

2012

Živali in promet



Lutra, Institut za ohranjanje narave
dediščine

Priročnik Živali in promet je izdelan v sklopu projekta Promet in živali (StopJež) s finančno podporo Švicarskega finančnega mehanizma.

Avtorji priročnika (po abecednem vrstnem redu)

Prof.dr. Miha Adamič, univ.dipl.inž.gozd.

Marjana Hönigsfeld Adamič

Tomaž Berce, univ.dipl.biol.

Tatjana Gregorc, univ.dipl.biol.

Igor Nekrep, univ.dipl.biol.

Marjetka Šemrl, univ.dipl.biol., M. Sc. Applied Ecology



Swiss Contribution



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Inštitut za ohranjanje
naravne dediščine
*Institute for Conservation
of Natural Heritage*

Kazalo

SLOVAR IZRAZOV.....	7
NEVRETENČARJI.....	9
UVOD.....	9
FRAGMENTACIJA	10
CESTNI ROB.....	10
GOZDNE CESTE.....	12
VIRI:	13
PLAZILCI	15
UVOD.....	15
EKOLOGIJA PLAZILCEV	15
HABITATI PLAZILCEV	17
Kače.....	17
Kuščarji.....	17
Želve.....	17
Skupne habitatne zahteve plazilcev	17
Domači okoliši plazilcev	18
PLAZILCI V SLOVENIJI IN NJIHOVA OGROŽENOST	18
Podatki o povozih plazilcev v Sloveniji	20
PLAZILCI IN CESTE.....	20
Smrtnost plazilcev zaradi prometa.....	20
Kaj vpliva na število povozov plazilcev	21
KAKO CESTE VPLIVAJO NA PLAZILCE	22
Načrtovanje in gradnja novih cest.....	22
Preprečevanje smrtnosti med gradnjo cest.....	22
Fragmentacija habitatov.....	23
Posredno ustvarjanje habitatov	23
Upravljanje s cestnimi in obcestnimi habitatmi	23
OMILITVENI UKREPI IN NAČINI PREPREČEVANJA POVOZOV	23
Izogibanje pokrajinskim strukturam in občutljivim habitatom.....	23
Zagotavljanje minimalnega vpliva fragmentacije	24
Ustvarjanje nadomestnih habitatov	24

Vzdrževalna dela.....	24
Zmanjševanje vplivov prometa na plazilce	25
Nameščanje ograj	25
Kanali za prehajanje plazilcev pod cestiščem.....	29
Nadhodi	30
Izdelava prezimovališča	30
VIRI	31
DVOŽIVKE	33
Opis skupine	33
Dvoživke in promet	35
Uničenje habitata	35
Vpliv onesnaževanja.....	35
Hrup in svetlobno onesnaževanje	36
Fragmentacija in povozi	37
Ukrepi.....	39
Literatura.....	45
Priloga 1	48
PTICE.....	49
UVOD	49
PTICE IN PROMET	50
Ceste kot prehranjevalni habitat	50
Sezonska aktivnost ptic	51
Dinamika pvozov	52
ZANIMIVOSTI.....	53
KAJ NAJBOLJ VPLIVA NA ŠTEVILO TRKOV PTIC Z VOZILI	53
Gostota prometa	53
Hitrost vozil	53
Privlačnost cestišča	54
Okolica cestišča	54
VPLIV HRUPA PROMETA NA PTICE.....	55
PODATKI O POVOŽENIH PTICAH V SLOVENIJI	55
NAČINI ODVRAČANJA PTIC OD CESTIŠČ IN PREVENTIVNI UKREPI	56
Ukrepi, ki zmanjšujejo negativne vplive cest in prometa na ptiče.....	57
Splošni ukrepi, ki zmanjšujejo privlačnost cestišča in njegove okolice (Ramsden 2003, Jacobson 2005).....	57

Zmanjševanje kakovosti habitata travnatih bankin.....	58
Usmerjanje ptic nad višino vozil	59
Ukrepi, ki vplivajo na vedenje voznikov	61
Monitoring povozov in ugotavljanje »črnih točk«	62
VIRI	63
SESALCI*	65
* netopirji so obravnavani ločeno	65
UVOD	65
EKOLOGIJA SESALCEV	65
ŽUŽKOJEDI	66
ZAJCI	66
GLODAVCI.....	66
ZVERI.....	67
PARKLJARJI	70
SESALCI IN CESTE.....	72
PROMETNE NESREČE IN SMRTNOST SESALCEV NA CESTAH V SLOVENIJI.....	73
OMILITVENI UKREPI	75
Preprečevanje in nadzor prečkanja sesalcev čez cestišča	76
Osveščanje voznikov	83
Specifični omilitveni ukrepi za vidro (<i>Lutra lutra</i>)	84
VIRI.....	90
NETOPIRJI (CHIROPTERA)	92
Opis skupine	92
Netopirji in promet.....	94
Uničenje, degradacija in fragmentacija habitatov.....	94
Osvetljevanje.....	94
Hrup	95
Povozi.....	96
Ukrepi.....	96
Osvetljevanje	96
Ukrepi pri uničevanju habitatov	97
Zasaditve.....	99
Nadhod	99
Posebni »nadhodi«	100
Podhodi in mostovi.....	100

Vodne poti	101
Spreminjanje obstoječih letalnih poti	101
VIRI.....	101
Priloga 1	105
Priloga 2	106

SLOVAR IZRAZOV

BANKINA - utrjeni pas ob cesti, nasipu ali obrežju.

BIODIVERZITETA - pestrost vseh živih organizmov in njihovih bivališč, ki se izraža na več ravneh: genski, vrstni in ekosistemski pestrosti.

CESTA - infrastrukturni objekt nizke gradnje, namenjen različnim vrstam prometa. Cesta je načrtno speljana pot, ki med seboj povezuje različne geografske lokacije

CESTIŠČE - je del javne ceste, ki ga sestavljajo vozišče, odstavni in ločilni pasovi, kolesarske steze, pločniki, bankine, naprave za odvodnjavanje, če so tik ob vozišču, ter zračni prostor v višini 7 metrov, merjeno od točke na osi vozišča. (Zakon o cestah Ur. l. RS 109/2010, 2. člen, točka 14).

DISPERZIJA, DISPERGIRATI - prostorska porazdelitev oziroma razširjanje osebkov.

DIVJAD - Zakon o divjadi in lovstvu določa, katere prostoživeče živalske vrste sodijo med divjad. Divjad so po tem zakonu vrste prostoživečih sesalcev in ptic, ki jih lovimo. Na podlagi njegovega 38. člena je Vlada RS izdala Uredbo o določitvi divjadi in lovnih dob, v kateri so določene vrste prostoživečih sesalcev in ptic, ki so divjad. Pojem divjad je torej podmnožica pojma prostoživeče živalske vrste.

DOMAČI OKOLIŠ – celotno območje, na katerem je aktiven osebek ali skupina osebkov v teku enega leta; prostorsko je domači okoliš širši od teritorija (angl. home range).

HABITAT – bivališče, kjer živi organizem (npr. gozdna tla, močvirje, itd.).

HIBERNACIJA, HIBERNIRATI – stanje neaktivnosti, ki ga spremljajo značilne fiziološke spremembe (znižanje telesne temperature, upočasnitev dihanja in bitja srca). Je lastnost nekaterih sesalcev v zimskem času (polhi, podleski, netopirji, itd.) in ptičev (npr. mladiči hudournikov in lastovk) pri močnih in nenadnih ohladitvah. Gre za varčevanje z energijo v obdobju, ko ni hrane.

KORIDOR – pas ozemlja, kjer poteka selitev živali.

METAPOPOPULACIJA - več med seboj prostorsko ločenih in tudi različno velikih populacij, med katerimi prehajajo posamezne živali, ki skrbijo za gensko variabilnost in s tem bogatijo skupen genski sklad.

MIGRACIJA – glej selitev

MRESTIŠČE – vodni habitat, kjer samice brezrepnih dvoživk odlagajo mreste.

POPULACIJA – skupina prostorsko in časovno povezanih osebkov iste vrste, v katerih se ti med seboj križajo.

