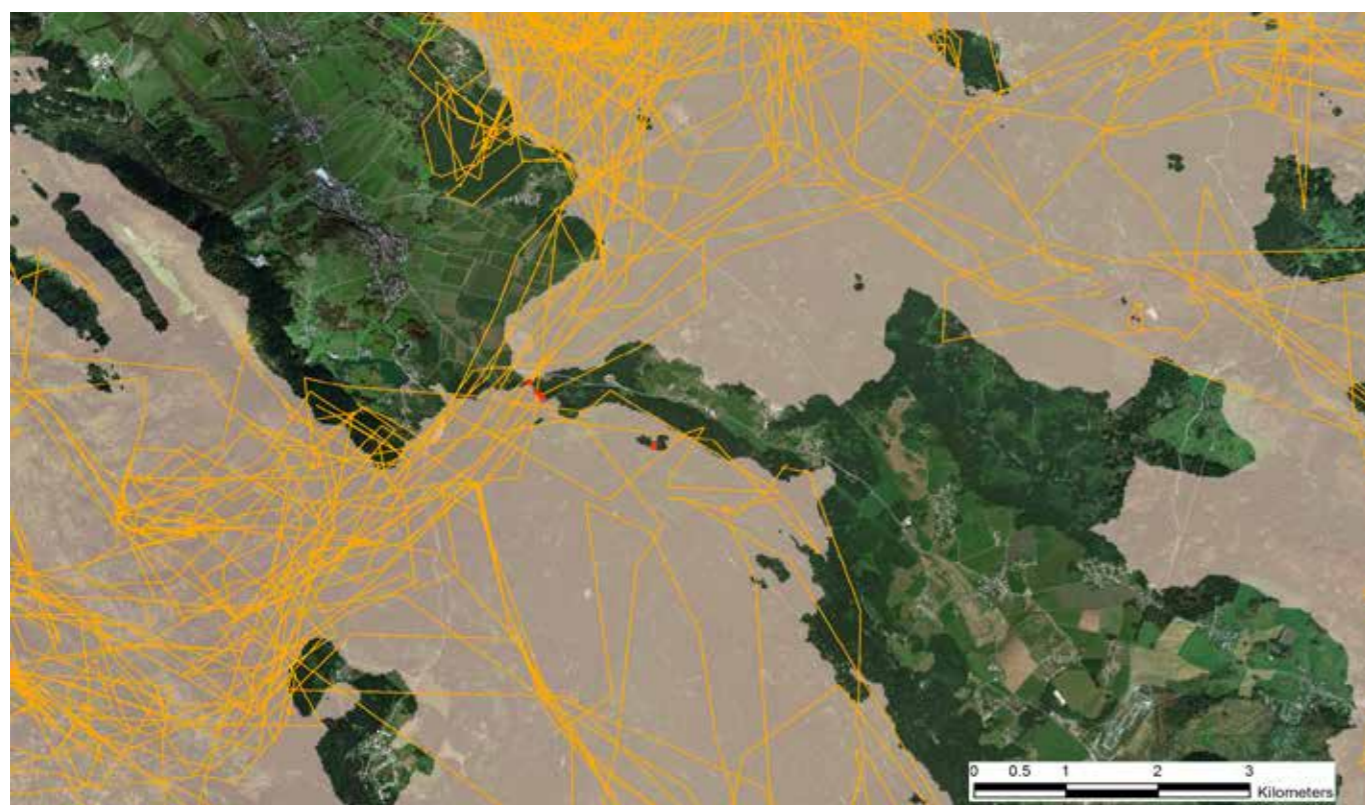
Habitatna primernost prostora na območju ocenjevanega posega: diskretni model. S prosojnim rjavim poligonom so prikazana območja, ki so primerna za medveda, območja zunaj so ocenjena kot neprimerna (neobarvana).



Habitatna primernost prostora na območju ocenjevanega posega: zvezni model. Ustreznost prostora je prikazana z gradientom od najmanjše (0, na sliki zeleno) do največje (1, na sliki rdeča). Model se od prikazanega na sliki z razlikuje po tem, da je podrobnejši in daje več informacij, je pa zato manj pregleden.



Model pomena habitatnih krp za povezljivost na ravni populacije in med populacijami (rjavi poligoni) in modeli koridorjev znotraj populacije (rdeče linije). Ker je z vidika globalne povezljivosti pomemben celoten habitatni blok vzhodno in zahodno od Janice, ta v tem primeru tvori eno samo krpo (del istega poligona z visoko vrednostjo, zato je barva enaka), notranje pa je ta blok povezan na območju Jasnice (rdeče linije).



Evidentirani prehodi in poti gibanja nekaj medvedov, ki smo jih v prikazanem območju spremljali z GPS telemetrijo (Jerina in sod., 2018). Na sliki so poti gibanja spremljanih medvedov prikazane z oranžnimi linijami. Že na tej sliki je razvidni, da je lega koridorjev (rdeča) glede na dejansko prehajanje le okvirna. Prehod je v konkretnem primeru širši, kot ga nakazuje model.

Proces načrtovanja

V skladu z literaturo je najbolje najprej določiti ključne povezave med habitatmi z uporabo orodij GIS, ali območja, ki so pomembna za povezljivost prostoživečih živali, na podlagi katerih se nato načrtujejo projekti, v okviru katerih se izberejo najboljše lokacije prehodov. V ta namen se lahko uporabijo različni viri: letalske fotografije, vegetacijske karte, topografske karte, habitatni in drugi prostorski modeli, podatki o premikih prostoživečih živali, podatki o povozih živali in podatki o cestnem omrežju (zeleni mostovi, viadukti in drugi premostitveni objekti). Priročnik COST European handbook (Luell in sod. 2003) svetuje, da je pri izbiranju vrste prehoda za prostoživeče živali treba upoštevati pokrajino, habitate in ciljne vrste, ter oceniti pomen habitatov in vrst na lokalni, regionalni, nacionalni in mednarodni ravni. Poudarja tudi pomembnost povezljivosti z mostovi za okolico. Ker je življenjska doba takšnih struktur okoli 70 do 80 let, je pri izbiri lokacije in načrta treba upoštevati spremembe v zvezi z dinamiko obravnavanih življenjskih okolij, podnebjem in prostoživečimi živalmi (Clevenger in Huiser 2011). Da bi ugotovili, ali bo struktura za prehajanje stroškovno učinkovita, je treba ceno strukture pretehtati glede na več spremenljivk, vključno s pogostostjo trkov na določeni lokaciji, ceno strukture in pripadajoče ograje, pričakovano življenjsko dobo objektov, stroški vzdrževanja prehodov v primerjavi s stroški, ki bi nastali, če objektov ne bi bilo, ter glede na ocenjeno učinkovitost objektov/ukrepov pri preprečevanju trkov (Chrisholm in sod. 2010). Mostovi in nadhodi bi zaradi njihove visoke cene morali biti vedno zgrajeni za več kot le eno ciljno vrsto živali. Pri procesu načrtovanja morajo zato čim tesneje sodelovati inženirji in biologi oziroma strokovnjaki za ciljne živalske skupine.

Med procesom načrtovanja se hkrati obravnavajo številni parametri načrtovanja in predlagana rešitev je pogosto rezultat več funkcionalnih, ekonomskih in okoljskih dejavnikov. Možno je, da je zelo težko opredeliti stroške, ki so povezani s težavami zaradi fragmentacije. Pogosto se koristi omilitvenih struktur in ukrepov sčasoma povečajo, ko dobi nova infrastruktura še sekundarni vpliv na urbanizacijo ali spremembo rabe zemljišč, kar naknadno poveča pritisk na fragmentacijo prostora. Izračun koristi mora torej upoštevati tako dolgoročno učinkovitost izogibanja fragmentaciji kot tudi učinkovitost omilitvenih ukrepov.

Ključnega pomena so ukrepi za izogibanje, omilitev in nadomeščanje učinkov fragmentacije. Močno se priporoča razumne, obstojne rešitve in inženirske strukture z dolgo življenjsko dobo. Prostoživeče živali so lahko zelo občutljive načasne motnje, ki jih povzročajo obnovitvena dela in pogosto vzdrževanje omilitvenih objektov oziroma ukrepov.

Veliki sesalci za prehajanje praviloma uporabljajo samo podhode, nadhode in zelene mostove (ekodukte). Strukture za prečkanje morajo biti velike, omogočati morajo jasen razgled na drugo stran, in biti morajo kolikor je mogoče položne, ker bi jih strmi nakloni naredili manj odprte. Tla na obeh straneh prehoda morajo biti suha, uporabiti pa je treba naravni substrat (prst, vegetacija). Vegetacija na strukturi za prečkanje mora biti podobna tisti na robovih obeh strani, vendar pa je treba strukturo in gostoto vegetacije načrtovati glede na ciljno vrsto.

Presoji vplivov na obstoječih infrastrukturnih objektih morajo slediti priporočila o tem, katere lokacije in odseki naj se izboljšajo, da se bo zmanjšal barierni učinek. Priporočila po navadi vključujejo spremembe v obstoječih premostitvenih objektih, izdelavo novih ali dodatnih struktur, spremembe v zasaditvi in pri vzdrževanju.

Ustvarjanje prehodov čez obstoječe ovire je precej dražje od gradnje prehodov med gradnjo novih cest in železniških prog. Velik del obstoječe infrastrukture, mostov, prepustov in drugih konstrukcij se lahko prilagodi tako, da se izvedejo omilitveni ukrepi. Z manjšimi prilagoditvami lahko obstoječi prehodi za ljudi postanejo primerni za prilagoditev v prehode primerne tudi za prostoživeče vrste.

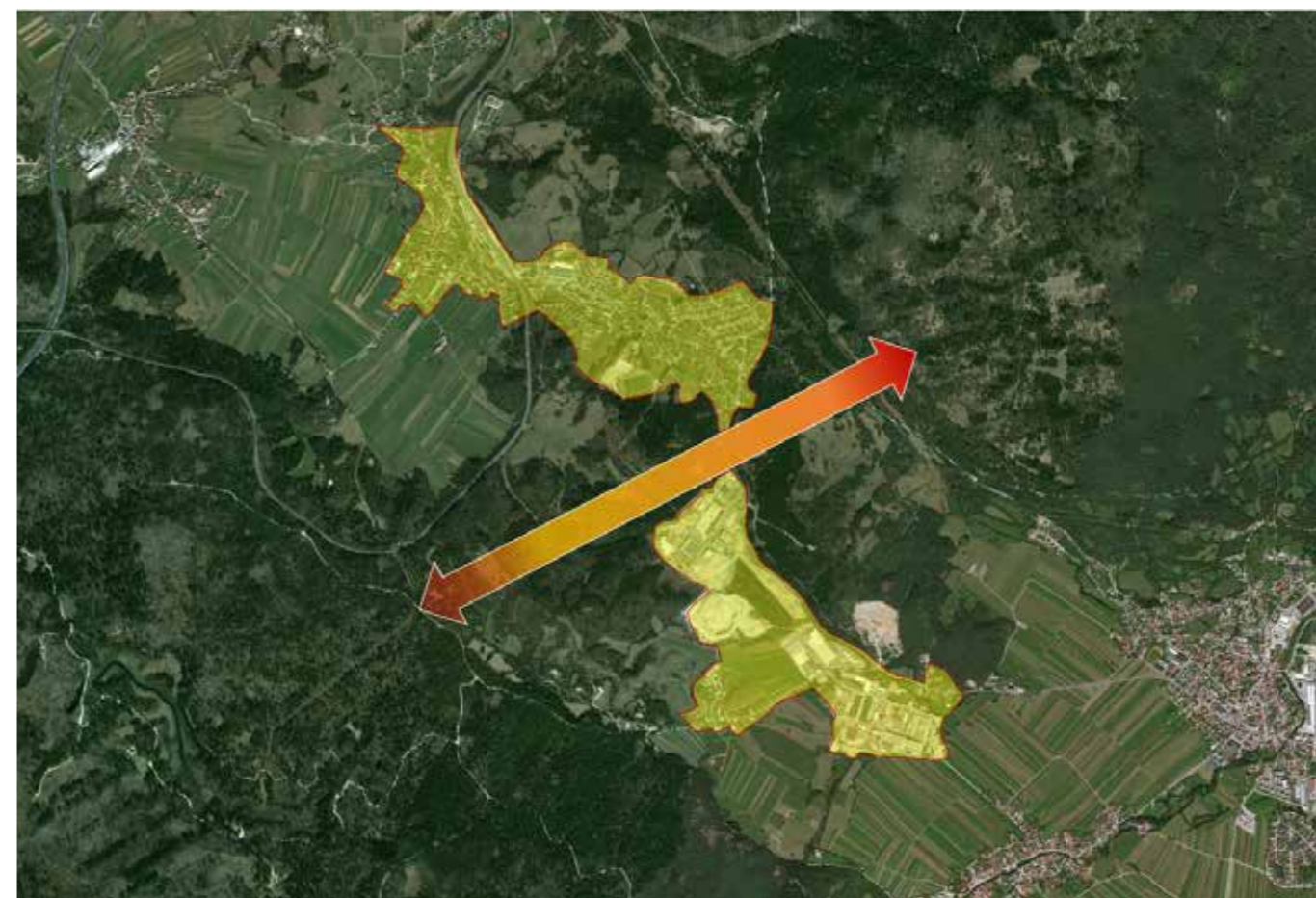
Nadgradnja prometne infrastrukture po navadi poveča barierni učinek. Če obstoječa infrastruktura še ni bila zgrajena ob upoštevanju omilitvenih ukrepov, so nova gradbena dela izvrstna priložnost, da se vključijo tudi takšni ukrepi, saj je gradnja prehodov čez obstoječe ovire na splošno mnogo dražja kot pa gradnja prehodov ob gradnji novih cest in železniških prog.

