

el
D=2.12

**STROKOVNA IZHODIŠČA ZA GRADNJO EKODUKTOV ZA
PREHAJANJE RJAVEGA MEDVEDA (*Ursus arctos*) IN DRUGIH
VELIKIH SESALCEV PREKO AVTOCESTE
(na odseku Vrhnika-Razdrto-Čebulovica)**

ln=4524

ID=806822

E-472

Končno poročilo

ADAMIČ Miha*, Andrej KOBLER**, Klemen JERINA*

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

** Gozdarski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Večna pot 2



LJUBLJANA, november 2000

GDK 149.74 Ursus arctos : 151.21 : (497.12)

K.l.b.: zver, rjavi medved, Ursus arctos, selitev, areal razširjenosti, prehod avtoceste, vpliv avtoceste, ekodukt, zeleni most, Slovenija

GOZDARSKA KNJIŽNICA

K E

472



22001000037

UNIVERZA V LJUBLJANI. GIS 9

COBISS 9

Izveček: *Strokovna izhodišča za gradnjo premostitvenih objektov – ekoduktov za varnejše prehajanje rjavega medveda (*Ursus arctos*) in drugih velikih sesalcev preko avtocestnih odsekov Vrhnika – Razdrto – Čebulovica.*

V letu 1997 smo začeli raziskavo, usmerjeno v iskanje optimalnih lokacij za gradnjo ekoduktov – zelenih mostov in proučevanje drugih možnih blažilnih ukrepov, ki naj bi rjavemu medvedu in drugim velikim sesalcem omogočili varno prečkanje avtocestnih odsekov Vrhnika – Razdrto – Čebulovica. Triletno študijo je financirala DARS d. d. – Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji. V predhodnih raziskavah o vedenju rjavega medveda vzdolž ograjenega avtocestnega odseka Ljubljana – Razdrto (JONOZOVIČ 1995, BÜRGLIN 1995, KACZENSKY in sod. 1995, 1996) je bilo ugotovljeno, da medvedi spretno plezajo prek varovalne ograje, vendar se kasneje na vozišču mnogi od njih ne uspejo izogniti trkom z vozili. Običajno traja dolgo časa, da se naučijo uporabljati varnejše načine prehajanja preko novih avtocestnih ovir na njihovih poteh. Blokada prostega prehajanja medvedov prek avtocestne ograje z dodatno električno zaščito je zato prva pomembna sestavina blažilnih ukrepov. S polaganjem peščenih sledilnih blazin v podvoze in pod viadukte ter z namestitvijo senzorsko proženih fotokamer smo ugotavljali dejanski obseg prehajanja rjavega medveda in drugih velikih sesalcev čez in skozi infrastrukturne objekte na proučevanih odsekih avtoceste. Ugotovili smo, da medvedi nekatere objekte pogosteje uporabljajo. Ena od možnih rešitev, ki naj bi prispevala k večji (ponovni) povezanosti razbitih populacij in večjih blokov primernih habitatov, ki se v Evropi vse bolj uveljavlja, je tudi gradnja ekoduktov – zelenih mostov, posebej oblikovanih in dimenzioniranih avtocestnih nadvoзов, tunelov, pokritih vkopov, ipd., namenjenih izključno prehajanju prostoživečih živali. V naši raziskavi smo definirali tri lokacije najverjetnejših prehodov rjavih medvedov prek avtoceste. Na dveh lokacijah smo predlagali izvedbo ustreznih blažitvenih ukrepov, vključno z možno gradnjo ekoduktov.

Ključne besede: avtoceste, rjavi medved, veliki sesalci, habitat, fragmentacija, varno prečkanje, zeleni most, Slovenija

Abstract: *Expert backgrounds for the construction of ecoduct-green bridge for safer crossing of the highway sections Vrhnika-Razdrto-Čebulovica by the brown bear (*Ursus arctos*) and other large mammals*

Three years study on optimal locations of the ecoducts-green bridges, combined with other mitigation measures to ensure safer crossing of highway sections Vrhnika-Razdrto-Čebulovica in southwestern Slovenia by the brown bears and other native large mammals, was started in 1997. The study was financed by the DARS - State Highway Company of Republic Slovenia. Previous studies on the behavior of brown bears along fenced highway Ljubljana-Razdrto (JONOZOVIČ 1995, BÜRGLIN 1995, KACZENSKY et al 1995, 1996) showed that brown bears skillfully climb over the highway fence. Few of them managed to escape the vehicles on the highway lane afterwards, but suffered in traffic collisions. It usually took long time since they learned to use safer ways to cross newly constructed

highway barriers on their traditional pathways. The blocking of free crossing of the highway fence by the brown bears with additional mounting of high-power electric protection on all identified bear crossings, was therefore the first step of our mitigation strategy. Through the tracking on sand beds put in the underpasses and by the use of automatic cameras mounted on highway bridges, we studied the extent of use of (non wildlife-friendly) facilities by the wildlife during the attempts to cross the highways. Several of them have been used by the bears. Construction of the ecoducts-green bridges is also among possible operations, currently used in Europe, with the goal to reestablish the contacts among population units of wildlife, living in fragmented habitats and to ensure the functional connection of existing habitat patches into contiguous habitat blocks. Three areas of most probable crossings of the highway by the brown bears have been located during the study. Mitigation measures on detected crossings, including the possible construction of green bridges on two of known locations, have been proposed in the study.

Key words: highways, brown bear, large mammals, habitats, fragmentation, safe crossing, ecoduct-green bridge, Slovenija

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKAV NA RAVNEH DIVJE ŽIVALI – PROMETNA VARNOST	2
1.2 METODE INVENTARIZACIJE PREHAJANJA PROSTOŽIVEČIH ŽIVALI ČEZ AVTOCESTE IN MONITORINGA RABE INFRASTRUKTURNIH OBJEKTOV.....	3
1.3 ALI JE AVTOCESTA OVIRA ALI LE FUNKCIONALNA MOTNJA V ŽIVLJENJSKI STRATEGIJI PROSTOŽIVEČIH ŽIVALI	7
1.4 RJAVI MEDVED (<i>URSUS ARCTOS</i>) V EVROPI IN V SLOVENIJI.....	8
1.5 RJAVI MEDVED IN AVTOCESTA LJUBLJANA – RAZDRTO – ČEBULOVICA.....	10
1.6 EKODUKT – ŽIVALIM PRIJAZEN PREMOSTITVENI OBJEKT ZA PREHAJANJE ČEZ AVTOCESTO	13
1.7 KJE IN KAKO ZGRADITI EKODUKTE.....	15
2 UGOTOVITVE PROJEKTNE NALOGE	19
2.1 SPREMLJANJE PREHAJANJA DIVJIH ŽIVALI ČEZ AVTOCESTO NA ODSEKIH VRHNIKA – RAZDRTO – ČEBULOVICA (– KOZINA)	19
2.1.1 Metoda dela	19
2.1.2 Opis premostitvenih objektov na AC odsekih Vrhnika – Razdrto – Čebulovica (– Kozina)	21
2.1.3 Ugotovitve	22
2.2 ANALIZA VERJETNOSTI PREHAJANJA RJAVEGA MEDVEDA PREKO AC NA ODSEKU VRHNIKA – DIVAČA Z MODIFICIRANO METODO HARMONIČNIH SREDIN	31
2.2.1 Uvod	31
2.2.2 Metode dela	34
2.2.3 Ugotovitve	35

2.3 KARTIRANJE POTENCIALNEGA HABITATA RJAVEGA MEDVEDA TER IDENTIFIKACIJA NAJVERJETNEJŠIH MEST PREHAJANJA MEDVEDOV (POTENCIALNIH LOKACIJ ZA GRADNJO EKODUKTOV IN / ALI IZVEDBO DRUGIH OMILITVENIH UKREPOV) ČEZ AC ODSEKE VRHNIKA – RAZDRTO – ČEBULOVICA.....	37
2.3.1 Metoda dela.....	37
2.3.2 Ugotovitve.....	39
2.3.3 Diskusija in zaključki.....	41
3 ZAKLJUČKI.....	43
4 POVZETEK.....	47
5 ZAHVALA.....	50
6 UPORABLJENA LITERATURA.....	51

1 UVOD

Pospešena gradnja avtocestnega omrežja v Sloveniji prinaša nove probleme v smeri nadaljnega drobljenja, fragmentacije kontinuiranih izvornih habitatov divjih živali. Le-ti so zaradi različnih posegov v preteklosti že marsikje postali neprimerni ali pa so zaradi gradnje antropogenih ovir postali nedostopni. Fragmentacija posebej prizadeva vrste z redkejšo porazdelitvijo v prostoru ter vrste z velikimi individualnimi območji aktivnosti. Z induciranimi ovirami, ki jih večini vrst predstavljajo ograjene in prometno obremenjene avtoceste bodo, ali so že prizadete genetske in socialne interakcije v fragmentiranih populacijah. Živali, ki se tudi po izgradnji in ograditvi avtocest gibljejo po ustaljenih poteh in naletijo na oviro, poskušajo le-to prečkati. Pri tem prihaja do trkov z vozili, katerih posledice so pri veliki hitrosti, razen za žival lahko usodne tudi za potnike v vozilih. Za uspešno razreševanje ravni nastalih konfliktov moramo najprej podrobno spoznati razsežnosti vpliva avtocestnih blokad na populacije prostoživečih živali in primernost njihovih habitatov. Šele po tem se je mogoče ustrezno odločati pri izboru primernih ukrepov za njihovo blažitev in sočasno izboljšanje prometne varnosti na avtocestah.

Zagotavljanje prometne varnosti na avtocestah je pomemben vidik, ki ga je treba izpostaviti v sklopu odnosov avtoceste – prostoživeče živali. GROOT BRUINDERINK in HAZEBROEK (1996) navajata da se v Evropi (Rusija v analizi ni upoštevana) vsako leto zgodi povprečno 507.000 prometnih nesreč oziroma trkov med velikimi rastlinojedci in vozili. Pri tem je 300 ljudi ubitih in 30.000 poškodovanih. Gre torej za rizične dogodke, ki imajo za posledico človeške izgube, ubite in poškodovane živali ter veliko materialno škodo. Zato je razumljivo, da tej problematiki v Evropi posvečajo nemajhno pozornost.

Slovenska policija je *prometne nesreče – trke osebnih vozil z divjadjo* pričela ločeno evidentirati od leta 1996 dalje. Pri tem registrirajo le dogodek (trk z živaljo), ne evidentirajo pa lokacije, vrste divjadi, posledic trka na oba udeleženca itn. (Inge Lenarčič, Center za informatiko pri Generalni policijski upravi, pisno sporočilo december 2000). Dogodki so v poročilu policije sumarno razvrščeni po letih in območnih postajah prometne policije, ki so dogodek obravnavale. V naslednji preglednici je prikazano število registrirano dogodkov za celotno Slovenijo in za območje policijskih postaj (Vrhnika, Logatec, Cerknica, Postojna), ki pokrivajo avtoceste med Vrhniko in Razdrtim.

Preglednica 1 Prikaz števila registriranih prometnih nesreč – trkov z divjadjo v Sloveniji v obdobju 1996 – 2000 (vir: Ministrstvo R.Slovenije za notranje zadeve, Generalna policijska uprava – Center za informatiko)

Leto		1996	1997	1998	1999	2000
Število trkov z divjadjo	na odseku Vrh. - Razdrto	43	45	46	46	45
	v Sloveniji	883	719	713	700	675

V ZDA je izdelava predhodne študije o razporeditvi, gibanju in glavnih smereh prehajanja velikih sesalcev čez traso načrtovane avtoceste ali železnice pred začetkom gradnje obvezna sestavina v sklopu presoje vplivov na okolje. (KOHN in sod.1999, SCHEICK, JONES 1999, SINGELTON, LEHMKUL 1999, WALLER, SERVHEEN 1999). Študijo mora naročiti in plačati investitor projekta, ki mora tudi zagotoviti strogo upoštevanje ugotovitev. Namen takih študij je zmanjšati možnosti nastanka težjih prometnih nesreč s prostoživečimi živalmi, le-tem omogočiti čim manj tvegano prečkanje avtoceste in tako tudi povečati prometno varnost. Ameriški poznavalci tovrstnih problemov (REILLY, GREEN 1974, GOODWIN, WARD 1976, WOODS, BRADLEY 1979, itn.) so pričeli že v 70.letih opozarjati, da je treba vse ukrepe za ohranjanje primernih življenjskih razmer za prostoživeče živali predvideti že pri načrtovanju posegov v okolje. Avtorji poudarjajo, da je učinek naknadnih omilitvenih ukrepov manjši od tistih, ki so bili izvedeni pravočasno. Pojavljajo se namreč nove, nepričakovane konfliktne situacije, stroški naknadnih blažitvenih posegov so praviloma tudi višji od tistih, opravljenih v času gradnje. Akcija je torej učinkovitejša in cenejša kot reakcija.

Oblikovanje učinkovitega sistema za preprečevanje možnosti trkov vozil z živalmi pri veliki hitrosti vozil na avtocestah ni preprosto. Živali, katerim avtocesta preseka kontinuirane habitate ter tiste, ki med daljinskim izseljevanjem ali cirkuliranjem naletijo na avtocesto, očitno skušajo oviro prečkati oziroma realizirati konkretni (tekoči) vzorec aktivnosti (BALLON 1985, BASHORE in sod. 1985). Zmanjševanje obsega motenj, ki jih živalskim populacijam predstavljajo ograjene avtoceste, je mogoče doseči le s pretehtanimi in sonaravno načrtovanimi omilitvenimi ukrepi. Gradnja in prilagoditev omrežja infrastrukturnih objektov, ki lahko povečajo prepustnost ovire, blažijo nastale posledice razbitja populacij in njihovih habitatov ter zagotavljajo večjo prometno varnost na avtocestah, je zato pomembna sestavina tovrstnih prizadevanj.

1.1 PREGLED DOSEDANJIH RAZISKAV NA RAVNEH DIVJE ŽIVALI – PROMETNA VARNOST

Z raziskavami na širšem tematskem področju, opredeljenim s ključnimi besedami: **divje živali, smrtnost, avtoceste, železnice, promet** so najprej pričeli v ZDA, v 50.letih 20.stoletja. Razloge zanje najdemo v naraščanju prometa in pospešeni gradnji prometnih povezav po 2.svetovni vojni in naraščanju števila težkih prometnih nesreč z divjimi živalmi. Tudi dejstvo, da so divje živali v ZDA državna lastnina in, da država svojo lastniško pravico v zakonodaji in v delovanju vladnih agencij tudi uveljavlja, je nedvomno prispevalo k snovanju raziskav. Raziskave so bile v začetku usmerjene v analizo lokalnih problemov (Mc CLURE 1951, BELLIS, GRAVES 1971, Mc CAFFERY 1973, REILLY, GREEN 1974, CASE 1978, FRASER, THOMAS 1982, BASHORE in sod.1985, itn.), kasneje pa so dobile povsem pragmatične okvire v smeri blažitve negativnih situacij (REED in sod.1982, O'NEILL in sod. 1983, HARRISON, DYER 1984, SINGER, DOHERTY 1985, FELDHAMER in sod. 1986, WOOD, WOLFE 1988, DECKER in sod. 1990,

DEL FRATE in sod. 1991, SCHEICK, JONES 1999, BROWN in sod. 1999, itn.). Številne študije so bile opravljene in potekajo tudi v Kanadi (FRASER, THOMAS 1982, PAQUET in sod. 1997, ALEXANDER, WATERS 1999, PHILIPS 1999, CLEVENGER, WALTHO 2000, itn.), kjer se srečujejo s podobnimi prometno-ekološkimi in prometno-varnostnimi problemi kot v ZDA.

V Evropi je največ tovrstnih raziskav potekalo na Nizozemskem (VAN LIEROP 1988, OPPDAM 1990, VERKAAR, BEKKER 1991, NIEUWENHUIZEN, VAN APELDOOM 1995, VERBOOM 1995, GROOT BRUINDERINK, HAZEBROEK 1996, VAN WIEREN, WORM 1997), v Nemčiji (OLBRICHT 1984, KOEPEL, 1986, MADER 1987, HARTWIG 1991, FEHLBERGER, POHLMAYER 1993, PFISTER in sod. 1997, GEORGII 1997), v Franciji (BALLON 1985, VINCENT in sod. 1988, DÉSIÉ, MALLET 1991, SERVHEEN, HUBER 1993), v Švici (EIBERLE 1972, MÜLLER, MOGNETTI. 1993, JENNY in sod.1997) in v drugih evropskih državah z gostim cestnim omrežjem (BOSCAGLI 1987, SLATER 1994, HUBER in sod.1998, itn.). Število opravljenih raziskav o velikih sesalcih in prometu se po letu 1991 povečuje tudi v Sloveniji (JONOZOVIČ, ADAMIČ 1994, JONOZOVIČ 1995, BÜRGLIN 1995, KACZENSKY in sod. 1995,1996, ADAMIČ, JONOZOVIČ 1996, OSTANEK 1996, KOBLEK, ADAMIČ 1999, itn.)

V gornjem seznamu so zajete predvsem tiste enote literature, ki obravnavajo podobno problematiko kot naša študija. Posebej zanimive in tudi primerjalno uporabne so raziskave o prometno-ekoloških in prometno-varnostnih problemih z medvedi in drugimi velikimi zvermi v ZDA in v Kanadi. Opozoriti pa je potrebno, da so evropske raziskave, z razliko od severnoameriških, usmerjene predvsem v proučevanje vpliva gradnje in funkcioniranja prometne infrastrukture na velike rastlinojedce (jelenjad, srnjad, divji prašič). V državah, kjer se posebej ukvarjajo z definiranjem tovrstnih problemov in blažitvijo posledic n.pr. na Nizozemskem, v Nemčiji in Veliki Britaniji, velikih zveri v naravi že več stoletij ni več. Razen v Italiji (BOSCAGLI 1987), v Franciji (BALENT in sod.1993, SERVHEEN 1993), Grčiji (ARCTUROS 1996) in na Hrvaškem (FRKOVIČ in sod. 1987, HUBER in sod 1998) podobnih integralnih prometno-varnostnih raziskav, ki bi se ukvarjale z evrazijskim rjavim medvedom, še ni bilo. V tem smislu predstavlja naša študija tudi okvir za bodoče raziskave v tistih delih Evrope, kjer rjavi medved (še) živi tudi v območjih z načrtovano gradnjo avtocestnih povezav (n.pr. Rusija, Ukrajina, Slovaška, Romunija).

1.2 METODE INVENTARIZACIJE PREHAJANJA PROSTOŽIVEČIH ŽIVALI ČEZ AVTOCESTE IN MONITORINGA RABE INFRASTRUKTURNIH OBJEKTOV

V nadaljevanju študije so prikazane največkrat uporabljene in v literaturi opisane metode za inventarizacijo območij prehajanja prostoživečih živali čez avtoceste ter s tem povezane rabe infrastrukturnih objektov, podvozov, nadvozov, viaduktov, mostov, itn..

Analiza območij trkov živali in vozil na avtocesti z analizo povezav med vrstno specifično razporeditvijo območij trkov in značilnimi populacijsko-habitatnimi parametri v okolici (BELLIS, GRAVES 1971, REILLY, GREEN 1974, GOODWIN, WARD 1976, CASE 1978, BASHORE in sod.1985, HUBER in sod.1998, VINCENT in sod. 1988, McDONALD 1991), je mogoče opredeliti avtocestna območja z visokim konfliktnim potencialom in zanje predvideti najučinkovitejše blažitvene ukrepe. Pri analizah izpostavljenosti avtocestnih odsekov so posebej uporabni arhivirani podatki o lokacijah trkov z divjimi živalmi, ki jih hranijo službe za vzdrževanje cest, policija in lovske družine z lovišči vzdolž cest (JONOZOVIČ 1995, OSTANEK 1996, KOGOVSŠEK 1998, itn.).

Uporaba avtomatskih foto (in video) – kamer pri monitoringu prehajanja prostoživečih živali čez infrastrukturne objekte. Z uporabo serije ustrezno nameščenih avtomatskih foto-kamer (KUCERA, BARRET 1993, GARSHELIS in sod.1994, MACE in sod. 1994, FOSTER, HUMPHREY 1995, JENNY in sod. 1997, PFISTER in sod.1997, SINGLETON, LEHMKUHL 1999, itn.) je mogoče inventarizirati tudi območja in objekte, ki jih s klasičnimi metodami ni mogoče nadzorovati. Na posnetkih na nadvozih nameščenih avtomatskih kamer je mogoče ugotoviti dinamiko prometne obremenitve objektov z vozili znotraj obdobja aktivnosti prostoživečih živali. S poznavanjem nočne prometne dinamike na in v večnamenskih infrastrukturnih objektih (nadvozih, podvozih) je mogoče tovrstne objekte rangirati po funkcionalni prepustnosti v: (1)divjim živalim prijazne in (2)neprimerne objekte. Objektivno rangiranje objektov je izhodiščna spremenljivka pri izračunu indeksov prepustnosti avtocestnih odsekov.

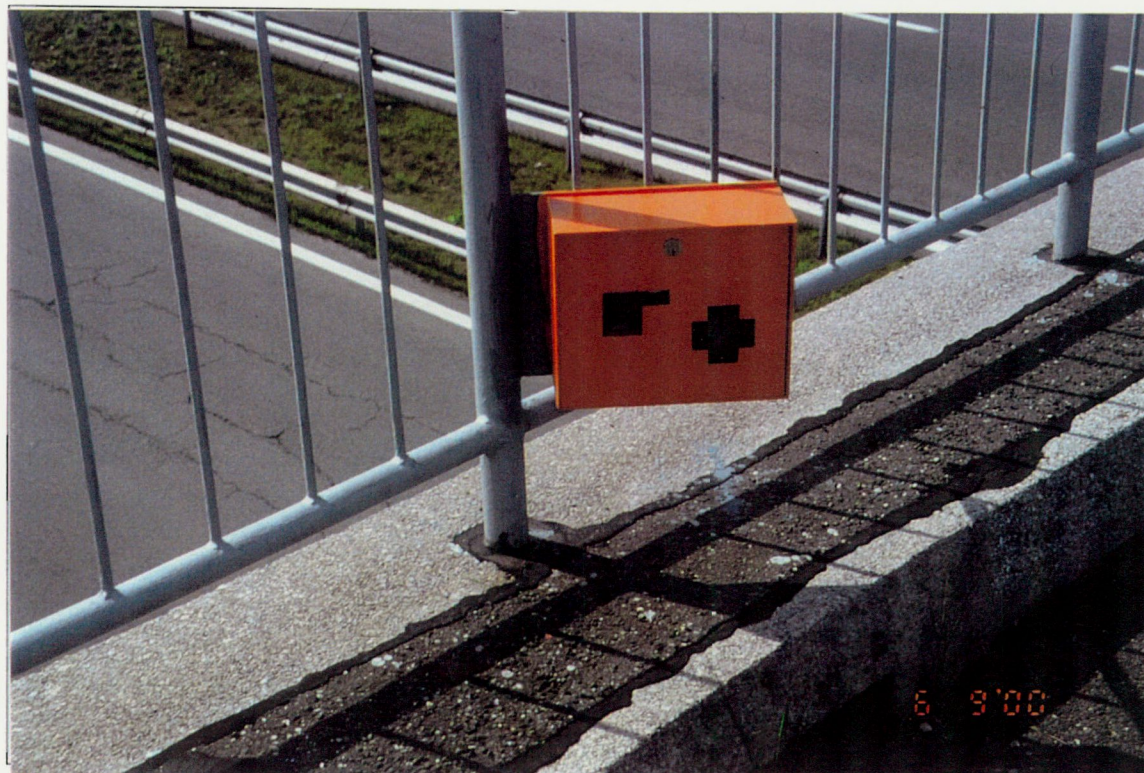
Inventarizacija primernosti infrastrukturnih objektov z nameščanjem peščenih sledilnih blazin je cenena in zanesljiva metoda in jo je mogoče uporabiti tam, kjer pogoste padavine, vozila in ljudje ne onemogočajo natančnosti odčitavanja odtisov nog (sled) prostoživečih živali. Številne raziskave, v katerih je bila ta metoda monitoringa uporabljena (FEHLBERG, POHLMAYER 1994, YANES in sod.1995, CLEVENGER, WALTHO 2000, itn.) dokazujejo njeno praktičnost in enostavnost. Izbira materiala za nasipavanje peščenih sledilnih blazin je odvisna od namena dela. Od granulacije in strukture peščenega nasutja zavisi razpoznavnost in obstojnost odtisov v pesku. Sledi majhnih, lahkih živali se bolje odtisnejo v finem in gostejšem materialu. YANES in sod.(1995) so pri inventarizaciji vrstne pestrosti sesalcev, ki prehajajo skozi avtocestne podhode uporabili kameno moko, ostanek pri žaganju marmornih plošč. Pogoji za izvedbo tovrstnih raziskav je usposobljenost sodelavcev pri vrstnem razpoznavanju sledi na peščenih sledilnih blazinah. Izvedba te metode zahteva tudi vzdrževanje in obnavljanje peščene sledilne blazine po vsakem odčitavanju sledi. Občutljivost delovne površine, ki jo zlahka poškodujejo ali uničijo nalivi, vozila, domače živali in prehajanje ljudi je glavna pomanjkljivost te metode.

Ugotavljanje smeri živalskih prehodov in stečin s sledenjem v snegu. Uporaba te cenene in učinkovite metode je časovno in prostorsko omejena glede na debelino in dolžino trajanja snežne odeje ter pogostnosti snežnih padavin. Enako kot pri metodi sledenja na peščenih sledilnih blazinah je tudi pri tej metodi

potrebna veščina razpoznavanja živalskih sledi. Ta metoda je bila v Sloveniji uporabljena pri inventarizaciji pojavljanja prostoživečih živali vzdolž ograjenega odseka AC Vrhnika – Postojna v zimi 1972, neposredno po ograditvi in ponovno pri inventarizaciji pozimi 1975 (PETERLIN in sod. 1973, 1976).

Habitatno modeliranje Z uporabo GIS modelov je možno napovedovati območja možnih prehodov čez avtoceste in opredeliti najverjetnejše habitatne povezave (CRAIGHEAD in sod.1982, MLADENOFF in sod.1995, CRAIGHEAD in sod. 1995, SMITH,D.J. 1999, KOBLER, ADAMIČ 1999, itn.). Modeli tudi kažejo, da visoko mobilni habitatni generalisti pri prehajanju skozi pokrajino izbirajo energijsko varčnejše smeri, v primerjavi z ostalimi deli razpoložljivih območij. Še posebej pomembna je uporaba habitatnih modelov pri odločanju (1)ali, (2)kje in (3)kakšne premostitvene objekte bi bilo smiselno zgraditi za povečanje prepustnosti induciranih ovir. Še tako dovršeni in dragi ekodukti, ki naj bi zagotavljali lažje prečkanje avtoceste so neučinkoviti, če habitatne razmere v okolici »ciljnim« živalskim vrstam ne omogočajo varnega in energijsko varčnega dostopa do ceste oziroma do blažitenega objekta, ali jim le-to celo onemogočajo.

Slika 1 Kamera za spremljanje prehajanja divjih živali prek avtoceste



Slika 2 Peščena sledna blazina na podhodu Zajčica



Slika 3 Sledi rjavega medveda v snegu



1.3 ALI JE AVTOCESTA OVIRA ALI LE FUNKCIONALNA MOTNJA V ŽIVLJENJSKI STRATEGIJI PROSTOŽIVEČIH ŽIVALI

Na vprašanje, katere vrste so posebej prizadete z ograjeno in prometno obremenjeno avtocesto, ni mogoč splošno veljaven odgovor. Zadovoljivo je mogoče tovrstne dileme razreševati samo v posameznih konkretnih primerih. Po vrstno specifičnih značilnostih prostoživečih živali oziroma razlikah v hitrosti in gibljivosti, sposobnosti plezanja čez ograjo, preskakovanju ovir in kopanju pod ograjo je mogoče živali, glede izpostavljenosti vplivu avtocest razvrstiti v nekaj skupin.

Ris (*Lynx lynx*), ki je bil leta 1973, torej šele po izgradnji avtoceste Vrhnika – Postojna, ponovno naseljen na Kočevskem, se je v območju okoli avtoceste pojavil po letu 1975, po dograditvi podaljška avtoceste med Postojno in Razdrtom. Sodeč po hitrosti širjenja vrste v Nanos, Hrušico in Trnovski gozd ter naprej proti Alpam (DEKLEVA 1995, ROZMAN 2000), ograjena avtocesta risu ne predstavlja resne ovire. Na to opozarjajo tudi podatki arhiva PVAC – Avtocestne baze Postojna, v katerih ni registriranih povozov odraslih risov na avtocesti. Pogostnost registriranih sledi na peščenih sledilnih blazinah v podvozih in pod viadukti kaže, da znajo risi uporabljati varne načine prečkanja avtoceste (Priloga 4,7).