PREHRANJEVALIŠČE – prostor ali območje, kjer se žival prehranjuje

PREZIMOVALIŠČE – prostor ali območje, kjer žival prebiva v zimskem času

SELITEV - prehajanje živali ali rastlin iz enega življenjskega prostora v drugega zaradi spremenjenih življenjskih razmer.

SUBPOPULACIJA – posamezna ločena skupina znotraj populacije, ki je razdeljena na več ločenih skupin.

TERITORIJ – površina, ki ga naseljuje in označuje osebek ali skupina osebkov ter brani pred vrstniki iste vrste; pogosto je teritorij povezan z razmnoževanjem populacije.

NEVRETENČARJI

UVOD

Vplivi cestnega prometa ter posledice uničevanja habitatov zaradi vzpostavitve prometnih poti so med vsemi skupinami višjih organizmov najmanj raziskani za nevretenčarje. Ne glede na to obstaja nekaj raziskav, ki so dokazale bistvene in negativne vplive cest in prometa na to po številu vrst ogromno skupino živali. Z gradnjo novih cest prihaja do fragmentacije, izolacije in zmanjševanja površin in kvalitete habitatov, ceste delujejo kot ovire za disperzijo organizmov ter posledično kot ovire za genetski pretok, povečujejo smrtnost živali ter onesnažujejo vsaj neposredno okolico (Koivula in sod. 2005). Obstajajo pa tudi raziskave, ki kažejo vsaj na nekatere pozitivne vplive, ki jih lahko imajo npr. obcestni habitati na določene skupine ali vrste. Lahko delujejo kot disperzijska pot in/ali kot (začasen) habitat za živalske in rastlinske vrste, ki so vezane na odprte habitate, predvsem vrste suhih travnikov (Koivula in sod. 2005), v kolikor je tak habitat na površinah tudi razvit ali so celo trajen habitat vrst in so pomembni predvsem tam, kjer je naravno okolje sicer že degradirano in intenzivirano (Noordijk in sod. 2009). Med nevretenčarji so najbolj raziskani vplivi na žuželke, kar ne preseneča, saj je tudi sicer med nevretenčarji to najbolj raziskani razred, po drugi strani pa je tudi po številu vrst daleč največja skupina živali na svetu (ocene od nekaj milijonov do nekaj 10 milijonov vrst na svetu, ocenjeno število za Slovenijo je vsaj 25.000 vrst (Gogala 2003)). Med žuželkami je največ vplivov raziskanih za redova metuljev in hroščev. Z obema redovoma se tudi sicer ukvarja največ entomologov, tako profesionalnih kot ljubiteljskih. Poznani oz. raziskani vplivi na preostale redove žuželk ter druge skupine nevretenčarjev daleč zaostajajo. Za nekatere obstajajo komaj kakšne raziskave, za večino pa vplivi po našem vedenju nikoli sploh niso bili ovrednoteni. Najbolj očitni vplivi na žuželke (vsaj za leteče) so njihovi povozi oz. trki z vozili, kar je opazno, če si v vegetacijski sezoni ogledamo sprednji del kateregakoli motornega vozila in vetrobransko steklo, kjer najdemo na stotine prilepljenih žuželk, ali se sprehodimo ob cestnem odseku (po možnosti izven naselja), kjer na tleh najdemo ogromno število mrtvih žuželk. Najbolj opazni so seveda vpadljivi dnevni metulji in manj vpadljivi čmrlji in čebe (zaradi velikosti) ter večji hrošči in kačji pastirji, kjer ceste potekajo čez ali v bližini vodotokov in mokrišč. Kačji pastirji (predvsem raznokrili, Anisoptera) so zaradi relativno majhnih populacij in dolge življenjske dobe odraslih osebkov ena redkih nevretenčarskih skupin, za katere obstaja verjetnost, da nanje neposredno vpliva cestni promet oz. prihaja do pomembnega deleža pri umrljivosti zaradi trkov z vozili. Ceste ne predstavljajo zanje nobene bistvene ovire pri razširjanju. V delu ZDA so ugotovili 2-35 povoženih osebkov kačjih pastirjev/km/dan. Najbolj ranljive so vrste z relativno nizkim letom (do 2 m nad tlemi oz. cestami), vendar to ni absolutno pravilo za vse nizko leteče vrste. Veliko število povoženih odraslih osebkov je bilo zaznati čez celotno sezono

letenja, kar lahko dolgoročno vpliva na populacijsko dinamiko (Soluk in sod. 2011). Tovrstne raziskave za območje Evrope po nam znanih podatkih doslej še niso bile izvedene. Potrebno je tudi upoštevati, da mnogo osebkov letečih žuželk prav tako kot npr. ptiče vrže izven cestišča na bankino, kjer so težka opazni, poleg tega jih hitro poberejo »mrhovinarji« idr. Vendar je mnogo manj viden, a zelo uničujoč in bistven vpliv fragmentacija.

FRAGMENTACIJA

Raziskave različnih skupin favne (ptiči, sesalci, plazilci, hrošči) kažejo, da zaradi fragmentacije upade med 1/5 in 1/3 vrst (Driscoll & Weir 2005). Majhne zaplate preostalih habitatov, ki so obkrožene z neprimernimi območji, ne morejo več vzdrževati prvotne favne in flore zaradi sprememb v mikroklimi, povečani prisotnosti plenilcev ali pojavljanja za območje neavtohtonih vrst. Preostale populacije se lahko zmanjšajo toliko, da se poveča nevarnost za parjenje v sorodstvu ter pospeši izgubo genetske raznolikosti z genetskih driftom, to pa lahko vodi do verjetnega izumrtja lokalnih populacij z uničenjem matapopulacijske strukture. Predvsem velike ceste (avtoceste, hitre ceste) so lahko absolutne prepreke za genetski pretok manjših neletečih vrst, kar se je izkazalo tudi v raziskavi z vrsto vijolični krešič (*Carabus violaceus*) v Švici (Keller & Largiadèr 2003) ali za populacije kobilice *Chrysochraon dispar* v Nemčiji (Rietze & Reck 1991), pojav je še bolj značilen za manj mobilne vrste, kot so npr. polži, za katere predstavlja že manjša pot bistveno oviro, ki je osebkovi ne prečijo (Baur & Baur 1990, Meadows 2002).

CESTNI ROB

Kako cestni rob vpliva na nevretenčarje, je v bistveni meri odvisno tudi od samega okoliškega habitata, skozi katerega poteka/jo cesta/e. Haskell (2000) je ugotovil negativni vpliv cest na abundanco vrst v gozdnem okolju, medtem ko sta Driscoll in Weir (2005) za sušnejši predel Avstralije ugotovila, da se je abundanca hroščev na cestnih robovih povečala v primerjavi z okoliškimi habitatami. Vrste, ki so bile redke ali odsotne na cestnih robovih, so bile redke ali odsotne tudi na območju drugih linearnih ostankov v krajini (Driscoll & Weir 2005). Cestni robovi so podvrženi povečanemu bremenu hranil s cest ter kopičenju prahu, posledično se hitreje zaraščajo, povečan vnos hranil pa lahko poveča tudi velikost populacij določenih skupin, npr. hroščev (Driscoll & Weir 2005).