V takšnih primerih prvotno izvedene okoljske presoje lahko postanejo zastarele in pogosto je treba izvesti novo presojo: fragmentacija, ki jo je povzročila obstoječa infrastruktura bi lahko imela vpliv na območje in na druge vzroke fragmentiranosti, ki v času izvedene presoje niso bili predvideni. Zato je treba učinke ponovno oceniti in izpeljati dodatne analize o možnih vplivih na obravnavano območje. Občutljivost habitatov ob upoštevanju njihove fragmentiranosti, mobilnost živali, velikosti njihovih teritorijev oziroma domačih okolišev ter stopnja njihove občutljivosti na motnje so vsi tisti dejavniki, ki jih je treba pri načrtovanju in presojah skrbno pretehtati.

5. PREHODI ZA PROSTOŽIVEČE ŽIVALI

V večini populacij sesalcev je v običajnih pogojih vedno del populacije, katere osebki nimajo stalnih teritorijev, pač pa migrirajo na velike razdalje. To so pogosto mlade živali, ki so bile izrinjene iz njihovih rodnih/starševskih območij; v drugih primerih pa gre za starejše oziroma odrasle osebke, ki migrirajo, ker iščejo hrano, spolne partnerje ali zaradi razmnoževanja. Motivacija za migriranje in značilnosti migracij številnih vrst še vedno niso povsem razjasnjena, vendar pa so te migracije zagotovo ključnega pomena za preživetje in viabilnost populacij. Migracije osebkov iz velikih donorskih populacij omogočajo živalskim vrstam, da poselijo tudi manj ugodna območja na katerih bi izolirane populacije izumrle v razmeroma kratkem obdobju. Migracije omogočajo kompenziranje nihanja številčnosti populacij, ki jih povzročajo občasna poslabšanja razmer v prostoru, epidemije, vremenski ekstremi in naravne katastrofe. Na drugi strani pa migracije omogočajo širjenje arealov vrst na tistih območjih, kjer se vzpostavijo ustrezne življenjske razmere zanje. Imigracije in emigracije znotraj obstoječega območja razširjenosti omogočajo potrebno gensko izmenjavo, s katero se zagotavlja ohranjanje genetske raznolikosti.

Ustrezne oblike premostitvenih objektov ublažijo negativne barierne učinke cest in drugih infrastrukturnih objektov, saj omogočijo lažje gibanje živali preko glavnih prometni poti. Kadar potreba po ublažitvi učinkov fragmentacije vodi v izgradnjo zelenih mostov - ekoduktov in drugih prehodov za prostoživeče živali, so



Primer koridorja pri industrijski coni Podskrajnik, ki povezuje sosednji habitatni krpi primerne prostora za medveda. Območje je pomembno tudi za povezljivost prostora za druge velike zveri. Neustrezno širjenje urbanih površin oziroma industrijske cone bi lahko takšno povezavo popolnoma prekinilo. (Atlas okolja 2018)

lahko investicije precej velike. Če so takšne rešitve potrebne tudi na obstoječih cestah, izvedba projekta morda ne bo preprosta in investitorji imajo pogosto težave z zagotavljanjem potrebnih virov. To kaže kako pomembno je, da se že na začetku poskušamo izogniti fragmentaciji in pustiti obstoječe habitate vrst neokrnjene v čim večji meri. Infrastrukturni odločevalci in njihove strokovne službe morajo ohranjati tesne stike z lokalnimi skupnostmi in načrtovalci projektov ter skupaj zagotavljati, da se učinkovitost prehodov za prostoživeče živali ne bo zmanjšala zaradi drugih strukturnih načrtov ali drugačne rabe zemljišč.

Na svetu se za iste strukture uporabljajo različni izrazi. V ZDA so prehodi razdeljeni v štiri tipe: pokrajinski mostovi, prehodi za prostoživeče živali, večnamenski prehodi in pokriti vkopi. Razlikujejo se po velikosti, vsi pa so načrtovani izključno za prostoživeče živali, razen večnamenskih prehodov, ki so namenjeni ljudem in prostoživečim živalim. Večina prehodov za prostoživeče živali, ki so zgrajeni v Evropi so široki 25-80 m, medtem ko so mostovi daljši od 100 m in v skladu s priporočili široki najmanj 70 m.

Izbira tipa prehoda je odvisna od ciljnih vrst, dolžine prehoda in topografskih značilnosti. Prehodi za velike sesalce se morajo nahajati v bližini migracijskih poti, ki jih običajno uporabljajo, oziroma so jih uporabljali pred izgradnjo. Trase se lahko določijo na podlagi terenskega dela (kartografiranje sledi), statističnih podatkov o povozih ali drugih podatkov strokovnih in raziskovalnih institucij. V idealnih razmerah bi morali imeti vsi prehodi za prostoživeče živali čim bolj omejen dostop za ljudi, saj tako zagotavljamo, da jih prostoživeče



V idealnih razmerah bi morali imeti vsi prehodi za prostoživeče živali čim bolj omejen dostop za ljudi, saj tako zagotavljamo, da jih prostoživeče živali uporabljajo v največji možni meri. (Foto: Kusak J.)

živali uporabljajo v največji možni meri. Najbolje je, če so takšni objekti narejeni posebej in izključno za živali, vendar je v okolju s prevladujočim človekovim vplivom seveda neizogibno, da nekatere od njih uporabljajo tudi ljudje za namene prometnih povezav in rekreacije. Pogosto se lahko obstoječe prehode prilagodi potrebam živali in tako služijo kot prehodi za živali.

Številčnost in razporejanje premostitvenih objektov za prostoživeče živali

Praviloma en sam objekt za prečkanje avtoceste ni dovolj za povečanje prepustnosti saj so potrebe različnih vrst lahko različne, pa tudi znotraj posameznih vrst je prehodnost prometnice ob takšnem točkovnem prehodu še vedno zelo omejena, zato je vzdolž prometnic treba načrtovati več objektov. Pri določanju števila in lokacije prehodov je treba upoštevati različne elemente: vrsto živali, velikost in povezljivost habitata, velikost ciljnih populacij in druge antropogene strukture vzdolž avtoceste.

Odločitev o pogostosti prehodov za živali, ki so potrebni za ohranjanje povezljivosti habitatov je zelo pomembna pri načrtovanju omilitvenih ukrepov. Odločitev o številu in vrsti potrebnih ukrepov je odvisna od ciljnih vrst in razširjenosti habitatnih tipov na območju. V nekaterih primerih bi bilo treba zgraditi enega ali več širokih prehodov, medtem ko se drugje težave lahko odpravijo z večjim številom manj obsežnih ukrepov. Dodatni argument za izgradnjo več prehodov je, da se porazdeli tveganje, da prehod ne bo uporabljen kot je bilo predvideno. Za določitev potrebnega števila prehodov se lahko kot usmeritev uporabi prostorsko vedenje ciljnih vrst. »Prispevno« oziroma vplivno območje prehodov za živali je omejeno tudi za mobilne vrste. Na kakšni oddaljenosti bodo lahko posamezne vrste sposobne doseči oziroma uporabljati prehode je v prvi vrsti odvisno od velikosti njihovih domačih okolišev ter značilnih socialnih interakcij med osebkami, ki določajo oziroma omejujejo njihovo mobilnost.

Ko se določa pogostost prehodov je treba upoštevati vse možnosti, ki živalim omogočajo prečkanje prometnic, vključno z že obstoječimi. Na splošno mora biti pogostost prehodov višja v naravnih območjih, t.j. gozdovih, mokriščih in v kmetijskih območjih, kot pa v gosto poseljenih območjih ali območjih intenzivne kmetijske krajine.

Razdalja med dvema prehodoma praviloma ne sme biti daljša od povprečnega dnevnega premika, ki ga opravijo določene vrste. Pri proučevanih medvedih na Hrvaškem je ta znašal 1,4 km (Huber in Roth 1993, cit. po EuroNatur 2010), medtem ko je pri volkovih v Dalmaciji razdalja znašala 2,2 km (Kusak in sod. 2009). Druga možna rešitev, ki je ključna za velike zveri zahteva postavitve najmanj dveh objektov znotraj velikosti domačega okoliša posameznega osebka.

Prehodi in druge strukture, ki omogočajo povezljivost

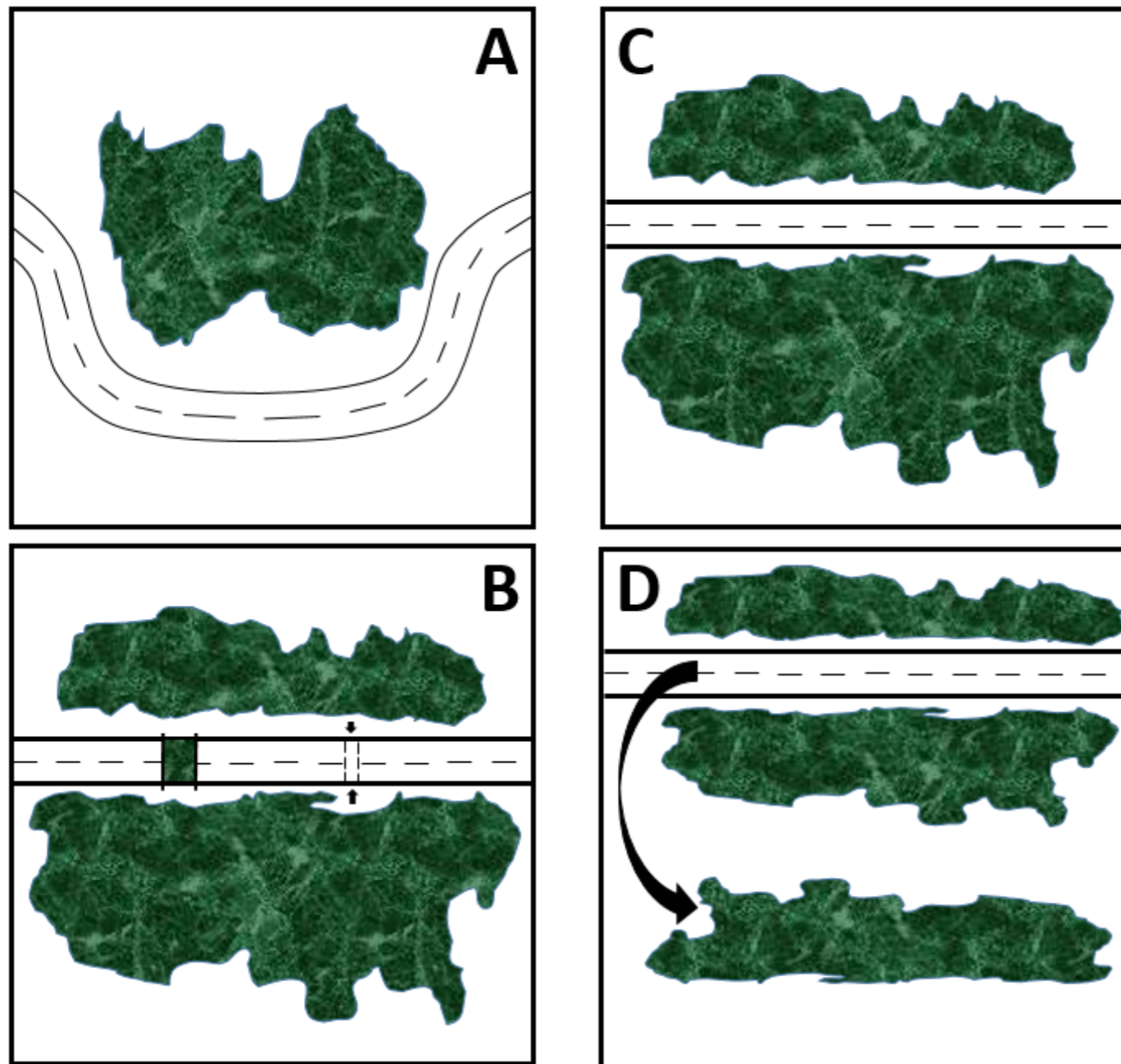
Med najučinkovitejšimi omilitvenimi ukrepi pri načrtovanju prometnic je izbor najmanj škodljive trase v kombinaciji z naravovarstveno konzervativno zasnovo. Temeljna načela pri tem so izogibanje škodljivim učinkom ali, v kolikor to ni mogoče, blaženje negativnih vplivov. Kadar učinkov ni mogoče v celoti omiliti je treba uporabiti izravnalne/nadomestne ukrepe.

Obstoječa infrastruktura

Pri gradnji nove infrastrukture in v večini primerov pri obnavljanju obstoječe infrastrukture je treba upoštevati posledice fragmentacije habitata, na primer z izvedbo PVO. V primeru obstoječe

infrastrukture pa ne obstajajo nobeni neposredni zakonodajni predpisi, ki bi določali odpravo težav zaradi na primer bariernega učinka, ki jo ta lahko predstavlja.

V skladu z Direktivo o habitatih (1992) so države vendarle dolžne „vzpostaviti nadzor nad nenamernim ulovom in ubijanjem vrst, navedenih v Prilogi 4“. To vključuje tudi smrtnost v prometu, zato se Direktiva nanaša tudi na obstoječe prometnice. V skladu s prilogo je v primeru vrst, pri katerih ima nenamerno ubijanje negativen vpliv, treba izvajati varstvene ukrepe. Pri tem je pomembno, da se določijo črne točke ali odseki, na katerih obstoječa cesta posega v naravne strukture (reke, rečne doline, gozdove itd.), ki so del disperzijskih - migracijskih poti ali pa so lokalno pomembni habitati. Poleg tega je pomembno, da se določi kje in kako izboljšati obstoječe ukrepe in kdaj je treba uvesti nove s katerimi bi izravnali negativne posledice prometnice.