Ponovno širjenje **volka** (*Canis lupus*) v historične habitate v Sloveniji (ADAMIČ in sod. 1999) po celoletni zaščiti iz leta 1993 in pojavljanje posameznih osebkov in skupin na severni strani avtocestnih odsekov Vrhnika – Razdrto – Čebulovica opozarjajo, da ograjene avtoceste z dovolj številnimi prehodnimi odprtini in ograji (mostovi, nadvozi, podvozi, viadukti), volku ne predstavljajo resnejše ovire. Večkratna sledenja volkov na peščenih sledilnih blazinah pod viaduktoma Goli vrh in Bandera v letih 1997 in 1998 (Priloga 4), sledi 6 volkov v snegu pod viaduktom Ravbarkomanda februarja 1993, nočni foto-posnetek volka (kamera TrailMaster) na avtocestnem nadvozu na Maznem vrhu (Priloga 5), opazovanje volkov pri prečkanju nadvoza pri Hruševju, itn. kažejo, da volkovi spretno uporabljajo avtocestne infrastrukturne objekte in tako varno prečkajo avtocesto (Priloga 8). Pomembno prožilo za uporabo le-teh je avtocestna ograja, ki blokira »prosto« prečkanje in volkove usmerja k objektom. PAQUET in sod. (1997) namreč navajajo, da so povozi na ne-ograjanih avtocestah, razen lova, glavni vzrok smrtnosti volkov v Central Canadian Rocky Mountains.

Jelenjad (*Cervus elaphus*) v različnih gostotah naseljuje celotno območje na obeh straneh avtocestnih odsekov med Verdom in Čebulovico. Iz rezultatov naše študije je očitno, da se jelenjad avtoceste izogiba in le redko prehaja skozi in po infrastrukturnih objektih. DEKLEVA (1995b) navaja, da se je jelenjad, po izgradnji avtoceste do Razdrtega pričela pogosteje pojavljati jugozahodno od avtoceste, v Obalno-Kraškem območju. Ta ugotovitev potrjuje, da se jelenjad ograjene avtoceste izogiba in prične pri širjenju uporabljati druge, še odprte smeri. Izgleda tudi, da jelenjad svojo življenjsko strategijo v širšem območju novozgrajene avtoceste hitro prilagodi novim razmeram. Prvi dve leti po izgradnji AC odseka

Razdrto – Čebulovica (1994 in 1995) smo jelenjad pogosto sledili na peščenih sledilnih blazinah pod viaduktoma Bandera in Goli vrh, sledi pa smo registrirali tudi ob avtocestni ograji okoli nadvoza Mazni vrh. Pogostnost prehajanja jelenjadi se je postopno zmanjševala in domnevamo, da so tropi jelenjadi (nova) skupinska območja aktivnosti že oblikovali tako, da ležijo samo na eni strani avtoceste.

Podobno se tudi **divji prašiči** (*Sus scrofa*) izogibajo avtocesti in jo le redko prečkajo. O tem pričajo ugotovitve naše študije ter rezultati raziskave o gibanju markiranih divjih prašičev G.L. LZS Ljubljanski vrh (KRŽE 1994). Na peščenih sledilnih blazinah v podvozih smo divje prašiče sicer nekajkrat sledili, vendar po velikosti sledi praktično le manjše (mlajše) osebke, ki so podvoz verjetno prečkali v obdobju disperzije iz materinskega območja (glej tudi poglavje 2.1.3.)

Srnjad (*Capreolus capreolus*) je glede na pogostnost registriranih sledi na peščenih sledilnih blazinah ter prisotnost na posnetkih avtomatskih foto-kamer očitno prilagodljiva na človekovo bližino (Priloga 4, 5, 10). Pogosto pa zaradi sposobnosti »smukanja« tudi zleze pod avtocestno ograjo in se znajde pred vozili. Po podatkih arhiva PVAC je srnjad tudi najpogosteje udeležena v trkih z vozili na avtocesti (JONOZOVIČ 1995).

Srednje velikim in manjšim živalim: **lisici** (*Vulpes vulpes*), **divji mački** (*Felis sylvestris*), **kuni belici** (*Martes foina*), **jazbecu** (*Meles meles*) in **poljskemu zajcu** (*Lepus europaeus*) pa, sodeč po gostoti sledi in njihovi pogostnosti na posnetkih avtomatskih foto-kamer v podvozih, viaduktih in na nadvozih, avtocesta verjetno ne predstavlja resnejše ovire (Priloga 4, 5).

Podrobnejše ugotovitve o vrstni pogostnosti prostoživečih živali, ki za prečkanje avtoceste uporabljajo premostitvene objekte, so prikazane v kartni in tabelarični obliki v nadaljevanju študije.

1.4 RJAVI MEDVED (*Ursus arctos*) V EVROPI IN V SLOVENIJI

Rjavi medved, ki je bil osrednji cilj naše raziskave je velika, gibljiva, inteligentna in prilagodljiva vrsta. Evrazijskega rjavega medveda človekova bližina ne moti. KNIGHT in sod. (1988) navajajo, da evropski rjavi medved lahko živi v bližini človeka, medtem ko se grizli, severnoameriška podvrsta rjavega medveda, človeka izogiba in je naravno agresivnejši od evropskega sorodnika. ZUNINO (1989) poroča, da rjavi medved v Evropi že od nekdaj kohabitira s človekom in se zato tudi hrani z njegovimi viri ter mu tako povzroča škodo. Slednje pa seveda potrjuje medvedovo toleranco do človekove bližine.

Slovenija leži na severozahodnem robu strnjenega območja Dinarsko-Vzhodnoalpske populacije rjavega medveda (SWENSON in sod. 1997). Dinarsko-Vzhodnoalpska populacijo tvorijo živali, ki naseljujejo gozdnata območja, ki se raztezajo od Vzhodnih Alp v Avstriji in severovzhodni Italiji na severu, do gorovja

Pindus v Grčiji na jugu. Države, ki sestavljajo to območje so Italija, Avstrija, **Slovenija**, Hrvaška, Bosna in Hercegovina, Republika Makedonija, ZR Jugoslavija, Albanija in Grčija. Velikost populacije je ocenjena na okoli 2800 živali (SWENSON in sod.1997). Gozdovi v Dinarsko-Vzhodnoalpskem populacijskem območju so manj sklenjeni kot v Karpatih. Funkcionalni habitati znotraj območja so zato sestavljeni iz bolj ali manj izoliranih podenct, med katerimi sicer obstojajo tudi koridorske povezave. Slednje nakazuje možnost, da je populacija dejansko razdeljena v več subpopulacij oziroma bi s prekinitvijo koridorskih povezav zaradi človekovih aktivnosti, taka lahko postala. Ocena velikosti populacije na območju ZR Jugoslavije, Bosne in Hercegovine ter Albanije je nezanesljiva. Dejanske posledice vojne v 90.letih in nestabilnosti političnih razmer na medvedjo populacijo so neznane, vendar pa so njihovi učinki, vsaj lokalno lahko zelo močni (HUBER, 1999).

Skupaj z Gorskim Kotarom v sosednji Hrvaški predstavlja Slovenija tudi zahodni del areala rjavega medveda v Srednji Evropi. Medvedi, ki iz osrednjega območja vrste v Sloveniji (e)migrirajo proti severu in zahodu, predstavljajo edini potencialni vir za ponovno naravno poselitev vzhodnih Alp. Cilji dolgoročne ohranitve populacije rjavega medveda v Sloveniji bodo zagotovljeni le ob sočasnem vzdrževanju ekološko funkcionalne, vitalne populacije ter zagotovitvi zadostne količine primernih habitatov, v katerih bo taka populacija lahko (pre)živela tudi v prihodnje. Za doseg slednjega bo treba meje današnjega osrednjega varovalnega območja s površino okoli 3500 km² ustrezno korigirati in vanj vključiti habitate, ki jih je rjavi medved naseljeval že pred letom 1966, vendar iz različnih vzrokov takrat niso bili vključeni v osrednje varovalno območje. Isto velja tudi za novo kolonizirana območja po letu 1966. Enako pomembna je tudi vključitev vseh identificiranih krakov povezovalnih in bivalnih koridorjev (BENNETT 1990) v razširjeno varovalno območje. S tem namenom smo leta 1998 predlagali variantno razširitev mej osrednjega varovalnega območja rjavega medveda iz leta 1966 na skupaj okoli 5700 km² (ADAMIČ, KOREN 1998). Z oblikovanjem meddržavnega ohranitvenega območja v dogovoru s sosednjo Hrvaško na okoli 7000 km² oziroma z razširitvijo enotnega sistema varstva tudi na območje Gorskega Kotara pa bi bilo zagotovljeno tudi dolgoročno, celovito varstvo Dinarsko-Vzhodnoalpske populacije rjavega medveda tudi pri naraščajočih pritiskih iz okolja. Slovensko-hrvaška populacija rjavega medveda je tudi najpomembnejši vir za odlov živali za ponovne naselitve v območja nekdanje razširjenosti te vrste v Alpah. Zato imajo prizadevanja za ohranitev vitalne populacije rjavega medveda v osrednjem območju razširjenosti in zagotovitev prepustnosti emigracijskih koridorjev tudi mednarodne razsežnosti. Uspeh akcije za povratek rjavega medveda v območje nekdanjega evropskega areala je v veliki meri odvisen prav od stanja populacije te vrste v Sloveniji.

Pri današnji oceni velikosti populacijske enote rjavega medveda, ki se v Sloveniji giblje med 350–400 živalmi (Letna statistična poročila Lovske zveze Slovenije) ter njeno funkcionalno povezavo z medvedi v Gorskem Kotaru ni umestno govoriti o trenutni in neposredni ogroženosti vrste. Pač pa nekoliko podrobnejša analiza posameznih vidikov vrstne primernosti habitatov opozarja, da je rjavi medved

najmanj potencialno ogrožen oziroma ranljiv tudi v Sloveniji. Sočasno namreč na populacijo učinkujejo:

- *napredujoče spremembe primernosti habitatov v osrednjem območju razširjenosti. Kljub temu, da habitat v osrednjem območju razširjenosti rjavega medveda v Sloveniji, skupaj z Gorskim Kotarom na Hrvaškem tvorijo pomemben člen v evropskem omrežju ključnih habitatov redkih in ogroženih živalskih vrst (NATURA 2000), zanje še ni bila oblikovana ustrezna ohranitvena strategija,*
- *odklonilen odnos lokalnih prebivalcev in skupnosti do povratka rjavega medveda v historične habitate v predalpskem območju in v Alpah. Naraščanja obsega in prostorsko širjenje plenilskih napadov na drobnico v alpskem in predalpskem prostoru so ključni vzroki nenaklonjenosti, in*
- *gradnja novih avtocest in železniških prog, ki sekajo historične povezave med velikimi bloki gozdnih habitatov in ovirajo komuniciranje med populacijskimi enotami rjavega medveda ter istočasno povečujejo življenjsko tveganje osebkov med emigracijami in/ali pri gibanju med sezonskimi deli habitatov.*

Državna ohranitvena strategija za rjavega medveda v Sloveniji (Zavod za gozdove Slovenije in Ministrstvo R. Slovenije za okolje in prostor 2000), ki je trenutno v fazi dopolnjevanja, bi morala čim prej razrešiti te in druge nedorečenosti v okviru dolgoročne ohranitve rjavega medveda v Sloveniji.

1.5 RJAVI MEDVED IN AVTOCESTA LJUBLJANA – RAZDRTO – ČEBULOVICA

Disperzija nedoraslih osebkov v obdobju pred spolno zrelostjo je pomemben mehanizem, ki determinira pretok genov, vpliva na populacijsko genetsko strukturo in tudi genetsko pestrost znotraj populacij velikih sesalcev. Osebki, ki se izseljujejo iz izvornih (osrednjih) populacijskih območij, se lahko pridružijo upadajočim, ponornim (angl. sink) delom populacij in jim tako zagotavljajo demografsko stabilnost (PULLIAM, DANIELSON 1991). Raziskave pa kažejo, da večina živali, ki dispergirajo, pripada ožjemu profilu. Pri sesalcih so samci mobilnejši, medtem ko samice večinoma ostajajo bližje rojstnega območja. Razumevanje disperzijskih značilnosti vrst lahko olajša odločitve, kako tem vrstam ohraniti najustreznejše koridorske habitate in habitatne povezave oziroma kako le-te po potrebi restavrirati.

Večino emigrantskih osebkov pri rjavem medvedu in drugih velikih zvereh predstavljajo mlajši samci (SWENSON in sod.1998). Medvedke – matere znotraj svojih območij aktivnosti ne trpijo moških potomcev, zato le-ti, ko dosežejo določeno starost, iz materinskih območij praviloma izselijo. Pogosto so habitat v širši okolici materinskega območja že poseljeni s starejšimi, bolj dominantnimi medvedi – samci. Nedorasli, tavajoči medvedi zato pogosto nimajo druge izbire

kot, da dispergirajo v različne smeri proti še neznanim območjem, na poti iščejo primerno hrano, skrivališče ter dovolj varen teritorij, v katerega bi se lahko za stalno naselili.

SWENSON in sod. (1998) ugotavljajo, da z oddaljenostjo od osrednjega območja razširjenosti rjavega medveda, le-tega determinira prisotnost rodnih samic z mladiči, med odstreljenimi medvedi narašča delež nedoraslih 2–3 leta starih samcev. Avtorji ugotavljajo, da z oddaljenostjo od osrednjega območja upada tudi delež samic med odstreljenimi živalmi.

Dolžina potovanj oziroma razdalje, ki jih v obdobju disperzije premerijo posamezni osebki, pri velikih zvereh pogosto presegajo 100 km. Taka daljinska potovanja so, razen za zveri, značilna tudi za druge velike sesalce, n.pr. jelenjad, divjega prašiča in gamsa. Ob impresivnih prehojenih razdaljah se kar ponujajo sklepi, da »potujoči osebki« z lahkoto najdejo pot tudi skozi stotine kilometrov fragmentirane in urbanizirane pokrajine. To sicer do neke mere velja, vendar predvsem za visoko mobilne in prilagodljive volkove (KOHN in sod.1999). Ne moremo pa se zanašati, da taka potovalna uspešnost velja tudi za ostale vrste in, da bodo vsi migranti srečno prišli do primernega cilja. Razmišljanja o (samo)uspešnosti migrantov so nevarna, ker zamegljujejo *realne nevarnosti*, ki so jim živali izpostavljene med iskanjem novih območij za naselitev. Med slednjimi je treba omeniti možnosti povozov na avtocestah, regionalnih cestah in železnici, nelegalni odstrel, »utopitve« v habitatnih ponorih v urbaniziranih in fragmentiranih območjih, itn.. NOSS in sod..(1996) opozarjajo, da so ohranjeni vitalni populacijski centri ameriškega rjavega medveda, grizlija (*Ursus arctos*) v ZDA medsebojno oddaljeni tudi več kot 250 km. Avtorji poudarjajo, da je povsem iracionalno pričakovati, da se bodo migranti, ki se gibljejo na tako velikih razdaljah usmerili naravnost k peščici prepustnih in (še) varnih prehodov čez avtoceste, skozi urbanizirana območja in preko drugih ovir v kulturni krajini. Zato je pomembno, da migrantskim vrstam ohranjamo in izboljšujemo primernost habitatnih povezav oziroma, da z ustreznimi ukrepi zagotovimo prepustnost in čim varnejše prehode med ohranjenimi metapopulacijskimi območji.

Z Odredbo o območju v SR Sloveniji na katerem je medved zaščiten (Ur.list SRS 29/66) so bile zakonsko opredeljene meje osrednjega območja razširjenosti rjavega medveda v Sloveniji. To območje, kjer medved uživa z zakonom predpisano stopnjo varstva, meri nekaj več kot 300.000 ha oziroma okoli 15% površine Slovenije. Z določenimi občasnimi korekturami je opredelitev osrednjega območja iz leta 1966 dejansko v veljavi še danes. Pri takratnem določanju mej osrednjega območja pa so predlagatelji spregledali, da sta Nanos in Hrušica že takrat predstavljala sestavni oziroma funkcionalni del osrednjega reproduktivnega območja rjavega medveda v Sloveniji oziroma ju iz nam neznanih razlogov niso vključili v meje le-tega. Če bi bila razmejitev osrednjega varovalnega območja strokovno korektno izpeljana, bi pri gradnji AC odsekov Vrhnika – Postojna in Postojna – Razdrto v začetku 70.let, prisotnost rjavega medveda v območju verjetno vsaj nekoliko upoštevali in zanj tudi predvideli minimalne varovalne ukrepe. Odseki AC med Verdom, Logatcem in Postojno bi v tem primeru namreč »uradno« zarezali v reproduktivni del populacije. Samice rjavega medveda so,

severno od današnje avtoceste opažali že v poznih 50. letih in ta opažanja, dobrih 10 let pred začetkom gradnje avtocestnih odsekov Vrhnika – Postojna in Postojna – Razdrto tudi registrirali (ADAMIČ 1994).

Zaradi zakonske zaščite, presežnega odstrela medvedov – samcev (ADAMIČ 1997) in ugodnih ekoloških razmer in (morda tudi) celoletnega dodatnega krmljenja, je naraščanje številčnosti in prostorsko širjenje rjavega medveda dejstvo, s katerim se v Sloveniji soočamo posebno v obdobju po letu 1990 (ADAMIČ 1996). Rjavi medved je inteligentna, mobilna in prehransko prilagodljiva vrsta. Posamezni osebki živijo na velikih individualnih območjih aktivnosti, s prevladujočimi površinskimi deleži gozda (KOBLEK in sod. 1997). Med iskanjem hrane se pogosto približajo človekovim prebivališčem in v splošnem do človekove bližine izkazujejo visoko stopnjo tolerance.

V sosednjem Gorskem Kotaru na Hrvaškem sta HUBER in ROTH (1994) z radiotelemetrijsko spremljavo gibanja rjavih medvedov ugotovila, da v enem dnevu prehojena premočrtna razdalja med triangulacijskimi lokacijami meri 0,2 – 8,5 km, z vrednostjo mediane 1,5 km/dan. V predhodni študiji na območju Nacionalnega parka Plitvice pa sta ista avtorja (HUBER, ROTH 1986) ugotovila, da enodnevna razdalja med stojišči znaša 0,4 – 6,2 km, z vrednostjo mediane 1,6 km/dan. Medvedi, tudi rezidentni osebki, ki v območju stalno prebivajo, lahko torej v enem dnevu prehodijo dokaj velike razdalje. Gibljejo se v glavnem v mraku in ponoči. Če pri tem naletijo na avtocesto, prometno močnejše obremenjeno regionalno cesto ali železnico, lahko pri prečkanju naletijo na vozilo in so v trčenjih ubiti ali poškodovani.

Za važnejše prehode čez avtocesto je značilno, da se lokacije (točke) posameznih ugotovljenih prehajanj funkcionalno grupirajo v obliki lokalnih šopov. KOHN in sod. (1999) te šope točk prikazujejo kot ozka eliptična območja okoli osi ceste in jih poimenujejo kot balone (balloons).

Po ugotovitvah aktualne študije o dinamiki širjenja rjavega medveda v Sloveniji po letu 1950 (ADAMIČ in sod. v pripravi) je razvidno, da se tudi v Sloveniji srečujemo s klasično strategijo širjenja rjavega medveda. Najprej in pogosto tudi v večji oddaljenosti od osrednjega populacijskega območja se pojavijo mlajši samci, več let kasneje pa tudi prve samice. Ko le-te spolno dozori, si poiščejo partnerja in imajo v novo okupiranih območjih mladiče. Tu rojene mlade samice praviloma ostanejo v bližini materinega območja aktivnosti in imajo po doseženi spolni zrelosti tudi same mladiče. Iz tako nastajajočih reproduktivnih jeder se mlajši medvedi izseljujejo in poskušajo okupirati krpe primernih habitatov v širši okolici rojstnega območja. Na ta način si medvedja populacija sama zagotavlja »stopne kamne« za nadaljnje širjenje.

Naša naloga je bila usmerjena v identifikacijo primernih mest za gradnjo ekoduktov oziroma v iskanje drugih omilitvenih ukrepov, namenjenih varnemu prehajanju rjavega medveda in drugih velikih sesalcev čez avtocesto. Ker je rjavi medved inteligentna in spretna živalska vrsta in, ker je gradnja ekoduktov na prometno obremenjeni avtocesti zelo drag podvig, morajo biti odločitve o lokaciji in

tipu ekodukta skrbno pretehtane. Zato smo pri našem delu izbrali sistem postopnega, stopničastega odločanja (step by step decision making system).

Delo je bilo sestavljeno iz dveh časovno sinhroniziranih nalog. V prvi fazi smo:

- zbrali in proučili tujo in domačo literaturo o prehajanju velikih sesalcev, posebno medvedov čez linijske infrastrukturne objekte,
- opravili smo konzultacije s predstavniki lovskih družin, katerih lovišča so s proučevanimi odseki avtoceste presekana ali se jih avtocesta dotika,
- pregledali smo arhivirane podatke Avtocestne baze Postojna (v sklopu Podjetja za vzdrževanje avtocest) o pojavljanju prostoživečih živali znotraj avtocestne ograje ter o lokacijah povozov na avtocesti. Znane lokacije, načine dosedanjih prečkanj ter mesta povozov rjavih medvedov na proučevanih odsekih AC smo kartno interpretirali (Priloge 6, 12, 13).

V drugem delu naloge smo:

- testirali dejansko uporabo obstoječih infrastrukturnih objektov za prehajanje rjavega medveda in drugih velikih sesalcev čez avtocesto, in
- s pomočjo konzervativnega modela primernosti habitata za rjavega medveda v zahodni polovici Slovenije in računalniško simulacijo gibanja medvedov v območju proučevanih avtocestnih odsekov (least cost of movement analysis) določili najverjetnejša mesta prehajanj medvedov čez avtocesto. Tako ugotovljene lokacije pa smo opredelili kot potencialna območja za gradnjo ekoduktov in/ali izvedbo drugih omilitvenih ukrepov..

Konkretne ugotovitve študije so podrobneje predstavljene v nadaljevanju zaključnega poročila.

1.6 EKODUKT – ŽIVALIM PRIJAZEN PREMOSTITVENI OBJEKT ZA PREHAJANJE ČEZ AVTOCESTO

Novejša spoznanja o posledicah gradnje avtocest oziroma o (1)fragmentaciji živalskih habitatov, (2)spremembah povezav med osebkami in skupinami znotraj populacij velikih sesalcev in (3)prometno-varnostnih problemih za živali in ljudi, ki se istočasno in na istem mestu znajdejo na vozišču so, skupaj s *pozitivno naravovarstveno zakonodajo*, v svetu (še) na koncu 20. stoletja sprožili premik v ocenjevanju posledic gradnje avtocest na naravne sisteme. V zadnjih letih namreč postajajo posledice fragmentacije habitatov na populacije velikih sesalcev vse pogostejše predmet pozornosti raziskovalcev in naravovarstvenikov.

K temu so prispevala tudi spoznanja, da tudi neograjene ceste s prometno obremenitvijo ≥ 4000 vozili / dan preprečijo stabilno komuniciranje med deli populacij velikih sesalcev, ki naseljujejo s cesto prekinjene povezave med bloki habitatov (RUEDIGER in sod. 1999)

Povezava znanj gradbeniške stroke z novimi znanstvenimi področji: ohranitveno biologijo, ohranitveno genetiko, restavracijsko ekologijo in ekološkim modeliranjem ter široko uporabo prostorsko-informacijskih sistemov (GIS), je privedla do drugačnega oziroma mehkejšega, sonaravnjšega načrtovanja avtocest in konstruiranja infrastrukturnih objektov. Pojavljajo pa se tudi pobude za naknadno gradnjo »živalim prijaznih« infrastrukturnih objektov, ki naj bi omilili negativne posledice, ki jih že zgrajene avtoceste povzročajo populacijam prostoživečih živali.

V okviru poskusov ponovnega združevanja, z avtocestami in ograjenimi hitrimi železniškimi progami razbitih delov prvotno enovitih habitatov, so bile zato predlagane različne rešitve. Med temi so se v praksi najbolj obnesli široki, sonaravno oblikovani in ozelenjeni premostitveni objekti (ROTH, KLATT 1991, KELLER, PFISTER 1995).. V evropskih državah, kjer taki objekti že obstajajo so jih poimenovali s skupnim imenom *zeleni mostovi*. WAN WIEREN in WORM (1997, str.193) poročata, da je bilo po stanju iz leta 1996 v Franciji že zgrajenih okoli 20, v Nemčiji 8, v Švici 2 in na Nizozemskem 3 taki prehodi. Njihova uporabna širina meri od 8 do 200 m. En zeleni most z uporabno širino okoli 80 m so leta 1998 zgradili tudi v bližini Delnic na Hrvaškem, na hitri cesti Zagreb – Rijeka (op.p.).

Glede na namembnost in funkcionalnost so tovrstni objekti poimenovani kot: *Wildviaduct – Cerviduct* (na Nizozemskem, kjer so namenjeni predvsem prehajanju jelenjadi), *Biobrücken* (Švica), *Grünbrücken* (Nemčija), *Passages pour grand gibier* (Francija), *Wildlife passages* (ZDA), itn. Zeleni mostovi, v tej študiji zanje uporabljamo izraz **ekodukt**, so posebej primerni in danes že nepogrešljivi za združevanje fragmentiranih delov habitatov in prekinjenih migracijskih koridorjev živalskih vrst, ki:

- so zaradi svojih telesnih in vedenjskih značilnosti posebej izpostavljene trkom z vozili in povozom na avtocestah,
- kažejo močne migratorne tendence oziroma je ciklično gibanje med sezonskimi deli habitatov njihova vrstno specifična značilnost,
- živijo v značilni krpasti, metapopulacijski razporeditvi z vzpostavljenimi povezavami med populacijskimi enotami, ki naseljujejo bloke in krpe primernih habitatov znotraj obsežnih območij,
- potrebujejo veliko "osebnega in skupinskega" prostora oziroma živijo v okviru velikih individualnih ali skupinskih arealov aktivnosti, in/ali
- so z infrastrukturnimi objekti omejene v populacijski disperziji.

GEORGII (1997) je proučeval prehajanje prostoživečih živali čez 5 zelenih mostov, zgrajenih na avtocesti B31, na odseku Stockach – Überlingen. Mostovi so imeli uporabno širino med varovalnima ograjama od 13 do 65 m. Za primerjavo so v študiji spremljali tudi uporabo 8 večnamenskih infrastrukturnih objektov (2 nadvoza

in 5 podvozov) na istem avtocestnem odseku. Vse objekte so nadzorovali s posebej prirejenim sistemom infrardečih videokamer. Avtor je ugotovil, da je čez zelene mostove prehajalo značilno več živali (3,4–20,2 živali / noč) kot skozi podvoze in čez nadvoze (0,7–11,5 živali/noč). Isti avtor ugotavlja, da so bili med zelenimi mostovi najbolj obiskani tisti, ki so bili postavljeni znotraj gozda oziroma na odseku, kjer je avtocesta presekala večji gozdni kompleks. Dobro so funkcionirali tudi objekti, ki so bili locirani na rob gozda.

1.7 KJE IN KAKO ZGRADITI EKODUKTE

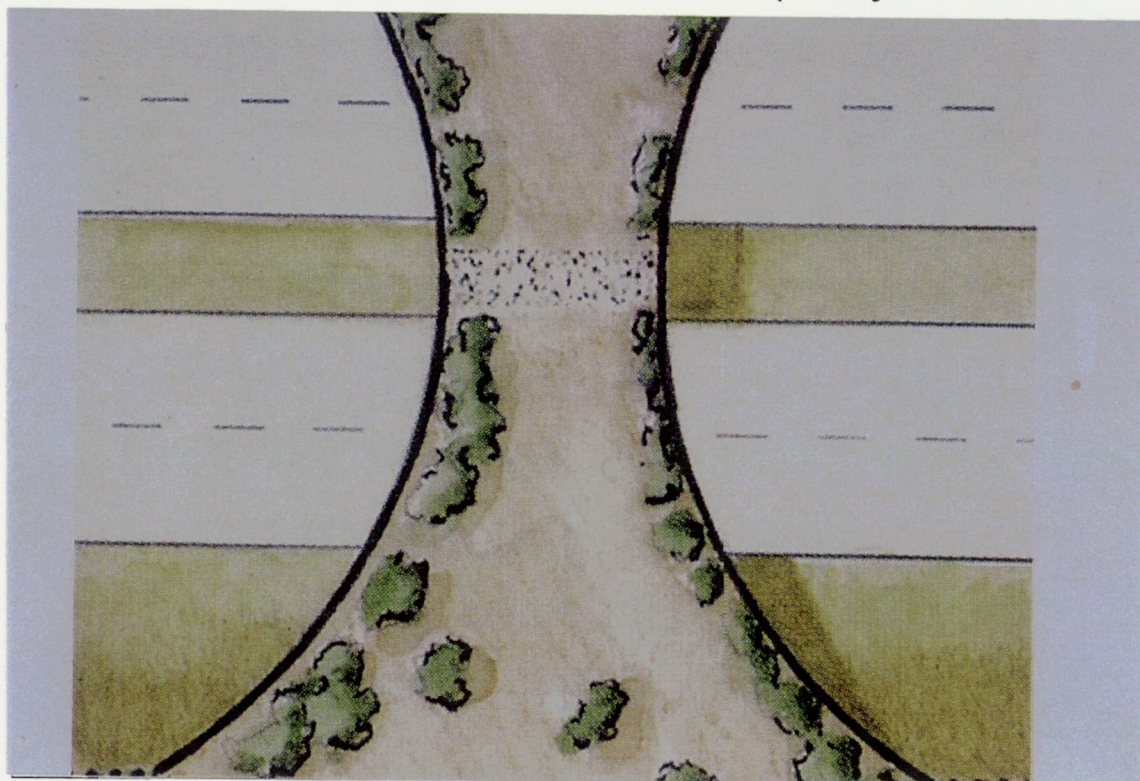
Iz tujih raziskav (BALLON 1985, VERKAAR, BEKKER 1991, ROTH, KLATT 1995, NIEUWENHUIZEN, VAN APELDOOM 1995, PFISTER in sod. 1997, GEORGII 1997, JENNY 1997, WAN WIEREN, WORM 1997, itn.), ki se sicer ne ukvarjajo z rjavim medvedom, ampak se nanašajo na prehajanje velikih rastlinojedcev (jelenjad, srnjad, divji prašič) in manjših vrst (lisica, poljski zajec, jazbec) čez zelene mostove, je mogoče potegniti naslednjo skupino uporabnih zaključkov in priporočil. Avtorji so kot spremenljivke, ki odločilno vplivajo na funkcioniranje zelenih mostov izpostavili: (1) lokacijo v pokrajini, (2) širino mostu, (3) obliko mostu in (4) dostop do zelenega mostu.