Nekatere države, kot je npr. Nizozemska, imajo izredno veliko gostoto cestnega omrežja, kar predstavlja eno izmed večjih groženj biodiverziteti zaradi fragmentacije. Istočasno velik del celotne površine v tej državi predstavlja posledično tudi cestni robovi. Slednji lahko s svojo veliko površino prispevajo v korist biodiverzitet v več smereh. Po eni

strani zagotavljajo primeren habitat za številne rastlinske vrste in vrste malih živali, predvsem nevretenčarjev. Vsaj v predelih z intenzivnim kmetijstvom ali v urbani krajini so lahko ti robovi pomembnejši za biodiverzitetu kot samo zaledje (Noordijk in sod. 2008). Tak primer je po naših ocenah prisoten tudi v ravninskem delu Prekmurja, kjer skozi intenzivno njivsko krajino poteka AC. V pasu cestnega roba vključno z jarki je bila prisotna znatno večja raznolikost (vsaj) dnevnih metuljev kot v okoliški kmetijski krajini. Vseeno je takšna opažanja potrebno podpreti z natančnejšimi raziskavami, saj so lahko tovrstni biotopi le sezonski ali celo zgolj prehodni habitati odraslih osebkov določenih vrst členonožcev, na kar opozarjajo nekateri raziskovalci. Vseeno pa lahko služijo kot letoletni habitat ali refugij številnim drugim vrstam ter posledično opravljajo naravovarstveno vlogo (Schaffers in sod. 2011). Skupina istih avtorjev (Noordijk in sod. 2009) je pri le manjšem številu (57) pregledanih cestnih robov na Nizozemskem ugotovila izredno veliko biodiverzitetu več skupin členonožcev, med njimi so našli številne na nivoju države in celo po merilih IUCN ogrožene vrste, najdena in opisana je bila nova vrsta mravlje, habitat edinih dveh nizozemskih populacij temnega mravljiščarja (*Phengaris* (= *Maculinea*) *nausithous*) vključuje pasove cestnih robov, ki bodo del Natura 2000 omrežja itd. Raziskave istih avtorjev tudi niso potrdile, da bi bili cestni robovi pomembni pri razširjanju invazivnih/tujerodnih vrst žuželk, saj med raziskanimi skupinami niso odkrili skoraj nobene neavtohtone vrste. Navajajo tudi številne druge raziskave iz Z Evrope, ki so pri posameznih skupinah prišli do podobnih zaključkov. Kot tudi sami poudarjajo, je vpliv in škoda zaradi vzpostavitve in delovanja cest v ohranjenem okolju večji v primerjavi s koristmi, ki jih imajo cestni robovi in ceste posledično lahko prispevajo k razširjanju tujerodnih vrst. Vseeno pa so izrednega pomena v gosto poseljeni, kmetijsko intenzivni in osiromašeni krajini kot je Nizozemka in so vsaj tam med bolj vrstno bogatimi območji. V kolikor so cestni robovi primerno vzdrževani, lahko služijo kot pomemben in dragocen oz. koristen habitat za členonožce. Poudarjajo, da je potrebno pričeti vključevati varstvo členonožcev že med planiranjem cest ter upravljanjem obstoječih cestnih robov (Noordijk in sod. 2009). Cestni robovi lahko bistveno povečajo velikost nekaterih za naravo pomembnih območij, predvsem če sta vegetacija teh območij in cestnih robov podobni in tako omogočajo večje populacije ali dodatne subpopulacije vrst, za katere so tovrstni habitati pomembni. Cestni robovi pa lahko delujejo tudi kot ekološki koridorji, s čimer omogočajo ali izboljšujejo razširjanje določenih vrst (Noordijk in sod. 2008).

Krešiči značilni za revna peščena tla in odprte habitate se cestnim robovom, ki imajo podobne značilnosti, ne izogibajo. Vendar je na območju ozkih koridorjev gibanje krešičev zmanjšano v primerjavi s tistimi na širših. Pri slednjih pa so problematični prehodi z ozkimi grli, kar zmanjša verjetnost razširjanja na daljše razdalje. Delež daljših disperzij se poveča s številom osebkov v začetni populaciji, vendar tudi osebkovi močne začetne populacije krešičev ne prepotujejo 100-150 m razdalje v eni generaciji. Da bi koridorji zagotavljali svoj namen na daljše razdalje, morajo omogočiti pogoje za razmnoževanje ciljnih vrst (Vermeulen & Opdam 1995).

Kako lahko neka vrsta odpadka odvržena ob cesti predstavlja tudi ekološko past za določeno vrsto, je znan primer iz Avstralije. Samci vrste krasnika (Buprestidae) iz Avstralije v zelenih malih steklenicah piva z grčami na površini prepoznajo od samcev večje samice ter s steklenico kopulirajo. Tako lahko posamezna vrsta odpadka potencialno povzroči veliko motnjo v paritvenem sistemu vrst/e. Ob tem so bili številni osebki tudi napadeni in ubiti s strani mravelj (Gwynne & Rentz 1983). V tem primeru gre za bolj naključno opazovanje, dejansko pa se ne zavedamo, koliko podobnih primerov še obstaja.

Čeprav je bilo cestnim robovom posvečenih že nekaj raziskav, pa so v primerjavi z njimi ostali **centralni pasovi** hitrih/avtocest skoraj neraziskani. Tako kot na cestnih robovih je lahko vegetacija na centralnih pasovih avtohtona ali alohtona, podobno so tudi ti pasovi redno moteni zaradi košnje, vnosa hranil, uporabe biocidov ter drugimi z vozili povezanimi dejavniki (onesnaževanje, smeti). Intuitivno imajo ti ozki pasovi majhno ekološko funkcijsko (malo verjetno prispevajo k širjenju vrst med »bolj« primernimi habitatami cestnih robov ali travnikov; številne vrste se izogibajo cestam; v primeru visoke gostote prometa ta lahko povzroči tudi visoko stopnjo smrtnosti) ali naravovarstveno vrednost (težko si je predstavljati, da so ti pasovi habitat vrst z izjemo najbolj žilavim generalistov). V raziskavi centralnih pasov širine 2-4 m na obvoznicah Helsinkov so našli kar 110 vrst hroščev. Večina vrst je bila tolerantne na različne habitate ali so to bile vrste navezane na odprte habitate. Med vrstami so bile tudi redke vrste na nacionalnem nivoju, kar uvršča centralne pasove (tako kot cestne robove) med »območja« z ohranitvenim potencialom (Koivula in sod. 2005).

GOZDNE CESTE

Že gozdne ceste, ki se nam iz vidika prometa ne zdijo toliko sporne, lahko imajo znatne vplive: fragmentacija, robni učinek, drugačen kemizem oz. sestava tal v primerjavi z okoliškimi tlemi idr. Gozdne ceste predstavljajo poti za širjenje vetra v notranje predele gozda, prav tako prekinjajo sklenjeno plast krošenj, s čimer je omogočeno, da več sončne energije doseže tla. Povečanje vetra lahko vpliva na steljo na dva načina: fizično odstranjevanje stelje zaradi vetra ima lahko pomemben učinek na prostorsko razporeditev stelje v gozdovih, poleg tega pa veter izsuši steljo, kar zmanjša stopnjo njenega razkroja. Povečana sončna radiacija ima lahko podoben izsuševalni učinek na steljo in posledično njeno tanjšanje (Haskell 2000). Našteto pa ima vpliv tudi na živi svet tal in gozdov. Haskell (2000) je ugotovil, da je od 16 taksonov (redov) talnih makroinvertebratov (= velikih nevretenčarjev) 14 kazalo zmanjšanje abundance v bližini cest. Ta zmanjšanja so bila bistvena pri strigah, pajkih, pršicah in hroščih, noben takson pa ni kazal povišanja abundance v bližini cest. Vplivi na gozdno makroinvertebratsko favno tal se poznajo tudi 100 m od ceste, večji vpliv je prisoten pri širših cestah in z bolj odprto krošnjo nad njimi, čeprav korelacija ni bila bistvena. Te spremembe lahko imajo dodatne posledice na delovanje gozdnega ekosistema in na

biološko raznolikost znotraj sistema (npr. spremembe sposobnosti tal za predelovanje energije in hranil, kar posledično vpliva na strukturo tal in dosegljivost hranil, to pa ima vpliv na razporeditev in abundanco drugih organizmov, predvsem rastlin; vpliva lahko prav tako na gozdne vretenčarje: ptiče, ki se prehranjujejo s talnimi nevretenčarji, dvoživke). Kalisz & Powell (2003) nista ugotovila, da bi oddaljenost od gozdne ceste vplivala na število ali raznolikost polžev in dvojnog, kar je v nasprotju s posploševanjem Haskell (2000), da se abundanca in raznolikost nevretenčarjev v tleh zmanjša v bližini gozdnih cest. Podobno njuni rezultati niso pokazali večjega števila polžev v tleh z višjim pH poleg cest, med tem ko so druge raziskave izsledile, da "apnenje" gozdnih cest skoraj vedno poveča gostoto kopenskih polžev v bližini cest.