Shematski prikaz učinkov in uporabe različnih načinov preprečevanja oziroma zmanjševanja učinkov fragmentacije življenjskega prostora vrst. A – izogibanje, B – fragmentacija habitata, C – omilitev fragmentacije habitata, D – nadomeščanje izgube habitata

Nadhodi in mostovi

Učinkovitost nadhodov za prostoživeče živali sovpada z njihovo širino. Na splošno je večina nadhodov v Evropi širokih med 25 do 80 m ter imajo plast prsti globoko od 0,5 do 2 m, kar omogoča rast vegetacije. Za zmanjšanje ravni hrupa in osvetljenosti s ceste se uporabljajo tudi žične ograje ali zemeljski nasipi. Namestijo se tudi ograde, ki usmerjajo živali k vhodu (EuroNatur 2010).

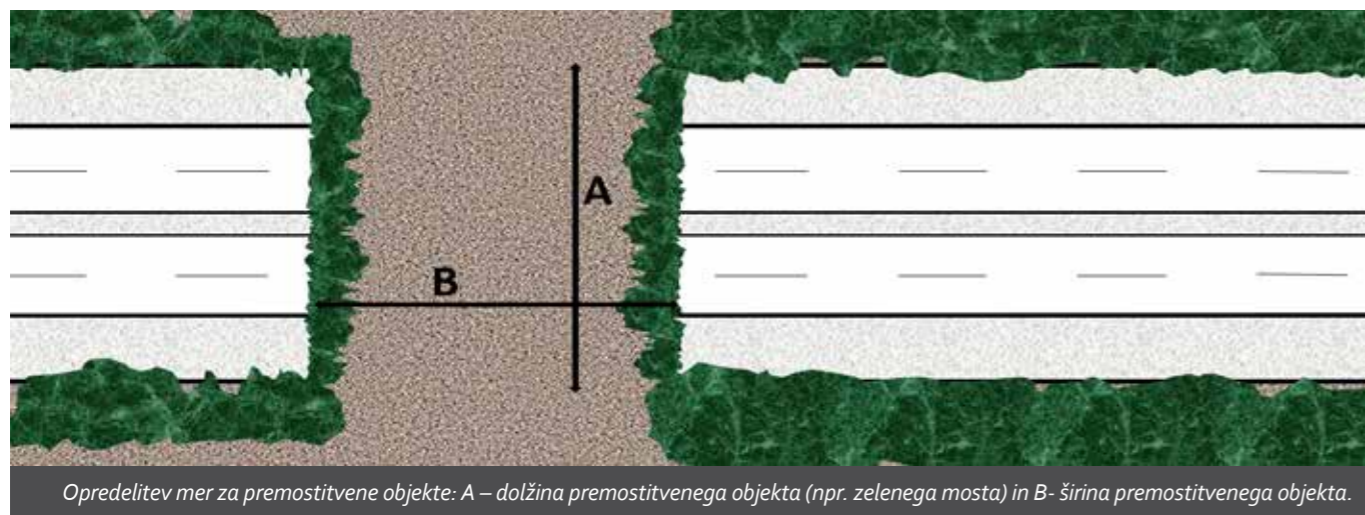
Nadhodi za prostoživeče živali in zeleni mostovi ali ekodukti so mostovi zgrajeni za točno določen namen in ponavadi potekajo preko železniških prog ali cest z več voznimi pasovi, oziroma na prometnicah z visoko gostoto in hitrostjo prometa. To je sicer drag, a učinkovit način za zmanjšanje (vsaj lokalno) učinka fragmentacije, ki jo povzroča cestna infrastruktura.

Širina, oblika in vegetacija na prehodih so v veliki meri odvisne od ciljnih vrst. Pri velikih sesalcih sta širina in lokacija nadhoda pomembnejši od oblike, substrata ali vegetacije. Ker so nadhodi dragi je zaželeno, da so strukture zasnovane tako, da so namenjene več kot zgolj eni ali dvema ciljnim vrstama. Veliki sesalci, zlasti velike zveri, potrebujejo široke nadhode. Priporočena standardna širina znaša najmanj 80 m (med ograjami) (Bank in sod. 2002, cit. po Chrisholm in sod. 2010). Širina mora naraščati v skladu z dolžino nadhoda. Minimalni količnik med širino in dolžino mora biti višji od 0,8. Pri ožjih nadhodih pogosto uporabijo posebne ograje in nasipe s katerimi zmanjšajo motnje zaradi hrupa in svetlobnih žarkov s prometnice.

Večina smernic za gradnjo zelenih mostov predlaga gradnjo zelenih mostov v širini več kot 80 m. Zeleni mostovi namenjeni velikim zverem pa naj bi bili široki med 100 in 200 m, saj le tako tak premostitveni objekt v celoti izkoristi svojo ekološko funkcijo. Optimalna širina je sicer odvisna od strukture okoliškega prostora in naravovarstvenega pomena za ohranjanja njegove povezljivosti. Na najpomembnejših območjih mora biti zeleni most širok nekaj sto metrov, da lahko ustrezno ohranja povezljivost naravnega okolja.



Ustrezno umeščeni zeleni mostovi so med najučinkovitejšimi premostitvenimi objekti za zmanjševanje fragmentacije prostora velikih sesalcev, zlasti velikih zveri. (Huber Đ.)



Opredelitev mer za premostitvene objekte: A – dolžina premostitvenega objekta (npr. zelenega mostu) in B- širina premostitvenega objekta.

Pri načrtovanju nadhodov, se je treba izogibati usločnim oblikam prehodov. Zdi se, da se prostoživeče živali obotavljajo uporabljati usločene objekte, ker nimajo dobrega vpogleda na drugo stran (Schrag 2003, cit. po Chrisholm in sod. 2010). Tudi naklon je treba dvigovati postopoma, v idealnih razmerah naklon ne bi smel presegati razmerja 5:1, tako da lahko živali vidijo čez, na nasprotno stran (Huijser in sod. 2008, cit. po Chrisholm in sod. 2010). Če lahko žival zaznava ustrezen prostor na nasprotni strani prometnice, je večja verjetnost, da bo objekt uporabila.

Vegetacija na zelenih mostovih služi za usmerjanje živali čez most in mora odražati podobne značilnosti kot jih ima prostor na obeh straneh objekta. Večje vrste sesalcev pogosto usmerja grmičevje in drevje, ki jim nudi zavetje ter jih ščiti pred svetlobnimi žarki in hrupom, ki prihaja s ceste. Za zasaditve je treba uporabljati zgolj domorodne rastline, po možnosti lokalno najpogostejše. Korenine in drevesa lahko otežijo vzdrževanje objektov, tako da je pri izbiri ustreznih dreves treba upoštevati tudi vzdrževanje in prometno varnost. Debelina prsti je lahko različna in je odvisna od vrste vegetacije. Priporočena debelina prsti je 0,3 m za travnato rušo/zeliščni sloj, 0,6 m za grmičevje ter 1,5 m za drevesa. Za usmerjanje živali k ustreznemu prehodu se lahko uporabijo še drugi dodatni objekti, bodisi zaslони (trdni zidovi) nasipi ali ograje. Ograje so nujno potrebne na zunanjem robu nadvoza in morajo biti tesno povezane z ograjo, ki poteka ob prometnici.



Zeleni most Osmakovac (Hrvaška) pred ustrežno ozelenitvijo, zasaditvijo vegetacije 2005 in po njej (2016) (Foto: Kusak J.)



Pri načrtovanju je treba upoštevati, da se objekte gradi za obdobje 50 do 100 let ali več. Zasnova in zavarovanje koridorja, ki omogoča dostop do nadvozov, mora tako biti takšna, da bo lahko v uporabi toliko časa in mora biti del širšega prostorskega načrta na lokalni in regionalni ravni. Vzpostaviti je treba tudi ustrezen načrt vzdrževanja. Posegi v prostor (na področju stanovanjskih objektov, lokalnih cest, industrijskih območij), ki bi zmanjšali funkcionalnost nadhoda ne smejo biti dovoljeni. Lov na nadhodih in v njihovi bližnji okolici ne sme biti dovoljen. V kolikor je predvideno, da bo nadhod namenjen tudi vozilom ali pešcem, je to treba skrbno načrtovati. Za pešce je primernejša ožja pot, zato da je njihovo gibanje čim bolj strnjeno in usmerjeno.

Prav tako je odgovornost za vzdrževanje potrebno določiti že v fazi načrtovanja. Tisti, ki so odgovorni za vzdrževanje, morajo dobiti ustrezna navodila v kolikor niso sodelovali v procesu načrtovanja in morajo tesno sodelovati z odgovornimi za vzdrževanje cest. Redni pregledi objektov, tesnilnih in drenažnih sistemov so izredno pomembni in morajo biti del običajnega vzdrževalnega procesa. Vegetacijo je treba ohranjati v skladu s prvotnimi cilji nadvoza.



Primer neustrezne izvedbe zelenega mostu (Vranovića ograda, Hrvaška) preko katerega je speljana tudi lokalna cesta do bližnje vasi.

Večnamenski nadvozi

Idealno bi bilo, če bil za vse prehode, načrtovane za prostoživeče živali, omejen dostop za ljudi, s čimer bi zagotovili, da jih prostoživeče živali uporabljajo v največji možni meri. Vendar pa je v urbanem okolju, kjer so naravne površine omejene, nujno, da te objekte uporabljajo tudi ljudje v rekreacijske namene in transport. V skladu s predlogi, kakšen naj bo koridor ali prehod, da ga bodo lahko uporabljali tako ljudje kot prostoživeče živali, je treba: (1) omejiti dostop do prehoda domačim živalim in živini; (2) umestiti pot za ljudi na eni strani koridorja in ne na sredini; (3) uporabiti vegetacijo, skale in drug material, s katerim se ustvari vizualna meja med delom, namenjenim ljudem, ter delom, namenjenim prostoživečim živalim ter poskrbeti za kritje, ki ga lahko živali uporabljajo pri prečkanju; (4) upoštevati, da so skupni prehodi priporočeni zgolj, kadar je prehod dovolj širok in ne predolg.



Primer večnamenskih nadvozov pri Velikem Gabru (avtocesta Ljubljana – Zagreb), ki vključuje lokalne ceste in poti, po njuni izgradnji pa so v njeni neposredni bližini zgradili tudi nove stanovanjske objekte, ki še dodatno zmanjšujejo učinkovitost takšnih prehodov za velike sesalce. (Atlas okolja)

Podhodi

Podhodi za prostoživeče živali vključujejo vse vrste prehodov, ki so zgrajeni kot povezava pod ravnjo, na kateri poteka promet. Še posebej ustrezno rešitev predstavljajo v hribovitih predelih, ali pa tam, kjer je infrastrukturni objekt zgrajen na nasipu. Podhodi za velike živali so prednostno zgrajeni za sesalce (divje prašiče, rastlinojede parkljarje, velike zveri), vendar pa jih prav tako brez težav uporabljajo manjši sesalci. Da bi zagotovili njihovo uporabo, jih je treba umestiti ob trasah, ki jih običajno uporabljajo ciljne vrste, kjer lokalna topografija in vegetacija usmerja premike proti prehodu. Podhod ima določeno višino, širino in dolžino. Dolžina je ponavadi enaka širini cestišča ali železniške proge in je torej fiksna. V zvezi z opisom dimenzij podvoza se ponavadi izračuna indeks relativne odprtosti s formulo širina x višina/dolžina. Dolžina podhodov je fiksna, širino in višino pa se lahko prilagaja v skladu s potrebami živali. Priporočena minimalna širina in višina znašata 15 m ter 3-4 m. Indeks relativne odprtosti mora biti nad 1,5 kadar je podvoz načrtovan za velike sesalce (EuroNatur 2010). Izkušnje kažejo, da se sesalci lahko naučijo uporabljati podvoze, ki se nahajajo znotraj njihovih teritorijev. Neizkušene živali, še posebej mlade živali, ki so v disperziji, ali živali, ki uporabljajo podvoze zgolj občasno ob sezonskih migracijah, so lahko na dimenzije prehodov bolj občutljive. Vegetacija pod podhodi pogosto ne uspeva zaradi pomanjkanja svetlobe in vode, vendar pa je treba zanjo ves čas skrbeti. Tla v notranjosti morajo biti pokrita s prstjo (t.j. naravna tla). Grmičevje, posajeno pri vhodu, lahko služi za usmerjanje proti prehodu in skozi njega. V ta namen se lahko uporabijo tudi ograje. Drugi elementi, ki jih imajo rade veliki sesalci, vključujejo neoviran pogled skozi podhod, položen prehod preko premostitvenega objekta ter suha naravna tla (prst ali vegetacija) na obeh straneh prehoda (Chrisholm in sod. 2010).

Tako kot velja za nadhode so tudi podhodi in drugi premostitveni objekti nelovne površine na katerih se ne sme izvajati lova. Vzdrževanje mora biti določeno v fazi načrtovanja, odgovorni za vzdrževanje (če ga ne izvajajo vzdrževalci prometnic), pa morajo tesno sodelovati z odgovornimi za vzdrževanje prometnic. Redno je treba



Prehodnost podhodov za velike sesalce je poleg lokacije odvisna tudi od širine, višine in dolžine objekta, oziroma t.i. indeksa odprtosti. Levo: Podvoz z nizim indeksom odprtosti je neprimeren za prehajanje nekaterih vrst velikih sesalcev. (Črtalič J.) Desno: Podvoz pod katerim poteka tudi potok, cesta je umeščena ob robu podhoda/podvoza. (Potočnik H.)