Strateška lokacija ekodukta v pokrajini Na dejansko funkcioniranje ekodukta, ki ga ponazarjata vrstna pestrost in vrstna pogostnost prostoživečih živali, registriranih pri prehajanju čez objekt, odločilno vpliva strateška lokacija ekodukta v prostoru. (JENNY in sod. 1997, GEORGII 1997). Živali hitreje najdejo primerno locirane objekte kot tiste, ki so locirani zgolj po načelu enostavnosti gradnje ali po predpostavki, da se bodo živali pač morale malo potruditi in objekt poiskati. Zato je pomembno, da se načrtovalci pravočasno povežejo s poznavalci terenskih situacij in skupaj izberejo najustreznejšo lokacijo ter tip objekta. Pred odločitvijo je potrebno spoznati smeri tradicionalnih poti in prehodov velikih sesalcev, ki bi jih bilo mogoče preusmeriti preko ekodukta ali nekdanje prehode z gradnjo ekodukta ponovno vzpostaviti.

Slika 4 Zeleni most nad avtocesto (vir: Rijkswaterstaat 1995)



Slika 5 Divjim živalim prijazen zeleni most – skica (vir: Rijkswaterstaat 1995)



Strateška lokacija je dejansko *semantičen pojem*, z vrstno-specifično izraženim pomenom. V območjih z veliko favnistično pestrostjo, ki jih prizadene gradnja avtoceste, je izbor strateške lokacije ekodukta obremenjen s polidominantnim ciljem in sicer, kako čez cesto varno spraviti čim več osebkov, čim večjega števila prostoživečih živalskih vrst. Taka naloga je zahtevnejša kot pri monodominantnem cilju, ki je praviloma usmerjen k zagotavljanju razmer za varno prehajanje ene same prostoživeče živalske vrste.

Slika 6 Zeleni most "Woeste Hoeve" na Nizozemskem



Velike zveri so inteligentna in gibljiva živalska skupina in so sposobne oceniti (ne)varnost uporabe infrastrukturnega objekta. Srečanja s posameznimi risi ali rjavim medvedom na avtocestnih nadvozih tudi pri polni dnevni svetlobi zato niso izjemna redkost tudi na obravnavanih avtocestnih odsekih. Pač pa je k prehajanju čez avtocestni nadvoz, posebej če ta ni prilagojen za tovrstne namene težje privabiti velike rastlinojedce, n.pr. divjega prašiča in jelenjad. Povsod tam, kjer nameravamo avtocestno oviro »odpreti« za velike sesalce, moramo zeleni most prilagoditi tako, da bo uporaben tudi za jelenjad in divjega prašiča. Rjavi medved, volk in ris se bodo sami hitro pojavili med souporabniki takega objekta.

Širina ekodukta je ena od ključnih spremenljivk uporabnosti objekta. Veliki sesalci, posebej vrste, ki se praviloma izogibajo človekove bližine, se poslužujejo le tistih objektov, na katerih je človekov vpliv in občutek njegove prisotnosti v bližini čim manj opazen. Če naj ekodukti nadomestijo prekinjene habitatne povezave, morajo biti v ekološkem smislu le-tim tudi čim bolj podobni. Pri načrtovanju je potrebno upoštevati minimalno, za prehajanje velikih sesalcev še sprejemljivo širino tovrstnih objektov, sicer jih nima smisla graditi. Ekodukti naj bodo na sredini široki vsaj 50 m, posamezni tovrstni objekti z značilnostmi nadkritih prehodov čez avtocestne useke pa so široki tudi do 300 m (ROTH, KLATT 1991, KELLER, PFISTER 1995, PFISTER in sod. 1997, WAN WIEREN, WORM 1997). Kjer so taki objekti namenjeni samo za prehajanje manjših vrst: n.pr. srnjadi, lisic, kun, poljskega zajca, jazbeca, i.p.d. so zeleni mostovi lahko ožji, vendar primerno funkcionirajo le tisti, širši od 20 m (Priloga št.24).

Oblika ekodukta lahko veliko prispeva k uporabnosti objekta za prehajanje velikih sesalcev oziroma obratno, k izogibanju. Iz empiričnih ugotovitev na postavljenih ekoduktih (BALLON 1985, VERKAAR, BEKKER 1991, KELLER, PFISTER 1995, NIEUWENHUIZEN, VAN APELDOORN 1995, VERBOOM 1995) je razvidno, da je mogoče z ustreznim oblikovanjem dostopov na te objekte v precejšnji meri ublažiti neugodne občutke živali, da vstopajo na nenaraven, antropogen, torej potencialno nevaren objekt. Lijakasta razširitev obeh dostopov je po mnenju avtorjev najprimernejša, saj živali pri vstopu na most oblika lijaka najmanj omejuje oziroma utesnjuje. Površine prehoda za živali na zelenih mostovih so praviloma sonaravno urejene, ozelenjene (odtod ime!). To pomeni, da mora biti na mostu nasuta dovolj debela plast zemlje, ki omogoča zasaditev in uspevanje naravne grmovne in drevesne vegetacije. Le-ta naj predstavlja *funkcionalni kontinuum* z neposredno okolico objekta. Most mora torej funkcionirati kot podaljšan habitat. Stranice mostov so praviloma ograjene s protihrupno ograjo, visoko ≥ 150 cm. Ta mora ponoči tudi preprečevati osvetljevanje mosta s svetlobnimi prameni žarometov vozil na cesti. V ta namen so na robovih stranic nekaterih mostov nasuti 1,5–2 m visoki nasipi iz zemlje, na njih pa je nameščena varovalna mreža ali lesena ograja. Tako sta urejena tudi znana ekodukta Cerviduct – Woeste-Hoeve in Wildviaduct – Terlet na Nizozemskem.

Ureditev dostopov in usmerjanje živali na ekodukt sodita med sestavini uspešnega funkcioniranja tovrstnega objekta. Raynina prehoda po ekoduktu naj po višini čim manj odstopa od okoliškega terena. Če je potrebno most graditi tako, da je pohodna ravnina objekta dvignjena napram okoliškemu terenu, je treba živalim omogočiti dostop nanj po položnih nasipih. V okolici mostu ne sme biti objektov, v katerih in ob katerih bi se pogosteje zadrževali ljudje. Lijakasta razširitev podaljšanih vstopov na most živali nekako pripelje na objekt. Dodatna saditev drevesnih in/ali grmovnih kulis ob zaščitni mreži vzdolž stranic na vstopih ima podoben učinek. Če želimo na most privabiti živali iz širše okolice je to mogoče doseči s t.i. verižnim oziroma privabilnim krmljenjem. Vzpostavitev sistema manjših krmišč, ki so linijsko razmeščena na obeh straneh v smeri dostopov na most in na samem mostu, je dokaj enostaven, cenen in učinkovit ukrep. To nalogo lahko prevzamejo tudi člani okoliških lovskih društev. V primeru, da je most namenjen prehajanju gibljivih vrst, ki dobro plezajo oziroma na kak drug način brez težav prekoračijo zaščitno ograjo ob avtocesti, mora biti le-ta dodatno zavarovana z električno ograjo – “električnim pastirjem”. Šele z dodatnim električnim zavarovanjem ograje namreč dejansko usmerimo in prisilimo gibljive vrste, da prehajajo čez most, ne pa naključno, čez zaščitno ograjo. *Kombinirano mehansko-električno zaščitno ograjo* je obvezno treba namestiti med objekte, ki so namenjeni varnemu prehajanju rjavega medveda čez avtocesto oziroma na območjih, kjer je verjetnost prehajanja velika (Priloge 19, 20, 21, 22, 23)

Predvsem pa ekoduktov ne moremo in ne smemo obravnavati izolirano oziroma kot edino primerno rešitev. Zeleni mostovi so e sestavina v sistemu ukrepov za zagotovitev večje prepustnosti ovire, ki jo prostoživečim živalskim vrstam predstavlja ograjena in prometno obremenjena avtocesta.

Problem prehajanja prostoživečih živali skozi podhode, podvoze in po nadvozih je v tem, da infrastrukturne objekte praviloma uporabljajo le posamezni osebki ali manjše skupine živali. NOSS et al (1996, str.958) ugotavljajo, da infrastrukturni objekti v funkcionalnem smislu delujejo kot *populacijski filtri*. Posamezni osebki in skupine živali se jih poslužujejo in skozi njih prehajajo, drugi pa ne. V tem smislu moramo presojati umestnost (oziroma neumestnost) gradnje ekoduktov na avtocestnih odsekih, kjer prostoživeče živali dokazano uporabljajo obstoječe večnamenske avtocestne objekte.

2 UGOTOVITVE PROJEKTNE NALOGE

2.1 SPREMLJANJE PREHAJANJA DIVJIH ŽIVALI ČEZ AVTOCESTO NA ODSEKIH VRHNIKA – RAZDRTO – ČEBULOVICA (– KOZINA).

2.1.1 Metoda dela

S kontinuiranim spremljanjem prehajanja velikih sesalcev čez avtocesto smo začeli leta 1997, ko smo s peščenimi sledilnimi blazinami opremili pet podvozov, dva viadukta ter en podhod, zgrajen samo za prehajanje divjih živali. Do vključno leta 2000 smo spremljanje razširili na osem podvozov, deset nadvozov, en podhod in dva viadukta na AC odsekih med Vrhniko in Kozino (Priloga 1). Za spremljanje prehajanja smo uporabljali sledilne blazine iz peska v granulaciji 0 – 4 mm. Sledilne peščene blazine so bile debele 5 do 10 cm, prekrivajo celotno širino objekta, v globino pa merijo vsaj 2 m. Z njimi smo spremljali predvsem podvoze. Pod viadukti pa so nameščene tam, kjer teren pod objektom omogoča njihovo rabo. Nadvoze in delno viadukte smo spremljali s Trailmaster kamerami (TM1500), ki se samodejno sprožijo, ko je signal med aktivnim infrardečim oddajnikom in sprejemnikom prekinjen. Uporabljali smo tudi pasivne kamere (TM500), ki se sprožijo ko zaznajo toploto mimoidočih živali. Peščene blazine smo odvisno od njihove izpostavljenosti kontrolirali 1 do 3-krat tedensko, kamere pa enkrat tedensko. Na podvozih smo opravili skupno 7250, na viaduktih 1800, na nadvozih pa 900 snemalnih dni.

Slika 7 Viadukt Bandera



Slika 8 Podvoz "Drnulca" pri Vrhniku



2.1.2 Opis premostitvenih objektov na AC odsekih Vrhnika – Razdrto – Čebulovica (– Kozina)

Čez avtocestne odseke med Vrhniko in Kozino je zgrajenih 68 premostitvenih objektov s skupno svetlo (uporabno) širino 1940 m (Preglednica 2). Večina teh objektov se nahaja znotraj naselij ali obsežnejših kmetijskih površin in so zaradi tega za prehajanje divjih živali neprimerni (Priloga 3). Potencialno primernih objektov za prehajanje prostoživečih živali pa je 26. Njihova skupna svetla (uporabna) širina znaša 1230 m.

Preglednica 2 Premostitveni objekti na avtocestnih odsekih med Vrhniko – Razdrtom – Čebulovico (– Kozino)

	Vrsta objekta	Podvozi	Nadvozi	Viadukti	Železniški nadvoz	Mostovi	Skupaj
Skupaj	Število	29	27	7	3	3	68
	Svetla širina (m)	226	165	1500	18	27	1940
Potencialno primerni objekti	Število	9	12	4	0	1	26
	Svetla širina (m)	70	73	1080	0	9	1230

Ti premostitveni objekti so:

- Podvozi: Verd – železniška postaja, Žaga, Barakar in Drnulca, ki se nahajajo na odseku avtoceste med Verd in odcepom za Logatec. Podvoza Verd – železniška postaja in Barakar sta močno obremenjena z lokalnim prometom (tudi ponoči),
- Nadvozi: Raskovec, Velika jama, Drvišče in Suhi vrh med Štampetovim mostom in Lazami. Nadvoza Raskovec in Suhi vrh sta srednje obremenjena z lokalnim prometom,
- Kombiniran železniško – cestni podvoz (most) Lom nad počivališčem Lom v smeri proti Postojni,
- Podvoz Laze, ki se nahaja v bližini vasi Laze in je močno obremenjen z lokalnim prometom,
- Podvoza Unec 1, Unec 2 in podvoz lokalne ceste Postojna – Unec, ki ležijo nad odcepom za Unec v smeri proti Postojni. Podvoz Unec 1 je srednje, podvoz lokalne ceste Postojna – Unec pa močno obremenjen z lokalnim prometom,
- Nadvoz Unec – most, ki je močno obremenjen s prometom leži med viaduktom Ravbarkomanda in podvozom Unec 2,
- Viadukt Ravbarkomanda je zaradi ograje pašnika, ki se ga dotika na severni strani, za prehajanje divjih živali sedaj neprimeren,
- Nadvoz počivališče Studenec in nadvoz lokalne gozdne poti se nahajata vzhodno od vasi Studenec,
- Viadukta Goli vrh in Bandera, sta zaradi svoje lege in ureditve zelo primerna za prehajanje divjih živali prek avtoceste se nahajata med Razdrtom in Senožečami,
- Nadvoza Mazni vrh in Dolenja vas med Razdrtom in Senožečami,

- Podhod Zajčica, ki je bil posebej zgrajen za prehajanje divjih živali in leži med avtocestnim odcepom za Senožče in Čebulovico,
- Nadvozi Čebulovica, Parkljev hrib, Kozina – most ležijo med Čebulovico in Kozino. Nadvoz Čebulovica je močno, nadvoza Parkljev hrib in Kozina – most pa sta srednje obremenjena s prometom.
- Podvoza Kozina 1 in Kozina 2 se nahajata med Divačo in Kozino,
- Kombiniran podvoz (viadukt) lokalne ceste in železnice Kačiški klanec se nahaja na odseku avtoceste med Kozino in Divačo.

Vsi naštetih premostitveni objekti se nahajajo znotraj gozda ali na gozdnem robu. Izmed vseh potencialno primernih premostitvenih objektov smo za spremljavo izbrali le tiste, ki niso premočno obremenjeni z prometom, saj je spremljanje takih objektov zaradi hitrega trošenja filmov izredno drago. Poleg tega čez prometno obremenjene nadvoze praviloma prehajajo le izraziti generalisti v rabi infrastrukturnih objektov (lisica, kuna belica, poljski zajec). V obdobju med leti 1997 in 2000 smo prehajanje divjih živali spremljali na 21 premostitvenih objektih (Priloga 1, 2).

2.1.3 Ugotovitve

V času študije je premostitvene objekte za prečkanje avtoceste uporabljalo vsaj 13 vrst sesalcev in sicer :

- ◆ velike zveri (rjavi medved, volk, ris),
- ◆ veliki rastlinojedci (jelenjad, srnjad, divji prašič),
- ◆ ostale manjše vrste sesalcev (lisica, kune, poljski zajec, divja mačka, jazbec, jež).

Med živalmi, ki prehajajo prek avtoceste prevladujejo **manjše vrste**: lisica, kuna belica, poljski zajec in divja mačka (Preglednica 3, Priloga 4, 5). Iz fotografij in ponavljajočega vzorca sledi na peščenih sledilnih blazinah smo ugotovili, da posamezni osebki prehajajo čez AC dejansko vsakodnevno. Njihovi dnevni ali tedenski areali aktivnosti se nahajajo na obeh straneh avtoceste. Pogosto so te vrste čez AC prehajale skozi celo leto, ne glede na vrsto premostitvenega objekta. Domnevamo, da se navadijo na stalne motnje kot sta hrup in svetloba zaradi prometa, in so tolerantnejše do objektov, ki jih v okolje vnaša človek.

Med velikimi rastlinojedci po pogostnosti prehajanja prevladuje **srnjad** (Preglednica 3). Zabeležili smo jo na večini spremljanih objektov. Zelo pogosta je na AC odseku Razdrto – Kozina, kjer smo zabeležili 98 % vseh ugotovljenih prehodov (na celotnem odseku avtoceste med Vrhniko in Kozino). Domnevamo, da avtocesto na tem odseku prečka pogosteje zaradi velike številčnosti v območju in zaradi možnosti uporabe, za srnjad primernih premostitvenih objektov (dva viadukta in primerno dimenzionirani podvozi). Da se je srnjad na avtocesto navadila in se do nje obnaša le kot do ovire, ki jo je mogoče prečkati, dokazuje tudi njen velik delež (82 %) v skupnem številu registriranih živali, ki so bile

povožene na avtocesti (PVAC – arhiv na avtocesti povoženih živali, JONOZOVIČ 1995).

Jelenjad in posebno **divji prašič** sta, za razliko od srnjadi vrsti, katerima predstavlja avtocesta resno prepreko. Intenzivnost prehajanja obeh vrst je majhna, zlasti če upoštevamo njuno relativno veliko številčnost v območju. V vsem času spremljanja nismo zabeležili niti enega prehoda teh dveh vrst čez avtocestne nadvoze (Priloga 5). Domnevamo, da jih zaradi povečanega hrupa in žarometov nočnega avtocestnega prometa, ki sta mu ob morebitnem prečkanju po nadvozu izpostavljena, sploh ne uporabljata. Pogosteje prehajata le pod viaduktoma Goli vrh in Bandera ter podvozoma Žaga in Drnulca blizu Vrhnike (Priloga 4, 5). Jelenjad pogosteje prehaja prek avtoceste le med paritvenim obdobjem, kar je razumljivo, saj takrat njena aktivnost naraste. Pogostnost prehajanja je bila v času paritve 10-krat višja (JERINA, ADAMIČ 2000) kot sicer. Za *divjega prašiča* pa je avtocesta tako rekoč neprepustna bariera, kar potrjujejo tudi ugotovitve večletnega projekta markiranja divjih prašičev na južnem delu avtoceste v Gojitvenem lovišču »Ljubljanski vrh«. Izmed več kot 100 markiranih osebkov ni niti eden prečkal avtoceste (KRŽE 1994). V času naše raziskave smo sicer zabeležili 19 prehodov te vrste, vendar je to, glede na številčnost vrste v širšem območju okoli avtoceste, izredno skromno.

Preglednica 3 Skupno število registriranih prehodov prostoživečih živali čez AC odseke med Vrhniko in Kozino v letih 1997 – 2000 (monitoring premostitvenih objektov).

	Vrsta	Število zabeleženih prehodov	Delež (%)
Manjše vrste sesalcev	Lisica	4886	56,30 %
	Kuni (belica + zlatica)	1539	17,73 %
	Poljski zajec	800	9,22 %
	Divja mačka	243	2,80 %
	Jazbec	47	0,54 %
	Hermelin	37	0,43 %
	Jež	29	0,33 %
Veliki rastlinojedci	Srnjad	816	9,40 %
	Jelenjad	158	1,82 %
	Divji prašič	19	0,22 %
Velike zveri	Ris	52	0,60 %
	Rjavi medved	39	0,45 %
	Volk	9	0,10 %

Slika 9 Lisica na nadvozu "Raskovec" pri Vrhniku



Slika 10 Jazbec na nadvozu "Mazni vrh"



Slika 11 Srna na nadvozu "Mazni vrh"



Slika 12 Divja mačka v podhodu za divje živali "Zajčica"

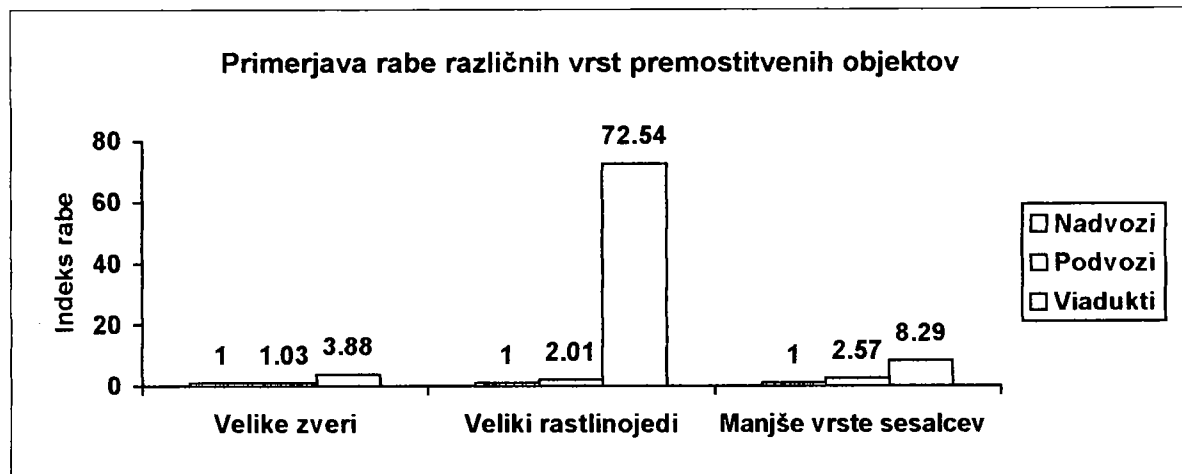


Velike zveri, kljub majhni številčnosti relativno pogosto prečkajo avtocesto. *Rjavi medved* jo prečka skozi podvoze in pod viadukti in po nadvozih. Med vsemi spremljanimi premostitvenimi objekti je najpogosteje prehajal prek avtoceste skozi podvoz Drnulca nad Štampetovim mostom (Priloga 4). V bližini tega podvoza se nahaja več krmišč. Domnevamo, da rjavi medved skozi ta podvoz tako pogosto prehaja prav zaradi lahko dostopne hrane na krmiščih. S telemetrijskimi raziskavami gibanja medvedov (KACZENSKY in sod.1995) je bilo ugotovljeno, da je cirkuliranje in tudi prehajanje te vrste prek avtoceste v veliki meri povezano s prostorsko razporeditvijo krmišč in mrhovišč. Po svojih dimenzijah je ta podvoz za prehajanje divjih živali sicer neprimeren, vendar se nahaja na mirnem kraju. Promet je tu zelo redek. Domnevamo, da je – bolj od samih dimenzij prehoda – za prehajanje rjavega medveda pomembna zgradba habitatov v okolici avtoceste, lega prehoda v širšem prostoru in odsotnost človeka. Tudi kanadske raziskave dejavnikov, ki vplivajo na intenzivnost rabe prehodov za velike zveri ugotavljajo podobne zakonitosti (CLEVENGER, WALTHO 2000).

Iz analize arhiva na avtocesti opaženih in povoženih živali, ki ga vodijo na Avtocestni bazi v Postojni, smo ugotovili, da medved pogosto prehaja prek avtoceste tudi čez ograjo, ki jo zlahka prepleza. Zaradi njegove velike telesne mase in hitrosti vozil na avtocesti so morebitni trki z medvedom lahko življenjsko nevarni tudi za potnike. Iz naših raziskav je razvidno, da so medvedi do sedaj najpogosteje plezali čez avtocestno ograjo med Uncem in Postojno na odseku avtoceste (Priloga 13), ki seka Javornike (12 registriranih prehodov). Prek premostitvenih objektov pa so medvedi na tem odseku prehajali le redko, saj smo v obdobju petletnega monitoringa zabeležili le 4 tovrstna prečkanja (Priloga 4). Iz raziskav poteka potencialnih koridorjev za disperzijo rjavega medveda iz osrednjega območja proti severozahodu je razvidno, da ta odsek avtoceste preseka njegov najmočnejši selitveni koridor proti severu (Priloga 15). Obstoječi premostitveni objekti na tem delu trase pa za prehajanje divjih živali niso najbolj primerni (Preglednica 4, 5), saj so prometno precej obremenjeni in preozki. Zato je na tem odseku nujno izboljšati prepustnost avtoceste in medvedu ter tudi ostalim vrstam divjih živali omogočiti varno prehajanje prek avtoceste.

Poleg samega odnosa avtocesta – prostoživeče živali na vrstnih ravneh, smo v tej raziskavi ugotavljali tudi intenzivnost prehajanja živali glede na vrsto premostitvenih objektov. Največ različnih vrst in najvišjo frekvenco prehajanja smo zabeležili pod viadukti. Pod njimi je prehajalo vsaj 13 različnih vrst živali s frekvenco prehajanja 2,25 prehoda / viadukt / spremljevalni dan. Tudi pod podvozi (Preglednica 5) smo zabeležili 13 različnih vrst, vendar je frekvenca prehajanja nižja, in sicer 0,56 prehoda / podvoz / spremljevalni dan. Na nadvozih (Preglednica 6) pa smo fotografirali 8 različnih vrst živali s frekvenco prehajanja 0,22 prehoda / nadvoz / spremljevalni dan. Treba pa je opozoriti, da smo nadvoze spremljali izključno s kamerami, ki pa manjših živali ne zaznajo. Zato domnevamo, da je frekvenca prehajanja na nadvozih podcenjena.

Grafikon 1 Primerjava rabe različnih tipov premostitvenih objektov za prehajanje prostoživečih živali čez avtocesto



Če primerjamo različne skupine divjih živali (velike rastlinojede, velike zveri in druge manjše vrste sesalcev) ugotovimo, da so glede rabe posameznih vrst premostitvenih objektov (Grafikon 1) najbolj selektivni veliki rastlinojedi, najmanj pa velike zveri. Indeksi rabe, ki smo jih za posamezne skupine divjih živali ugotovili tako, da smo primerjali frekvenco rabe nadvozov s frekvencami rabe vseh treh vrst premostitvenih objektov variirajo od 1 do 3.88 pri velikih zvereh, pri rastlinojedcih pa od 1 do 73. Veliki rastlinojedci prehajajo prek avtoceste predvsem pod viadukti, saj je večina obstoječih podvozov in nadvozov za njih neprimernih oziroma preozkih. Pri zvereh pa se intenziteta prehajanja prek različnih vrst premostitvenih objektov ne razlikuje v tolikšni meri. V raziskavah v severnoameriškem prostoru podobno ugotavljajo, da so za parkljarje strukturni elementi prehodov (dimenzije, indeks prepustnosti = širina * višina / dolžina objekta) najpomembnejši dejavnik, ki določa njihovo rabo. Zato je pomembno, da so znotraj življenjskega prostora velikih rastlinojedcev premostitveni objekti dovolj veliki.

Slika 13 Nadvoz nad avtocesto – po nadvozih jelenjad in divji prašiči ne prehajajo prek avtoceste



Poleg same vrste premostitvenega objekta je za njihovo delovanje (prehajanje divjih živali) pomembno, da niso preobremenjeni s prometom. Slednje je še posebej pomembno v nočnem času. Pogostnost prehajanja divjih živali prek nadvozov (število zabeleženih prehodov živali / spremljevalni dan) negativno korelira ($\alpha = 0,1$) s prisotnostjo človeka (število zabeleženih vozil in pešcev / spremljevalni dan) na nadvozih. Divje živali čez prometno močno obremenjene premostitvene objekte le redko prehajajo. Glede na zgornje ugotovitve (str. 22 – 27) in dejansko zabeležene prehode divjih živali (Priloga 4, 5) smo vse potencialno primerne premostitvene objekte na avtocesti Vrhnika – Kozina razdelili glede na njihovo primernost za posamezne skupine sesalcev. Range prometne obremenjenosti posameznih objektov (Preglednica 4) smo določili na podlagi uničenosti peščenih blazin (Priloga 4), števila avtomobilov in pešcev na posnetkih fotokamer / spremljevalni dan (Priloga 5) in izkustvenih ocen gostote prometa. Range pogostnosti prehajanja posameznih skupin živali (Preglednica 4) pa smo določili na podlagi rezultatov monitoringa. Pri tem smo upoštevali število zabeleženih vrst živali, ki spadajo v to skupino ter frekvenco prehajanja posamezne vrste.