VIRI:

Baur, A. & Baur, B. 1990. Are roads barriers to dispersal in the land snail *Arianta arbustorum*? Canadian Journal of Zoology, 68: 613–617.

Driscoll, D. A. & Weir, T. 2005. Beetle Responses to Habitat Fragmentation Depend on Ecological Traits, Habitat Condition, and Remnant Size. Conservation Biology, 19(1): 182-194.

Gogala, M. Žuželke – Insecta. V: Sket, B., Gogala, M., Kuštor, V. (ur.): Živalstvo Slovenije. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 262-265.

Gwynne, D. T. & Rentz, D. C. 1983. Beetles on the bottle: male Buprestids mistake stubbies for females (Coleoptera). Journal of Entomological Entomological Society, 22: 79-80.

Haskell, D. G. 2000. Effects of forest roads on macroinvertebrate soil fauna of the Southern Appalachian Mountains. Conservation Biology, 14(1): 57-63.

Hulme, P. E. 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. Journal of Applied Ecology 46: 10-18.

Kalisz, P. J. & Powell, J. E. 2003. Effect of calcareous road dust on land snails (Gastropoda: Pulmonata) and millipedes (Diplopoda) in acid forest soils on the Cumberland Plateau of Kentucky, USA. Forest Ecology and Management, 186:177-183.

Keller, I. & Largiader, C. R. 2003. Recent habitat fragmentation caused by major roads leads to reduction of gene flow and loss of genetic variability in ground beetles. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 270(1513): 417–423.

Koivula, M. J., Kotze, D. J. & Salokannel, J. 2005. Beetles (Coleoptera) in central reservations of three highway roads around the city of Helsinki, Finland. *Annales Zoologici Fennici*, 42(6): 615–626.

Meadows, D. W. 2002. The effect of roads and trails on movement of the ogden rocky mountain snail (*Oreohelix peripherica wasatchensis*). *Western North American Naturalist*, 62(3): 377–380.

Noordijk, J., Schaffers, A. P., Sýkora, K. V. 2008. Diversity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) in roadside verges with grey hair-grass vegetation. *European Journal of Entomology*, 105: 257–265.

Noordijk, J., Raemakers, I. P., Schaffers, A. P., Sýkora, K. V. 2009. Arthropod richness in roadside verges in the Netherlands. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 2(1): 63–76.

Rietze, J. & Reck, H. 1991. Untersuchungen zur Besiedlung der Verkehrsnebenflächen des Autobahnkreuzes Stuttgart durch Heuschrecken (Orthoptera, Saltatoria) mit besonderer Berücksichtigung der Dispersion der Großen Goldschrecke (*Chrysochraon dispar*). *Articulata*, 6: 91–119.

Schaffers, A. P., Raemakers, I. P., Sýkora, K. V. 2011. Successful overwintering of arthropods in roadside verges. *Journal of Insect Conservation*, DOI: 10.1007/s10841-011-9437-0.

Soluk, D. A., Zercher, D. S., Worthington, A. M. 2011. Influence of roadways on patterns of mortality and flight behavior of adult dragonflies near wetland areas. *Biological Conservation*, 144(5): 1638–1643.

Vermeulen, H. J. W. & Opdam, P. F. M. 1995. Effectiveness of roadside verges as dispersal corridors for small ground-dwelling animals: a simulation study. *Landscape and Urban Planning*, 31(1): 233–248.

Zödl, B. & Wittmann, K. J. 2003. Effects of sampling, preparation and defecation on metal concentrations in selected invertebrates at urban sites. *Chemosphere*, 52(7): 1095–1103.

PLAZILCI

UVOD

Plazilci (Reptilia) so vretenčarji (Vertebrata), ki so svoje ime dobili po značilnem načinu premikanja – plazenju. Po podlagi se plazijo po trebušni strani, noge pa jim služijo pri odpiranju. Na svetu danes živi približno 6550 vrst plazilcev (Žagar 2008).

Plazilci so živali z nestalno telesno temperaturo (poikilotermne živali), le-ta je namreč odvisna od temperature okolja. Ko se temperatura okolja spusti pod določeno mejo, živali otpnejo, življenjski procesi pa se upočasnijo. Po zgradbi telesa in velikosti so zelo raznoliki, kar pomeni, da so prilagojeni na različne načine življenja (Sket in sod. 2003). V Sloveniji je najdaljši predstavnik progasti gož (do 260 cm), najmanjše pa so nekatere vrste kuščaric, ki brez repa merijo približno 15 cm.

EKOLOGIJA PLAZILCEV

Plazilci so prilagojeni življenju v zelo raznolikih okoljih. Živijo na tleh in v tleh, na drevju in v vodi. Plazilci zasedajo različna mesta v prehranjevalni verigi. Nekateri med njimi so specializirani plenilci, drugi so plenilci generalisti in vsejedi (omnivori), najdemo pa tudi rastlinojede. Kuščarji se hranijo predvsem z nevretenčarji, plenijo večinoma med vegetacijo, pri tem pa se zanašajo na dobro razvit vid in hitrost. Slepici se prehranjujejo z polži slinarji in drugimi nevretenčarji z mehkim telesom. Kače so izključno mesojede, ki ulovljeni plen pogoltnejo v celoti. Hranijo se z manjšimi živalmi, kot so mali sesalci, ptiči, kuščarice, ribe, pa tudi z nevretenčarji. Največ rastlinojedov je med želvami in kuščarji (Sket in sod. 2003).

Letna aktivnost plazilcev se začne praviloma v aprilu, ko pričnejo zapuščati svoja prezimovališča. Razmnoževanje plazilcev praviloma poteka v obdobju med aprilom in junijem. Samice odlagajo jajca v razpadajoče listje, pesek, prst in podobne strukture. Jajca imajo apnenčasto ali pergamentasto lupino in so popolnoma neodvisna od vodnega okolja. Ko se mladiči izležejo, se od odraslih razlikujejo le po velikosti in barvi. Nekatere vrste plazilcev so živorodne, kar pomeni, da kotijo žive mladiče. Živorodne vrste so živorodna kuščarica, navadni in laški gad, modras ter smokulja, medtem ko ostale vrste ležejo jajca (Sket in sod. 2003).

Aktivnosti plazilcev so pogojene s telesno temperaturo, zato so osebki delno odvisni od virov toplote, ki jih najdejo v okolju. Glavni način vzdrževanja toplote v času neaktivnosti je nameščanje soncu ali sončenje. Plazilci vsakodnevno iščejo izpostavljena mesta, kjer se nastavljajo soncu, pri tem pa pridejo najbolj v poštev podlage, ki se hitro segrejejo in toploto zadržujejo dlje časa. Tipične podlage oziroma mesta za sončenje so zidovi, skale, cestne površine, kovinske ograje, ipd. Na ta mesta se plazilci namestijo ob prvih jutranjih žarkih ter na njih vztrajajo dokler njihova telesna temperatura ne doseže nivoja, ki jim omogoča hitro premikanje pri lovu.

Z nestalno telesno temperaturo je povezana tudi zimska neaktivnost plazilcev – zimsko mirovanje ali hibernacija. Ta čas plazilci zaradi nizkih temperatur in premajhne količine hrane preživijo v otrplem stanju v varnem zavetju pred plenilci in izrazitejšimi zunanjimi dejavniki. Za plazilce je posebej značilna oblika prezimovanja, imenovana *brumacija*. Od hibernacije (kot jo poznamo pri nekaterih sesalcih) se razlikuje v metabolnih procesih, ki so v to fazo vključeni. Plazilci pričnejo s hibernacijo v pozni jeseni (podrobnejši čas je vrstno specifičen). Pogosto se zgodi, da v vmesnem času zapustijo hibernaculum (zatočišče, kjer preživijo zimo) zaradi potrebe po vodi. Brez hrane preživijo tudi do več mesecev (www.illreptile.com 2012). Pred prezimovanjem ponavadi zaužijejo več hrane kot običajno, s hranjenjem pa prenehajo, ko se temperature spustijo pod določeno mejo. Trajanje obdobja mirovanja se razlikuje glede na temperaturo okolja in glede na velikost, starost in fizično stanje osebka. Za razliko od hibernacije, je brumacija obdobje, ko osebki ne popolnoma spijo, ampak se manj pogosto prehranjujejo. Mnogi plazilci preživijo celotno obdobje zime brez hrane. Prezimovanje se ponavadi začne s spustom temperature okolja in s krajšanjem dolžine dneva.