Pomemben del vzdrževanja ustreznosti premostitvenih objektov je tudi zagotavljanje njihove prehodnosti. Odlaganje materiala, shranjevanje kmetijskih strojev, silažnih bal in podobnega lahko pomembno zmanjšuje prehodnost objektov za živali. (Potočnik H.)

izvajati preglede objektov, vse ovire, odložene ali nakopičene v prehodu, morajo biti odstranjene v najkrajšem možnem času. Drenažni sistem mora zagotavljati suho notranjost podhoda tudi po močnem deževju.

Viadukti in mostovi čez reke

Infrastrukturni objekti lahko potekajo skozi doline po nasipih ali viaduktih. Viadukti prinašajo veliko okoljskih prednosti v kolikor so postavljeni na pravih mestih.

Viadukti so najprimernejši v ozkih dolinah, ki jih obdajajo strma območja, ker ohranjajo povezljivost in omogočajo gibanje vrst ter minimalno posegajo v prostor pod njim. Tako se pod njimi pogosto v veliki meri ohranijo naravni vodotoki in obstoječa narava. Nasipi so pogosteje uporabljeni v širokih, plitvih dolinah, kjer se lahko ohrani določena povezljivost le z uporabo ustrezno lociranih velikih prepustov in podhodov. V primerjavi z viadukti so bistveno manj prepustni za prehajanje živali.



Nizki viadukti, kot na primer pri Uncu (Črtalič J.) (SLO) in Baštica (Huber Đ.) (HR) so veliko bolj propustni za prehajanje živali kot nasipi.



Z vidika ekološke ustreznosti so nizki viadukti boljša rešitev kot nasipi, saj nudijo boljšo povezljivost prostora in so primerni za širši nabor vrst kot manjši podhodi. Poleg tega imajo manjši vpliv na mikroklimatske razmere v okolici v primerjavi z nasipi. Še posebej so primerni, kadar prometnica prečka vodotoke ali občutljive habitatne tipe kot so mokrišča ali kraška polja.

Da bi bil prehod primeren za prostoživeče živali, mora biti površina območja pod viaduktom ohranjena ali načrtovana tako, da je čim bolj naravna. Plast prsti je vedno boljša kot pesek, kamniti tlak ali asfalt. Za ustrezno rast vegetacije bi morali biti viadukti visoki vsaj 5 m (10 m v gozdnatem okolju), za zagotovitev dodatne svetlobe, pa sta lahko cestišči nadvoza ločeni in potekata na dveh vzporednih objektih. Če viadukt poteka čez reko, mora biti tako širok, da je pod viaduktom na vsaki strani vsaj 10 m prostora za rast obrežne vegetacije, vodotok pa mora biti ohranjen v čim bolj naravnem stanju. V kolikor pod viaduktom teče cesta, na kateri poteka promet tudi ponoči, se priporoča uporaba nasipov ali drugih struktur za zmanjšanje



Pod viadukti lahko ostaja naravna vegetacija in tako dobro povezuje linije vegetacije na obeh straneh prometnic, kar pogosto usmerja in olajša prehajanje živali (viadukt Selo). (Potočnik H.)



Predori (v primerjavi z ostalimi premostitvenimi objekti) so daleč najboljša rešitev za popolno izogibanje posegom v območja z visoko naravovarstveno vrednostjo. (Huber Đ.)



Območje nad tunelom je popolnoma ohranjeno, kar je še posebej pomembno, če ima pomembno ekološko vlogo povezovanja habitatnih krp. (tunnel Plasina, Hrvaška)

vpliva osvetlitve zaradi prometa. Območje pod viaduktom se ne sme uporabljati kot skladišče za opremo, kmetijsko mehanizacijo, oziroma ne sme biti ograjeno. Dostopnost za vozila lahko zmanjšamo z namestitvijo ustreznih ovir, ki preprečijo oziroma zmanjšajo intenzivnost prehajanja.

Tuneli

Tuneli so najboljša zasnovna rešitev za prehajanje živali preko prometne infrastrukture ter za zaščito naravnega okolja in njegove povezanosti, ki ima visoko naravovarstveno vrednost. Stroški izgradnje so sicer lahko visoki, vendar pa so koristi za naravno okolje neprecenljive. Razpon koristi je odvisen od metode izgradnje tunela. Izvrtani predori omogočajo, da območja z visokim naravovarstvenim pomenom ostanejo nedotaknjena ter povzročajo najmanj okoljske škode. Galerije in pokriti vkopi so lahko primernejši za območja manjšega ohranitvenega pomena, kjer pa je zaželeno, da se ohrani povezljivost med habitatni ciljnih vrst.

Uporaba vegetacije

V fazi zasnove je pomembno poznati vrsto vegetacije in sestavo vrst, ki so v skladu z umeščeno novo prometno infrastrukturo. Najpomembneje je upoštevati vključenost v pokrajino, prispevek k ohranjanju narave in interese uporabnikov. Kjer je možno, morajo načrti zasaditve vključevati domorodne vrste, ki naravno rastejo na tipu prsti, ki je prisotna ob prometnici. Za uspešno rast naj ne bi potrebovale namakanja. Kadar je to primerno, se mora kot nadomestna rešitev za zasaditve uporabiti naravna regeneracija vegetacije. Če se vegetaciji omogoči, da se regenerira na naraven način, bo okoliški prostor v največji meri ustrezal lokalnim habitatnim tipom v okolici.

6. PREPREČEVANJE IN ZMANJŠEVANJE SMRTNOSTI

Eno od glavnih tveganj za varnost v prometu, ki lahko vodi v prometne nesreče, je vstopanje prostoživečih živali, tudi medvedov, na ceste. Zato si je treba ves čas prizadevati za ločevanje prometa in prostoživečih živali, saj lahko le tako zmanjšamo verjetnost prometnih nesreč z resnimi posledicami ali celo z izgubo človeških življenj.

Ukrepi opisani v nadaljevanju so namenjeni preprečevanju dostopa prostoživečim živalim do cest in drugih prometnic ali pa jih od njih odvrtačajo. Ukrepi sami delujejo kot ovire in tako še dodatno povečajo barierni učinek prometnic. Da bi to preprečili, jih je treba vedno uporabiti skupaj s prehodi, ki usmerijo živali proti in skozi objekte, preko katerih lahko varno prehajajo.

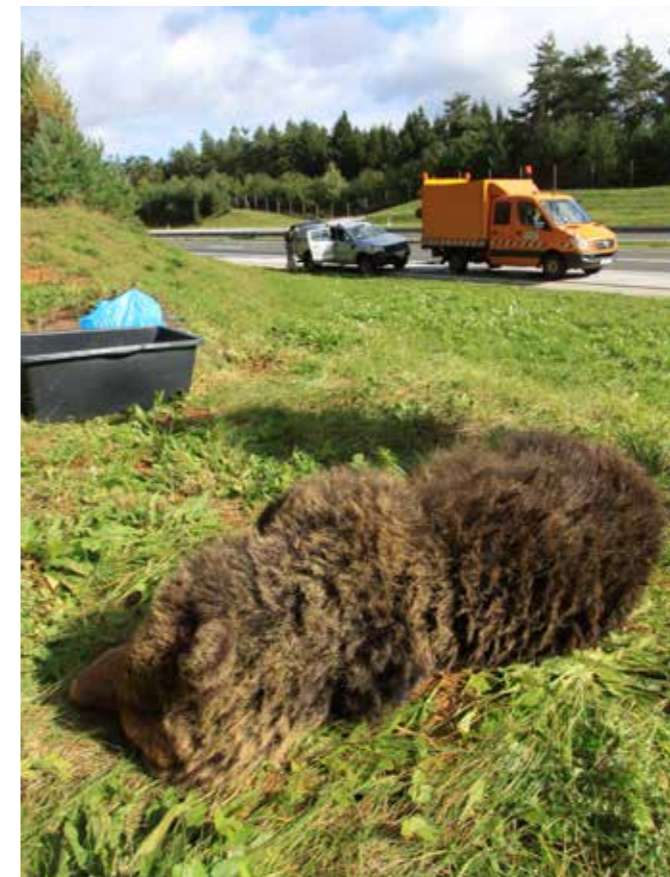
Ograje

Ograje in zidovi imajo lahko velik barierni učinek, kot tudi velik učinek na videz ceste v prostoru. Njihova uporaba mora biti omejena na posebno infrastrukturo, na kateri so resnično potrebne. Ograje se v večini primerov postavlja zato, da se živalim prepreči dostop do cest s čimer se zmanjša število nesreč zaradi trkov z vozili, še posebej med velikimi sesalci. Na cestah ali železniških progah, kjer poteka promet pri velikih hitrostih, je tveganje za nesreče visoko, tako so hitre ceste in avtoceste v večini evropskih držav (tudi v Sloveniji in na Hrvaškem) po celotni dolžini obdane z ograjo, medtem ko so na cestah z nizko gostoto prometa ograje nameščene le na najbolj tveganih odsekih. V takšnih primerih so nevarne točke na zaključkih ograj, na ograjenih cestah (hitre ceste, avtoceste) pa so lahko kritične lokacije odprti izvozi in uvozi. Nanje živali na teh mestih vstopijo na območje prometnice, nato pa pogosto ostanejo ujete na cestišču. Da bi to preprečili, se morajo ograje vedno zaključiti ob objektih kot so mostovi ali prehodi, kjer je možno varno prečkanje ali pa, kadar je ograjen samo posamezen cestni odsek, morajo ograje segati 500 m ali več izven nevarnega območja. Če je mogoče, je treba ograje postaviti blizu ceste, da se zmanjša območje, ki je prostoživečim živalim nedostopno. Ne glede na namen, pa ograje še vedno povečujejo barierni učinek, zaradi česar je potrebno ob uporabi ograj načrtovati tudi lokacije, kjer bodo prostoživeče živali lahko varno prečkale prometnico. Skupaj s prehodi za prostoživeče živali se ograje uporabljajo kot usmerjevalne linije do mest za prehajanje. Kjer obstaja nevarnost, da žival ostane ujeta na cestišču, morajo biti na voljo izhodi, ki omogočajo živali, da pobegne z nevarnega območja.

Običajne ograje za prostoživeče živali so iz kovinske mreže, ki je pritrjena na stebre. Višina in velikost mreže je odvisna od ciljnih vrst, ki jim je namenjena. Višina ograje mora biti takšna, da je živali ne morejo preskočiti, na dnu pa mora biti pritrjena tako, da se živali ne morejo splaziti pod njo. Na območjih, pokritih s snegom, mora biti tudi pozimi zagotovljena minimalna višina, zgornja žica na mreži pa naj bo dovolj močna, da prenese težo snega. Kovinska mreža mora biti pričvrščena na zunanji strani drogov in je obrnjena stran od ceste. Tako se prepreči padec mreže ob naletu divjadi in drugih prostoživečih živali. Primerni so kovinski ali leseni stebri, v kolikor so dovolj trdni, da zdržijo pritisk živali. Smernice priporočajo (Technical prescriptions..., 2016), da so pokončni stebri premera od 10-12 cm (če so leseni), ter 5-6,5 cm (če so jekleni). Vsi stebri morajo biti trdno vkopani v tla (70 cm ali več). Medvedi so spretni plezalci, zaradi česar zanje klasične ograje ne predstavljajo učinkovite ovire, kljub temu pa jih pogosto zadržijo in usmerjajo na lažje prehodna mesta. Temu navkljub pa medvedi na nekaterih mestih pogosteje preplezajo ograje, takšne lokacije pa prepoznavamo po večjem številu prometnih nesreč, do katerih je prišlo po trkih medvedov z vozili. V takšnih primerih so se za zelo učinkovite izkazale dodatne električne



Z dopolnjevanjem in nadgradnjo omilitvenih ukrepov lahko izboljšamo prepustnost ali zmanjšamo smrtnost živali tudi na sodobnejših avtocestah. (Reljić S.)



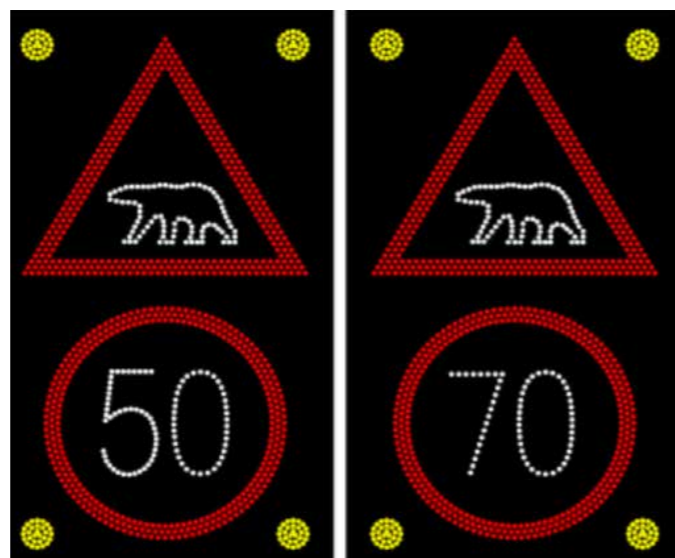
Preprečevanje dostopa do avtocest in odvrtačanje zadrževanja medvedov na kritičnih odsekih prometnic lahko pomembno vpliva na zmanjševanje njihove smrtnosti pri prehajanju in posledično povečuje demografsko samozadostnost določenih delov populacije. (Huber Đ.)



Vzdrževanje cestne ograje je pomembno tako za zmanjševanje smrtnosti živali na prometnicah kot tudi za zagotavljanje varnosti udeležencev v prometu, kar je še posebej pomembno pri tako velikih živalih kakršen je medved. (Huber Đ.)



Vse avtoceste v Sloveniji in na Hrvaškem so zaradi zagotavljanja prometne varnosti ograjene z vsaj 160 cm visoko ograjo. Na nekaterih kritičnih odsekih jo zaradi zadrževanja medvedov dopolnjuje še električna ograja. (Potočnik H.)