Preglednica 4 Ustreznost premostitvenih objektov na avtocesti med Vrhniko in Kozino za prehajanje prostoživečih živali

	Vrsta objekta	Lokacija	Širina (m)	Prometna obremen. (1 – majhna, 5 – velika)	Spremljali prehajanje (+ da, – ne)	Pogostnost prehajanja			Primeren za		
						A – ungulati	B – velike zveri	C – drugi mali s.	A – ungulate	B – velike zveri	C – druge male s.
Verd – žel. postaja	podvoz	53/240	8,0	5	–	?	?	?	–	–	–
Žaga	podvoz	53/340	6,0	3	+	3	2	3	+	o	+
Barakar	podvoz	53/430	8,0	4	+	2	1	3	o	–	o
Raskovec	nadvoz	53/522	6,0	3	+	1	1	2	–	–	o
Dmulca	podvoz	53/610	5,8	1	+	3	3	3	+	+	+
Velika jama	nadvoz	53/695	5,0	1	+	1	3	2	–	+	o
Drvišče	nadvoz	53/810	4,0	4	+	1	1	2	–	–	o
Lom – oskrbni m.	nadvoz	54/135	6,0	3	–	?	?	?	–	–	o
Lom – železnica	viadukt	54/195	67,0	3	+	3	2	3	o	o	+
Suhi vrh	nadvoz	54/260	5,0	2	+	1	3	2	–	+	o
Laze	podvoz	54/435	6,6	5	+	2	1	2	o	–	o
Unec 1	podvoz	55/175	6,1	4	+	2	1	3	o	–	+
Unec 2	podvoz	55/270	6,0	2	+	2	3	3	o	+	+
Unec – nadvoz	nadvoz	55/440	7,1	4	+	1	1	1	–	–	o
Lok. c. Post. –	nadvoz	55/580	7,0	5	–	?	?	?	–	–	–
Ravbarkomanda*	viadukt	55/630	590,0	5	–	?	?	?	+	o	+
Poč. Studenec	nadvoz	56/278	6,0		–	?	?	?	–	o	o
Nadv. Studenec	nadvoz	56/384	6,0		–	?	?	?	–	o	o
Goli vrh	viadukt	57/085	122,0	1	+	3	3	3	+	+	+
Mazni vrh	nadvoz	57/209	6,4	1	+	2	3	3	–	+	o
Bandera	viadukt	57/319	252,0	1	+	3	3	3	+	+	+
Dolenja vas	nadvoz	57/?	6,3	1	+	2	3	2	–	o	o
Zajčica	podho	58/?	11,5	1	+	3	2	3	+	o	+
Čebulovica	nadvoz	58/?	8,3	5	+	1	1	1	–	–	–
Parkljev hrib	nadvoz	58/?	6,3	2	+	1	1	2	–	o	o
Kozina 1	podvoz	59/?	12,0	3	+	2	1	3	o	o	+
Kozina – žel.	viadukt	59/?	44,0	3	+	2	1	3	o	o	+
Kozina 2	podvoz	59/?	11,7	2	+	3	1	3	o	o	+
Kozina – most	nadvoz	59/?	6,7	4	+	1	1	2	–	–	o
	+	Vsota (m)	O	Vsota(m)	+ in o	Vsota (m)					
Vel. rastlinojedci	5 (6)	393 (983)	8	157	13	550					
Velike zveri	7	400	10 (11)	180 (770)	17	580					
Manjši sesalci	12	1130	14	90	26	1220					

Opomba: Ravbarkomanda* – Ocenjene vrednosti v oklepajih bi veljale v primeru, če bi bil viadukt ustrezno urejen

LEGENDA + Objekt primeren za prehajanje živali 1 majhna
o Objekt manj primeren za prehajanj živali 2 srednja
– Objekt neprimeren za prehajanje živali 3 velika

Iz zgornje tabele in dejansko zabeleženih prehodov divjih živali prek avtoceste je razvidno, da avtocesta Vrhnika – Kozina z obstoječim sistemom premostitvenih objektov z različno jakostjo vpliva na posamezne skupine divjih živali. Najhujšo bariero predstavlja velikim rastlinojedcem z izjemo srnjadi. Na celotni trasi avtoceste je za prehajanje te skupine ustreznih le pet premostitvenih objektov, ki so skupaj široki 390 metrov. Avtocesta je le nekoliko bolj prepustna za velike zveri, za katere je primernih sedem objektov s skupno svetlo širino 400 metrov. Manjše vrste sesalcev pa zaradi neselektivnosti do lege, dimenzij ter vrste objektov prehajajo prek avtoceste praktično po vseh premostitvenih objektih, ki se nahajajo znotraj njihovega življenjskega območja.

Avtocesta med Vrhniko in Kozino preseka več gozdnih kompleksov in sicer:

- Menišijo – predel med Vrhniko, Logatcem, Uncem, Cerknico in Borovnico, ki je skoraj v celoti porasel z gozdom. Avtocesta med Verdom in Lazami jo (pre)seka v dolžini 16 km.
- Javorniki – gozdnat hrbet s posameznimi vrhovi, ki se razteza med dolino cerkniškega jezera, Planinskim poljem, postojnsko kotlino in dolino reke Pivke. Na jugovzhodnem delu se navezuje na pogorje Notranjskega Snežnika. Avtocesta (pre)seka Javornike med Uncem in Postojno v dolžini 6 kilometrov.
- Z gozdom porasel predel med Razdrtim in Dolenjo vasjo pri Senožečah, ki se na severnem delu navezuje na Nanos, na južnem pa na Vremščico. Avtocesta na tem odseku seka gozd v dolžini 3 kilometrov.
- V skupni dolžini dveh kilometrov seka pas gozda med avtocestnima odcepoma za Senožeče in Divačo, ki se na severnem delu navezuje na Čebulovico, na južnem pa na Vremščico.
- Manjše zaplate gozda med Divačo in Kozino.

Medsebojno so ta področja vsaj deloma ločena z negozdnimi površinami kot so kraška polja, jezera, obsežnejše kmetijske in urbane površine, ki populacijam divjih živali gotovo omejujejo gibanje. Prepustnost avtoceste je zato smiselno obravnavati na posameznih odsekih, ki presekajo večje gozdne komplekse

Iz preglednice 5 je razvidno, da je le na enem (Razdrto – Dolenja vas) od treh analiziranih odsekov avtoceste zgrajenih dovolj premostitvenih objektov, ki so primerni tudi za prehajanje prostoživečih živali. Med Verdom in Lazami ter Uncem in Postojno pa bi bilo nujno potrebno povečati prepustnost avtocesto in zgraditi dodatne, ali pa ustrezno predelati že obstoječe premostitvene objekte. Obstoječi premostitveni objekti na AC odseku Unec – Postojna niso primerni za prehajanje velikih rastlinojedcev, velikim zverem pa ustreza le eden. Na avtocesti med Verdom in Lazami je stanje, glede na dolžino tega odseka le nekoliko boljše. Na razdalji večji od petnajstih kilometrov veliki rastlinojedi prehajajo samo na dveh premostitvenih objektih.

Preglednica 5

Odsek	Dolžina (km)*		+	Vsota (m)	o	Vsota (m)	+ in o	Vsota (m)
Verd – Laze	15	Vel. rastlinoj.	2	12	3	82	5	94
		Vel. zveri	3	16	2	73	5	89
		Drugi mali s.	3	79	7	41	10	120
Unec – Postojna	6	Vel. rastlinoj.	0	0	2	12	2	12
		Vel. zveri	1	6	0	0	1	6
		Drugi mali s.	3	602	1	7	4	609
Razdrto – Dolenja vas	3	Vel. rastlinoj.	2	374	0	0	2	374
		Vel. zveri	3	380	1	6	4	386
		Drugi mali s.	2	374	2	13	4	386

Opombe Dolžina (km)* – dolžine avtocestne trase, ki poteka skozi gozd na tem odseku avtoceste

+ Število primernih premostitvenih objektov

LEGENDA: o Število manj primernih premostitvenih objektov

Vsota (m) Vsota svetlih širin teh objektov

2.2 ANALIZA VERJETNOSTI PREHAJANJA RJAVEGA MEDVEDA PREKO AC NA ODSEKU VRHNIKA – DIVAČA Z MODIFICIRANO METODO HARMONIČNIH SREDIN

2.2.1 Uvod

Po krajinsko – ekološki delitvi lahko avtoceste funkcionalno opredelimo kot koridorje, ki povezujejo urbana območja in omogočajo človeku gibanje med njimi. Vpliv avtocest na populacije divjih živali pa je ravno obraten, saj (pre)sekajo njihove življenjske prostore in prekinejo tradicionalne selitvene poti. Zaradi gradnje in delovanja avtocest sta posebej prizadeti dve skupine divjih živali (JONOZOVIČ, ADAMIČ 1994):

- Specialisti v izboru habitatov (volk, poljski zajec, vidra, itn.) in
- Cirkulanti – gibljive vrste z vrste z velikimi individualnimi območji aktivnosti, med katere sodi tudi rjavi medved.

Predstavniki druge skupine v svojem življenjskem ciklu zaradi velikih individualnih arealov aktivnosti ter dolžinskih migracij in emigracij, lahko relativno pogosto naletijo na ograjene in prometno obremenjene avtoceste. Pri ocenjevanju posledic je potrebno upoštevati dva pomembna dejavnika:

(1). V antropogeni krajini je ohranjenih koridorjev med deli življenjskega prostora posameznih osebkov ali populacij čedalje manj. Novo vnešene avtoceste v prostor (gledano s časovnega vidika obstoja neke živalske vrste) pa (že) fragmentirane habitate še dodatno razdrobijo. Pri tem je treba poudariti, da je vpliv avtocest na populacije divjih živali vrstno specifičen, saj nekaterim vrstam predstavljajo

absolutno bariero, npr. divjemu prašiču. Na to opozarjajo ugotovitve markiranja v G.L. LZS Ljubljanski vrh (KRŽE 1994) in ugotovitve naše raziskave. Nekatere vrste n.pr. srnjad, lisica, divja mačka, jazbec, kuna belica, poljski zajec pa se nanjo privadijo in jo pogosto prečkajo (JERINA, ADAMIČ 2000).

(2). Živali, katerih življenjski prostor je presekala avtocesta ter tiste, ki med emigracijo naletijo nanjo pogosto skušajo vneseno oviro premagati. Pri tem dostikrat prodrejo skozi varovalno ograjo avtoceste na cestišče, s čimer ogrožajo tudi prometno varnost. Srnjad (JONOZOVIČ 1995) se med vsemi vrstami divjih živali najpogosteje (82 % vseh povoženih živali) znajde na avtocesti. Zaradi velike telesne mase – hudih posledic ob morebitnem trku z vozili pri velikih hitrosti so prav tako pomembne ostale vrste velikih sesalcev: rjavi medved, jelenjad, divji prašič, ris in volk.

Preglednica 6 Zabeleženi prehodi rjavega medveda prek premostitvenih objektov na AC Vrhnika – Kozina v obdobju 1995 –2000 (vsi registrirani prehodi vključno z monitoringom).

Št. objekta	Ime objekta	Št. zabeleženih prehodov								Način beleženja	Vrsta objekta
		95	96	97	98	99	00	Ostalo	Σ		
1	Žaga	1						1	2	Sledi	Podvoz
2	Barakar							1	1	Sledi	Podvoz
3	Št. most							1	1	Povožen	Žel. most
4	Raskovec							1	1	Viden	Nadvoz
5	Drnulca			7	9	5	11		32	Sledi	Podvoz
6	Velika jama		1			1			2	Foto.	Nadvoz
7	Drvišče		1			2			3	Viden	Nadvoz
8	Suhi vrh			1			4		5	Foto	Nadvoz
9	Unec – žel. most							1	1	Povožen	Žel. most
10	Unec 2			3			1		4	Sledi	Podvoz
11	Hruševje		1						1	Viden	Podvoz
12	Ravbarkom.							2	2	Viden	Viadukt
13	Goli vrh			1					1	Sledi	Viadukt
14	Mazni vrh					1			1	Foto.	Nadvoz
15	Bandera							1	1	Sledi	Viadukt
Skupaj		1	3	12	9	9	16	8	58		

Slika 14 Na avtocesti povožen medved



Slika 15 Posledice trka z rjavim medvedom na avtocesti



Do leta 2000 je bilo na avtocesti Vrhnika – Divača skupno povoženih vsaj 13 rjavih medvedov. Vsaj v 17 primerih pa so splezali čez avtocestno ograjo, se izognili vozilom ter preživali. V zadnjih petih letih smo skupno zabeležili tudi 58 prečenj rjavega medveda čez avtocesto čez in skozi premostitvene objekte (Preglednica 6). Da bi prepoznali mesta, kjer rjavi medved najpogosteje pleza čez avtocestno ograjo in so verjetnosti nezgod zaradi tega največje, smo na osnovi zabeleženih prečenj ugotovili, kakšna je verjetnost prečenja (izračunali smo verjetnostno funkcijo) na obravnavanem odseku avtoceste. Na mestih, kjer so tako ugotovljene verjetnosti najvišje, bi bilo zaradi prometne varnosti potrebno namestiti dodatno električno zaščito.

Z analizo vseh zabeleženih prehodov preko avtoceste: čez ograjo in čez premostitvene objekte pa smo z izračunom verjetnosti prehajanja identificirali najpomembnejše obstoječe prehode ter selitvene koridorje rjavega medveda. Na mestih, kjer so tako ugotovljene verjetnosti najvišje, za prehajanje pa ni primernih premostitvenih objektov, bi bilo smiselno zgraditi ekodukt, ali z adaptacijo obstoječih objektov povečati prepustnost avtoceste za prostoživeče živali.

2.2.2 Metode dela

Verjetnostno funkcijo prehajanja smo izračunali s pomočjo metode harmoničnih sredin, ki smo jo v ta namen modificirali. Metoda harmoničnih sredin (angl. *Harmonic Mean Method*) je ena od ne-parametričnih metod (DIXON, CHAPMAN 1980) za ugotavljanje velikosti in oblike areala aktivnosti nekega osebk. Temelji na izračunu volumna pod tridimenzionalno krivuljo, ki je prilagojena verjetnosti rabe prostora. Osnova za izračun porazdelitvene funkcije so vrednosti harmoničnih sredin posnetih lokacij, izračunanih za vse celice (*grid*), ki so sistematično razporejene po celotnem arealu aktivnosti. Na osnovi porazdelitvene funkcije se lahko za vsako verjetnost rabe prostora izriše izolinijo, ki ustreza tej verjetnosti. Metodo smo prilagodili tako, da smo jo lahko uporabili za izračun verjetnosti prehajanja v posameznih odsekih avtoceste (verjetnost rabe linijskega objekta). Celotno traso avtoceste med Vrhniko in Divačo smo razdelili na 250 metrske segmente. Za vsak segment smo izračunali razdalje (d_{ap}) do vseh zabeleženih prehodov rjavega medveda prek avtoceste in harmonično vrednost (M_a), ki je enaka vsoti obratnih vrednosti razdalj ($1/d_{ap}$) od tega segmenta do vseh zabeleženih prehodov. Kadar je razdalja med segmentom in posneto lokacijo zelo majhna je njena obratna vrednost izredno velika in ima ta segment neproporcionalno veliko harmonično vrednost (DIXON, CHAPMAN 1980). To pomanjkljivost metode smo odpravili tako, da smo vsem razdaljam (segmentov do najbližjega zabeleženega prehoda) manjšim od 125 metrov predpisali vrednost 62,5. Vse segmente katerih harmonična vrednost je manjša od najmanjše harmonične vrednosti segmenta z zabeleženim prehodom (CALHOME PROGRAM – MANUAL) smo izločili tako, da smo jim predpisali vrednost 0. Vsota verjetnosti ostalih segmentov je enaka 1. Na podlagi vsot verjetnosti prehajanja avtoceste na posameznem segmentu (P_a) smo ugotovili, na katerih delih avtoceste je skupna verjetnost prehajanja 95 %, 65 % in 35 %. Te dele smo ugotovili tako,

da smo vse segmente razporedili glede na verjetnost prehajanja in tvorili vsote verjetnosti prehajanja, dokler le-ta ni dosegla izbrane vrednosti. Deli avtoceste, na katerih je verjetnost prehajanja 35 % vključujejo segmente z najvišjo verjetnostjo prehajanja (P_a), vsota teh verjetnosti pa znaša 0,35. Če je nek del (glej prilogo: PREHAJANJE,..) avtoceste označen z verjetnostjo prehajanja 35 % to v praksi pomeni, da je to najkrajši (verjetnosti prehajanja najvišje) del AC prek katerega je prečkalo 35 % vseh živali, ki so AC prečkale.

$$d_{ap} = \sum \sqrt{((X_a - X_p)^2 + (Y_a - Y_p)^2)}$$

a – število vseh segmentov avtoceste

p – število vseh zabeleženih prehodov

$$M_a = 1 / \sum 1/d_{ap}$$

$$P_a = 1 / M_a / \sum M_a$$

2.2.3 Ugotovitve

Na podlagi ugotovljenih verjetnosti prehajanja (Priloga 13) rjavega medveda prek avtoceste čez ograjo je razvidno da:

(1) Verjetnosti prečenja izrazito narastejo znotraj gozdnih kompleksov.

(2) Največje verjetnosti prečenja smo ugotovili na odseku avtoceste, kjer le-ta preseka Javornike (med viaduktoma Unec in Ravbarkomanda). Na Menišiji je rjavi medved prehajal prek avtoceste v štirih pasovih, ki so dokaj enakomerno razporejeni po celotnem gozdnatem delu trase, z najvišjo verjetnostjo v okolici Štampetovega mosta.

Za izračun te verjetnostne funkcije smo uporabili zabeležene prehode medveda prek avtocestne ograje. Večje vrednosti verjetnostne funkcije torej dejansko pomenijo višje verjetnosti prehajanj medveda prek ograje in potencialno tudi večjo verjetnost prometnih nesreč zaradi trčenj. Zato predlagamo da se na delih, na katerih je verjetnost prehajanja višja (po gozdnatem delu avtocestne trase med viaduktoma Ravbarkomanda in Unec) namesti zaščitna električna ograja. Skupaj z gradnjo in prilagoditvijo obstoječih prehodov bi ta ukrep povečal prometno varnost na avtocestah in blažil njene negativne vplive na populacije divjih živali.

Iz slike verjetnosti prehajanja medvedov prek avtoceste (Priloga 12) pa so razvidne naslednje ugotovitve:

(1) Mesta, na katerih je rjavi medved do sedaj najpogosteje prečkal avtocesto se nahajajo v bližini stičišč večjih gozdnih kompleksov (Javorniki – Hrušica, Menišija – Hrušica, Menišija – gozdovi severno od Logaške planote). Posebno pomembne

so stičišča (koridorji) med temi gozdnimi kompleksi ali mesta, na katerih je širina ne-gozdnatih površin med njimi manjša kot drugje.

(2) Na odseku skozi Menišijo rjavi medved najpogosteje prehaja prek avtoceste med Verdom (podvoz Barakar) ter avtocestnim odcepom za Logatec (nadvoz Drvišče). Drugo šibkejšo jedro prehajanja na odseku med Verdom in Lazami se nahaja med viaduktom nad železnico pri Lomu in cesto proti Kališam.

(3) Na trasi avtoceste, ki preseka Javornike med podvozoma Unec 1 in Unec 2 se nahaja drugi predel, kjer je pogostnost prehajanja velika.

(4) Na južnem delu trase med Razdrtim in Dolenjo vasjo (med viaduktoma Goli vrh in Bandera se nahaja tretji predel, kjer je verjetnost prehajanja povečana. Ta del smo kljub temu, da je verjetnost prehajanja tu manjša kot na prejšnjih dveh odsekih izpostavili zato, ker je bil odsek avtoceste Razdrto – Divača dograjen dobrih 20 let kasneje kot odsek Ljubljana – Razdrto, v analizo pa so vključeni vsi zabeleženi prehodi – od odprtja prvega AC odseka leta 1972 dalje. Zato domnevamo, da so ugotovljene vrednosti prehajanja na tem odseku podcenjene.

Za izračun verjetnostne funkcije smo uporabili vse zabeležene prehode rjavega medveda prek avtoceste od njenega odprtja naprej. Ugotovljene verjetnosti torej dobro (vsaj na trasi Vrhnika – Razdrto) ponazarjajo dejanske verjetnosti prehajanja na konkretnem odseku. Vendar je potrebno opozoriti, da je prehajanje neke živalske vrste prek premostitvenih objektov interakcija (1) stanja populacije (številčnost, rodnost, migracijske tendence, spolna in starostna struktura), (2) primernosti premostitvenih objektov – v primeru medveda njihova lega v širšem prostoru, (3) prisotnost človeka v okolici objekta, (4) dogajanja v habitatih divjih živali v okolici avtoceste, itn.. Zabeleženi prehodi prek premostitvenih objektov pa so pri ugotavljanju verjetnostne funkcije prehajanja služili kot del vhodnih podatkov. Če bi bili vsi objekti za prehajanje enako primerni in enakomerno razporejeni vzdolž avtoceste bi bila mesta z najvišjo ugotovljeno verjetnostjo prehajanja verjetno lahko nekoliko zamaknjena glede na sedaj ugotovljene lokacije.

2.3 KARTIRANJE POTENCIALNEGA HABITATA RJAVEGA MEDVEDA TER IDENTIFIKACIJA NAJVERJETNEJŠIH MEST PREHAJANJA MEDVEDOV (POTENCIALNIH LOKACIJ ZA GRADNJO EKODUKTOV IN / ALI IZVEDBO DRUGIH OMILITVENIH UKREPOV) ČEZ AC ODSEKE VRHNIKA – RAZDRTO – ČEBULOVICA.

2.3.1 Metoda dela

Model potencialne primernosti habitata v obliki odločitvenega drevesa smo izdelali na podlagi trenajžnih podatkov s pomočjo algoritma induktivnega učenja. Za induktivno učenje smo uporabili orodje See5 (Rulequest Research 1999). Množico trenajžnih podatkov so predstavljali primeri (v našem primeru piksli), od katerih je vsak spadal v določen razred in imel določene vrednosti atributov oz. vrednosti soležnih pikslov v drugih GIS slojih. Atributi so imeli tako zvezne, kot tudi diskretne vrednosti. Trenajžne podatke smo pridobili iz datoteke opažanj medvedov med leti 1990 in 1998 (ADAMIČ 1999) ter iz rezultatov predhodnega projekta, ki se je ukvarjal z telemetričnim lociranjem rjavih medvedov med 1993 in 1997 (KACZENSKY in sod.. 1996, KOBLER in sod.. 1997).

Upoštevali smo *samo lokacije opaženih samic z mladiči*, saj nas je zanimal **optimalni, reproduktivni habitat**, ki ga ponazarja prav prisotnost samic z mladiči. Tako smo uporabili 1517 lokacij, pri čemer smo predpostavili, da zabeležene lokacije razmeroma ustrezno ponazarjajo dejanske prostorske preference populacije znotraj proučevanega območja. Pričakovali smo tudi določeno stopnjo šuma v podatkih zaradi nepreciznega lociranja in zaradi slučajnostnih "izletov" posameznih osebkov izven njihovega areala. Šum smo zmanjšali tako, da smo (1) namesto surovih lokacij raje uporabili prostorsko oceno arealov ter (2) z uporabo bolj grobe prostorske ločljivosti modela (t.j. 500 x 500 m). Areale iz razpoložljivih lokacij smo prostorsko ocenili z uporabo programa KERNELHR (SEAMANN in sod.1998). Tako smo kot pozitivne primere za trenajžo identificirali 830, z medvedi naseljenih pikslov. Nato smo slučajnostno vzorčili še približno enako število negativnih primerov v preostanku študijskega območja. Da bi bile pri tem enakovredno zastopane vse kategorije rabe tal, je bilo to vzorčenje stratificirano (približno enako število negativnih primerov v vsakem stratumu) in sicer na podlagi prostorske baze podatkov CORINE Land Cover. Množica vseh pozitivnih in negativnih primerov je bila nato slučajnostno razdeljena na trenajžni vzorec in na kontrolni vzorec za kontrolo točnosti modela, razvitega na osnovi trenajžnega vzorca. S pomočjo rastrskega GIS smo nato povezali trenajžne piksele s soležnimi piksli v ostalih GIS slojih, ki so vsebovali pojasnjevalne spremenljivke. Te spremenljivke smo pridobili iz naslednjih baz:

1. CORINE Land Cover (CLC) baza podatkov (KOBLER in sod. 1998, European Commission 1993). Ta baza prikazuje 44 kategorij rabe tal / pokrovnosti, in je bila pridobljena s foto-interpretacijo slik satelita Landsat TM ter dodatnih aeroslik. Za namen te študije smo 44 osnovnih kategorij agregirali v 4 splošnejše kategorije, ki so najbolj relevantne za proučevanje primernosti habitata rjavega medveda. Iz CLC baze pa smo pridobili tudi nekatere druge

atribute kot npr. velikost gozdne zaplate, oddaljenost vsakega piksla od najbližjega gozdnega roba ter deleže posameznih kategorij pokrovnosti. S temi atributi smo želeli v modelu upoštevati tudi vpliv okolice na gibanje osebkov.

2. Digitalni model reliefa z ločljivostjo 100 x 100 m (GURS), iz katerega smo izpeljali razne derivate, ki opisujejo relief.
3. Različni atributi baze podatkov Popisa gozdov (Zavod za gozdove, MKGP) in sicer na ravni gozdno-gospodarskih oddelkov, vključujoč lesno zalogo, dominantno drevesno vrsto, dominantno gozdno združbo, sklep krošenj ter razvojno stopnjo sestojev.
4. Karta naselij 1:50.000 (GURS), iz katere smo za vsak piksel izračunali oddaljenost do najbližjega naselja. Vpliv naselij z številnejšim prebivalstvom smo upoštevali tako, da smo upoštevali le naselja, katerih površina presega prag 5 ha.
5. Nekateri demografski podatki na ravni naravnih regij (PERKO in sod. 1998), vključujoč gostoto prebivalstva, povprečno starost in delež kmečkega prebivalstva.

Optimalno odločitveno drevo, ki smo ga na podlagi teh podatkov generirali s See5 ni vključevalo nobenih referenc o velikosti posamezne krpe habitata, kar pa je sicer pomemben vidik primernosti habitata rjavega medveda. Zato smo se odločili, da uporabimo prag 5000 ha, s čimer izključimo iz modela vse drobno fragmentirane krpe, sicer primerne habitata. Pri tem filtriranju smo za vse relevantne GIS sloje upoštevali tudi območje 1 km onstran državne meje, saj bi sicer iz modela izločili preveč površin ob državni meji. Točnost končnega modela smo nato ocenili z matriko napak in sicer glede na neodvisni kontrolni vzorec. Nato smo izračunali tako točnost (t.j. delež pravilno klasificiranih pikslov) kot tudi KHAT statistiko (CONGALTON 1991).

Ugotovili smo najverjetnejše koridorje med osrednjim območjem rjavega medveda ter velikimi krpami habitata v alpskem delu Slovenije. Na podlagi prej izdelane karte potencialnega habitata (Priloga 14), karte agregiranih CLC kategorij rabe tal / pokrovnosti, karte avtocest in s pomočjo IDRISI GIS programskega paketa smo izvedli analizo poti najmanjših stroškov (*least cost route analysis*). Pri tem je šlo za modeliranje gibanja skozi prostor, kjer so "stroški" gibanja odvisni od razdalje ter od upora, ki ga okolje nudi osebkem v gibanju (EASTMAN 1997). Na podlagi ekspertnih ocen smo definirali relativne upore posameznih 500 x 500 m celic (pikslov) glede na dominantni tip pokrovnosti. Pri tem smo predpostavili, da je medvedu najlažje prečkati področje, ki smo ga označili kot potencialni habitat. Priljubljene lokacije za prečkanje so odvisne tako od okoliščin v bližini analiziranega odseka avtoceste, kot tudi od širšega zaledja. Izbrali smo 11 tipičnih izhodiščnih točk znotraj osrednjega območja rjavega medveda, severni del meje proti Italiji pa smo izbrali kot cilj. Uporabili smo IDRISI-jevo funkcijo COSTGROW, s katero smo nato izračunali akumulirane stroškovne površine za vsako od izhodiščnih točk. Nato smo s funkcijo PATHWAY ugotovili še "najcenejše" poti, ki

povezujejo vsako od teh točk s ciljnim področjem. Potencialne prehode preko avtoceste smo nato ugotovili s presekom med modeliranimi potmi disperzije in kartno interpretacijo poteka avtoceste. Tako ugotovljene lokacije smo preverili tudi s pregledom na terenu in s primerjavo lokacij povozov medvedov na avtocesti med leti 1972 in 1996.