V okolju je začetek prezimovanja odvisen od notranjih in zunanjih dejavnikov, ki sprožijo potek dejanj. Endogene dejavniki so predvsem hormonske spremembe in spremembe v koncentracijah nevrotransmitorjev in aminokislin. Na te dejavnike vplivajo cirkadiani ritmi in okolje. Ob tem se pojavlja vprašanje, ali se notranje spremembe zgodijo spontano, kar sproži prezimovanje, ali so omenjene fiziološke spremembe posledice, ki se pojavijo ob začetku hibernacije živali. Potrebno je poudariti, da so endogeni vplivi na prezimovanje plazilcev še vedno slabo poznani.

Eksogeni dejavniki so dobro poznani. Mednje spadajo fotoperioda (dnevna svetloba), zračni pritisk, zračna vlažnost in temperatura okolja. V zmernih okoljih so omenjeni vplivi bistvenega pomena, medtem ko so v subtropskem pasu pomembnejši endogeni dejavniki (www.illreptile.com, 2012).

Prezimovanje poteka pri vseh plazilcih med novembrom in marcem. Posamezne vrste različno zahtevne pri izbiri mesta, kjer poteka zimsko mirovanje. V splošnem uporabljajo razpoke in špranje v zemlji ali skalah, razpoke ob koreninskih sistemih, brloge manjših sesalcev, rahle peščene podlage, prostori v umetnih strukturah, kupi kamenja, odmrlih vej ali vegetacije. Prostor za hibernacijo mora biti drenažno vsaj delno urejen, saj vlažna okolja pozimi pomrznejo, zato so omenjena mesta pogosto v nagnjenih terenih (iz The Good Roads Guide).

- **Želve** imajo trup obdan z oklepom, iz katerega se iztezajo le glava, okončine in rep. Na kopnem so okorne, premikajo se počasi. Močvirska sklednica je naša edina avtohtona sladkovodna vrsta želve, ki prebiva ob stoječih ali počasi tekočih vodah. Sonči se na bregu ali na kosih lesa ob vodi, od koder se ob najmanjšem hrupu hitro umakne v vodo. Prehranjuje se z ribami, vodnimi nevretenčarji in rastlinsko hrano.
- **Kuščarji** imajo dobro razvite noge ter dolg rep, kar jim omogoča hitro premikanje. Izjema je slepec, ki je edini breznogi predstavnik kuščarjev pri nas. Premika se počasi, prehranjuje pa se s polži. Živi večinoma v vlažnih okoljih v gozdovih in travnikih.

- **Kače** so zelo spretni in hitre živali, ki naseljujejo zelo raznovrstna okolja. Najdemo jih ob vodah, na travnikih in v gozdovih, v skalnatem svetu in v bližini naselij. Prehranjujejo se z različnimi manjšimi živalmi, kot so polži, žabe, kuščarji in malimi sesalci. Pogosto plenijo tudi jajca in mladiče v gnezdih ptic.

HABITATI PLAZILCEV

Kače

V Sloveniji je prisotnih 11 vrst kač, ki jih uvrščamo v dve družini. Prva je družina gadov (Viperidae). Predstavniki te družine so vezani na bolj suha območja. Modras (*Vipera ammodytes*) je toploljubna vrsta in prebiva na prisojnih pobočjih s skalami, kamnolomih, na robu gozda ter na posekah in jasah. Prisoten je po vsej Sloveniji, razen v Prekmurju. Gadu (*Vipera berus*) ustrezajo hladnejša in vlažna okolja v primerjavi z modrasom. V Sloveniji je razmeroma pogost v goratem svetu (Julijske Alpe in Karavanke) in visokih kraških planotah (Trnovski gozd, Javorniki). Laški gad (*Vipera aspis*) je pri nas redek, razširjen je le v gorskem svetu zahodno od Soče.

Ostale vrste kač v Sloveniji sodijo v družino gožev (Colubridae). Nekatere prebivajo v vlažnih okoljih in ob vodi (npr. kobranka *Natrix tessellata*, belouška *Natrix natrix*), druge najdemo na robu gozda (smokulja *Coronella austriaca*) ali v njem (navadni gož *Elaphe longissima*). Toploljubnim vrstam (npr. črnica *Coluber viridiflavus* in belica *Coluber gemonensis*) ustrezajo sončne, skalnate in tudi deloma zaraščene površine. Slednji vrsti sta razširjeni le na Primorskem, podobno velja za mačjeoko kačo (*Telescopus fallax*).

Kuščarji

Slepec (*Anguis fragilis*) je vezan na vlažna okolja v gozdovih, travnikih, grmiščih, najdemo pa ga tudi v naseljih. Od ostalih kuščarjev najdemo v Sloveniji 8 vrst kuščaric. Vezane so na raznolike habitate na prisojnih legah. Martinček (*Lacerta agilis*) je danes razmeroma pogost na Štajerskem in v Prekmurju. Za zahodnoevropskega (*L. bilineata*) in vzhodnoevropskega zelenca (*L. viridis*) razširjenost v Sloveniji ni poznana, podobno velja za primorsko (*Podarcis sicula*) in kraško kuščarico (*P. melisellensis*), za kateri pa je znano, da živita na Primorskem na kamnitih mestih, v vrtovih in parkih. Pozidna kuščarica (*P. muralis*) je razmeroma pogosta po vsej Sloveniji, velebitska kuščarica (*Lacerta horvathi*) pa v Julijskih Alpah, Karavankah, Dinaridih. Na gozdnate predele je vezana živorodna kuščarica (*L. vivipara*), živorodnost pa ji omogoča življenje tudi v hladnejših in vlažnih okoljih. Najdemo jo po vsej Sloveniji z izjemo Istre in dela Primorske. Na izrazito toplih kamnitih predelih Primorske prebiva črnopikčasta kuščarica (*Algyroides nigropunctatus*).

Želve

Naša edina avtohtona vrsta želve pri nas je močvirska sklednica (*Emys orbicularis*). Prebiva ob počasi tekočih ali stoječih vodah, močvirjih in vlažnih gozdovih. V Sloveniji pa so prisotne tudi neavtohtone podvrste iz skupine popisana sklednica (rdečevrstka in rumenovrstka) (*Trachemys scripta*).

Skupne habitatne zahteve plazilcev

Čeprav za vsako vrsto veljajo specifične habitatne zahteve, je nekaj takšnih elementov, ki ustrezajo večini vrst.

- ✓ **Mesta za sončenje:** ustreznije so južne lege z mozaično strukturo vegetacije, substrata in mikro-topografije, ki zagotavlja ustrezne mikroklimatske pogoje za uravnavanje telesne temperature plazilcev.
- ✓ **Zavetje, kritje:** mesta z gostim grmovjem, skale, podrta debela, drevesne korenine in mediteranski elementi zagotavljajo plazilec varno kritje pred plenilci.
- ✓ **Prehranjevališča:** območja z visoko gostoto plenskih vrst; ponavadi so to območja v bližini struktur, ki nudijo zavetje in mesta za sončenje.
- ✓ **Prezimovališča** (hibernacula): drenirana sušna mesta, pogosto na južnih legah, v katerih plazilci hibernirajo - brlogi malih sesalcev, skalne razpoke, kupi odmrle drevesne mase, ipd.
- ✓ **Mesta za odlaganje jajc** (za nekatere vrste): kupi odmirajoče travnate vegetacije, rahla peščena podlaga, ipd.

Domači okoliši plazilcev

Domači okoliši plazilcev in njihova območja gibanja do mest hibernacije se razlikujejo med vrstami glede na starost ter ustreznost habitata. Za slepce je značilno, da se gibljejo v manjšem območju v okolici mesta hibernacije. Njihovi domači okoliši so tako veliki od nekaj 10 do manj kot 100 m².