Dinamični prometni znaki, ki s pomočjo senzorjev zaznavajo živali ob cestiščih, aktivno opozarjajo voznike, so veliko bolj učinkoviti pri zmanjševanju hitrosti vozil in povečevanju pozornosti voznikov v primerjavi s klasičnimi prometnimi znaki.

ograje. Ker pa so te ograje dražje in jih je treba redno vzdrževati, so praviloma uporabljene le na kritičnih odsekih ali zgolj občasno, da se živali navadijo na spremenjene razmere v prostoru po izgradnji nove infrastrukture.

Običajne ograje, ki so namenjene velikim sesalcem, za medvede morda ne bodo primerne. Na odsekih, kjer se lahko pojavijo medvedi, je lahko alternativna rešitev tudi nameščanje posebnih ograj za medvede. Kot najbolj učinkovita se je izkazala mreža v dimenziji 8x10 cm, z debelino žic 2,7 mm, višine treh metrov ter ima 80 cm previsa pod kotom 45 stopinj, ki je usmerjen stran od ceste. Spodnji del ograje mora biti okrepljen z 1,5 m široko vodoravno stranico iz mreže, ki je pritrjena na zunanji strani ograje in prepreči medvedom, da bi

kopali pod njo. Stebri (s priporočenim premerom 60 mm in debeline 4 mm) morajo biti prav tako okrepljeni (Technical prescriptions..., 2016). Pregled ograje mora biti del rednega pregleda ceste vsaj enkrat na leto, v prvem letu po postavitvi pa pogosteje. Luknje in druge poškodbe je treba takoj popraviti, posebna pozornost mora biti namenjena sledem, ki nakazujejo morebitno plezanje preko ograje.

Dinamični prometni znaki s senzorji

Običajni opozorilni prometni znaki za živali na cestah so dokazano neučinkoviti, saj je bil njihov vpliv na stopnjo smrtnosti minimalen ali pa nanj sploh ni imel vpliva (Clevenger & Huijser 2011). Raziskava je pokazala, da vozniki ne upočasnijo vožnje, ko zapeljejo mimo takšnih prometnih znakov, pogosto pa jih sploh ne opazijo. Dinamični signalni sistemi so razmeroma nov način opozarjanja voznikov naj upočasnijo vožnjo ter povečajo pozornost in tako zmanjšajo možnost trka s prostoživečimi živalmi, vključno z medvedi. Pravimo jim dinamični, ker jih sprožijo živali, ki vstopijo v nevarno območje ob cesti in stopijo v območje zaznavanja sensorja. Za povečanje njihove učinkovitosti se opozorilni znaki uporabljajo skupaj z različnimi senzorji, nameščenimi ob robu, kot so toplotni senzorji, senzorji za vibracije tal ali laserski infrardeči senzorji. Senzorji so nameščeni tik ob cestah ter lahko zaznavajo do 250 m oddaljene živali. Signali se vklopijo le, kadar so prostoživeče živali v bližini ceste.

Dinamični prometni znaki, ki s pomočjo senzorjev zaznavajo živali ob cestiščih, aktivno opozarjajo voznike, so veliko bolj učinkoviti pri zmanjševanju hitrosti vozil in povečevanju pozornosti voznikov v primerjavi s klasičnimi prometnimi znaki.

Ta pristop seveda zahteva, da ljudi seznanimo s takšno prometno signalizacijo. Če vedo, da pomenijo možnost neposredne nevarnosti, bodo temu prilagodili tudi svojo vožnjo oziroma vedenje v prometu. Posebno pozornost pri dinamični signalizaciji je treba posvetiti rednim pregledom oziroma preverjanju pravilnega delovanja tehnične opreme. Opozorilni znaki za prostoživeče živali morajo biti nameščeni samo na mestih, kjer obstaja visoko tveganje za trke, ker bolj kot so pogosti, manj pozornosti jim ljudje posvečajo. Učinkovitost signalizacije je še večja, če so označeni z utripajočimi lučmi ali z utripajočim znakom za omejitev hitrosti, ki se vklopi samo takrat, ko so živali aktivne.

Medovarni smetnjaki

V iskanju hrane, medvedi pogosto obiščejo antropogene oziroma človeško pogojene vire hrane. V kolikor so ti viri v bližini regionalnih cest ali avtocest, se poveča tveganje za trk medveda z vozili. Do sedaj se je izkazalo, da morebitno medvedje obiskovanje počivališč ob avtocestah v Sloveniji ni predstavljalo večje težave, občasne težave so zaznali samo na nekaterih odsekih glavnih cest na Notranjskem. Na Hrvaških avtocestah pa je vstopanje na območje ograjenih avtocest ob počivališčih, kjer medvedi iščejo ostanke hrane vzrok za kar eno tretjino vseh nesreč v katerih so bili udeleženi medvedi (Jerina in sod., 2012).

Umetne odvrčalne naprave

Akustične (zvočne) odvrčalne naprave uporabljajo tehnologijo, ki odvrča živali od ciljnega območja. Tehnologija za prometno infrastrukturo se uporablja za odvrčanje sesalcev od nevarnih območij ob cesti, kar zmanjšuje število trkov vozil in prostoživečih živali. Največkrat jih uporabljajo za preprečevanje trkov vozil z velikimi sesalci oziroma parkljarji, kjer so se izkazali za različno učinkovite, odvisno od vrste, letnega časa in regionalnih posebnosti (Jelenko in sod. 2013). V Sloveniji so v preteklosti izpeljali oceno učinkovitosti zvočnih in drugih odvrčal, ki so pozitivno vplivala na zmanjšanje števila trkov vozil z velikimi



Organski odpadki iz smetnjakov na avtocestnih počivališčih na Hrvaškem privabljajo medvede in povečujejo tveganja za trke z vozili. Zato so na kritičnih točkah namestili metnjake, ki medvedom onemogočajo dostop do hrane – t.i. "medo-varne smetnjake". (Huber Đ.), (Reljić S.)

sesalci, a se je njihov vpliv z izpostavljenostjo odvracalom zaradi habituacije/privajanja živali na dražljaje z leti zmanjševal (Pokorny in sod. 2008).

Uporaba odsevnikov za opozarjanje prostoživečih živali je zelo razširjena. Narejeni so iz različnih vrst odsevnih/kovinskih trakov, ki so nameščeni okoli dreves, na obcestnih količkih ali drugih objektih. Snop luči od približujočih se vozil se odbije proti robu cestišča, kar naj bi živali opozorilo in jih odvrnilo od vstopa na cestišče. Ti pripomočki so priljubljeni, ker so poceni in preprosti za nameščanje. Vendar pa je podrobna analiza študij, izvedenih v preteklih desetletjih po vsem svetu, pokazala, da dokazov o dolgotrajni učinkovitosti odsevnikov za opozarjanje prostoživečih živali ni bilo zelo veliko (Luell in sod. 2003). V zadnjih letih potekajo številne študije s katerimi proizvajalci izboljšujejo učinkovitost odsevnikov, poskusno pa najobetavnejše izvedbe nameščajo tudi na slovenskih prometnicah. Slabost odsevnikov je, da jih je treba pogosto vzdrževati.



Zvočna odvracala, ki odvracajo živali z območja cest lahko namestimo neposredno na obcestne količke. (Zaluberšek M.)

Za preprečevanje nesreč se uporabljajo tudi olfaktorna (vonjalna) odvracala, ki so večinoma namenjena rastlinojedim parkljarjem. Naravne ali umetne snovi, ki so ponavadi mešanica človeških in volčjih vonjav ter vonjav drugih plenilcev, se primešajo v peno. Ta je nosilna snov, ki se jo nato nanese na drevesa, količke ali druga mesta v bližini prometnic. Nekatere izkušnje kažejo, da se je število nesreč s parkljarji pri uporabi vonjalnih odvracal začasno zmanjšalo, vendar pa ta rešitev ni ustrezna za medvede kot plenilce in bi bilo treba to področje v prihodnje podrobneje raziskati.



Ukrepi s katerimi omogočimo/olajšamo pobeg živali iz ograjenih površin prometnic, kot so enosmerna izhodna vrata in izskočne rampe, zmanjšujemo verjetnost za trk z vozili. (Huber Đ.)

Izhodna vrata in izskočne klančine

Avtoceste, ceste ali hitre železniške proge, kjer obstaja veliko tveganje za trk s prostoživečimi živalmi, so ponavadi ograjene. Kljub temu pa se živali, še posebej medvedi, ki znajo plezati čez ograje, večkrat znajdejo znotraj ograjenih površin. V takšnih primerih je pomembno, da se živali omogoči, da čim prej zapusti zaprto območje, da se zmanjša tveganje trka z vozili. Umestitev enosmernih izhodnih vrat in izskočnih klančin (ramp) lahko v takšnih primerih zelo zmanjša število prometnih nesreč v katerih so udeležene živali ter poveča prometno varnost. Klančine morajo biti enake višine kot žičnata ograja, da se omogoči izhod vsakega medveda ali druge prostoživeče živali, ki bi vstopila v ograjeno območje avtoceste ali hitre ceste.

Urejanje vegetacije vzdolž infrastrukturnih objektov

Načrtovanje in urejanje vegetacije ob cestah in železniških progah poteka na različne načine, pri čemer je lahko eden od ciljev urejanja tudi zmanjševanje števila trkov. Vegetacija se včasih uporablja tudi zato, da živali zvabi stran od cestne površine, da vpliva na njihovo vedenje, ali pa da naredi živali bolj opazne za voznike.

Čiščenje in odstranjevanje grmovja in drevja v obcestnem pasu, širokem 3-10 m, ustvarja površine ob cestah manj privlačne za nekatere velike sesalce, kot na primer za jelenjad. Hkrati se izboljša vidljivost prostora ob cesti za voznike, kar je koristno tudi za zmanjševanje nevarnosti trkov z medvedi. Namen tega ukrepa je torej predvsem zmanjšanje števila trkov med velikimi sesalci in avtomobili. Ta ukrep je primeren za ceste, na katerih prometna obremenitev ni velika, in za železniške proge. Živa meja oziroma mejice ali pas drevja ob ograji lahko usmerja živali proti prehodom za živali.

7. EKOLOŠKA KOMPENZACIJA - NADOMEŠČANJE

Kljub dobremu načrtovanju in uporabi omilitvenih ukrepov za preprečevanje ali zmanjševanje škodljivih vplivov na naravno okolje, se je nemogoče v celoti izogniti negativnim vplivom infrastrukturnega poseganja v prostor. Ta ugotovitev je v številnih evropskih državah vodila do načela ekološke kompenzacije ali nadomeščanja. Pojem ekološka kompenzacija vključuje načelo, da je treba naravne habitate in njihove značilne oblike, kot so mokrišča ali vodna telesa, ustvariti drugje, kadar nanje vpliva načrtovani ali odobreni projekt. Ko se uporabi kompenzacija je treba z ukrepi uravnovesiti "ekološko škodo", da se preprečijo neto izgube, kar prinaša koristi tako habitatom ciljnih vrst kot tudi vrstam samim. Ekološka kompenzacija se lahko opredeli kot ustvarjanje, obnavljanje ali izboljševanje posameznih habitatnih tipov kot protiužrepanje ekološki škodi, ki jo je ali jo bo povzročil infrastrukturni poseg v prostor. Cilj ekološke kompenzacije je povečanje pomena ohranjanja narave pri načrtovanju projektov ter sprejemanju odločitev in preprečevanje neto izgub po tem, ko je poseg v prostor že odobren. Ti cilji pomenijo, da je ekološka kompenzacija ukrep v skrajni sili - v poštev pride zgolj, kadar škode ni mogoče preprečiti z načrtovanjem in omilitvenimi ukrepi. Ekološke kompenzacije se ne sme obravnavati kot rešitev, ki omogoča načrtovalcem odobritev njihovih projektov, oziroma kot dovoljenje, da na takšen način "zagotovijo" izpolnjevanje okoljskih ciljev. Ker obstaja malo pravnih instrumentov, kot so na primer instrumenti razlastitve, ki bi omogočali načrtovalcem v prostoru pridobitev ustreznih zemljišč, se kompenzacijski ukrepi pogosto uporabljajo na prostovoljni podlagi in temeljijo na dogovoru med prostorskimi načrtovalci, investitorji projektov, naravovarstvenimi službami, lastniki zemljišč ali drugimi deležniki.

Kompenzacijski ukrepi se zelo razlikujejo od načela varovanja oziroma ohranjanja naravnega okolja (politika ohranjanja narave). Kljub temu morajo biti v skladu z lokalnimi in nacionalnimi cilji, ki se nanašajo na ohranjanje narave. V nasprotju z ukrepi za varovanje narave ter omilitvenimi ukrepi, ekološka kompenzacija po navadi poteka izven območja upravljanja prometnic. Ker so pobudniki projektov odgovorni za izvajanje kompenzacijskih ukrepov, si morajo družbe za ceste oziroma avtoceste močno prizadevati za pridobivanje zemljišč v bližini infrastrukturnih objektov za doseganje ciljev kompenzacije. Z ustreznim umeščanjem območij za kompenzacijo, ki so na primer prostorsko povezana s habitatom ali habitatnimi krpami ciljnih vrst, se lahko vzpostavi ustrezna ekološka funkcija oziroma nadomesti izguba prostora ali povezave.