2.3.2 Ugotovitve

Odločitveno drevo, ki ga prikazuje Preglednica 6, vsebuje pravila za klasifikacijo v habitat / ne-habitat. Pravila so v obliki vgnezenih IF – THEN stavkov. Iz drevesa lahko razberemo, da imajo medvedi v proučevanem študijskem območju raje bolj gozdnate površine, ki so bolj oddaljene od naselij. Bližje naseljem so bolj občutljivi glede gozdnih združb, v manj gozdnatih predelih pa imajo raje večje nadmorske višine ter manjšo gostoto podeželskega prebivalstva. Ta kombinacija pa nakazuje krajino z raztresenimi majhnimi urbanimi centri ter z nizko stopnjo kmetijske rabe prostora. Vendar pa, če je delež podeželskega prebivalstva višji (kar nakazuje višjo stopnjo kmetijske rabe prostora), potem veljajo še dodatna pravila, ki se nanašajo na gozdne združbe. Točnost klasifikacije prostora v habitat / ne-habitat, ki temelji zgolj na odločitvenem drevesu, je 87 % (KHAT 73%). Ko pa z GIS-om filtriramo vse krpe tako klasificiranega habitata, ki so manjše od 5000 ha, naraste točnost modela na 89 % (KHAT 77 %).

Na podlagi karte potencialnega habitata ter karte pokrovnosti smo nato identificirali potencialne koridorje disperzije iz 11 karakterističnih točk znotraj osrednjega območja medveda, v smeri proti Alpam. Izkazalo se je, da, ne glede na izhodišče koridorja, vseh 11 poti prečka avtocesto le na treh točkah (Slika, Priloga 15). Testi so tudi pokazali, da se lokacije teh točk le malo spreminjajo, če spreminjamo relativne upore gibanju skozi različne tipe pokrovnosti. Zato smo te 3 točke privzeli kot najverjetnejše točke prehajanja medvedov čez avtocesto. Ta 3 mesta predstavljajo pomembne lokacije za izvedbo blažitveno-varovalnih ukrepov ob avtocesti in so tudi potencialna območja za gradnjo ekoduktov. Lokacije smo dodatno preverili tako, da smo jih primerjali z zabeleženimi lokacijami prečkanja čez avtocesto in z zabeleženimi povozmi medvedov.



Slika : Slika potencialnega habitata rjavega medveda ter potencialnih koridorjev za disperzijo iz osrednjega območja medveda proti Alpam. Številke na karti označujejo tri najverjetnejše potencialne prehode medvedov čez avtocesto in identificirajo ključna območja za izvedbo sistema omilitveno-varovalnih ukrepov. Identificirani koridorji so tudi primerna mesta za potencialno gradnjo ekoduktov.

Preglednica 6 Odločitveno drevo za klasifikacijo študijskega območja v (potencialni) habitat / ne-habitat rjavega medveda

```
DELEŽ_GOZDA > 91:
...ODDALJENOST_DO_NAJBLIŽJEGA_NASELJA <= 2121: NE_HABITAT
:   ...ODDALJENOST_DO_NAJBLIŽJEGA_NASELJA > 2121:
:     ...GOZDNA_ZDRUŽBA in {11,24,31,41,42,43,53, 54,70,73,74,83,112,131,
:       132,141,151,202,204,234,242,251,252,273,281,282}: NE_HABITAT
:     GOZDNA_ZDRUŽBA in {62,71,72,81,82,84,92,101,111,121,143,144,161,
:       171,172,181,191,192,221,223,262,272,275,133}: HABITAT
DELEŽ_GOZDA <= 91:
...NADMORSKA_VIŠINA <= 541: NE_HABITAT
:   NADMORSKA_VIŠINA > 541:
:     ...PERCENTAGE_OF_RURAL_POPULATION <= 1: HABITAT
:     DELEŽ_PODEŽELSKEGA_PREBIVALSTVA > 1:
:       ...GOZDNA_ZDRUŽBA in {11,24,31,41,42,43, 53,54,62,70,72,73,74,
:         81,82,83,101,111,112, 131,132,133,141,151,161,181,191,
:         192, 202,221,223,234,242,251,252,262,273,275,
:         281,282}: NE_HABITAT
:       GOZDNA_ZDRUŽBA in {71,84,92,121,143,144,171,172,272}: HABITAT
```

Pomen zajetih atributov: DELEŽ_GOZDA: ocena v kvadratu 1x1 km na osnovi CORINE Land Cover; ODDALJENOST_DO_NAJBLIŽJEGA_NASELJA: [m] oddaljenost centra 500x500 m piksla do najbližjega naselja, večjega od 5 ha; NADMORSKA_VIŠINA: povprečje [m] na osnovi DMR100; GOZDNA_ZDRUŽBA: dominantna gozdna združba v 1x1 km kvadratu na podlagi popisa gozdov Zavoda za gozdove RS (kode združb po šifrantu ZGS); DELEŽ_PODEŽELSKEGA_PREBIVALSTVA: delež neurbanega prebivalstva na ravni geografskih subregij.

2.3.3 Diskusija in zaključki

Glede na to, da smo model potencialne primernosti habitata razvili le glede na točke opažanja samic z mladiči, predstavlja odločitveno drevo, ki je podlaga prostorskega modela le konzervativno oceno primernega habitata analizirane populacije. Dejanski potencialni habitat, vključujoč tudi koridorje za gibanje med deli habitata, je verjetno obsežnejši. Končni (filtrirani) model habitata se v glavnem sklada z obstoječim ekspertnim znanjem. Tako je najpomembnejša informacija, ki določa primernost pikslov, prav delež gozdov (pri čemer so upoštevane le velike krpe habitata). Medtem, ko naš model upošteva bližino naselij, pa zanemarija razpoložljivost hrane. To se sklada z ugotovitvami SWENSONA in sod. (1998), da medvede najdemo predvsem v področjih z višjo gozdnatostjo in nizko gostoto človekove poselitve ter, da je za preživetje populacije pomembnejša gozdnatost kot pa razpoložljivost hrane. Pomemben vpliv velikosti krpe habitata na gibanje medvedov sta v svojem modelu ugotovila tudi KNAUER in KACZENSKY (1999).

Če upoštevamo omejitve modela (prostorsko in vsebinsko ločljivost), lahko ugotovimo, da terenska opazovanja v splošnem potrjujejo veljavnost identificiranih lokacij koridorjev čez avtocesto. Model podaja grob približek, ki temelji le na ekološki presoji. Pred kakršnokoli končno odločitvijo o gradnji ekodukta ali

uveljavitvijo drugačnih, ustreznih omilitveno-varstvenih ukrepov, pa je treba presoditi tudi tehnične in finančne vidike takega podviga. Glede na dejstvo, da so vsi trije potencialni prehodi v bližini že obstoječih podvozov ali nadvozov (večina od njih pa za redno prehajanje divjadi ni primerno oblikovana in dimenzionirana), je prilagoditev teh že obstoječih objektov ena od možnosti, ki je vsekakor vredna razmisleka. Seveda pa zgolj zagotoviti primerne prehode za divjad ni dovolj. Potrebni bodo ukrepi za usmerjanje gibanja medvedov proti izbranim prehodom ter ukrepi za preprečitev plezanja čez ograjo ob avtocesti. Ne glede na vrsto izbranega omilitveno-varovalnega ukrepa pa je potrebno tudi ustrezno gospodarjenje s prostorom, ki naj izboljša kvaliteto habitata v širšem zaledju koridorja.

Slika 16 Klasična avtocestna ograja - rjavi medved jo zlahka prepleza



3 ZAKLJUČKI

Na podlagi dosedanjih ugotovitev o primernosti habitatov, do sedaj registriranih območjih prečkanja rjavih medvedov čez avtocesto in (ne)primernosti obstoječih premostitvenih objektov preko avtoceste, izstopajo tri območja najverjetnejših prehodov rjavega medveda, ki so istočasno tudi ključne lokacije za gradnjo ekoduktov oziroma za izvedbo drugih primernih omilitvenih ukrepov za varnejše prehajanje čez avtocesto:

Prehod št.1 je lociran med Verdom in Planino (Priloga 15, 16). Na tem odseku manjka primeren, dovolj odprt prehod, ki bi rjavemu medvedu in ostalim velikim sesalcem omogočal varno prečkanje avtoceste. Na tem odseku smo v obdobju po letu 1990 registrirali več primerov prehajanja medvedov čez avtocesto, od katerih so se 4 končali s trkom živali in vozila. V okviru triletnega spremljanja prehajanja divjih živali prek avtoceste na odseku Vrhnika – Razdrto – Čebulovica, smo dokumentirali tudi večje število primerov prehajanja medvedov skozi in preko infrastrukturnih objektov. Posebno številni so bili prehodi medvedov skozi komaj 6 m širok podvoz gozdne ceste pri Drnulci nad Štampetovim mostom. Iz podatkov o širini odtisa prednje (prve) šape medvedov na peščeni sledilni blazini v podvozu in ob upoštevanju razdalje med infrastrukturnimi objekti na tem odseku sodimo, da je podvoz v času monitoringa uporabilo 7 različnih medvedov. To opozarja, da v konkretnem primeru ni šlo zgolj za specializacijo enega samega osebka, pač pa za ponavljajoč vzorec obnašanja večjega števila, na prehajanje skozi podvoz očitno habituiranih osebkov. Ti so verjetno izmenično obiskovali številna krmišča za divje prašiče na obeh straneh avtoceste. Taka krmišča lovci zalagajo s koruzo, s katero se medvedi radi hranijo preko celega leta. Zaradi gostejše poseljenosti območja in pomanjkanja primernih habitatnih blokov na severni strani avtoceste med Verdom in izvozom za Logatec domnevamo, da v primeru prehajanja skozi podvoz Drnulca ne moremo razmišljati o emigracijah medvedov iz območja pač pa le o ponavljajoči obliki zadovoljevanja prehranskih potreb.

Kot potencialno območje za gradnjo ekodukta predlagamo avtocestni odsek med počivališčem Lom in Lazami (Priloga 16). Na tem delu avtoceste odreže gozdnat hrbet, ki leži med Logaško kotlino in Planinskim poljem, in ki tvori naravno povezavo med Hrušico na severu in gozdnato Menišijo ter Logaško planoto na južni strani. Prehajanje medvedov po tej naravni povezavi smo večkrat ugotovili tudi v okviru mednarodnega radiotelemetrijskega projekta **Rjavi medved – Ljubljanski vrh** (Kaczensky in sod. 1995). Oktobra 2000 je avtomatska kamera na nadvozu Suhi vrh, ki je situiran v potencialnem območju za gradnjo ekodukta, zabeležila 3 prečkanja rjavega medveda. Ekodukt na tem prehodu bi bil lahko lijakaste oblike in v tem primeru na sredini širok ≥ 30 m, na obeh vstopih pa ≥ 50 m. Primerno dimenzioniran objekt bi lahko uporabljali tudi divji prašiči in jelenjad, ki so zaradi intenzivnega krmljenja na območju Gojitvenega lovišča LZS »Ljubljanski vrh« in v loviščih sosednjih lovskih družin na južni strani avtoceste, stalno prisotni v velikih gostotah. Obstoječi premostitveni objekti na tem odseku avtoceste so za prehajanje teh dveh vrst neprimerni, zato jih avtocesta praktično blokira. Jelenjad prehaja prek avtoceste na odseku Verd – Laze v znatnem (glede na veliko

številčnost te vrste pa vseeno majhnem) številu samo pod dvema ozkima podvozoma blizu Vrhnike. Med triletnim spremljanjem smo zabeležili le nekaj prehodov divjega prašiča prek avtoceste. Z izgradnjo zelenega mosta bi povečali prepustnost avtoceste tudi za te dve vrsti, ki sta zaradi avtoceste najbolj prizadeti. Poleg same izgradnje ekodukta predlagamo, da se vzdolž avtoceste med podvozom Barakar in nadvozom Raskovec, Podvozom Drnulca in nadvozom Drevišče, ter nadvozom Suhi vrh in nadvozom poti za železniško postajo Planina (Priloge 19, 20, 21, 23) namesti tudi varovalno električno ograjo.

Kot alternativno rešitev za povečanje prepustnosti prehoda št.1 pa namesto gradnje ekodukta predlagamo:

1. namestitvev električne varovalne ograje med vse, za prehajanje rjavega medveda primerne infrastrukturne objekte na tem odseku. S tem bi preprečili pogosto plezanje medvedov čez običajno avtocestno ograjo in živali preusmerili k prehajanju čez in skozi infrastrukturne objekte (Priloge 19,20,21,23).
2. Razširitev obstoječega nadvoza Suhi vrh, ki ga medvedi občasno že uporabljajo, na širino ≥ 20 m v sredini. Javni promet na tako prilagojenem objektu bi bilo treba omejiti samo na dnevni čas oziroma v nočnem času prepovedati.
3. Prostor pod železniškim viaduktom pri Lomu bi bilo mogoče prilagoditi za prehajanje jelenjadi in ostalih velikih sesalcev z razširitvijo in preoblikovanjem ceste pod viaduktom. S postavitvijo običajne ali električne varovalne ograje vzdolž železniške proge v skupni dolžini 100 m (50 m na vsaki strani objekta) bi omejili dostop živali do železniške proge in zmanjšali nevarnost povozov. S tako, enostavnejšo rešitvijo bi na tem avtocestnem odseku verjetno izboljšali prehajanje vseh velikih sesalcev.

Prehod št.2 leži v območju med železniškim nadvozom čez avtocesto nad Uncem in viaduktom Ravbarkomanda (Priloga 15, 17) Ob celotnem prehodu poteka železniška proga, ki živalim zmanjšuje možnost varnega prehajanja. Na tem območju smo testirali več nadvozov in podvozov. Obstoječi premostitveni objekti na tem delu avtoceste so za prehajanje velikih vrst sesalcev neprimerni. V triletni študiji smo sicer zabeležili štiri prehode rjavega medveda prek premostitvenih objektov. Vendar pa je to število registriranih prehodov izredno majhno, če upoštevamo, da glede na raziskave potencialnih koridorjev za disperzijo medveda iz osrednjega območja proti Alpam, ravno ta odsek avtoceste (pre)seka njegov najmočnejši selitveni koridor proti severu. Pomen odseka in neustreznost obstoječih premostitvenih objektov potrjujejo tudi pogosti prehodi medveda čez avtocestno ograjo. Verjetnost prehajanja čez avtocestno ograjo je na celotnem proučevanem območju avtoceste med Vrhniko in Divačo, največja ravno na tem odseku. Vse ugotovljene prehode medveda skozi infrastrukturne objekte smo zabeležili v podvozu gozdne ceste Unec II, drugem podvozu gozdne ceste zahodno od izvoza za Unec. V obdobju radiotelemetrijskega projekta Rjavi

medved – Ljubljanski vrh pa je na železniškem nadvozu čez AC nad Uncem vlak povozil medveda. Le-ta si je kot varnejši prehod čez AC očitno izbral železniški nadvoz, v kritičnem trenutku pa se je verjetno znašel na nadvozu med dvema nasproti vožečima vlakoma. Pogostejše prehajanje medvedov je bilo v preteklosti ugotovljeno le pod viaduktom Ravbarkomanda. Poleg medvedov so pod viaduktom Ravbarkomanda občasno prehajali tudi volkovi, jelenjad, srnjad in ris (Evgen Ostanek, ustno sporočilo 1998). Zaradi velikega razpona objekta bi bil intenziven monitoring izredno zahtevno in drago delo, zato ga v našo študijo nismo vključili. Z ograjo zasebnega pašnika, ki se na severni strani dotika objekta, je funkcioniranje prehoda pod viaduktom danes v celoti blokirano. Če bi hoteli prehod ponovno aktivirati, kar je vsekakor smiselno, bi bilo potrebno pašo živali (konji, drobnica) opustiti in odstraniti ograjo pašnika. Potrebno pa bi bilo zagotoviti tudi varnejše prečkanje železniške proge.

Gradnja ekodukta, ki bi moral premostiti avtocesto, železniško progo in lokalno cesto Unec – Postojna bi vsekakor povečala prepustnost tega odseka, ki v bistvu seka neposredno povezavo med Snežniško-Javorniškimi pogorjem ter Hrušico. Mesto za gradnjo ekodukta bi po računalniški prognozi kazalo (po)iskati v okolici železniške čuvajnice pri Škrbcu. Poleg izgradnje ekodukta in ponovnega aktiviranja viadukta Ravbarkomanda bi bilo avtocesto med nadvozom železnice nad avtocesto in podvozom lokalne ceste med Uncem in Postojno (Priloge 19, 22, 23) nujno potrebno tudi zavarovati z električno ograjo ter tako omogočiti divjim živalim varno prehajanje prek avtoceste. Z namestitvijo varovalnih električnih ograj na odsekih (Prehod 1 in Prehod 2) avtoceste v skupni dolžini 9913 metrov se bo na avtocesti med Vrhniko in Divačo za 75 % zmanjšala pogostnost prometnih nezgod zaradi vdiranja medveda (in ostalih divjih živali) na cestišče.

Namesto gradnje ekodukta pa kot **alternativno rešitev** za povečanje prepustnosti odseka priporočamo:

1. Razširitev podvoza Unec II na ≥ 15 m svetle širine, zaporo za ves promet ter pogozditev slepega kraka gozdne ceste, ki vodi skozi ta podvoz (v okolici podvoza),
2. Namestitev dodatne električne zaščite na odsekih AC na območju dosedanjih prostih prehodov rjavega medveda čez avtocestno ograjo (med nadvozom železnice nad avtocesto pri Uncu in podvozom lokalne ceste Unec – Postojna, Priloge 19, 22, 23),
3. Odstranitev ograje in ukinitve pašnika ob viaduktu Ravbarkomanda, ter omejitev hitrosti vožnje na stari cesti pod viaduktom v nočnem času.
4. Ograditev železniške proge v območju viadukta in pripravo varnejšega prehoda z gradnjo podhoda za prostoživeče živali v nasipu železniške proge. Slednje je mogoče izboljšati tudi z nasutjem položne dostopne rampe na nasip proge.

Prehod št.3 med Razdrtim in Čebulovico je območje (Priloga 15, 18), preko katerega vodi povezava med Obalno-Kraškim območjem na jugu in Nanosom ter Trnovskim gozdom na severu. Severno in južno od avtoceste leži gozdnat hrbet Senožeška Brda, ki ima lastnosti pohodnega koridorja (angl. moving corridor) (BENNETT 1990). V njem se medvedi, tudi samice z mladiči za krajši čas ustavljajo, vendar stalno tu še ne živijo. Brda nudijo optimalne prehranske razmere v poletnem in jesenskem času. Tekoča voda, ki ne presahne niti v največji poletni suši, pa pomensko še prispeva k sezonski kakovosti tega območja. Pomen tega območja se bo med in po gradnji odseka avtoceste Razdrto – Podnanos nedvomno še povečal. Po rezultatih triletnega monitoringa sodimo, da je prehod št.3 od vseh najboljše prepusten.

Pod viaduktoma Goli vrh, dolžine okoli 160m in Bandera v dolžini okoli 250 m pogosto prehajajo rjavi medved, ris volkovi, jelenjad in srnjad ter redko tudi divji prašiči in šakali. Odprtine pod obema viaduktoma smo opremili s senzorsko proženimi foto-kamerami in peščenimi sledilnimi blazinami. S fotokamerami smo opremili tudi avtocestne nadvoze na Maznem vrhu, pri Dolenji vasi in Čebulovici. Na posnetkih smo registrirali prehajanje manjših zveri, poljskega zajca, srnjadi, rjavega medveda in volka. Na tem odseku je tudi 12 m širok in 4–5 m visok podhod za divje živali pri Zajčici. Skozenj prehajajo srnjad, manjše zveri, poljski zajci in ris. Leta 1995 smo v podhodu Zajčica dvakrat registrirali tudi prehajanje manjših skupin jelenjadi. V širšem območju prehoda smo večkrat registrirali prisotnost rjavega medveda, tudi samic z mladiči. Maja 1996 je bil na avtocesti, slabih 200 m od podhoda Zajčica povožen mlajši medved. Konec avgusta 1999 je več ljudi v bližini viadukta Bandera opazovalo medveda pri plezanju čez avtocestno ograjo (Rado Ferfila, Senožeče, ustnc sporočilo, 9.1999).

4 POVZETEK

Z ozirom na ugotovitve projektne naloge z gornjim naslovom, s trajanjem v obdobju 1997-2000 (naročnik DARS, d.d., izvajalec Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Raziskovalna skupina Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire) predlagamo naslednjo prioriteto ukrepov za povečanje prepustnosti in povečanje prometne varnosti na avtocestnih odsekih med Vrhniko, Postojno in Čebulovico.

1. Obojestranska ograditev izpostavljenih odsekov avtoceste z dodatno električno zaščito.

Električna zaščita mora biti nameščena tako, da bo blokirala plezanje čez avtocestno ograjo in istočasno usmerjala medvede k varnejšemu prečkanju avtoceste skozi in čez obstoječe infrastrukturne objekte. Dolžina odsekov, predlaganih za dodatno opremo z električno zaščito je prikazana v Prilogi 23.

2. Ureditev prometnega režima na in v izbranih infrastrukturnih objektih.

Ker so se praktično vsi povozi medvedov, pa tudi registrirana uspešna prečkanja avtoceste z uporabo infrastrukturnih objektov zgodili v nočnem času je potrebno poskrbeti za ureditev prometnih režimov na infrastrukturnih objektih, ki so jih živali v obdobju projekta dokazano uporabljale. To pa pomeni omejitev nočnega prometa na tistih objektih, ki nimajo splošnega prometno povezovalnega pomena, pač pa služijo le za dostop v gozd ali na polje.

3. Prilagoditev izbranih infrastrukturnih objektov v smeri optimalne primernosti za prehajanje prostoživečih živali

Z razmejčitvijo gozdne ceste in železniške proge v *železniškem podvozu nad počivališčem Lom* s postavitvijo žične ograje vzdolž železniške proge, razširitvijo gozdne ceste v območju podvoza ter sistematično razmestitvijo krmišč, bi bilo mogoče izboljšati funkcioniranje tega objekta za prehajanje prostoživečih živali.

Trenutno funkcioniranje *odprtine pod viaduktom Ravbarkomanda* za prehajanje prostoživečih živali je zaradi ograditve pašnika, ograja se dotika stebrov viadukta, ovirano, ali celo onemogočeno. Z lastnikom zemljišča bi bilo potrebno doseči dogovor o spremembi poteka ograje ali celo o opustitvi dejavnosti v neposredni bližini viadukta. Podrobnejši ukrepi na tem prehodu so podani v Zaključkih projekta.

Razširitev in ureditev prometnega režima v *podvozu gozdne ceste Unec 2*. Ta ukrep bi bil smiseln zato, ker se podvoz Unec 2 nahaja v območju najverjetnejšega prehajanja rjavega medveda na odseku avtoceste Unec-Postojna. Domnevamo,

da bi razširjeni podvoz uporabljala tudi jelenjad. Vendar pa neposredna bližina železniške proge in s tem povezana nevarnost povozov zmanjšuje prioriteten pomen tega ukrepa.

4. Ureditev režima krmljenja in razmestitve krmišč za divje prašiče vzdolž proučevanih avtocestnih odsekov

Domnevamo, da je bilo večje število prostih prehajanj rjavih medvedov čez avtocesto na odseku med Vrhniko in Postojno, tudi takih, ki so se končali s povozom, posledica cikličnega obiskovanja krmišč za divje prašiče, ki so postavljena na obeh straneh avtoceste v njeni neposredni bližini. Zato priporočamo ureditev režima krmljenja vzdolž avtoceste oziroma odstranitev ali reduciranje števila krmišč na severni strani avtoceste. Za ta ukrep bo potreben dogovor z upravljalci lovišč vzdolž odseka avtoceste med Vrhniko in Postojno.

5. Gradnja ekoduktov – zelenih mostov za prehajanje prostoživečih živali čez avtocesto

Čeprav je bil izhodiščni cilj projektne naloge poiskati optimalne lokacije za gradnjo ekoduktov-zelenih mostov za prehajanje prostoživečih živali čez avtocesto med Vrhniko in Razdrtom, pa pomenski rang tega ukrepa po naših ugotovitvah nima prioritete. To ugotovitev utemeljujemo z naslednjim:

- Iz ugotovitev raziskovalnega projekta je očitno, da so se populacije prostoživečih živali v obdobju dobrih 25 let po ograditvi avtocestnih odsekov Vrhnika-Postojna in Postojna-Razdrto prilagodile razmeram, nastalih s prekinitvijo nekdanjih kontinuiranih habitatov in habitatnih povezav. Na slednje opozarjajo rezultati radiotelemetrijske spremljave jelenjadi in rjavega medveda v širšem območju avtoceste ter ugotovitve monitoringa primernosti infrastrukturnih objektov za prehajanje prostoživečih živali. Odrasli rezidentni rjavi medvedi avtocesto očitno upoštevajo kot oviro in jo ne poskušajo prečkati, ali pa so za prečkanje izbrali varnejše načine prehajanja skozi podvoze in po nadvozih. Iz študije o primernosti habitatov rjavega medveda v Sloveniji je očitno, da pomemben del širšega zaledja avtoceste predstavlja ključni reproduktivni del habitata rjavega medveda. To pa pomeni verjetnost, da bodo v širšem območju avtoceste rojeni, še neizkušeni medvedi med disperzijskimi potovanji naleteli na ograjeno avtocesto, jo poskušali prečkati in končali pod kolesi avtomobilov. Slednje pa je mogoče uspešno preprečiti le s postavitvijo dodatne električne zaščite na obstoječo avtocestno ograjo.
- Razmeroma dolgi odseki avtoceste na vseh proučevanih delih potekajo skozi gozd. Zato bi bilo nesmiselno pričakovati, da bo večina živali, ki naseljujejo gozdnata območja na obeh straneh avtoceste odkrile novo zgrajen prehod in do njega (vsakič) prehodile več km. Tudi, če bi se odločili za gradnjo ekoduktov na enem ali obeh potencialnih prehodih med Vrhniko

in Postojno, bi bilo potrebno obstoječo varovalno ograjo predhodno opremiti z dodatno električno zaščito.

Gradnja ekoduktov je torej ukrep, ki je na obstoječih, dalj časa prometno obremenjenih avtocestah smislen šele potem, ko so zagotovljene razmere, ki onemogočajo prosto prehajanje rjavih medvedov čez avtocestno ograjo in vzpostavljene možnosti za »kapilarno« prepustnost avtoceste s prilagoditvijo večjega števila obstoječih infrastrukturnih objektov. Vsekakor pa bi morala gradnja ekoduktov na pomembnih živalskih prehodih in presekanih habitatnih povezavah postati spremljevalni ukrep pri gradnji novih avtocestnih odsekov tudi v Sloveniji.

Opomba: Za uveljavitev predlaganih omilitvenih ukrepov je potreben kompleksen pristop, ki ga po našem mnenju lahko v celoti zagotovi le sodelovanje med ustreznimi resornimi ministrstvi in sicer Ministrstvom R.Slovenije za promet in zveze, Ministrstvom R.Slovenije za okolje in prostor ter Ministrstvom R.Slovenije za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Predlagamo, da dosedanji sistem integralnega monitoringa prehajanj prostoživečih živali čez avtocestne odseke Vrhnika-Razdrto-Čebulovica skrčimo oziroma racionaliziramo samo na **nadaljevanje foto-monitoringa** z nameščanjem senzorsko proženih fotokamer na izbrane infrastrukturne objekte.

5 ZAHVALA

Triletno projektno nalogo je financirala DARS d. d. – Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji. Pri polaganju peščenih blazin in namestitvi kamer za snemanje živali pa so nam prijazno pomagali uslužbenci Podjetja Avtocesta – Avtocestna baza Postojna. Vsem se iskreno zahvaljujemo za pomoč.

6 UPORABLJENA LITERATURA

ADAMIČ, M. 1994. Ocena možnosti za spontano širjenje rjavega medveda (*Ursus arctos*) v Alpe, smeri glavnih emigracijskih koridorjev ter motnje v njihovem funkcioniranju. Str. 131–143 v Adamič, M. in sod. ured.: Rjavi medved v deželah Alpe – Adria, Zbornik posvetovanja. Ministrstvo R. Slovenije za kmetijstvo in gozdarstvo, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana.

ADAMIČ, M. 1996. An expanding brown bear population in Slovenia: current management problems. *Journal of the Wildlife Research* 1(3): 297–300. Krakow.

ADAMIČ, M. 1997. Analiza ključnih vzrokov smrtnosti rjavega medveda (*Ursus arctos* L.) v Sloveniji v obdobju zadnjih 6 let (1.4.1991 – 31.3.1997). Zbornik gozdarstva in lesarstva 53: 5 – 28.

ADAMIČ, M., JONOZOVIČ, M., 1996. *Ekodukt – zeleni most za prehajanje rjavega medveda in drugih velikih sesalcev čez avtocesto Ljubljana – Razdrto. Zaključno poročilo I. faze projekta.* Biotehniška fakulteta v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 1–30. Ljubljana,

ADAMIČ, M., I. KOREN, 1998. /Prospects for the return of large carnivores to the Alps/. Str. 53–64 v J. Diaci (ured.) »Gorski gozd«. 19. gozdarski študijski dnevi. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BI. Ljubljana 1998. (In Slovene with English summary)

ADAMIČ, M., K. JERINA, A. KOBLEK (v pripravi) Dinamika in strategija širjenja rjavega medveda v Sloveniji v obdobju po II. svetovni vojni.