Za kuščarje je podobno značilno, da zasedajo relativno majhen, a habitatno pester teritorij. Za gade in modrase je znano, da je migrirajo v rangi od 0,5 do 1 km od mesta, kjer prezimujejo. Podobno velja za smokulje, ki se stalno gibljejo v manjšem območju. Nasprotno pa velja za belouško, katere domači okoliš se razteza do 4 km stran od njihovega prezimovališča. Zanje velja, da se po svojem teritoriju gibljejo pogostejše in hitreje od ostalih vrst kač (<http://www.dft.gov.uk/ha/standards/dmr/b/>, 2012).

PLAZILCI V SLOVENIJI IN NJIHOVA OGROŽENOST

Pri nas živi 22 avtohtonih vrst plazilcev, čeprav za celotno območje Slovenije še ni zanesljivih podatkov (Žagar 2008). Vse vrste plazilcev v Sloveniji so plenilske, kar pomeni, da vplivajo na številčnost populacij drugih živalskih vrst (Mršič v Žagar 2008). Število plazilcev v Sloveniji v zadnjih 50-ih letih drastično upada (Sket in sod. 2003). Vzrokov za to je več, najizrazitejši pa so urbanizacija, izginjanje življenjskega prostora, naseljevanje tujerodnih vrst (velja predvsem za močvirsko sklednico), prevelika uporaba biocidov v kmetijstvu in podnebne spremembe (Sket in sod. 2003, Žagar 2008).

Tabela 1: Sistematska uvrstitev avtohtonih vrst plazilcev v Sloveniji in njihova ogroženost na osnovi mednarodnih in slovenskih kriterijev (povzeto po Žagar 2008).

RED	PODRED	DRUŽINA	VRSTA	IUCN	Rdeči seznam
ŽELVE	Kritovratke	sklednice	močvirska sklednica - <i>Emys orbicularis</i>	E	E
LUSKARJI	Kuščarji	kuščarice	črnopikčasta kuščarica - <i>Algyroides nigropunctatus</i>	V	V
			martinček - <i>Lacerta agilis</i>	E	E
			vzhodnoevropski zelenec - <i>Lacerta viridis</i>	V	V
			zahodnoevropski zelenec - <i>Lacerta bilineata</i>	V	V
			Horvatova kuščarica - <i>Iberolacerta horvathi</i>	V	V
			pozidna kuščarica - <i>Podarcis muralis</i>	O	O1
			primorska kuščarica - <i>Podarcis siculus</i>	O	O1
			kraška kuščarica - <i>Podarcis melisellensis</i>	V	V
			živorodna kuščarica - <i>Zootoca vivipara</i>	V	V
			slepci		
		slepec - <i>Anguis fragilis</i>		O	O1
	Kače	goži	navadni gož - <i>Zamenis longissimus</i>	V	V
			progasti gož - <i>Elaphe quatuorlineata</i>	E	E
			smokulja - <i>Coronella austriaca</i>	V	V
			belica - <i>Hierophis gemonensis</i>	E	E
			črnica - <i>Hierophis viridiflavus</i>	V	V
			belouška - <i>Natrix natrix</i>	O	O1
			kobranka - <i>Natrix tessellata</i>	V	V
			mačjeoka kača - <i>Telescopus fallax</i>	E	E
		gadi	navadni gad - <i>Vipera berus</i>	V	V
			laški gad - <i>Vipera aspis</i>	E	E
			modras - <i>Vipera ammodytes</i>	V	V

Poleg omenjenih samoniklih vrst se na področju Slovenije nahajajo tudi druge vrste plazilcev, ki so bile k nam prinesene ali se pri nas pojavljajo priložnostno. V našem morju se tako občasno zadržujejo orjaška usnjača (*Dermochelys coriacea*), orjaška črepaha (*Chelonia mydas*) ter glavata kareta (*Caretta caretta*), ki se pri nas ne razmnožujejo (Žagar 2008). Od pretežno kopenskih vrst je bilo v Sloveniji zabeleženih nekaj

tujerodnih vrst: rečna sklednica (*Mauremys caspica*), popisana sklednica (*Trachemys scripta*), grška kornjača (*Testudo hermanni*), mavrska kornjača (*Testudo graeca*) in kitajska mehkoščitka (*Pelodiscus sinensis*) (Žagar 2008), le en podatek obstaja za pozidnega gekona (*Tarentola mauritanica*), pojavljanje še treh vrst kopenskih plazilcev pa je pričakovano oz. pri nas niso bili zanesljivo potrjeni (Krofel in sod. 2009).

Podatki o povozih plazilcev v Sloveniji

V Sloveniji je podatkov o popisih plazilcev malo. Na Ljubljanskem barju se je z smrtnostjo vretenčarjev na cestah ukvarjala Katarina Denac. V obdobju enega leta je zabeležila 48 povozov plazilcev, med katerimi so bile najpogostejše belouške *Natrix natrix* (56,3%) in slepci *Anguis fragilis* (35,4 %). Največja gostota povozov plazilcev je bila na gozdnem robu, kjer je bilo najdenih 70,8 % vseh kadavrov. Tu je bila najvišja tudi vrstna pestrost. Vzrok temu je najverjetneje selitev iz in na prezimovališča v gozdu. Največ plazilcev je bilo povoženih v avgustu in septembru, ko je bilo poleg odraslih povoženih tudi veliko mladih in subadultnih osebkov, saj v tem času poteka njihova disperzija, obenem pa se takrat prične selitev na prezimovališča (Denac 2003).

PLAZILCI IN CESTE

Plazilci in dvoživke spadajo med najpogostejše žrtve prometa, smrtnost zaradi slabega načrtovanja cest zato pogosto ogroža njihove populacije (Hartmann in sod. 2011).

Najpogostejše situacije, v katerih plazilci prečkajo ceste, so iskanje hrane, disperzija mladih osebkov iz kraja izleganja, pri migracijah med sezonskimi habitatami in pri migracijah v obdobju razmnoževanja (Ashley in sod. 2007). Nekatere vrste uporabljajo površine cestišč pri termoregulaciji in kot selitvene koridorje, takšno vedenje pa seveda poveča tudi možnost za povozov. Smrtnost plazilcev je toliko večja v primerih, ko je cesta umeščena na območja močvirij (Ashley in sod. 2007).

Smrtnost plazilcev na cestah je odvisna od pogostosti in dolžine disperzijskih premikov ter starosti (Bonnet in sod. 1999, Denac 2003).

Od njihovih aktivnosti je odvisno, koliko časa bodo preživeli na cestišču (Denac 2003). Tveganje povoza je večje pri vrstah, ki so pri izbiri habitatata generalisti, pri lokalno pogostih ter pri mobilnih vrstah (Forman in sod. 2003, Hartmann in sod. 2011). Visoke gostote povozov plazilcev se pojavljajo v obdobju, ko so živali na poti v paritvena, zimska in poletna prebivališča (Hartmann in sod. 2011). Velik vpliv cest je opaziti pri osebkih, ki jim ceste presekajo domači okoliš, znotraj katerega se vsakodnevno gibljejo, kar poveča možnosti za povoz. Pogoste žrtve prometa so tudi vrste, ki se veliko gibljejo, saj so pogostejše v stiku s cesto. Zaradi njihovega deleža med žrtvami bi lahko dobili napačno oceno njihove številčnosti.

Smrtnost plazilcev zaradi prometa

Smrtnost plazilcev na cestah je v Evropi relativno slabo dokumentirana, tako tudi vpliv, ki ga imajo ceste na populacije plazilcev. Iz ostalih skupin živali lahko sklepamo, da so populacije redkih vrst bolj ogrožene, posebno ko gre za izolirane dele populacij.

Nekateri plazilci uporabljajo ustaljene poti, ki povezujejo posamezna mesta, kot so prehranjevališča, mesta za sončenje, prezimovališča, ipd., zato so te vrste bolj ogrožene pri umeščanju novih cestnih povezav. V nekaterih primerih je to pogojeno s sledenjem

feromonskih sledov. Plazilci so na te poti navajeni, kar pomeni, da se na grožnje težje navadijo ali se jim izognejo.