Pri nadomestnih ukrepih lahko preoblikovanje prostora vključuje tudi prilagajanje kmetijskih dejavnosti z upoštevanjem ohranjanja narave (npr. travniške ptice ali metulji mokrišč). Z vidika prostora in ekoloških učinkov, pa ustvarjeni nadomestni habitati ne morejo v celoti nadomestiti škode, nastale na prizadetih območjih zaradi zgrajene infrastrukture. Ekološko kompenzacijo kot ukrep se lahko uporabi v celotnem razponu vplivov, tako v primeru poslabšanja (degradacije) habitatov ciljnih vrst (habitat je še prisoten, pač je okrnjen) kot tudi ob izgubi funkcij kot so tokovi hranil in energije. V primeru medveda težko govorimo o ukrepih, ki bi jih lahko uporabili kot kompenzatorne/izravnalne, saj so njegove prostorske potrebe tako velike, da jih ne moremo kompenzirati z nadomestnimi ukrepi. Zagotovo pa bi lahko z nekaterimi ukrepi, ki ustvarjajo habitatne otoke (goščave, zaraščajoči travniki, gozdne krpe) ali pa linijske strukture (mejice) izboljšali povezljivost prostora na mestih kjer prometnice dodatno zmanjšujejo povezanost prostora med dvema habitatnima krpama.

8. MONITORING UKREPOV IN UČINKOVE

Po končani gradnji cest, železniških prog, vodotokov, urbanih in industrijskih okolij, je spremljanje učinkov, ki jih ima zgrajena infrastruktura na naravo ključnega pomena, saj ta mehanizem načrtovalcem omogoča, da preverijo učinkovitost ukrepov, ki so bili uporabljeni za zmanjševanje vpliva infrastrukture na fragmentacijo habitata. Z dobro oblikovanim načrtom monitoringa lahko preverimo, če omilitveni ukrepi izpolnjujejo zastavljene cilje, ter ocenimo ali ukrepi omogočajo dolgoročno omilititev negativnih učinkov na ciljne vrste, populacije in njihov življenjski prostor.

Skratka, z monitoringom bomo lahko ocenili, ali so bili v času gradnje in po izgradnji infrastrukture izvedeni ustrezni in zadostni omilitveni ukrepi, ki zagotavljajo najmanjši možni vpliv na fragmentacijo živalskih populacij in njihovega življenjskega okolja. Pri tem je informiranje o rezultatih monitoringa prav tako pomembno za pridobivanje znanja o razvoju in gradnji učinkovitejših in posledično tudi cenejših ukrepov. Na splošno mora monitoring vključevati redno merjenje in zbiranje podatkov izbranih spremenljivk. Pri tem lahko merimo učinkovitost premostitvenih objektov in drugih omilitvenih ukrepov, ki izboljšujejo povezljivost ali spremljamo učinkovitost ukrepov neposredno s spremljanjem tarčnih vrst in njihovega življenjskega prostora (t.i. ekološki monitoring). Prva oblika monitoringa se osredotoča na pregled in spremljanje učinkovitosti ukrepov z merjenjem lokalnih spremenljivk, kot so številčnost in vrstna zastopanost živali, ki uporabljajo posamezen prehod ali število povoženih živali na določenem odseku infrastrukturnega objekta. Monitoring je lahko ciljno osredotočen na posamezen ukrep, vendar je v splošnem priporočljivo izvajanje monitoringa vrste ukrepov, ki so medsebojno povezani ali skupaj vplivajo na doseganje istega cilja. Takšna oblika monitoringa bi morala biti vključena v redni načrt upravljanja in vzdrževanja infrastrukture.

Druga oblika monitoringa, ki jo ponekod imenujejo tudi ekološki monitoring, pa se osredotoča na učinke ukrepov na posamezne vrste in njen/e habitat/e. Osredotoča se na ekološke učinke omilitvenih in kompenzacijskih ukrepov. Poskuša prepoznati spremembe v genetski raznovrstnosti, genetski strukturi,



Kljub vse uspešnejšemu uveljavljanju drugih metod monitoringa, še vedno predstavlja sledenje oziroma beleženje sledi v snegu pomemben način za vrednotenje prepustnosti prostora (prometnic) za sesalce. (Reljić S.)



Za čim boljši vpogled v prehajanje sesalcev preko prometnic oziroma njihovih premostitvenih objektov se pogosto uporablja več različnih metod spremljanja. Levo: Tudi beleženje iztrebkov posameznih vrst lahko predstavlja vir podatkov za analize. (Reljić S.) Desno: Senzorji zaznavanja gibanja merijo pogostost prehajanja živali ali pa njihovo prisotnost posredujejo aktivni prometni signalizaciji. (Petkovšek S.)

genetskemu pretoku, razširjenosti vrst in dinamiki populacije. Po izgradnji nove prometne infrastrukture se zabeležijo določene lastnosti habitatov, prostorski vzorci in naravni procesi ter izvede primerjava z izhodiščnimi razmerami.

Ekološki monitoring večinoma zahteva dolgotrajne in obsežne pristope, pri katerih se upošteva celoten obseg ukrepov, ki so bil izvedeni ter morebitni sinergijski učinki, ki se pojavijo, ko se v že obstoječe omrežje



Skupaj s peščenimi blazinami in senzorji zaznavanja prehajanja živali preko prometnic in premostitvenih objektov je spremljanje s pomočjo foto pasti učinkovita metoda ugotavljanja prehodnosti za posamezne živalske vrste.

doda nova prometna infrastruktura. Zaradi tega je treba to obliko monitoringa v posebnih primerih uporabljati dolgoročno, na primer, ko je zgrajen prehod za prostoživeče živali ali pa zeleni most za povezavo habitatov ogroženih vrst ali drugih ekološko pomembnih območij.

Nekateri parametri ekološkega monitoringa so lahko (1) stopnja smrtnosti, ki jo povzročijo trki na cestah in železnicah ter njihov vpliv na dinamiko populacije (viabilnost) ciljnih vrst. (2) Ocenjevanje bariernih učinkov celotnega infrastrukturnega omrežja ob upoštevanju ne zgolj deleža živali, ki poskušajo prečkati objekt in so postale žrtev prometa, pač tudi deleža živali, ki poskušajo prečkati objekt, pa jih od tega odvrnejo moteči elementi, kot so prometni/mestni hrup ali luči. Ekološko spremljanje daje zelo dragocene informacije za načrtovanje novih infrastruktur, na podlagi katerih se omili njihov vpliv ter prispeva k boljšemu razumevanju težav. Takšen monitoring je zahteven in ga praviloma izvajajo strokovnjaki za posamezne skupine prostoživečih živali/vrst, kajti metode ter časovne in prostorske dimenzije spremljanja se močno razlikujejo glede na vrsto in okolje.

Za spremljanje omilitvenih ukrepov se pogosto uporablja večje število metod. Najpogostejše metode za beleženje smrtnosti in preverjanje uporabe prehodov za živali so: (1) beleženje povozenih živali na cestah in železniški progah, (2) beleženje deleža živali, ki uspešno prečkajo prometni infrastrukturni objekt (npr. sledi v snegu) in (3) spremljanje uporabe prehodov za živali z beleženjem živalskih sledi v pesku .oziroma z uporabo foto/video pasti.

Za spremljanje pogostosti prehajanja živali preko novih objektov ter rabo glede na vrstno zastopanost, lahko uporabljamo različne metode: genetsko vzorčenje (dlaka/iztrebki), podatki o povozih ali trkih z vozili, opazovanje sledi v snegu, na peščenih blazinah ali ploščah, s foto/video pastmi, s spremljanjem živali s pomočjo GPS ali VHF telemetrije ali s pomočjo senzorskih sistemov zaznavanja prehajanja (IR, laserski žarki). Za izvedbo primerjave učinkovitosti premostitvenih objektov je treba spremljanje izvesti pred in po izgradnji objektov. Najboljši rezultate monitoringa pogosto dosežemo z uporabo kombinacije različnih metod.

Za spremljanje prehajanja sesalcev s pomočjo odtisov v pesku je peščno blazino treba namestiti po celotni širini premostitvenega objekta, kar v primeru zelenih mostov pomeni tudi 100 ali 200 metrski pas.



Levo: Sledi medveda v peščenih blazinah za spremljanje učinkovitosti premostitvenih objektov. (Huber Đ.) Desno: Sodobne foto-pasti zaznavajo prehajanje živali v dnevnih in nočnih razmerah s pomočjo 940 nm IR svetlobe (reflektorjev), ki je za sesalce nevidna. (Potočnik H.)



Peščene blazine na zelenih mostovih običajno kombinirajo s senzorji prehajanja živali, ki omogočajo vrednotenje pogostosti prehajanja posameznih živalskih vrst, katerih sledove evidentirajo v pesku. (Huber Đ.)

Priporočljiva je uporaba finega peska, ki olajša prepoznavanje (tudi manjših) vrst. Spremljanje sledi se mora izvajati redno, prav tako pa je treba z rahljanjem vzdrževati peščeno blazino, še posebej v primeru slabega vremena, ki vsakokrat zabriše nastale sledi. Čeprav lahko s to metodo zabeležimo veliko število prehajanj, pa z njo ne moremo ugotoviti, koliko osebkov je prehod dejansko uporabljalo, zato moramo v ta namen uporabiti še druge metode (npr.: foto pasti, genetske metode).

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

Običajni infrardeči detektorji, tako imenovani števcji prometa, se lahko uporabijo tudi za



Nadzorne kamere so ujele prečkanje medveda preko ograjene avtoceste Zagreb - Reka v bližini tunela Sleme. (ARZ)



Odlov in spremljanje gibanja živali s pomočjo GPS telemetrije omogoča izjemno natančen vpogled v njihovo vedenje vključno z ugotavljanjem vpliva prometnic, naselij in drugih človekovih aktivnosti na rabo prostora. (Krofel M.)



ugotavljanje števila živali, ki so prehajale preko premostitvenega objekta. Žival s premikanjem aktivira senzor/števec in tako se zabeleži skupno število živali, ki so v določenem obdobju uporabile objekt za prečkanje. Detektorji se namestijo na zidove prehodov ali prepustov, lahko se jih nastavi tako, da posnamejo le gibanje večjih ali manjših živali. Praviloma detektorji zabeležijo tudi datum in čas gibanja. Slabost te metode je, da z njo ne pridobimo informacije o vrstni sestavi živali, ki so prečkale objekt, zato ima pridobljena informacija omejeno vrednost in je uporabna predvsem v kombinaciji z drugimi metodami monitoringa.

Preučevanje posnetkov varnostnih kamer ali kamer za nadzor prometa. Nekateri nadvozi, tuneli ali rečne struge so opremljene s CCTV kamerami za nadzor prometa in varnosti. Na posnetke se večkrat ujamejo živali, ki prečkajo cesto, ali pa se nahajajo v bližini prometnega infrastrukturnega objekta. Te informacije se lahko uporabi pri ugotavljanju neustreznih prečkanj živali, pomanjkljivosti ograj ali za pridobivanje drugih informacij v zvezi z vedenjem živali v stiku s prometno infrastrukturo.

Z opremljanjem živali s satelitskimi/VHF sprejemniki/oddajniki/ovratnicami lahko pridobimo veliko več informacij o obnašanju živali ob prometni infrastrukturi, kot na podlagi druge vrste podatkov. Pridobljeni podatki nudijo informacije o gibanju živali, o njihovih domačih okoliših in lokaciji mest na katerih prečkajo infrastrukturne objekte. Ta metodologija se je v preteklosti večinoma uporabljala v primeru ogroženih ali karizmatičnih vrst živali, kot so medvedi, volkovi in risi. Metoda je časovno zahtevna saj moramo živali najprej ujeti in nato spremljati njihovo gibanje. Z razvojem postaja ta metodologija vse bolj uporabna, stroškovno učinkovita in primerna kot metoda takšnega monitoringa tudi za druge vrste.

Zaradi hitrega razvoja tehnik telemetrije prostoživečih živali na podlagi GPS telemetrije in molekularne genetike v zadnjih nekaj desetletjih, je na voljo vrsta novih orodij, ki so v številnih pogledih močno spremenila način, kako preučujemo, spremljamo in upravljamo populacije ogroženih vrst. Še posebej pomembna metodologija za načrtovanje, spremljanje in ocenjevanje vplivov novih posegov v prostor,



Razvoj sodobnih genetskih orodij, ki omogoča prepoznavanje posameznih vrst in osebkov na osnovi izolirane DNA, iz njihovega urina, iztrebkov, dlake ali sline, nam omogoča vse boljši vpogled v prehajanje živali oziroma "pretok genov" med posameznimi habitatnimi krpami oziroma populacijskimi jedri. (Potočnik H.)

vključno s prometno infrastrukturo, na medvede, je prostorsko modeliranje primernosti habitatov v GIS programskem okolju ter posebno področje "pokrajinske genetike" (ang.: »landscape genetics«). To je nova disciplina, ki preučuje genetske povezave med osebki, sub-populacijami in populacijami v prostoru in poskuša razumeti, kako nanje vplivajo njegove značilnosti. Ti podatki se lahko ob hkratni uporabi modelov za ugotavljanje primernosti habitatov, npr. za medvede, uporabijo za ocenjevanje povezljivosti med habitatnimi krpami, učinki linearnih ovir (npr. cest, avtocest, velikih rek) ter za oblikovanje modelov povezljivosti prostora z vidika medveda.

Ker študije razkrivajo, da nekatere vrste potrebujejo kar nekaj časa, da se prilagodijo in se naučijo prečkati premostitvene objekte ali pa, da se navadijo na nove, je eno ali dvoletno obdobje spremljanja pogosto prekratko, da bi prineslo zanesljivejše rezultate. Zato so primernejše študije, ki trajajo štiri, pet ali celo več let.