ALEXANDER, S.M., N.M. WATERS. 1999. Decision support applications for evaluating placement requisites and effectiveness of wildlife crossing structures. Str. 237–246 v G.L. Evink, P. Garret in D. Ziegler, ured.: Proc 3rd International Conference on Wildlife Ecology and Transportation. FL-ER-73-99. Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida, 330 str.

ARCTUROS 1996. Arctos – project for management of the brown bear and its habitat. Final report. Thessaloniki, Greece. 140 str.

BALENT, G., M. BRUERE, J. SGARD, C. SERVHEEN. 1993. Vallee d'Aspe, Cahier des Charges des aménagements de la RN 134 et des mesures de protection de l'environnement nécessaires pour réduire au minimum les atteintes à la flore, à la faune et pour favoriser une bonne insertion dans le paysage. Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports de la France, 15 Février 1993 (poročilo).

BALLON, P. 1985. Bilan technique des aménagements réalisés en France pour réduire les impacts des grandes infrastructures linéaires sur les ongules gibiers.

Trans.18th Congress of the International Union of Game Biologists: 679–689.
Brussels 1985.

BASHORE, T.L., W.M.TZILKOWSKI, E.D.BELLIS. 1985. Analysis of deer-vehicle collision sites in Pennsylvania. *J.Wildl.Manage.*49: 769–774.

BELLIS, E.D., H.B.GRAVES. 1971. Deer mortality on a Pennsylvania Interstate Highway. *J.Wildl.Manage.* 35: 232 – 237.

BOSCAGLI, G. 1987. Brown bear mortality in central Italy from 1970 to 1984. *Int.Conf.Bear Res.and Manage.*7: 97–98.

BROWN, D.L., W.D.LAIRD, W.D.SUMMERS, A.HAMILTON. 1999. Methods used by the Arizona Department of Transportation to reduce wildlife mortality and improve highway safety. Str. 175–177 v G.L.Evink, P.Garret in D.Ziegler, ured.: *Proc 3rd International Conference on Wildlife Ecology and Transportation.* FL-ER-73-99. Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida, 330 str.

BÜRGLIN, R. 1995. Planung von Grünbrücken an der Autobahn Ljubljana – Razdrto (Slowenien) mit besonderer Berücksichtigung des Braunbären (*Ursus arctos* L.). Diplomarbeit. Institut für Geographie der Ludwig-Maximilians-Universität München, 79 str.

CALHOME PROGRAM – MANUAL 1994: URL <http://www/ecostats.com>.

CASE, R.M. 1978. Interstate highway road-killed animals: a data source for biologists. *Wildl.Soc.Bull.* 6(1): 8–13.

CLEVENGER, A.P., N.WALTHO 2000. Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. *Conservation Biology* 14(1): 47–56.

CONGALTON, R. G. 1991. A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Remote. Sens. Environ.* 37. p. 35 – 46.

CORSI, F., I.SINIBALDI, L. BOITANI. 1998. Large carnivore conservation areas in Europe. WWF – A Large Carnivore Initiative for Europe, IEA – Uniroma, 78 pp., Roma, Italy 1998,

CRAIGHEAD, J.J., J.S.SUMNER, G.B.SCAGGS. 1982. A definitive system for analysis of grizzly bear habitat and other wilderness resources. Utilizing LANDSAT multispectral imagery and computer technology. *Wildlife-Wildland Institute Monograph No. 1.* Missoula, Montana. 278 str.

CRAIGHEAD, J.J., J.S.SUMNER, J.A.MITCHELL. 1995. The grizzly bears of Yellowstone, their ecology in the Yellowstone ecosystem 1959–1992. Island Press, Washington D.C. 536 str..

DECKER, D.J., K.M.LOCONTI-LEE, N.A.CONNELLY. 1990. Deer-related vehicular accidents in Tompkins County, New York: incidence, costs, and implications for deer management. Trans.Northeast.Section Wildlife Society, Vol.47: 21–26.

DEKLEVA, A. 1995a. Razširjenost risa v jugozahodni Sloveniji. Višješolska diploma, 37 str. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo. Ljubljana 1995.

DEKLEVA, V. 1995b. Značilnosti širjenja jelenjadi iz Snežniško-Javorniškega masiva v Obalno-Kraško območje. Višješolska diplomska naloga: 41 str. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana 1995.

DEL FRATE, G.G., T.H.SPARKER 1991. Moose-vehicle interactions and an associated public awareness program on the Kenai Peninsula, Alaska. Alces 27: 1–7.

DESIRÉ, G., C.MALET. 1991. T.G.V.Atlantique: ouvrages de franchissement pour les ongulés et gestion de leur abords. Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse, No.159: 40–45.

DIXON, K., CHAPMAN, J., 1980. Harmonic mean measure of animal activity areas. Ecology, 6(5), s. 1040–1044.

EIBERLE, K. 1972. Rehwildhege und Strassenverkehr. Schweiz. Ztschr. Forstwesen 123: 201–210.

EUROPEAN COMMISSION. 1993. CORINE Land Cover – Technical Guide. European Commission, Directorate – General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, Luxembourg, 1993, 136 p.

FEHLBERG, U., K.POHLMEYER. 1994. Impact of a motorway (ecological barrier) on mammalian wildlife. P.102–108. v I.Thompson ured.: Forests and wildlife towards the 21st Century. Proc.21st Congress IUGB, Part 1. Halifax 1994.

FOSTER, M.L., S.R.HUMPHREY. 1995. Use of highway underpasses by Florida panthers and other wildlife. Wildlife Society Bulletin 23(1): 95–100.

FRASER, D., E.R.THOMAS 1982. Moose-vehicle accidents in Ontario: relation to highway salt. Wildl.Soc.Bull. 10(3): 261–265.

FRKOVIĆ, A., R.L.RUFF, L.CICNJAK, Đ.HUBER. 1987. Brown bear mortality during 1946–1985 in Gorski Kotar, Yugoslavia. Int.Conf.Bear Res. and Manage 7: 87–92.

GARSHELIS, D.L., P.L.COY, B.D.KONTIO. 1994. Application of remote animal-activated cameras in bear research. Str. 315–322 v I.D.Thompson, ured.: Forests

and wildlife towards the 21st Century. Proceedings of the 21st Congress of IUGB, Part 1. Halifax 1994

GEORGII, B. 1997. Wildsäuger an bestehenden Grünbrücken. Str. 141–155 v Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik Heft 756, Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Strassenbau, Bonn – Bad Godesberg, 1997.

GOODWIN, G.A., A.L. WARD. 1976. Mule deer mortality on Interstate 80 in Wyoming: causes, patterns and recommendations. USDA Forest Service Research Note RM-332: 1–4. Rocky Mountain Forest and Range Experimental Station, CSU Fort Collins Colorado.

GROOT BRUIDERINK, G.W.T.A., E. HAZEBROEK. 1996. Ungulate traffic collisions in Europe. Conservation Biology 10(4): 1059–1067.

GUTLEB, B., P. MOLINARI and M. ADAMIČ. 1997. Did the brown bear (*Ursus arctos*) ever disappear from the southeastern Alps? 11th International Conference on Bear Management and Research: European Session. Book of the Abstracts: 23. Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Graz, Austria 1997.

HARRISON, P.D., M.I. DYER. 1984. Lead in mule deer forage in Rocky Mountains National Park, Colorado. J. Wildl. Manage. 48: 51C–517.

HARTWIG, G.D. 1991. Erfassung der Verkehrsunfälle mit Wild in Nordrhein-Westfalen im Bereich der Polizeibehörden. Ztschr. Jagdwiss. 37: 55 – 62.

HUBER, Đ. 1999. Brown bear conservation action plan for Europe (*Ursus arctos*). Former Yugoslavia. Str. 113–118. v Servheen, C., S. Herrero, B. Peyton, ured.: Beras. Status, survey and conservation action plan. IUCN/SSSC Bear Specialist Group. Gland. 309 str.

HUBER, Đ., H.U. ROTH. 1986. Home ranges and movements of brown bears in Plitvice Lakes National Park, Yugoslavia. Int. Conf. Bear Res. and Manage. 6: 93–97.

HUBER, Đ., H.U. ROTH. 1994. Kretanje smeđih medjveda (*Ursus arctos* L.) u Hrvatskoj s posebnim osvrtom na Nacionalni park »Risnjak«. Zbornik radova 40 godina Nacionalnog parka »Risnjak«: 1953–1993: 87–90. Crni Lug 1994.

HUBER, Đ., J. KUSAČ, A. FRKOVIĆ. 1998. Traffic kills of brown bears in Gorski Kotar, Croatia. Ursus 10: 167–171.

JENNY, D., F. VON LERBER, V. KELLER, H.P. PFISTER. 1997. Nutzung der Grünbrücken über die B31 neu durch grösser Säuger. Str. 105–140 v Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik Heft 756, Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Strassenbau, Bonn – Bad Godesberg, 1997.

JERINA, K., ADAMIČ, M., 2000: Prehajanje velikih sesalcev čez avtocesto: dejavniki, ki vplivajo na dinamiko prehajanja ter rabo posameznih avtocestnih objektov. Zbornik 5. Kongresa o cestah in prometu. Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije, Ljubljana 2000.

JONOZOVIČ, M. 1995. Vplivi avtoceste Ljubljana – Razdrto na prostoživeče živali. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo BF, Ljubljana. 83 str.

JONOZOVIČ, M., M. ADAMIČ, 1994. Avtoceste – prostoživeče živali: pomen poznavanja in upoštevanja vzpostavljenih odnosov v napovedovanju in blažitvi konfliktnih situacij pri izgradnji avtocestnega omrežja v Sloveniji. 2. Slovenski kongres o cestah in prometu, Zbornik referatov. – Portorož, Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije, str. 405–409.

KACZENSKY, P., F. KNAUER, M. JONOZOVIČ, T. HUBER., M. ADAMIČ, H. GOSSOW. 1995. Slovenian bear telemetry project 1993-1995. Final report: 1–18. Ljubljana, Wien 1995.

KACZENSKY, P., F. KNAUER, T. HUBER, M. JONCZOVIČ, M. ADAMIČ. 1996. The Ljubljana-Postojna highway - a deadly barrier for brown bears in Slovenia? *Journal of the Wildlife Research* 1(3): 263–267. Krakow.

KELLER, V., H. P. PFISTER. 1995. Wildlife passages as a means of mitigation effects of habitat fragmentation by roads and railway lines. *Habitat Fragmentation and Infrastructure – Proc. International Conference on habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering*. 14 pp. Maastricht

KNAUER F., P. KACZENSKY. 1999. A Habitat Connectivity Model for Brown Bears in Slovenia. *Book of Abstracts: 12th Int. Conf. Bear Research and Management*. Poiana Brasov, Rumania.

KNIGHT, R. R., B. M. BLANCHARD, L. L. EBERHARDT. 1988. Mortality patterns and population sinks for Yellowstone grizzly bears, 1973-1985. *Wildl. Soc. Bull.* 16: 121–125.

KOBLER, A., M. JONOZOVIČ, M. ADAMIČ. 1997. Nekateri vidiki ekološke niše rjavega medveda območju AC Vrhnika – Postojna. GIS analiza telemetrično zbranih podatkov. "Znanje za gozd". Zbornik ob 50. letnici Gozdarskega inštituta Slovenije: 133–142. Ljubljana.

KOBLER, A., B. VRŠČAJ, M. POLJAK, M. HOČEVAR, F. LOBNIK. 1998. CORINE Land Cover Slovenia GIS Data Base Project – Current Status. *Proc. Intl. Conf. GIS for Earth Science Applications*. Institute for Geology, Geotechnics and Geophysics, Ljubljana, Slovenia, 1998. p. 101–110. (In Slovene with English summary).

KOBLER, A., M. ADAMIČ 1999. Brown bears in Slovenia: identifying locations for construction of wildlife bridges across highways. Str. 29–38 v G.L. Evink, P. Garret in D. Ziegler, ured.: Proc 3rd International Conference on Wildlife Ecology and Transportation. FL-ER-73-99. Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida, 330 str.

KOEPPEL, H.D. 1986. Landschaftspflegerische Begleitplanung für eine Nationalstrasse am Beispiel der N5. Strasse und Verkehr 9/1986: 557–565.

KOGOVSĚEK, F. 1998. Vpliv avtoceste Ljubljana – Obrežje na migracije velikih sesalcev. Višješolska diplomska naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Ljubljana. 62 str..

KOHN, B., J. FRAIR, D. UNGER, T. GEHRING, D. SHELLY, E. ANDERSON, P. KEENLANCE. 1999. Impacts of highway expansion project on wolves in northwestern Wisconsin. Str. 53–65 v G.L. Evink, P. Garret in D. Ziegler, ured.: Proc 3rd International Conference on Wildlife Ecology and Transportation. FL-ER-73-99. Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida, 330 str.

KRŽE, B. 1994. Prispevek k poznavanju ekologije populacij divjega prašiča v Sloveniji. Lovec 77: 102–106.

KUCERA, T.E., R.H. BARRETT. 1993. The Trailmaster camera system for detecting wildlife. Wildl. Soc. Bull. 21: 505–508.

MACE, R.D., S.C. MINTA, T.L. MANLEY, E. AUNE. 1994. Estimating grizzly bear population size using camera sightings. Wildl. Soc. Bull. 22: 74–83.

MADER, H.J. 1987. Direkte und indirekte Einflüsse der Strassennetzes auf die freilebende Tierwelt (Wirbeltiere und Wirbellose) und auf die Populationsdynamik. Proc. Symp. Highway and Wildlife Relationships: 19 – 21. Council of the Europe, Strasbourg 1987.

Mc CAFFERY, K.R. 1973. Road-kills show trends in Wisconsin deer populations. J. Wildl. Manage. 37: 212–216.

Mc CLURE, H.E. 1951. An analysis of animal victims on Nebraska highways. J. Wildl. Manage. 15: 410–420.

McDONALD, M.G. 1991. Moose movement and mortality associated with the Glenn Highway expansion, Anchorage, Alaska. Alces 27: 208–219.

MILLER, B.K., J.A. LITVAIS 1992. Use of roadside salt licks by moose, *Alces alces*, in Northern New Hampshire. Canadian Field Naturalist 106(1): 112–117.

MLADENOFF, D.J., T.A. SICKLEY, R.G. HAIGHT, A.P. WYDEVEN. 1995. A regional landscape analysis and prediction of favorable gray wolf habitat in the northern Great Lakes

Region. Conservation Biology 9(2): 279–294.

MÜLLER, S., F. MOGNETTI. 1993. Securite Faune/Trafic: 1–121. Laboratoire des voies de circulation (LAVOC) de l'Ecole polytechnique federale de Lausanne. Lausanne 1993.

NIEUWENHUIZEN, W., R. C. VAN APELDOOM. 1995. Mammal use of fauna passages on national road A1 at Oldenzaal. Project Versnippering. DEEL 20A: 1–47. Ministry of Transport, Public Works and Water Engineering, Road and Hydraulic Engineering Division, Delft, The Netherlands.

NOSS, R. F., H. B. QUIGLEY, M. C. HORNOCKER, T. MERRIL, P. C. PAQUET. 1996. Conservation biology and carnivore conservation in the Rocky Mountains. Conservation Biology 10(4): 949–963.

OLBRICHT, P. 1984. Untersuchung der Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren und der Eignung von Wilddurchlässen. Ztschr. Jagdwiss. 30: 101–116.

OPPDAM, P. 1990. Understanding the ecology of populations in fragmented landscapes. Trans. 19th IUGB Congress Trondheim 1989, Vol. 2: 373–380.

OSTANEK, E. 1996. Vpliv prometnega koridorja Postojna – Jelšane na migracije velikih sesalcev. Višješolska diplomska naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 45 str., Ljubljana 1996.

PAQUET, P. C., C. CALLAGHAN, J. WIERZCHOWSKI. 1997. A comparative analysis of wolf (*Canis lupus*) survivorship in protected versus non-protected areas of the Central Canadian Rocky Mountains. SAMPA III Conference Abstracts. Research Links. A forum for natural, cultural and social studies. PARKS CANADA, Western Canada Vol. 5(1): str. 17.

PERKO D., M. OROZEN – ADAMIČ (ured.). 1998. Slovenija – pokrajine in ljudje. Založba Mladinska knjiga, Ljubljana, Slovenija, 1998. 735 p.

PETERLIN, S., J. GREGORI, F. VARDJAN, J. ČOP. 1973. Vpliv avtomobilske ceste Vrhnika – Postojna na velike živali. Poročilo. – Ljubljana, Zavod za spomeniško varstvo SR Slovenije – Oddelek za varstvo narave, 35 s.

PETERLIN, S., J. GREGORI, F. VARDJAN, J. ČOP. 1976. Vpliv avtomobilske ceste Vrhnika – Postojna na velike živali. Poročilo o dodatnih raziskavah k nalogi iz leta 1973. – Ljubljana, Zavod za spomeniško varstvo SR Slovenije – Oddelek za varstvo narave, 20 s.

PFISTER, H. P., V. KELLER, H. RECK, B. GEORGII. 1997. Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik Heft 756: 590 str. Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Strassenbau, Bonn – Bad Godesberg 1997.

PFISTER, H.P., B.GEORGII, M.HERMANN, V.KELLER. 1997. Vorkommen grösserer Säuger im Gebiet B31neu und Raumnutzung in Bezug auf die Grünbrücken. Str.79–103 v Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege. Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik Heft 756, Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Strassenbau, Bonn – Bad Godesberg, 1997.

PHILIPS, M. 1999. Wildlife management on arterial highways in New Brunswick. Str. 259–262 v G.L.Evink, P.Garret in D.Ziegler, ured.: Proc 3rd International Conference on Wildlife Ecology and Transportation. FL-ER-73-99. Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida, 330 str.

PULLIAM, H.R., B.J.DANIELSON. 1991. Sources, sinks, and habitat selection: a landscape perspective on population dynamics. The American Naturalist Vol.137, Supplement: 50 – 66.

REED, D.F., T.D.I.BECK, T.N.WOODARD. 1982. Methods of reducing deer-vehicle accidents: benefit – cost analysis. Wildl.Soc.Bull. 10: 349–354.

REILLY, R.E., H.E.GREEN. 1974. Deer mortality on a Michigan Interstate highway. J.Wildl.Manage. 38: 16–19.

RIJKSWATERSTAAT (RWS). 1995. Nature across motorways. (v nizozemskem jeziku z angl povzetki). Dienst Weg – en Waterbouwkunde, Delft 1995. 103 str.

ROTH, J., M.KLATT. 1991. Zum Stand der wissenschaftlichen Diskussion um sogenannte Grünbrücken. Veroeffentlichungen der Aktionsgemeinschaft Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg e.V. (Landesnatschutzverband) No.20: 1–31. Stuttgart 1991.

ROZMAN, S. 2000. Primernost in pomen območja Triglavskega narodnega parka za življenje risa (*Lynx lynx*). Diplomaska naloga. 138 str. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo. Ljubljana 2000.

RUEDIGER, B., J.J.CLAAR, J.F.GORE. 1999. Restoration of carnivore habitat connectivity in the Northern Rocky Mountains. Str. 5-20 v G.L.Evink, P.Garret in D.Ziegler, ured.: Proc 3rd International Conference on Wildlife Ecology and Transportation. FL-ER-73-99. Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida, 330 str.

SCHEICK, B.K., M.D.JONES. 1999. Locating wildlife underpasses prior to expansion of Highway 64 in North Carolina. Str. 241–247 v G.L.Evink, P.Garret in D.Ziegler, ured.: Proc 3rd International Conference on Wildlife Ecology and Transportation. FL-ER-73-99. Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida, 330 str.

SEAMAN, D.E., B.GRIFFITH AND R.A.POWELL. 1998. KERNELHR: a Program for Estimating Animal Home Ranges. *Wildlife Society Bulletin* 26(1):95–100.

SERVHEEN, C., Đ. HUBER. 1993. Report on the impacts on the brown bear population of the road improvement in the Aspe valley, Western Pyrenees. CEMAGREF, France, Unpublished report 11 str.

SINGELTON, P.H., J.F. LEHMKUHL. 1999. Assessing wildlife habitat connectivity in the Interstate 90 Snoqualmie Pass corridor, Washington. Str. 75–83 v G.L. Evink, P. Garret in D. Ziegler, ured.: Proc 3rd International Conference on Wildlife Ecology and Transportation. FL-ER-73-99. Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida, 330 str.

SLATER, F. 1994. Wildlife road casualties. *British Wildlife* 5(4): 214 – 221.

SWENSON, J., B. DAHLE, N. GERSTL and A. ZEDROSSER. 1997. Action plan for European brown bears (1st draft): 1–84. WWF – A Large Carnivore Initiative for Europe, Gland, Switzerland.

SWENSON, J., F. SANDEGREN, A. SÖDERBERG. 1998. Geographic expansion of an increasing brown bear population: evidence for presaturation dispersal. *Journal of Animal Ecology* 67: 819–826.

VAN LIEROP, A.M.M. 1988. Means of preventing wild animals from drowning and being involved in road accidents (Graduate report). *Naturopa Documentation Series No. 22*: 1–65. Centre Naturopa, Council of Europe, Strasbourg 1988.

VERBOOM, J. 1995. Dispersal of animals and infrastructure. A model study: Summary: 1–8. Dutch Ministry of Transport, Public works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering Division, Delft, The Netherlands.

VERKAAR, H.J., G.J. BEKKER. 1991. The significance of migration to the ecological quality of civil engineering works and their surroundings. p. 44–61 v H.D. van Bohemen et al eds. *Nature engineering and civil engineering works*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Pudoc) Wageningen, The Netherlands.

VINCENT, J.P., E. BIDEAU, C. CIBIEN, J.P. QUÉRÉ. 1988. Verkehrsoffer beim Rehwild (*Capreolus capreolus*). Beispiel eines Waldgebietes des Pariser Beckens. *Ztschr. Jagdwiss.* 34: 63–68.

WALLER, J.S., C. SERVHEEN. 1999. Documenting grizzly bear highway crossing patterns using GPS technology. Str. 21–23 v G.L. Evink, P. Garret in D. Ziegler, ured.: Proc 3rd International Conference on Wildlife Ecology and Transportation. FL-ER-73-99. Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida, 330 str.

WAN WIEREN, S., P.B. WORM. 1997. The use of wildlife overpass by large and small mammals. *J. Wildl. Research, Krakow*, 2(2): 191–194.

WOOD, P., M.L. WOLFE. 1988. Intercept feeding as a means of reducing deer-vehicle collisions. *Wildl. Soc. Bull.* 16: 376–380.

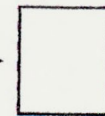
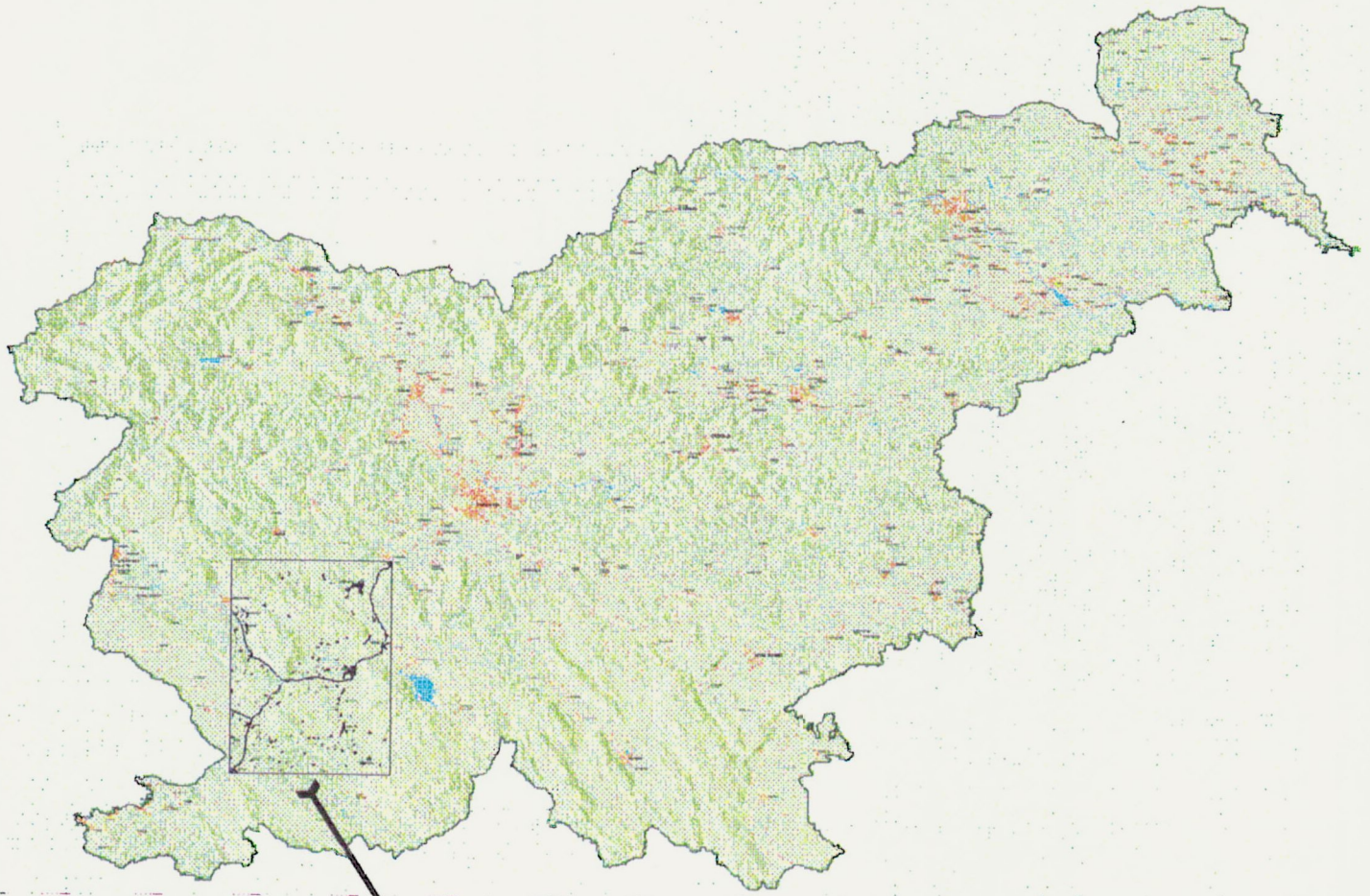
WOODS, G.P., R.M. BRADLEY. 1979. Mitigation of impacts affecting white-tailed deer at the Seven Mile Project, British Columbia. Str. 639–641 v: A National workshop on mitigating losses of fish and wildlife habitats. Proceedings of the Mitigation Symposium. USDA TR-RM-65. Fort Collins, Colorado 1979.

YANES, M., J.M. VELASCO, F. SUAREZ. 1995. Permeability of roads and railways to vertebrates: the importance of culverts. *Biological Conservation* 71: 217–222.

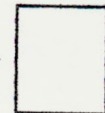
ZUNINO, F. 1989. Management of small populations of bears in protected areas. Proc. Workshop on the situation and protection of the brown bear (*Ursus arctos*) in Europe: 53–54. Council of the Europe, Strassbourg.

PRILOGA 1

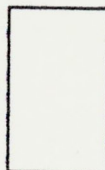
Slika 1 Prehajanje divjih živali prek avtoceste - spremljani premostitveni objekti



IZSEK 1



IZSEK 2



IZSEK 3

IZSEK 1

Objekt št.



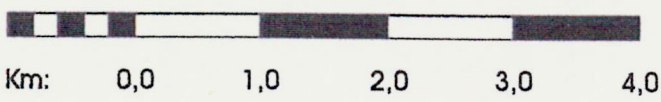
Km: 0,0 1,0 2,0 3,0 4,0

IZSEK 2

Objekt št.