Poleg naraščanja števila povozov plazilcev, ki so ohranili svoje selitvene poti, bo naraščal tudi delež živali, ki se bodo privadile na motnje prometa ter svoje dnevne aktivnosti opravljale v neposredni bližini cestišča. Habitucija na promet se lahko izraža v povečanem številu živali, ki prečkajo glavno cesto, stranske ceste ali v povečani ogroženosti plazilcev, ki so se na promet privadili.

Ceste dokazano zmanjšajo gostote populacij kač v okolici cestišča. Morebitna razloga za to sta dva: bodisi se kače umaknejo stran od cestišča bodisi se zaradi povozov zmanjša število kač ob cesti (Hartmann in sod. 2011).

Kaj vpliva na število povozov plazilcev

Na število povozov pomembno vplivata tudi letni čas in vreme. Aktivnost plazilcev je večinoma omejena na obdobje med aprilom in oktobrom. Od novembra do marca oziroma aprila je za plazilce obdobje hibernacije, v katerem niso aktivni. V tem času si zavetje poiščejo v trhlem lesu, kupu listja ali v zemlji (Denac 2003).

Znano je, da se največ povozov plazilcev zgodi v avgustu in septembru, ko poteka disperzija mladih osebkov, obenem pa je to obdobje selitve v prezimovališča. V tem obdobju mlade živali prevladujejo med žrtvami prometa.

Privlačnost obcestnega pasu

Veliko je dejavnikov, ki vplivajo na privlačnost cestišča za plazilce. V mnogih pokrajinah so cestišča celo prijaznejša in primernejša okolja od okoliških površin. Glavni dejavniki, ki na to vplivajo, so naslednji:

- ✓ **Topografske značilnosti:** številni robovi cest imajo poševno površino z nizkim in redkim rastjem, kar plazilcem omogoča varno sončenje, predvsem na južnih legah.
- ✓ **Mikro-topografske posebnosti:** na obcestnih bankinah se nahaja veliko manjših strukturnih razlik, ki se odražajo z različnimi specifičnimi topografskimi elementi, kot so odvodni jarki in umetni nasipi.
- ✓ **Izpostavljene podlage:** za plazilce predstavljajo različne strukture in materiali, kot so kupi zemlje, kovinske strukture in kamnite podlage, ustrezna mesta za sončenje.
- ✓ **Zavetja in prezimovališča:** obcestne bankine so ponavadi drenirane, pogosto pa vključujejo tudi drenažne kanale, ki jih plazilci uporabljajo kot zavetišča ali prezimovališča.
- ✓ **Struktura vegetacije:** struktura vegetacije in režim košnje pogosto ustreza plazilcem, saj jim nudi zavetje, ustreza pa jim različna struktura vegetacije, ki vzdržuje primerne mikroklimatske razmere, prav tako pa jim vegetacija ob cestah predstavlja lovno površino.
- ✓ **Odsotnost motenj:** pomanjkanje motenj oziroma manjše število le-teh, predvsem s strani človeka (posebno v območjih, kjer ni pešcev oz. jih je malo), pomeni stabilnejše razmere.
- ✓ **Gostota plena:** obcestni habitati pogosto podpirajo visoke gostote plenskih vrst (npr. mali sesalci, žuželke, kuščarji sami). Za kače je na primer dokazano, da se zadržujejo na območjih z veliko gostoto plena, kar velja za obcestni pas.

- ✓ **Habitatni koridorji:** linearna struktura obcestnih habitatov ustvarja mrežo habitatnih koridorjev, ki omogočajo plazilcem razširjanje in povezujejo sicer izolirane skupin plazilcev.

KAKO CESTE VPLIVAJO NA PLAZILCE

Načrtovanje in gradnja novih cest

Skrbno načrtovanje cest je zelo pomembna faza pri zmanjševanju vplivov na živali. Veliko vplivov cest na živalstvo je mogoče vnaprej predvideti ter primerno ukrepati. Pri varovanju plazilcev je ključno podrobno poznavanje območja, s čimer lahko preprečimo uničenje pomembnih struktur, ki služijo plazilcem pri prezimovanju, sončenju, idr. V primeru, da cesta preseka območje z visoko gostoto plazilcev, so vplivi prometa na živali neizbežni. Upoštevati je potrebno, da imajo različne skupine plazilcev različne habitatne zahteve in so zato občutljive na izgubo določenih habitatnih struktur.

Posebno pozornost zahteva načrtovanje cest, ki prečkajo vlažna okolja. Mnogo plazilcev je vsaj del življenja vezanih na vodna okolja, močvirja in vlažne travnike. Poleg samega umeščanja ceste v prostor, se pri tem pojavi še vpliv drenažnih sistemov na okolico cestišča. Drenažni posegi so največja potencialna grožnja, saj lahko z njimi poslabšamo ali uničimo pomembne habitate plazilcev v vlažnih okoljih.

Preprečevanje smrtnosti med gradnjo cest

V fazi gradnje je potrebno upoštevati sezonske aktivnosti in ekološke zahteve plazilcev. Posamezna dela je torej potrebno sezonsko prilagoditi glede na nevarnost ogrožanja plazilcev.

Aktivnost plazilcev je omejena na obdobje med marcem in oktobrom. Območja, ki niso primerna za prezimovanje plazilcev, je mogoče upravljati v zimskem času. V tem času je potrebno na območju odstraniti vegetacijo, ki plazilcem omogoča kritje. Na ta način se oblikuje neprimeren habitat, ki za te živali ne bo privlačen in ga spomladi ne bodo zasedle. Ob prihodu s prezimovališč bodo plazilci zasedli primerne habitate v okolici.

1. Odstranitev vegetacije in oblikovanje neprimerne habitata – v zimskem času. Spomladi – v obdobju ponovne rasti vegetacije je potrebno le-to ponovno omejiti. Vsakršno odstranjevanje grmovja in dreves je potrebno opraviti izven gnezditvenega obdobja ptic (pred 1. marcem in po 31. avgustu), s čimer preprečimo uničevanje gnezd.
2. Po odstranitvi vegetacije v začetku pomladi (marec-april) je potrebno namestiti ograje za plazilce okoli območja gradbenih del. S tem preprečimo, da bi plazilci zasedli strukture, ki jim na gradbišču ustrezajo (gradbeni material, vegetacija).
3. V aprilu in maju je potrebno preveriti prisotnost plazilcev na območju gradnje, saj so lahko nekatere živali prezimovale na ograjenem območju. Najdene plazilce je potrebno ujeti in premestiti v okolico.

Pred začetkom gradnje je potrebno ograje namestiti na območjih, ki so pomembna za plazilce. Nekatere strukture, ki jih najdemo na gradbiščih, so zelo privlačne za plazilce, predvsem v času, ko so na gradbišču dela ustavljena (kupi odpadnega materiala, nasipi peska, kovinska in lesena ogrodja). Pri presoji potrebe po nameščanju začasnih ograj za plazilce je potrebno območje proučiti z naslednjimi koraki: (1) preveriti prisotnost plazilcev v okolici predvidenega gradbišča, (2) preveriti primernost habitatov na območju gradbišča in (3) preveriti, ali so na območju prisotni elementi, ki jih lahko

uporabimo kot ograje za plazilce. Med obratovanjem gradbišča je potrebno zagotavljati funkcionalnost nameščenih ograj. Namestitev trajnih ograj ni priporočljiva, razen v primeru, ko ima ograja vlogo »lijaka«, ki usmerja živali v točko, kjer lahko varneje prečkajo območje.