9. PRIMERI USPEŠNIH PRAKS

Nacionalni park Banf, Kanada

Eden od prvih sistematičnih pristopov k zmanjševanju negativnih učinkov prometne infrastrukture v svetu je bil izpeljan na območju nacionalnega parka Banf v Kanadi. Park je bil ustanovljen leta 1885 in se razteza na 6.641 km². Avtocesta Trans-Canada je štiripasovnica, ki deli park na dva dela. Zaradi prizadevanj vodstva nacionalnega parka, da bi zmanjšali smrtnost prostoživečih živali in povečali povezljivost populacije, je avtocesta že od leta 1982 eno izmed testnih območij za gradnjo in testiranje premostitvenih objektov za blaženje učinkov cest na prostoživeče živali. Vse od takrat potekajo raziskave s katerimi spremljajo in preučujejo prostoživeče živali v parku in njihov odziv na objekte kot so: telemetrične študije in druge terenske raziskave, spremljanje prehajanja na peščenih blazinah, spremljanje prehajanja s kamerami ter genetske raziskave. Rezultat tega je ena od največjih in najstarejših tovrstnih podatkovnih zbirk na svetu. Trenutno je tam umeščenih 45 premostitvenih objektov za prostoživeče živali (6 zelenih mostov in 39 podhodov) ter 166 km avtocestne ograje.

Rezultati izvedenih omilitvenih ukrepov za zmanjšanje smrtnosti medveda in za povečanje prepustnosti avtoceste Reka – Zagreb

Na Hrvaškem se je načrtovanje premostitvenih objektov za prostoživeče živali začelo pred več kot desetimi leti v okviru projekta za zavarovanje medveda. Zaradi načrtovane gradnje avtoceste Zagreb - Reka so raziskovalci izrazili zaskrbljenost zaradi pričakovane fragmentacije habitata, ki bi jo cesta povzročila, zlasti za populacije velikih zveri. Od takrat je bilo izvedenih kar nekaj študij ter projektov umeščanja



Sodobne hrvaške avtoceste imajo zaradi razgibanega reliefa in posledično velikega števila tunelov ter viaduktov, pa tudi sodobnega naravovarstvenega pristopa pri načrtovanju omilitvenih ukrepov razmeroma dobro prepustnost za velike sesalce. (Huber Đ.)

premostitvenih objektov. Oblikovanih je bilo tudi več smernic za načrtovanje in preučevanje ustreznosti različnih premostitvenih objektov za živali. Tako so danes na 25,2 % avtoceste Zagreb-Reka, na 17,9 % avtoceste v županiji Lika in na 8,3 % dalmatinske avtoceste zgrajeni objekti, ki omogočajo prehajanje živali (tuneli, viadukti, mostovi in zeleni mostovi). Raziskave so pokazale, da imajo veliki sesalci v Gorskem Kotarju raje širše nadhode (100 m ali več) kot ozke podhode (10-50 m) (Kusak in sod. 2009).

Odnos med medvedi in cestami je dvoplasten: če se na eni strani medvedje na splošno izogibajo cest, ki jih pogosto uporabljajo ljudje, jih ti objekti občasno lahko privlačijo zaradi prisotnosti poginulih živali na njih ali odvrženih smeti (organskih ostankov) (Huber in sod. 1998; Roever in sod. 2010). Ceste lahko tako za medvede predstavljajo ekološke pasti. Trki medvedov in vozil so drug najpomembnejši vzrok za smrtnost medvedov v Sloveniji in na Hrvaškem, ter hkrati predstavljajo grožnjo tudi za varnost ljudi (Huber in sod. 1998; Kaczensky in sod. 2003; Kusak in sod. 2009). Zato je izvedba učinkovitih omilitvenih ukrepov, ki bodo medvede odvrčali od cest, avtocest in železniških prog, ob hkratnem ohranjanju prepustnosti pokrajine, pomembna za večjo varnost cest kot tudi za upravljanje populacije medvedov (Kusak in sod. 2009; van der Grift in sod. 2013).

Avtocesta od Zagreba do Reke se razteza na 68,5 km in teče skozi osrednje območje prostoživečih živali v Gorskem Kotarju na Hrvaškem. Na njej je 43 viaduktov in tunelov in en, tarčno za velike zveri zgrajen, (100 m širok) zeleni most (Dedin). Na eni četrtini celotne avtoceste se nahajajo objekti, ki omogočajo prehajanje živali. Monitoring učinkovitosti zgrajenih prehodov so izvedli s pomočjo štetja živalskih sledi pod enim viaduktom, v dveh tunelih in na enem zelenem mostu, na delu avtoceste, ki poteka skozi osrednje območje velikih zveri v Gorskem Kotarju. Podatke o prehajanju živali so zbirali na več načinov: z beleženjem sledi v snegu, blatu ali pesku, evidentiranjem iztrebkov ter značilnih znakov na drevesih ali tleh. Na zelenem mostu Dedin so skupaj zabeležili 12.519 prehodov živali v 793 dneh, ko so izvajali monitoring z infrardečimi senzorji, kar pomeni 15,8 prehodov na dan. V dveh tunelih so zabeležili 11,2 in 37,0 prehodov na dan, medtem ko so pod enim viaduktov zabeležili 4,3 prehode na dan. Od tega je bilo 83,2 % živali parkljarjev in 14,6 % velikih zveri. Velike zveri, medved, volk in evrazijski ris, ki so jih spremljali s pomočjo telemetričnih ovratnic, so za prečkanje najraje izbirali območja nad tuneli ter viadukte, izrazito pa so se izogibali manjšim podvozom ali mostovom. Zeleni most Dedin je bil uporabljan v skladu z



Spremljanje učinkovitosti izskočne rampe, ki omogoča pobeg živali, ki zaidejo v ograjeno območje na avtocesti Zagreb – Reka. (Huber Đ.)



Pogled iz zelenega mostu Dedin proti severnemu robu prehoda. Vidna je površina, na kateri je posekan gozd, kar običajno zmanjšuje učinkovitost prehajanja živali. (Huber Đ.)



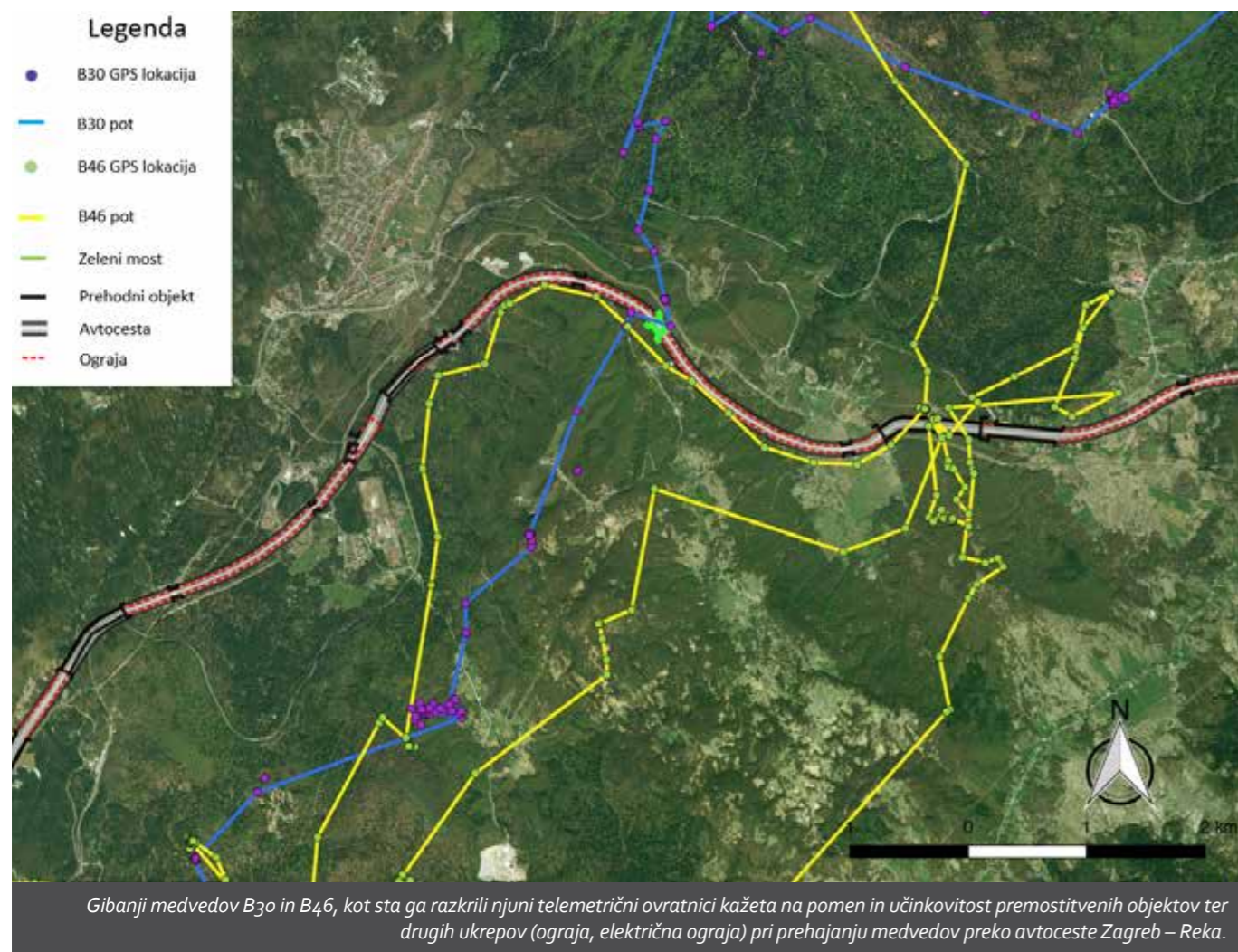
Levo: Z vgraditvijo enosmernih izstopnih vrat za pobeg živali iz ograjenih površin na avtocesti Zagreb – Reka so dodatno poskrbeli za povečanje prometne varnosti. Desno: Nameščanje električnih ograj preprečuje prehajanje medvedov preko zaščitne ograje/mreže in jih usmerja na varne prehode. (Huber Đ.)

njegovo razpoložljivostjo, torej se ga velike zveri niso ne izogibale, niti ga niso selektivno izbirale za prečkanje. Na podlagi tega ocenjujejo, da ta zeleni most, ki je bil zgrajen kot omilitveni ukrep, negativnih učinkov, ki jih povzroča preučevana avtocesta, sprejemljivo služi svojemu namenu. Telemetrično spremljane velike zveri, tako teritorialne živali kot dispergirajoče, so v času spremljanja avtocesto prečkale 41-krat pri čemer so uporabljale prostor na obeh straneh avtoceste kot domače okoliše.

V okviru projekta LIFE DINALP BEAR so ob obeh straneh odseka avtoceste Reka - Zagreb, ki je problematičen z vidika smrtnosti medvedov, namestili dodatne električne ograje. Skupaj je bilo nameščene več kot 35 km (več kot 70 km ob upoštevanju obeh strani ceste) električne žičnate ograje poleg že obstoječe varnostne žičnate ograje.

V nadaljevanju predstavljamo primer telemetrično spremljanega mlajšega medveda, (B46-Slaven2), ki se je izogibal električni ograji, nameščeni ob avtocesti Reka-Zagreb, ki je nato hodil 3,9 km ob

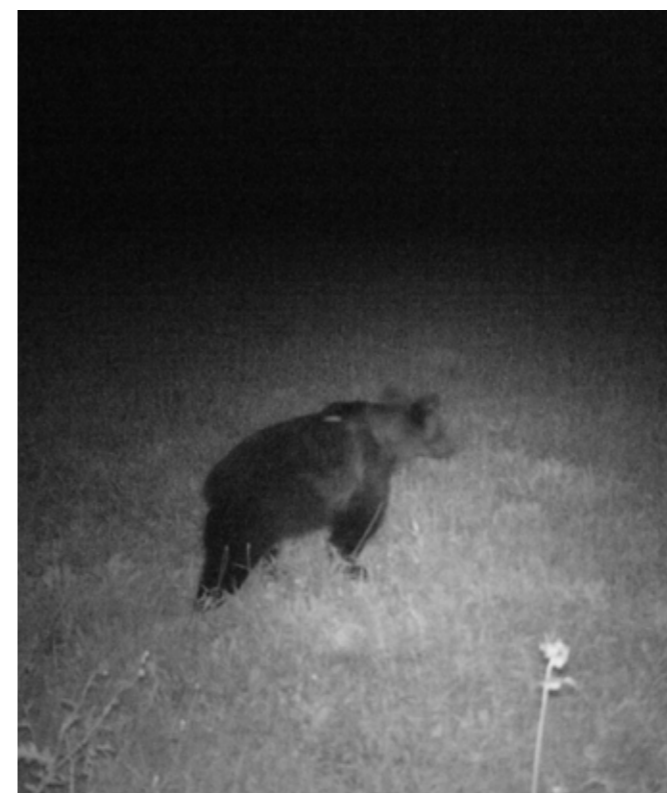




avtocesti ne da bi jo prečkal, nato prešel na drugo stran avtoceste nad tunelom „Vršek“. Čeprav ni znano, ali je bil tisti dan v električni ograji električni tok, je zelo verjetno, da je ograja učinkovala kot fizična ovira za medveda in očitno preusmerila žival proti varnemu območju za prečkanje. Medved za prehod ni uporabil 100 m širokega zelenega mostu „Dedin“, pač pa je raje izbral gozdnato območje nad 811 m dolgim tunelom. Kljub temu pa so predhodna študije spremljanja pokazale, da zeleni most Dedin za prečkanje uporabljajo veliki in srednje veliki sesalci, v povprečju 15-krat na dan, vključno z 1,5 preходом medveda na dan (Kusak in sod. 2009). Nekateri drugi telemetrično spremljani medvedi, (kot npr. B30-Marko), ki so zeleni most Dedin že poznali, so jasno pokazali, da so se do njega odpravili z namenom, da ga bodo prečkali. Objekt so večkrat prečkali v obeh smereh. Medved B29 je za prečkanje najpogosteje uporabljal tunela Sleme in Sopač, vendar pa je uporabil tudi zeleni most Dedin.