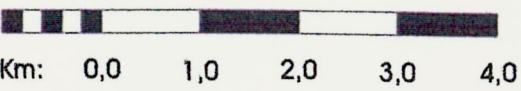
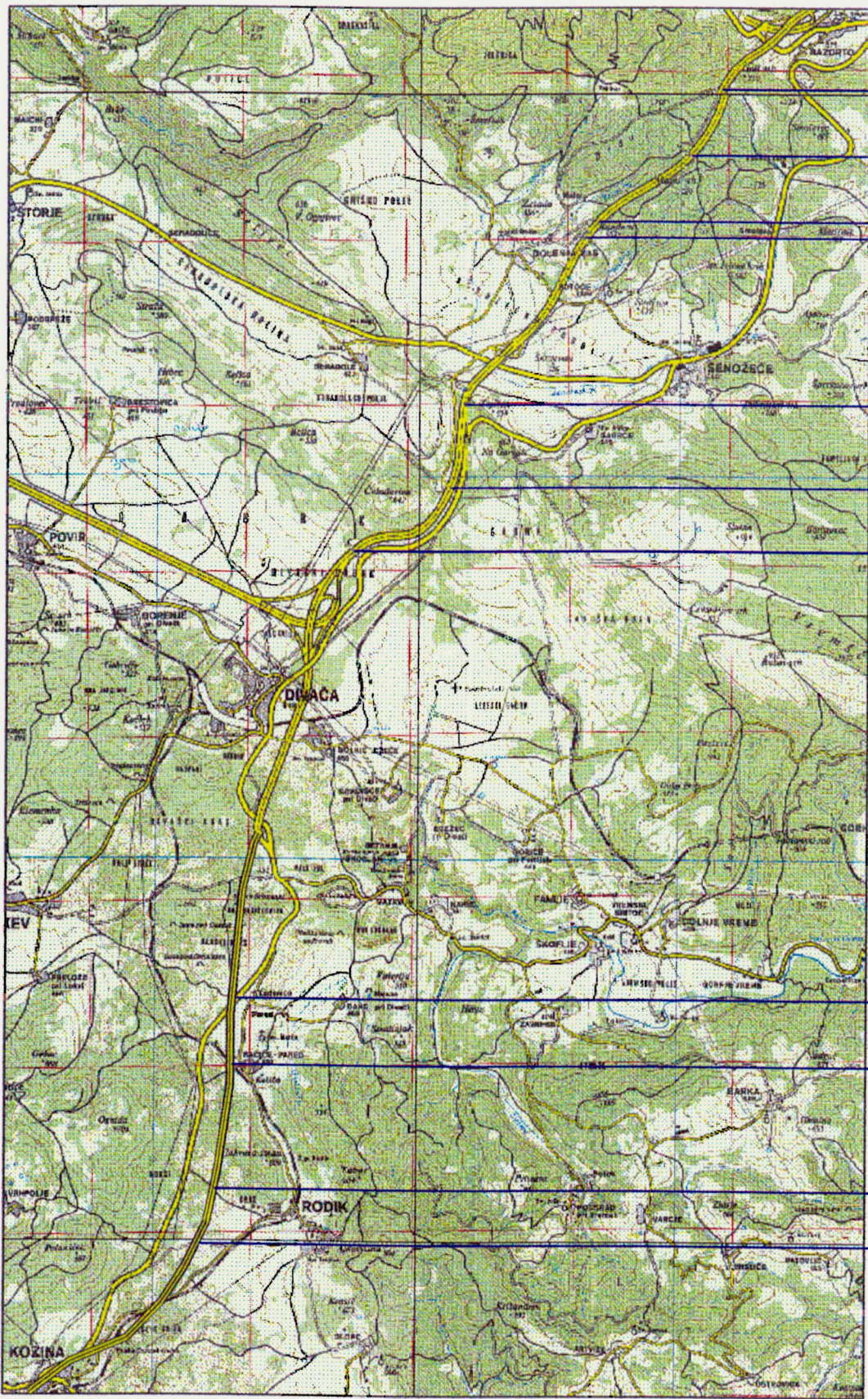
8
9
10



IZSEK 3

Objekt št.

- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21

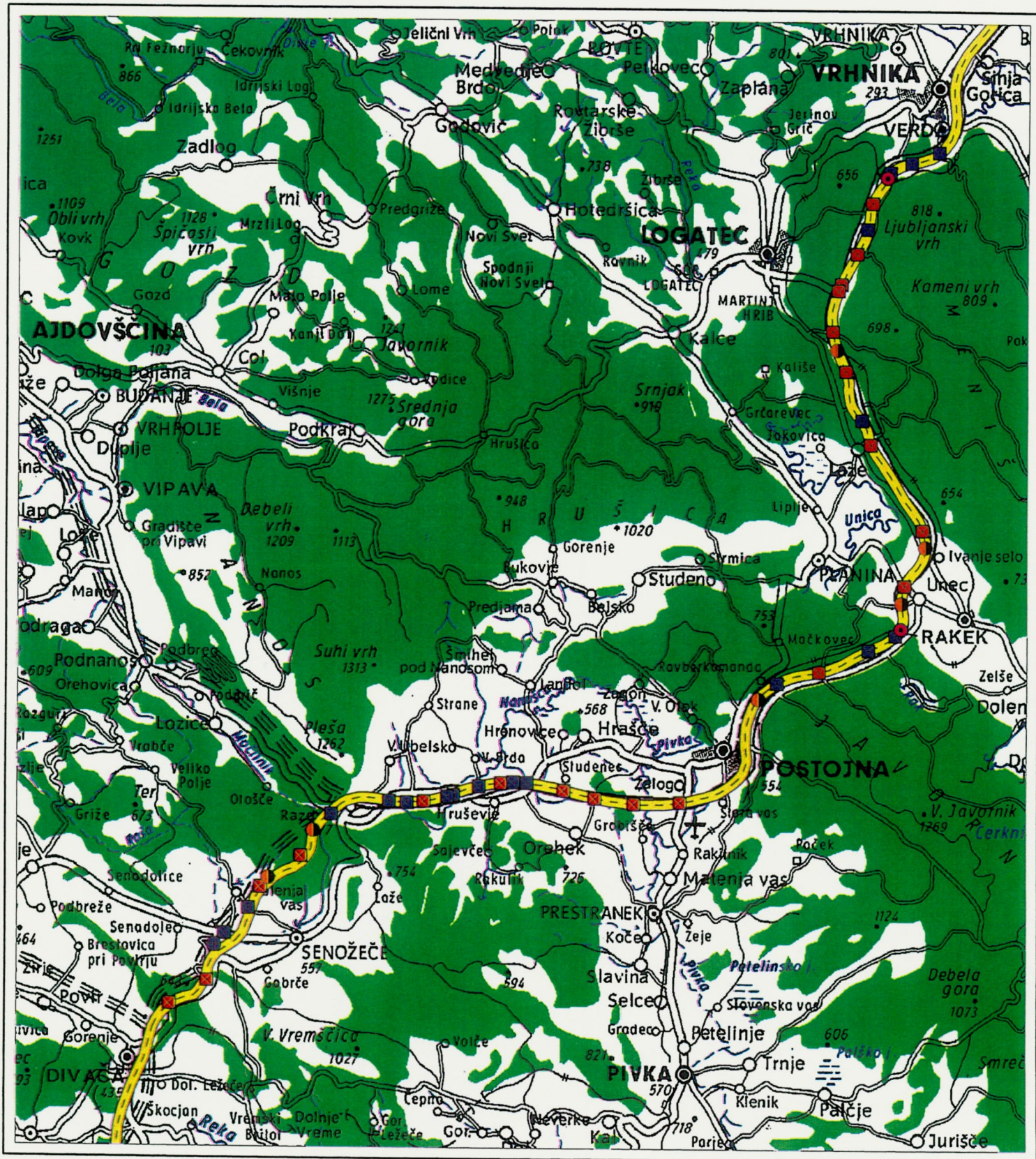


PRILOGA 2

Spremljani premostitveni objekti prek avtoceste na odseku Vrhnika - Kozina

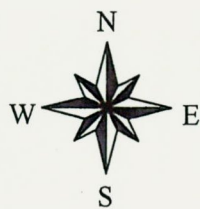
Št. Objekta	Ime objekta	Lokacija objekta (odsek / km)	Vrsta objekta	Dožina (m)	Širina (m)	Višina (m)	Indeks prepustnosti objekta (Ip) Š/D Š*V/D	Način spremljanja prehajanja divjih živali	Delež spremljane širine objekta (%)	Čas spremljanja (dni)
1	Žaga	53 / 3.400	Podvoz	28,0	6,0	4,7	0,21 1,01	Pešč. blazina (P)	100	889
2	Raskovec	53 / 5.220	Nadvoz	42,0	6,0		0,14	Kamera (K)	100	14
3	Drnulca	53 / 6.100	Podvoz	29,0	5,8	5,4	0,20 1,08	P	100	988
4	Velika jama	53 / 6.950	Nadvoz	52,0	5,0		0,10	K	100	165
5	Drvišče	53 / 8.100	Nadvoz	57,0	4,0		0,07	K	100	8
6	Lom – žel.	54 / 1.950	Podvoz + žel.	29,0	67,0	7,5	2,31 17,33	P	10	803
7	Suhi vrh	54 / 2.600	Nadvoz	55,0	5,0		0,09	K	100	32
8	Unec 1	55 / 1.750	Podvoz	27,0	6,1	4,0	0,23 0,90	P	100	905
9	Unec 2	55 / 2.700	Podvoz	28,0	6,0	4,5	0,21 0,96	P	100	1001
10	Unec – žel.	55 / 4.400	Nadvoz	111,0	7,1		0,06	K	100	21
11	Goli vrh	57 / 0.850	Viadukt	36,0	122,0		3,39	P + K	92	884
12	Mazni vrh	57 / 2.090	Nadvoz	80,0	6,4		0,08	K	100	274
13	Bandera	57 / 3.190	Viadukt	36,0	252,0		7,00	P + K	10	894
14	Dolenja vas	57 / ?	Nadvoz	56,0	6,3		0,11	K	100	186
15	Zajčica	58 / ?	Prehod	27,0	11,5	3,6	0,43 1,53	P + K	100	1038
16	Čebulovica	58 / ?	Nadvoz	84,0	8,3		0,10	K	100	12
17	Parkljev hrib	58 / ?	Nadvoz	53,0	6,3		0,12	K	100	89
18	Kozina 1		Podvoz	32,0	12,0	6,1	0,38 2,29	P	83	603
19	Kozina – žel.	59 /	Podvoz + žel	36,0	44,0	6,0	1,22 7,33	P	50	384
20	Kozina 2		Podvoz	27,0	11,7	4,5	0,43 1,95	P	83	638
21	Kozina - most		Nadvoz	60,0	6,7		0,11	K	100	107

PREMOSTITVENI OBJEKTI PREK AVOCESTE



- NADVOZ ŽELEZNICE
- VIADUKT
- PREHOD ZA ŽIVALI
- PODVOZ
- NADVOZ

0 2 4 6 8 10 Kilometers



PRILOGA 4

Prehajanje divjih živali prek avtoceste Vrhnika – Kozina v letih 1997 – 2000 (skupaj), peščene blazine (sand bads).

Vrsta	Podhod	Žaga	Drnulca	Lom	Unec 1	Unec 2	Goli Vrh	Bandera	Zajčica	Koz 1	Koz - žel.	Koz 2	Skupaj
Kuni (belica + z.)		30	84	41	71	212	584	127	148	48	74	56	1475
Lisica		176	213	139	420	580	1115	656	535	197	177	254	4462
Poljski zajec		8	37	17	11	40	319	142	38	52	47	45	756
Jež		3	3	0	4	2	11	3	3				29
Divja mačka		8	14	31	10	14	51	42	27	5	3	20	225
Ris			1	3		4	27	11	6				52
Medved			32			4	1						37
Volk							5	3					8
Srnjad			5	3	1	10	452	287	18	2	7	1	786
Jelenjad		28	9	2	1		58	59	1				158
Divji prašič			8			2	8		1				19
Jazbec		2	1		1	1	16	9		3		1	34
Hermelin		2	7		5	3	9	1	10				37
Število obiskov		216	259	187	217	245	110	114	134	73	47	80	1682
Dni spremljanja		889	988	803	905	1001	884	894	1038	603	384	638	9027
Blazine uničene (%)		58.0	19.9	22.6	44.0	27.5	5.0	9.8	6.8	43.8	21.6	27.2	28.1
Živali –skupaj		257	414	236	524	872	2656	1340	787	307	308	377	8078
Živali / dni spremljanja		0.29	0.42	0.29	0.58	0.87	3.00	1.50	0.76	0.51	0.80	0.59	0.89
Število ugotovlj. vrst		8	12	8	9	11	13	11	10	6	5	6	13

PRILOGA 5

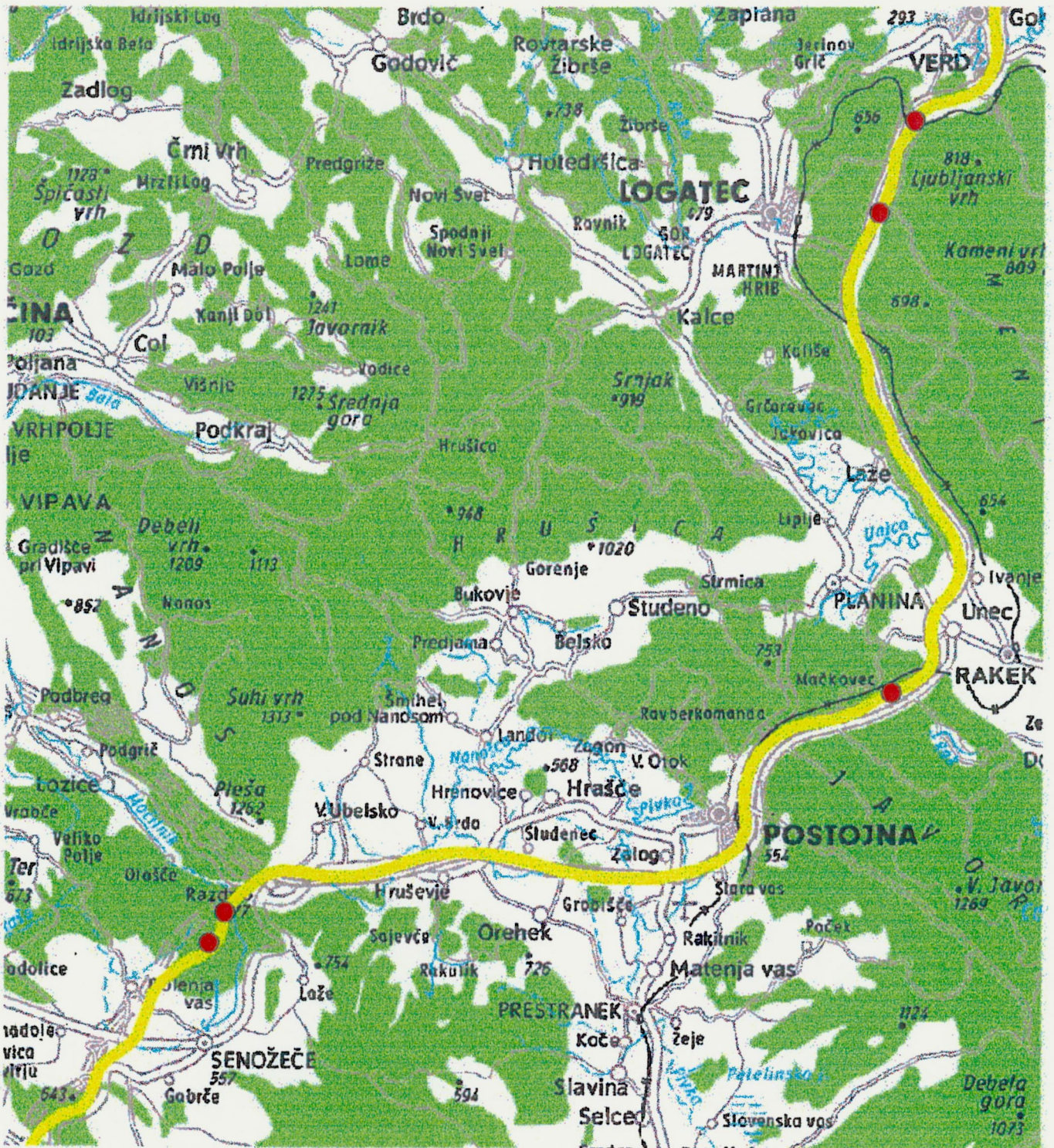
Prehajanja divjih živali prek AC Vrhnika – Kozina v letih 1998 – 2000, kamere.


Vrsta	Nadvoz	Raskovec	Velika jama	Drvišče	Suhi vrh	Unec-most	Goli vrh *	Mazni vrh	Bandera*	Dolenja vas	Zajčica*	Parklj. Hrib	Čebulovica	Kozina – most	Skupaj
Kuni (belica + z.)	1	8					17	4		4	24	3		3	64
Lisica	5	7			2		17	14	2	45	294	13		25	424
Pojljski zajec							4	20	1	10	1	7		1	44
Divja mačka								2		6	8			2	18
Rjavi medved		1						1							2
Volk								1							1
Srnjad							15		13	1	1				30
Jazbec									5	7		1			13
Avto	16	6	51	34	21	34	2	8	2	4		36	12	35	227
Pešci	10	1	4	1	1	1		2		3	7	19		6	54
avto + pešci	26	7	55	35	22	35	2	10	2	7	7	55	12	41	281
Dni spremljanja	14	165	8	21	32	21	55	274	66	186	236	89	2	107	1255
Št. filmov	3	8	3	3	3	3	5	14	3	8	18	7	1	15	91
Živali – skupaj	5	8	0	0	2	0	36	38	16	62	304	20	0	28	576
Živali / dni spr.	0,36	0,05	0,00	0,00	0,06	0,00	0,65	0,14	0,24	0,33	1,29	0,22	0,00	0,26	0,46
Št. ugotovlj. Vrst	1	2	0	0	1	0	3	5	3	4	4	2	0	3	6
avto + p. / dni spr.	1,86	0,04	6,88	1,67	0,69	1,67	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,62	6,00	0,38	0,22

Opombe: Bandera*, Goli vrh* ter Zajčica* niso nadvozi.

PRILOGA 6

PREHAJANJE MEDVEDA PREK AVTOCESTE (na odseku Vrhnika - Divača)



 ZABELEŽENI PREHODI
AVTOCESTA

0 1 2 3 4 5 Kilometers



PRILOGA 8

PREHAJANJE VOLKOV PREK AVTOCESTE (na odseku Vrhnika - Divača)



ZABELEŽENI PREHODI

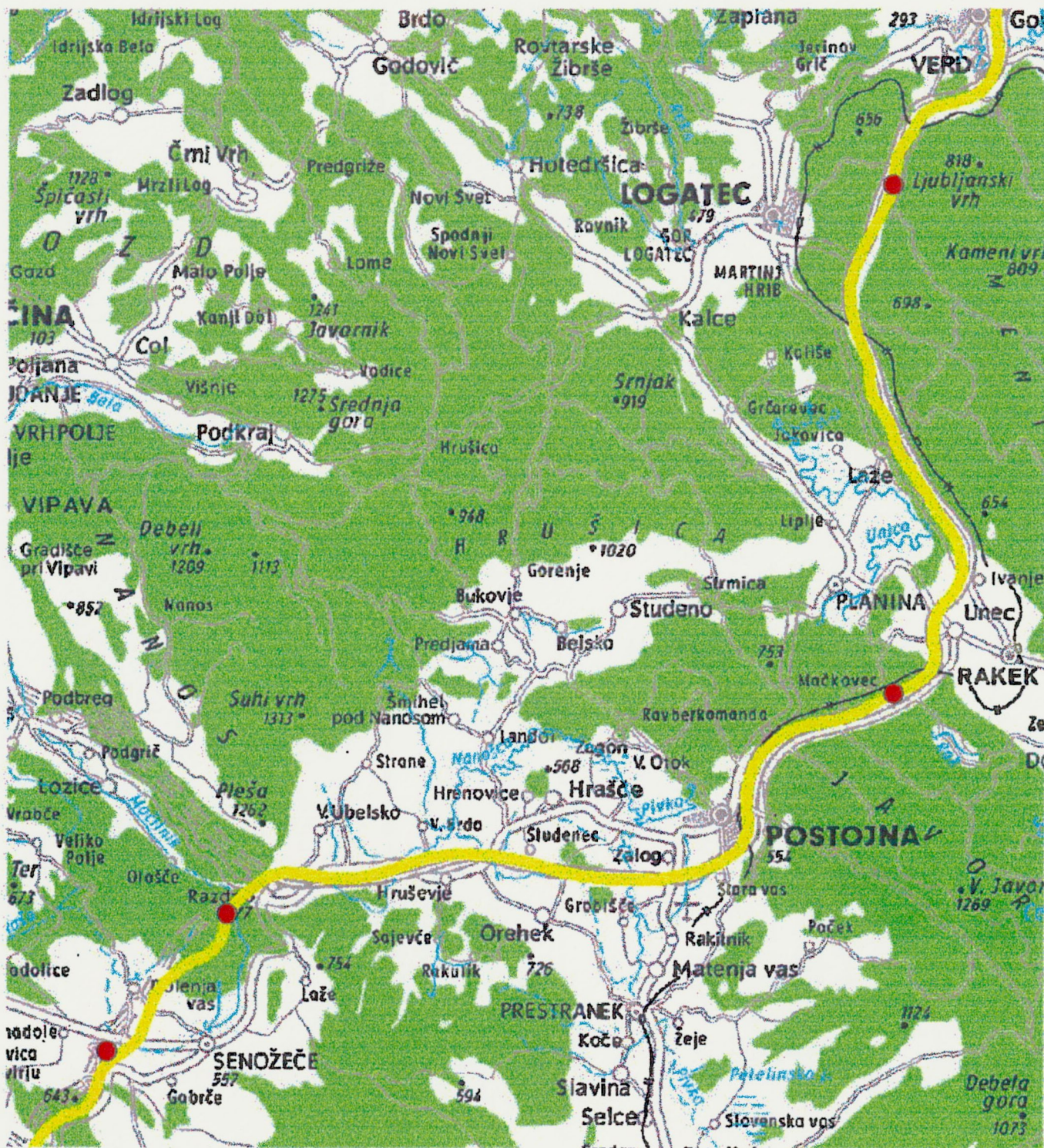


0 1 2 3 4 5 Kilometers



PRILOGA 9

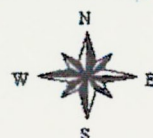
PREHAJANJE DIVJEGA PRAŠIČA PREK AVTOCESTE (na odseku Vrhnika - Divača)



ZABELEŽENI PREHODI



0 1 2 3 4 5 Kilometers



PRILOGA 10

PREHAJANJE JELENJADI PREK AVTOCESTE (na odseku Vrhnika - Divača)

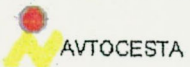


PRILOGA 11

PREHAJANJE SRNJADI PREK AVTOCESTE (na odseku Vrhnika - Divača)



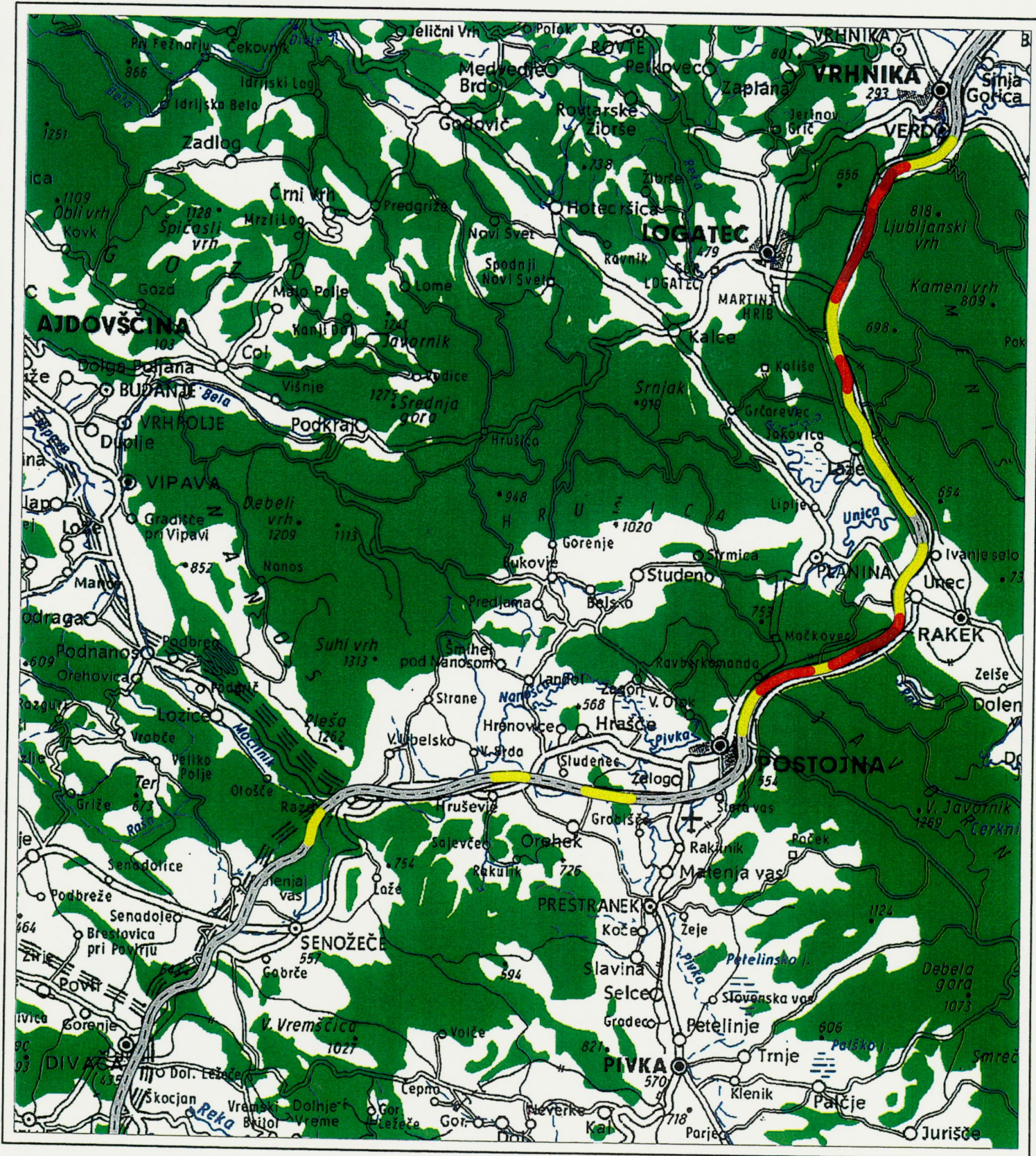
ZABELEŽENI PREHODI



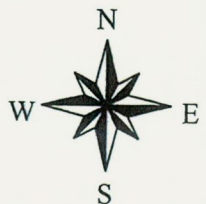
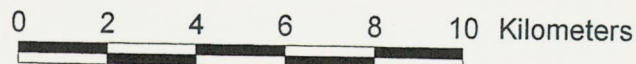
0 1 2 3 4 5 Kilometers



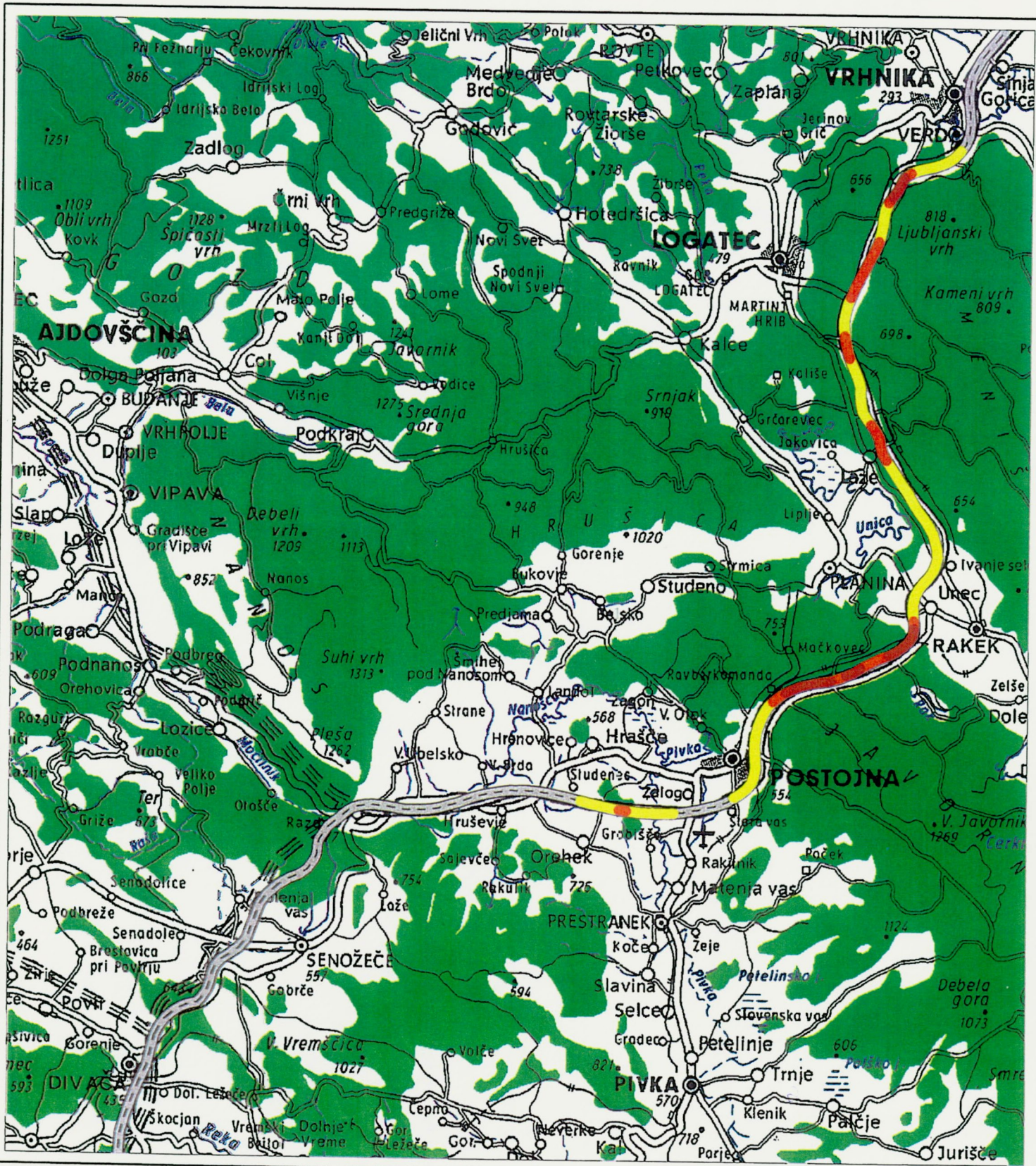
VERJETNOST PREHAJANJA MEDVEDOV PREK AC (objekti in ograja)