Uporaba dinamične prometne signalizacije na glavni cesti Ljubljana – Kočevje

Med letoma 2015 in 2017 so bili nameščeni trije sistemi dinamičnih prometnih znakov na treh problematičnih odsekih ob glavni cesti Ljubljana - Kočevje; med Zgornjimi Lozinami in Dolenjo vasjo (Jasnica), med Ortnekom in Žlebičem ter južno od vasi Turjak. Osnovni namen postavitve je bil opozoriti voznike in upočasniti promet, da bi preprečili potencialne trke s prostoživečimi



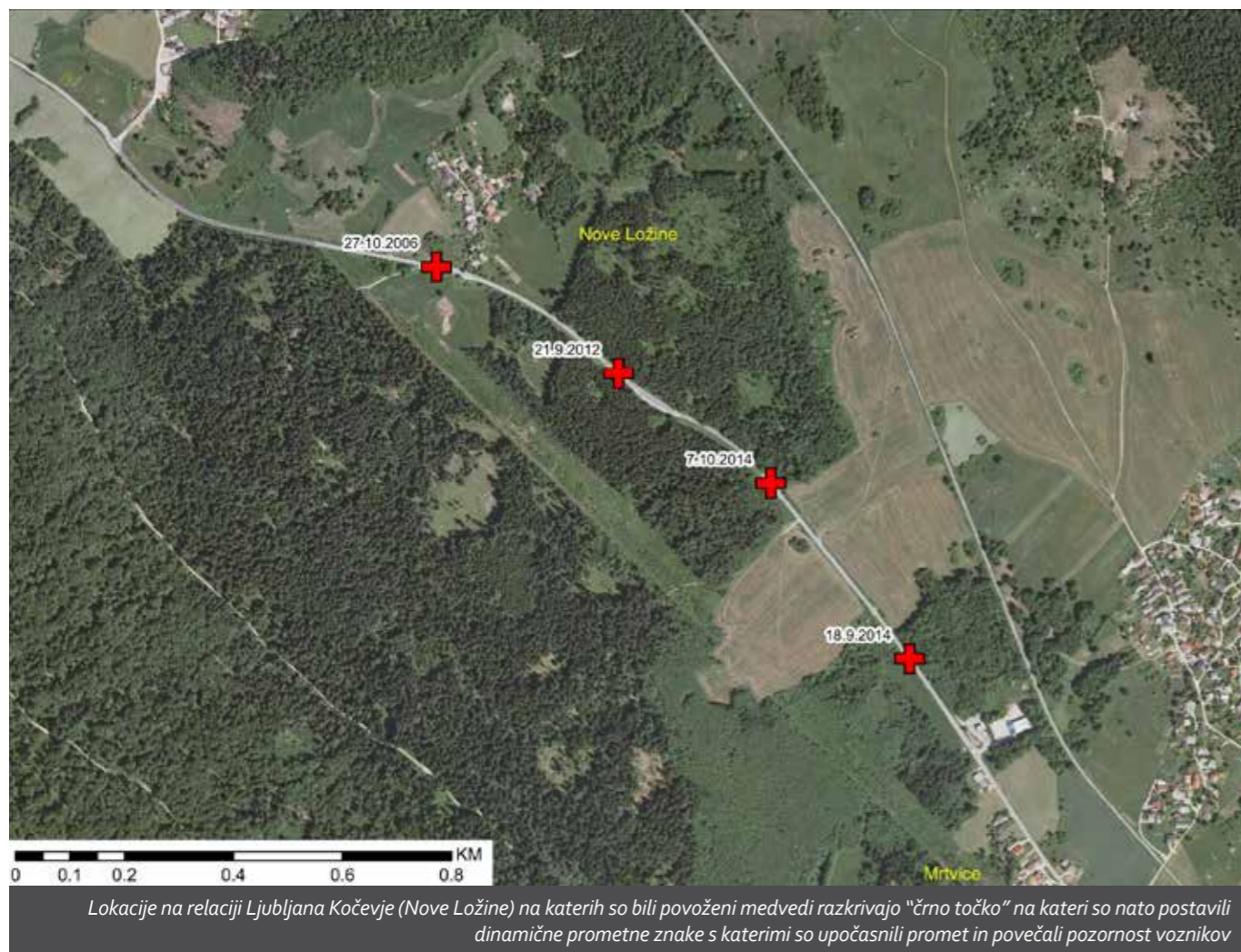
Nadzor delovanja sistema dinamičnih prometnih znakov in vedenje živali ob cestah so izvajali tudi s pomočjo video-monitoringa.



Dinamični prometni znaki na relaciji Ljubljana – Kočevje opozarjajo voznike na prisotnost živali ob cesti. (Pavšek Z.)

živalmi, vključno z medvedi. Dinamični znaki so bili opremljeni s senzorji, ki lahko zaznajo velike živali, ki se približujejo cesti. V primeru približevanja medveda (ali parkljarjev) znak zasveti in sporoči vozniku, da se cesti približuje žival. Ker senzorji niso prilagojeni samo za medvede, skrbijo tudi za večjo varnost na cesti, ker preprečujejo tudi trke z drugimi velikimi sesalci, še posebej parkljarji.

Po namestitvi sistemov so v treh zaporednih letih spremljali kako aktivacija dinamičnih znakov vpliva na hitrost vozil na opremljenih odsekih. Na drog dinamičnega znaka so namestili tudi števec prometa. Primerjava povprečnih hitrosti, kadar so bili dinamični znaki aktivirani, s hitrostmi, ko so bili dinamični znaki neaktivni, je pokazala, da je bila na obeh spremljanih lokacijah (Jasnica in Ortnek) hitrost vozil ob vožnji mimo aktiviranih dinamičnih znakov občutno nižja v primerjavi s povprečno hitrostjo vozil, ki so peljala mimo znaka, ki ni svetil. Na izbranih odsekih se je povprečna hitrost v posameznih obdobjih merjenj zmanjšala od 5,5 km do 18 km na uro, kar kaže na pozitiven učinek dinamičnih znakov na vedenje voznikov.



Namestitev akustičnih odvrčalnih naprav na izbranih železniških odsekih v Sloveniji

Akustične odvrčalne naprave (elektronske naprave, ki oddajajo ultra in infrazvok in so opremljene s senzorji za aktivacijo zvoka s strani približujočega se vozila) so bile nameščene neposredno na cestne stebričke ob "črnih točkah" trkov medvedov z vozili ob glavni cesti Ljubljana – Kočevje. Skupaj je bilo z 240 akustičnimi odvrčalnimi napravami zavarovanih 7,5 km cest.

Akustične odvrčalne naprave so bile nameščene tudi na električne stebre na železniškem odseku Rakek – Postojna in Postojna – Prestranek, na delih, kjer je bilo na podlagi terenskega pregleda ugotovljeno, da obstaja verjetnost prečkanja prostoživečih živali (predvsem rjavega medveda).

V obdobju petih let (od 2011 do 2015), ko še ni bilo izvedenih omenjenih omilitvenih ukrepov, je bilo na obravnavanih odsekih glavne ceste Ljubljana – Kočevje v prometnih nesrečah povoženih 9 medvedov, kar v povprečju znaša 1,8 poginulih medvedov na leto. Po namestitvi akustični odvrčalnih naprav leta 2016 in dinamičnih prometnih znakov ob najbolj problematičnih odsekih ceste, se je smrtnost medvedov zmanjšala na 1 in 0 na leto. To pomeni, da se je povprečna smrtnost medvedov na teh odsekih zmanjšala na 0,7 primerov na leto, oziroma za več kot 50 %.

V enakem obdobju od 2011 do 2015 je bilo pred namestitvijo akustičnih odvrčalnih naprav zabeleženih 15 smrtnih primerov (v povprečju 3 na leto) medveda na obravnavanih železniških odsekih med Ljubljano in Pivko. Rezultat protiukrepov je bil v naslednjih letih očitno ugoden, saj se je smrtnost medvedov na železniških progah v letih 2016 do 2018 zmanjšala za 50 %. Prej je smrtnost medvedov na železniški progi znašala od 0 do 8 medvedov na leto, po izvedbi ukrepov a se je zmanjšala na 0 do 2 živali na leto (povprečno 1,3).



Postavljanje zvočnih odvrčal na kritičnih odsekih železnice na relaciji Rakek – Postojna in Postojna – Prestranek. (Zaluberšek M.)

10. VIRI

- 1 Chapron, G., Jerina, K., Kos, I., Krofel, M., Majič Skrbinšek, A., Potočnik, H., Skrbinšek, T., in sod. 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, 56p
- 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): e106194.
- 9 Huber D., Kusak J., Frkovic A., 1998. Traffic kills of brown bears in Gorski Kotar, Croatia. *Ursus* 10:167-171
- 10 Huber Đ., Jakšić z., Frković A. in sod. 2008. Brown Bear Management Plan for the Republic of Croatia. Ministry of Regional Development, Forestry and Water Management, Directorate for Hunting Ministry of Culture, Directorate for the Protection of Nature: 92 str.
- 11 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)
- 12 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 str.
- 13 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.
- 14 Jerina K. 2002. The strategy and dynamics of brown bear expansion in Slovenia in post World War II period. Biotechnical Faculty, Department of Forestry, Ljubljana, Research Report 2/2002:1-31 (in Slovene).
- 15 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>
- 16 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
- 17 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 str.
- 18 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).
- 19 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; 44str.
- 20 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.
- 21 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)
- 22 Krofel, M., Jerina, K., 2012. Pregled konfliktov med medvedi in ljudmi: vzroki in možne rešitve. *Gozdarski vestnik*, 70/2012, št. 5-6.
- 23 Kusak, J., Huber, D., Gomerčić, T. in sod. The permeability of highway in Gorski kotar (Croatia) for large mammals. *Eur J Wildl Res* (2009) 55: 7. <https://doi.org/10.1007/s10344-008-0208-5>
- 24 Ministry of Agriculture, Food and the Environment. 2016. Technical prescriptions for wildlife crossing and fence design (second edition, revised and expanded). Documents for the mitigation of habitat fragmentation caused by transport infrastructure, number 1. Ministry of Agriculture, Food and the Environment. Madrid. 124 str.
- 25 Petkovšek S.S., Pokorny B., Pavšek Z., Jerina K., Krofel M., Ličina T., 2015. Action plan for the implementation of mitigation measures for reducing road mortality of brown bear in Slovenia. LIFE DINALP BEAR: Life 13 NAT /SI/000550: Population level management and conservation of brown bears in northern Dinaric Mountains and the Alps.
- 26 Pokorny, B., Marolt, J., Poličnik, H., 2008. Ocena učinkovitosti in vplivov zvočnih odvrčalnih naprav kot sredstva za zmanjšanje števila trkov vozil z veliko divjadjo [Assessment of the effectiveness and impacts of acoustic deterrents as a countermeasure for reducing the number of big gamevehicle collisions] [In Slovene]. Final report for Slovene Hunters Association, Contract no. LZS- 04/1298. ERICo Velenje, 107 str.
- 27 Roeber, C., M.S. Boyce, and G.B. Stenhouse. 2010. Grizzly bear movements relative to roads: application of step selection functions. *Ecography* 33:1113-1122.
- 28 Simonič A. 1992. The legal protection of the brown bear in Slovene territory—past and present, and some suggestion for the future. Str. 43-76 in *Rjavi medved v dežjelah Alpe-Adria: zbornik posvetovanja*, Ljubljana, 29. in 30. junija 1992 (M. Adamič, ed.). Gozdarski Inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija.

- 29 Skrbinšek T., Jelenčič M., Potočnih H., Trontelj P., Kos I., 2008. Analiza medvedov odvzetih iz narave in genetsko-molekularne raziskave populacije medveda v Sloveniji. Zaključno poročilo, 1.del: Varstvena genetika in ocena številčnosti medveda 2007. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 79 str.
- 30 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
- 31 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.
- 32 van der Grift, E.A., van der Ree, R., Fahrig, L. in sod. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodivers Conserv* (2013) 22: 425. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0421-01>



Naslov, podnaslov: Priročnik za vključevanje povezljivosti in primernosti prostora za medveda v prostorsko načrtovanje

Urednik: Hubert Potočnik

Avtorji: Hubert Potočnik, Samar Al Sayegh Petkovšek, Daniele De Angelis, Đuro Huber, Klemen Jerina, Josip Kusak, Meta Mavec, Boštjan Pokorny, Slaven Reljić, Mariano Rodriguez Recio, Tomaž Skrbinšek, Bojan Vivoda, Ida Jelenko Turinek

Avtor naslovne fotografije: Lukasz Fijalkowski

Avtorji fotografij: 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

Prevajanje: Prevekso Jeziki d.o.o.

Grafična podoba in oblikovanje: Agena d.o.o.

Založba: Univerza v Ljubljani

Ljubljana, 2019

Naklada: 400 izvodov

Tisk: Tiskarna P&G

O projektu

Akronim: LIFE DINALP BEAR

Ime projekta: Celovito upravljanje in varstvo rjavega medveda v severnih Dinaridih in Alpah

Šifra projekta: LIFE13 NAT/SI/000550

Elektronsko verzijo si lahko ogledate na spletni strani LIFE DINALP BEAR:

www.dinalpbear.eu

Spremljate nas lahko tudi na Facebooku (www.facebook.com/dinalpbear)

in Twitterju (twitter.com/dinalpbear).

E-pošta: dinalpbear@gmail.com



LIFE
DINALP
BEAR



LIFE13 NAT/SI/000550

S finančno podporo finančnega mehanizma Evropske unije LIFE.