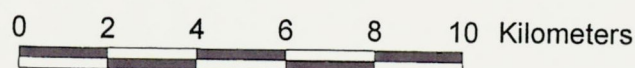
NAJMANJŠI ODSEK AC, NA KATEREM JE VERJETNOST PREČKANJA (metoda harmoničnih sredin) :



VERJETNOST PREHAJANJA MEDVEDOV PREK AC (ograja)

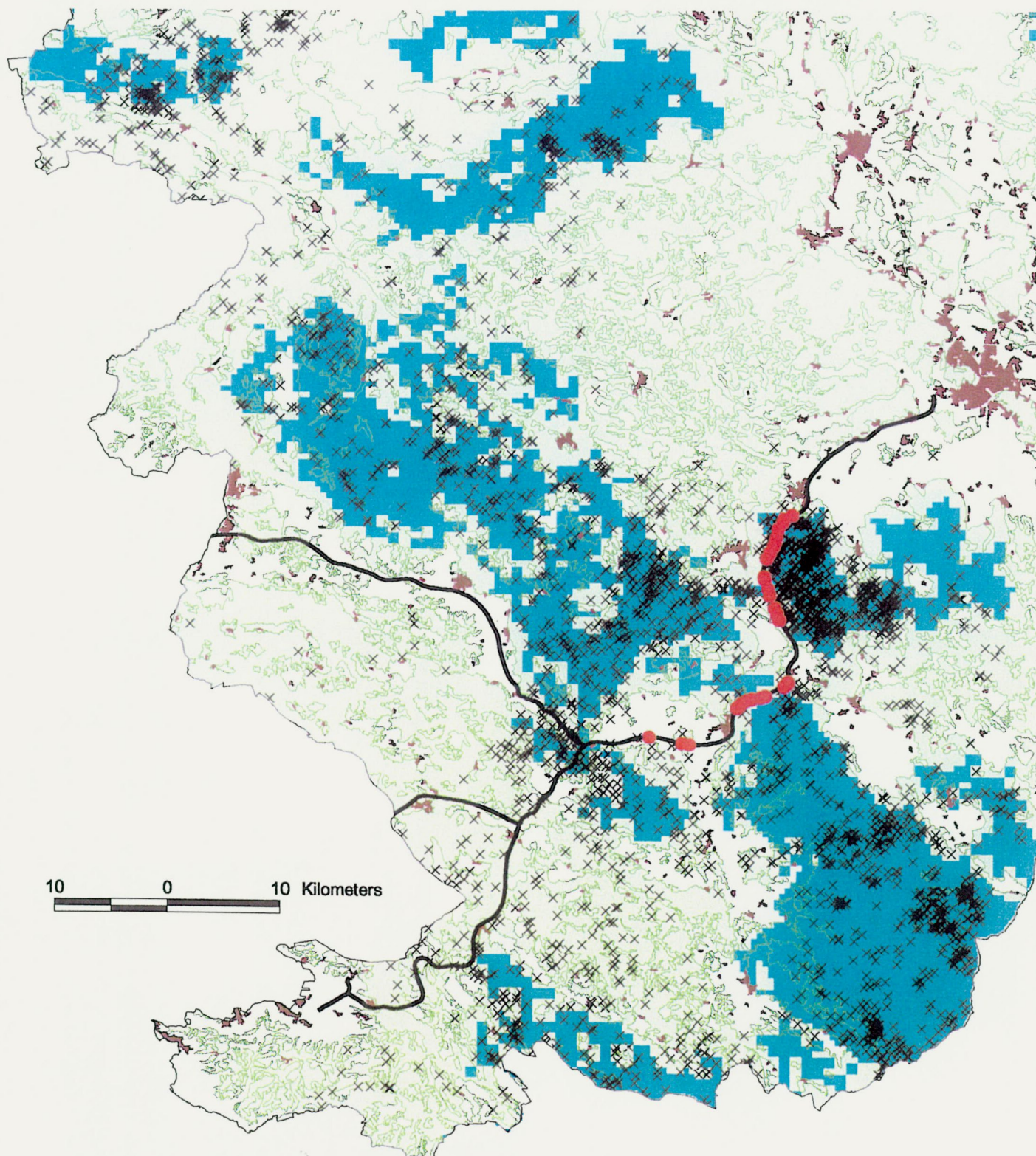


NAJMANJŠI ODSEK AC, NA KATEREM JE VERJETNOST PREČKANJA (metoda harmoničnih sredin) :



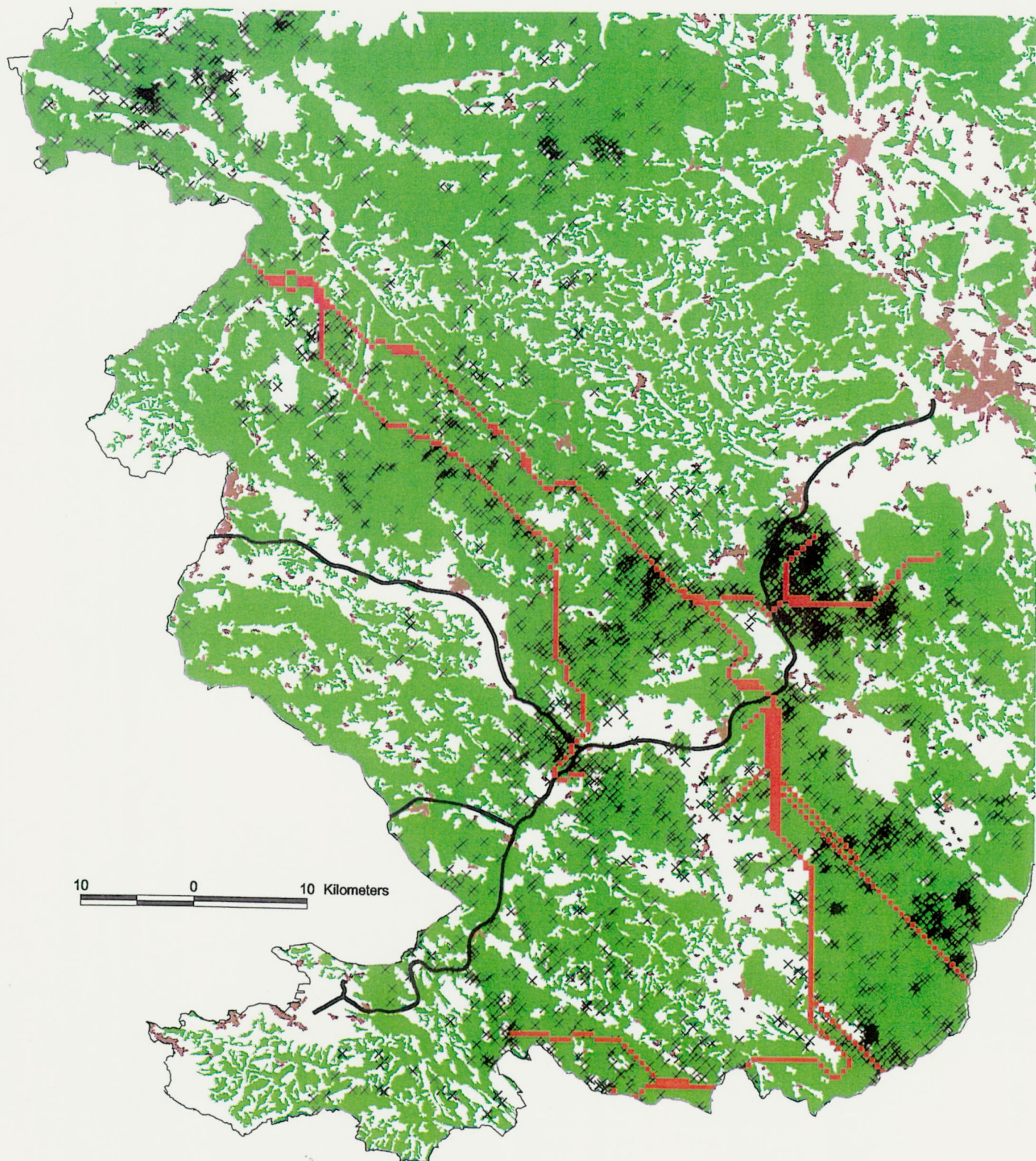
PRILOGA 14

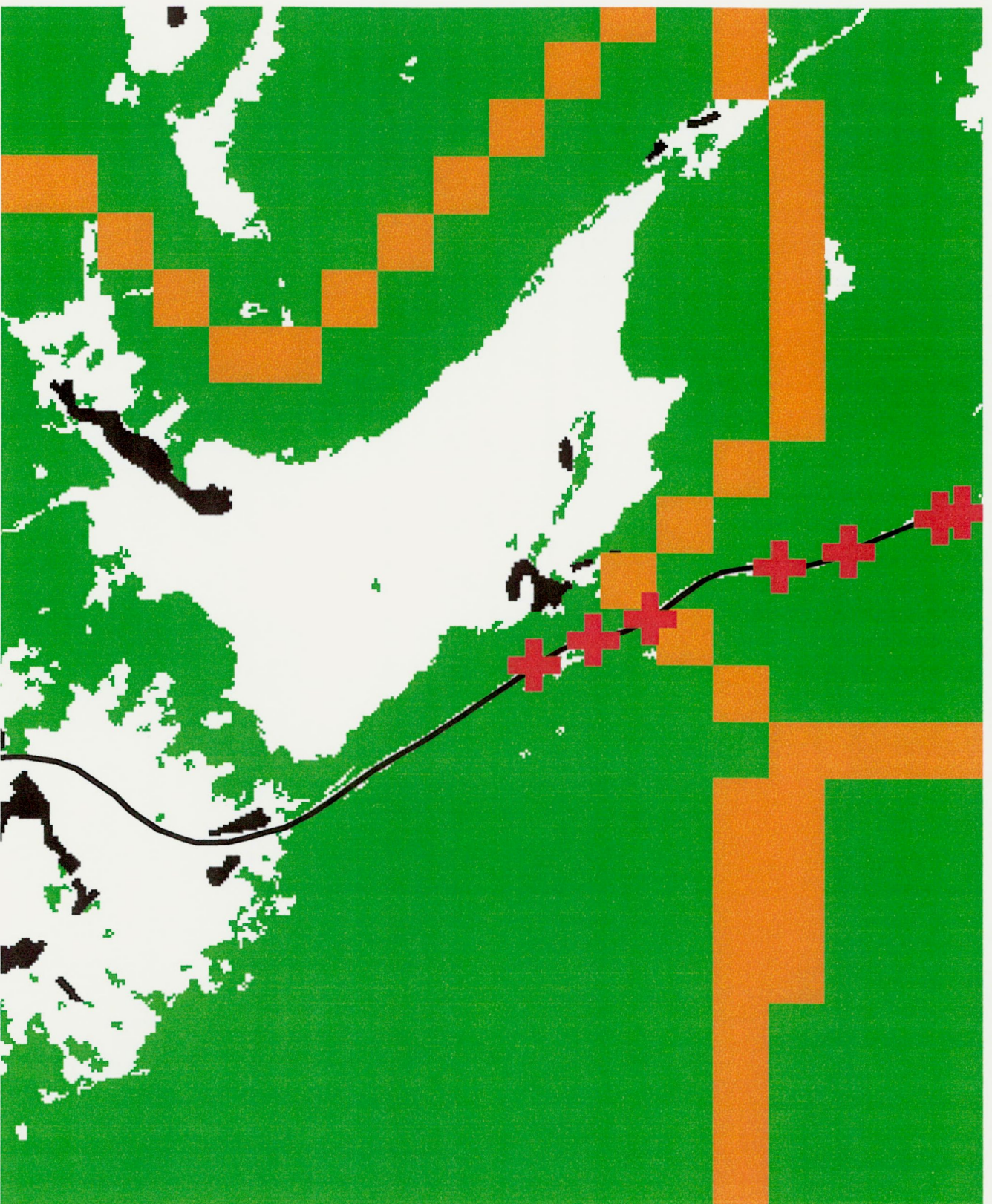
POTENCIALNI HABITAT RJAVEGA MEDVEDA



PRILOGA 15

Potencialni disperzijski koridorji rjavega medveda iz osrednjega območja medveda proti Alpam



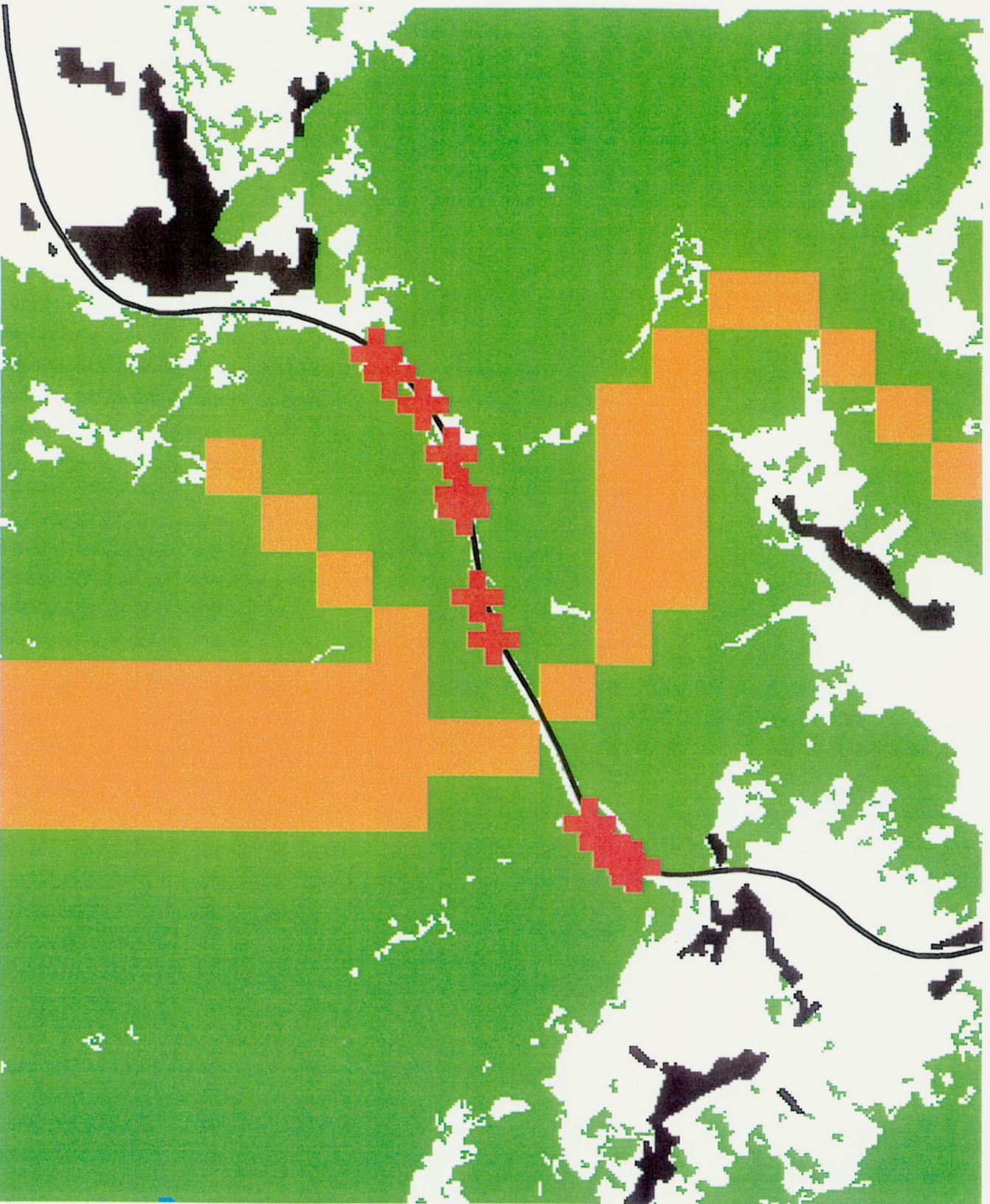


-  Gozd
-  Naselje
-  Koridor
-  Mesto povoz
-  Avtocesta



PREHOD 2

PRILOGA 17



-  Gozd
-  Naselje
-  Koridor
-  Mesto povoz
-  Avtocesta



PREHOD 3

Gozd

Naselje

Koridor

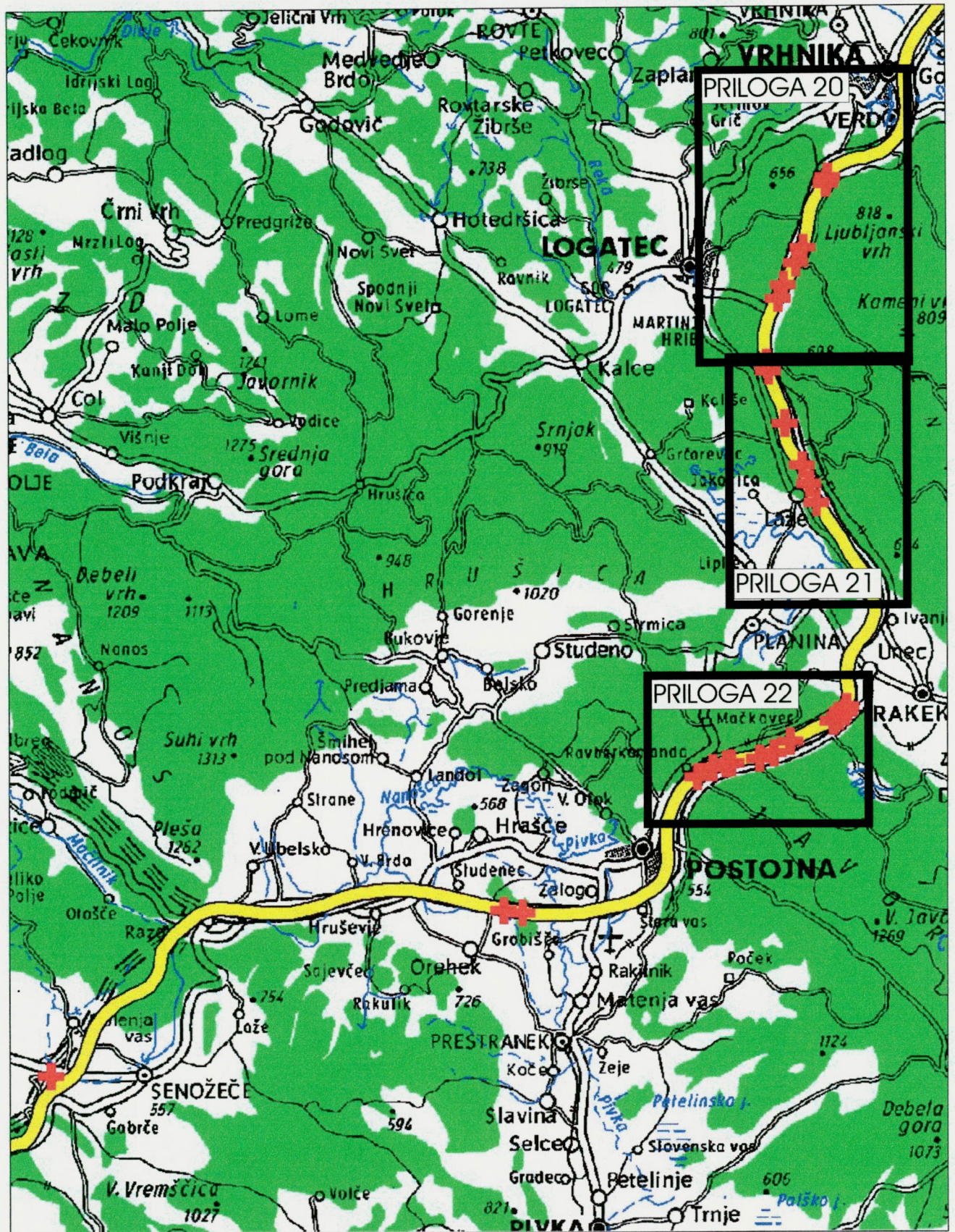
— Avtocesta



1 Kilomet



PRILOGA 19

PREDLOG UREDITVE AVTOCESTE (namestititev varovalne elektricne ograje)



 **PREHODI MEDVEDA PREK OGRAJE**
 **AVTOCESTA**


0 1 2 3 4 5 Kilometers




PRILOGA 20

PREDLOG UREDITVE AVTOCESTE (namestitve varovalne elektricne ograje)



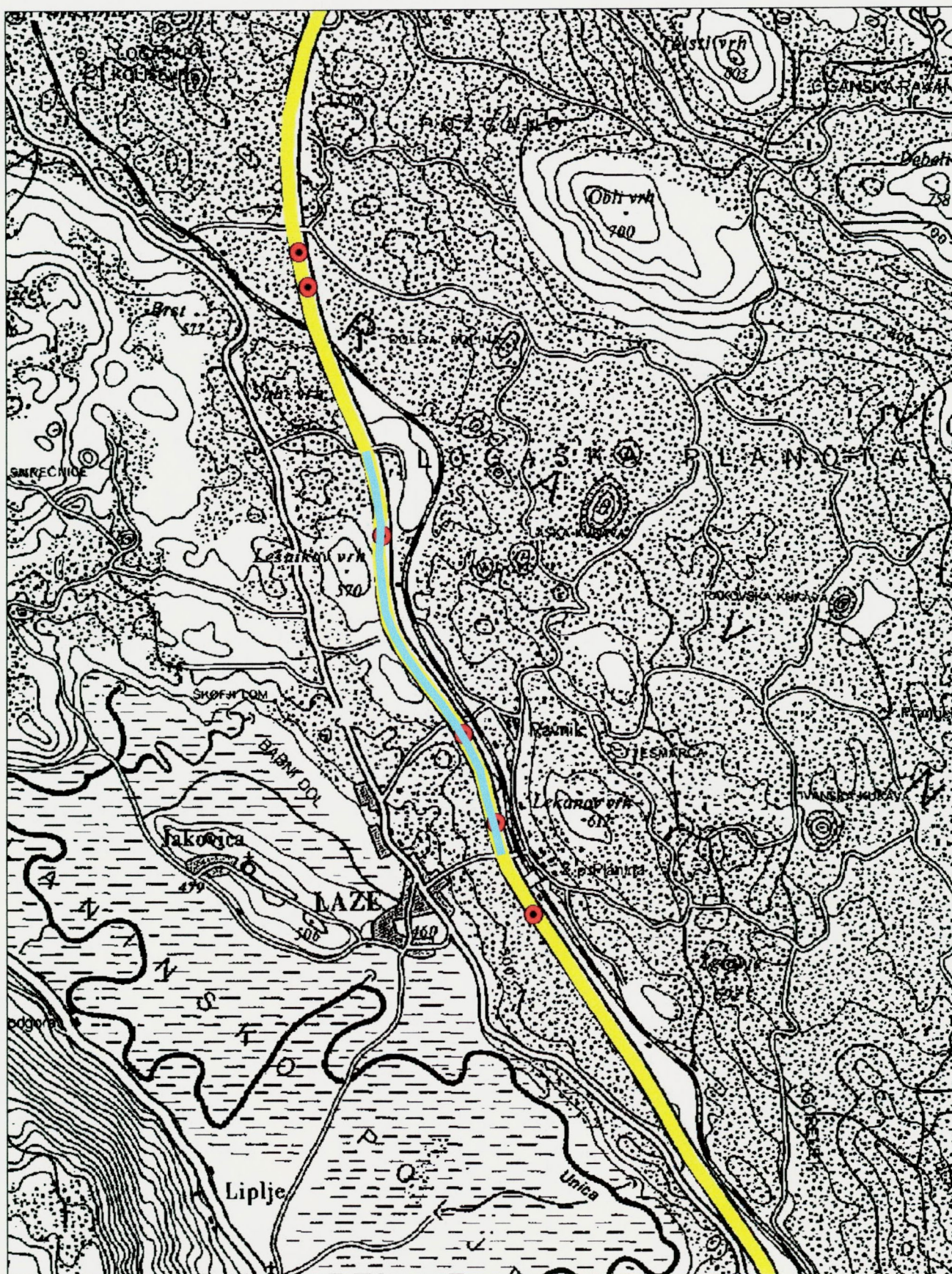
 PREHODI MEDVEDA PREK OGRAJE
AVTOCESTA
ELEKTRIČNA OGRAJA


250 0 250 500 Meters




PRILOGA 21

PREDLOG UREDITVE AVTOCESTE (namestitve varovalne elektricne ograje)



 PREHODI MEDVEDA PREK OGRAJE
AVTOCESTA
ELEKTRIČNA OGRAJA

250 0 250 500 Meters



PREDLOG UREDITVE AVTOCESTE – NAMESTITIV VAROVALNE ELEKTRIČNE OGRAJE

Odsek	Začetek		Konec		Dolžina odseka (m)	Število registriranih medvedov, ki so prešli prek ograje	Št. medvedov / km.
	Ime	Lokacija (odsek/km)*	Ime	Lokacija (odsek/km)			
ŠT. PRILOGE ¹							
20	Barakar ²	53 / 4.150	Raskovec ³	53 / 5.220	1112	3	2.70
20	Drnulca ⁴	53 / 6.100	Drevišeč ⁵	53 / 8.100	1917	4	2.09
21	Suhi-vrh ⁶	54 / 2.600	Nadvoz ŽP. Planina ⁷	54 / 5.250	2508	3	1.20
22	Žel. nadvoz Unec ⁸	55 / 1.450	Podvoz Unec – Post. ⁹	55 / 5.800	4376	11	2.51
Vsota					9913	21	2.12

OPOMBE:

Lokacija (odsek/km)* – povzeto po: »Seznam objektov na AC Brezovica – Divača – Fernetiči – Kozina«, Javno podjetje za vzdrževanje avtocest d.o.o., AC baza Postojna

ŠT. PRILOGE¹ – odseki, na katerih predlagamo dodatno ograditev avtoceste so grafično predstavljeni v prilogah št. 19, 20, 21, 22

Barakar² – podvoz stare gozdne ceste iz Vrhnike proti Logatcu prvi podvoz pod avtocesto južno od Štampetovega mosta

Raskovec³ – nadvoz stare gozdne ceste iz Vrhnike proti Logatcu, prvi nadvoz nad avtocesto, severno od Štampetovega mosta

Drnulca⁴ – podvoz gozdne poti, ki gre ob avtocesti iz Vrhnike proti cestninski postaji Logatec

Drevišeč⁵ – nadvoz gozdne poti, prvi nadvoz od cestninske postaje Logatec v smeri proti Vrhniki

Suhi vrh⁶ – nadvoz gozdne poti, prvi nadvoz nad avtocesto od Laz v smeri proti Logatcu

Nadvoz ŽP. Planina⁷ – nadvoz poti proti železniški postaji Planina

Žel. nadvoz Unec⁸ – prvi nadvoz železnice nad avtocesto iz Unca proti Postojni.

Podvoz Unec – Post.⁹ – podvoz stare ceste med Uncem in Postojno, prvi podvoz iz viadukta Ravbarkomanda v smeri proti Uncu

LOKACIJE IN DIMENZIJE (NEKATERIH) ZGRAJENIH EKODUKTOV V ZAHODNI EVROPI
(vir: Pfister in sod.1997)

Ime ekodukta	Država	Mednarodna oznaka ceste	Celotna širina objekta (m)	Uporabna širina objekta (m)	Dolžina objekta (m)	Leto (obdobje) izgradnje
Schwarzgraben	Nemčija	Nova B31	50	39	46	1992 /1995
Weierholz	Nemčija	Nova B31	80	65	42	1993 /1995
Negelhof	Nemčija	Nova B31	20	13	42	1993 /1995
Hirschweg	Nemčija	Nova B31	80	64	50	1993 /1995
Nesselwangen	Nemčija	Nova B31	29	20	38	1993 /1995
Württembergle	Nemčija	B33	35	30,5	47	1989
Hohereute	Nemčija	B33	35	30	50	1989
Oberderdingen	Nemčija	ICE	10	9,3	59	1991
Woeste Hoeve	Nizozemska	A50	50	45	140	1988
Terlet	Nizozemska	A50	50	50	95	1988
Hardt 1	Francija	A36	8	7,2	62	1981
Hardt 2	Francija	A36	8	7,7	68	1981
Hardt 3	Francija	A36	12	12	62	1981
Hardt 4	Francija	A36	8	7,4	62	1981
Fuchswies	Švica	N7	200	186	44	1992
Aspiholz	Švica	N7	140	127	48	1992

Opomba: Uporabna širina objekta = funkcionalna širina objekta znotraj zaščitne ograje ekodukta, ki je primerna za prehajanje prostoživečih živali