Fragmentacija habitatov

Velikost območja dnevnih premikov plazilcev je odvisna od vrste, faze razvoja, velikosti populacij in habitatov, v katerih se živali nahajajo. Osebki nekaterih vrst prepotujejo daljše razdalje pri selitvah med območji prezimovanja in poletnimi območji, pogostejši in navadno krajši premiki pa so vezani na območja med zavetišči in območji prehranjevanja. Ostale vrste so manj mobilne in so njihova premikanja ob iskanju primerne habitatne omejena na mladostne faze in faze spolne nezrelosti (pogosto v naključni smeri). Kljub temu pa disperzija odraslih osebkov in krajši premiki botrujejo k kolonizaciji habitatov, ki so na razpolago v bližini. Ceste lahko tako predstavljajo pomembne ovire pri razširjanju plazilcev, kar ob izginjanju habitatov dodatno vpliva na fragmentacijo populacij. Ovira pri iskanju partnerjev, mest za hibernacijo, prehranjevališč lahko potencialno vodi v izolacijo posameznih skupin večje populacije plazilcev.

Posredno ustvarjanje habitatov

Ukrepi, kot so zasaditev obcestne vegetacije, oblikovanje bankin na južni legi, nameščanje drenažnih kanalov, ograj in zidanih struktur, so namenjeni utrjevanju in vzdrževanju cestišč. Z istimi ukrepi se posredno ustvarja antropogeni habitat, ki vsebuje veliko število struktur, ki ustrezajo plazilcem pri različnih aktivnostih. Če upoštevamo, da lahko z umeščanjem ceste uničimo vrsto habitatov, lahko nekatere standardne elemente cestišča oblikujemo na način, ki bo vsaj v meri nadomestil povzročeno škodo. Tako povečamo tudi vrednost splošnih elementov na cestišču. Vzporedno z višanjem kakovosti cest kot habitatov za plazilce, povečamo tudi verjetnost za povoze teh živali. Vse ukrepe je potrebno zato predhodno proučiti, pred tem pa moramo plazilcem onemogočiti dostop neposredno na cestišče.

Upravljanje s cestnimi in obcestnimi habitati

Medtem ko so nekateri načini upravljanja in urejanja cestišč in obcestnega pasu v prid plazilcem, so nekateri izmed njih manj primerni in predstavljajo grožnjo za populacije plazilcev v bližini cestišča.

Predvsem košnja je neposredni dejavnik, ki pri osebkih povzroči poškodbe ali celo smrt, neposredno pa so po košnji živali izpostavljene plenilcem zaradi nenadne odstranitve kritja.

Posebno pozornost moramo posvetiti nameščanju in vzdrževanju vodnih kanalov in odtokov, saj te strukture plazilci redno uporabljajo za kritje in prezimovanje.

OMILITVENI UKREPI IN NAČINI PREPREČEVANJA POVOZOV

Omilitvene ukrepe umeščanja ceste v naravno okolje je potrebno proporcionalno razporediti glede na pomembnost in velikost populacije plazilcev, ki jih ukrepi najbolj prizadenejo. Oceniti je potrebno velikost vplivov, ki jih posegi predstavljajo ter jim dodeliti vrsto in obseg omilitvenih ukrepov.

Izogibanje pokrajinskim strukturam in občutljivim habitatom

Kjerkoli je to mogoče, je potrebno zagotoviti ohranjanje pomembnih habitatov in pokrajinskih elementov, ki jih predhodno ugotovimo z okoljsko oceno območja. Kjer to

ni mogoče, je potrebno zagotoviti čim manjši vpliv na habitate. Glavni cilj je ohranjanje populacije plazilcev v prvotnem habitatu. Kjer se pomembni habitati nahajajo v neposredni bližini novonastale ceste, je potrebno nameščanje vsaj začasnih pregrad, ki bodo preprečevale neposredni negativni vpliv cest na živali. Poleg neposrednih je potrebno zmanjšati tudi predvidene posredne vplive na populacije plazilcev, kot so hidrološke spremembe. Pri slednjih je potrebno nameniti veliko pozornost drenažnim sistemom, pri katerih je potrebno zagotoviti čim manjše vplive na hidrološke značilnosti okolice cestišča. Predvsem pri avtocestah je pomembno načrtovanje odstavnih pasov in počivališč, ki jih je potrebno namestiti izven občutljivih območij, s čimer se prepreči prevelike motnje s strani človeka.

Zagotavljanje minimalnega vpliva fragmentacije

Upoštevajoč razporeditev populacij plazilcev na območju planirane ceste je potrebno potek ceste prilagoditi na način, ki bo povzročil najmanjšo fragmentacijo okolja in populacij različnih skupin živali. V primeru, da je fragmentacija neizogibna, je potrebno vpeljati ukrepe, ki omenjeni pojav omilijo. Znano je, da so v določenem obsegu za nekatere plazilce učinkovite namestitve podhodov ali tako imenovanih »zelenih mostov«.

Ustvarjanje nadomestnih habitatov

V primerih, kjer izguba habitata zaradi gradnje ceste neizbežna, je potrebna omilitev vplivov bodisi z izboljšanjem stanja prizadetih habitatov bodisi v obliki ustvarjanja novih primernih habitatov, ki bodo izgubljene površine nadomestili. Namen omenjenih ukrepov je preprečiti izgubo primernih habitatov za plazilce. Poleg preprečevanja dostopa plazilcev na cestišče, obstaja nekaj običajnejših ukrepov, ki vključujejo urejanje okolice cestišča in pokrajinsko načrtovanje:

- ✓ povečanje površin, ki so usmerjene proti jugu,
- ✓ vključitev večjega števila izpostavljenih površin,
- ✓ načrtovanje mozaične pokrajinske sheme z različnimi vegetacijskimi tipi, ki bodo omogočali prehode med različnimi pokrajinskimi elementi,
- ✓ uporaba odprtih drenažnih struktur in kontrola onesnaževanja,
- ✓ izdelava in nameščanje struktur, ki bodo plazilcem nudile kritje, prezimovališča, mesta za sončenje ter za odlaganje jajc.

Vzdrževalna dela

Nekatera rutinska vzdrževalna dela, kot je na primer košnja, predstavljajo potencialno nevarnost za poškodbe in smrtnost plazilcev. Najmanjša predlagana višina pokošene trave, ki zagotavlja kritje živalim, je 15 cm. Glede na to, da so ogrožene vrste pogosto pojavljajo na cestiščih, je obravnavani ukrep mogoče uvesti na območje celotne cestne infrastrukture. V posebno občutljivih območjih in na mestih, kjer se plazilci redno sončijo, je priporočljivo košnjo opravljati v času, ko je temperatura najvišja ter v sončnih in toplih dneh, s čimer plazilcem zagotovimo varnejši beg. V takšnih območjih je priporočljivo opozorilno »preganjanje« plazilcev neposredno pred košnjo, s čimer preprečimo kontakt živali z mehanizacijo.

Vzdrževalna dela, kot so odstranjevanje vegetacije, je potrebno opraviti med novembrom in januarjem, torej v času, ko plazilci prezimujejo. Ker so tla neprimerna za prezimovanje, ni pričakovati vpliva na prezimujoče plazilce, z odstranjevanjem

vegetacije pa se kvaliteta obcestnega pasu kot habitata zmanjšuje tako za plazilce kot tudi za ptice in sesalce.

Nadomeščanje izgub habitatov se zagotovi z nameščanjem struktur, ki so primerne za prezimovanje, sončenje in kritje plazilcem. Nadomestne strukture je potrebno umestiti pred odstranjevanjem vegetacije. Raznolikost nadomestnih struktur zagotovimo z izgradnjo prezimovališč, nameščanjem kupov dračja in skladovnic hlodov različnih velikosti. Pri izdelavi bankin in površin, ki služijo za sončenje, lahko uporabimo izkopani material. Za kače je potrebno namestiti posamezne kupe odmrle trave ali ostalega rastlinskega materiala. Strukture morajo imeti čim večjo površino obrnjeno proti jugu.

Načrtovanje pokrajine okrog cestišča mora zagotavljati mozaično, odprto in presvetljeno strukturo, vegetacija pa mora nuditi zavetje plazilcem in drugim živalim. S postopnim prehajanjem vegetacije preprečimo ostre prehode in oblikovanje robnega efekta. Ostanke pokošene trave dodajamo na strukture, ki so namenjene kačam v času izleganja jajc. V primeru, da je omenjene strukture potrebno odstraniti, naj bo poseg izveden v času med novembrom in februarjem.

Zmanjševanje vplivov prometa na plazilce

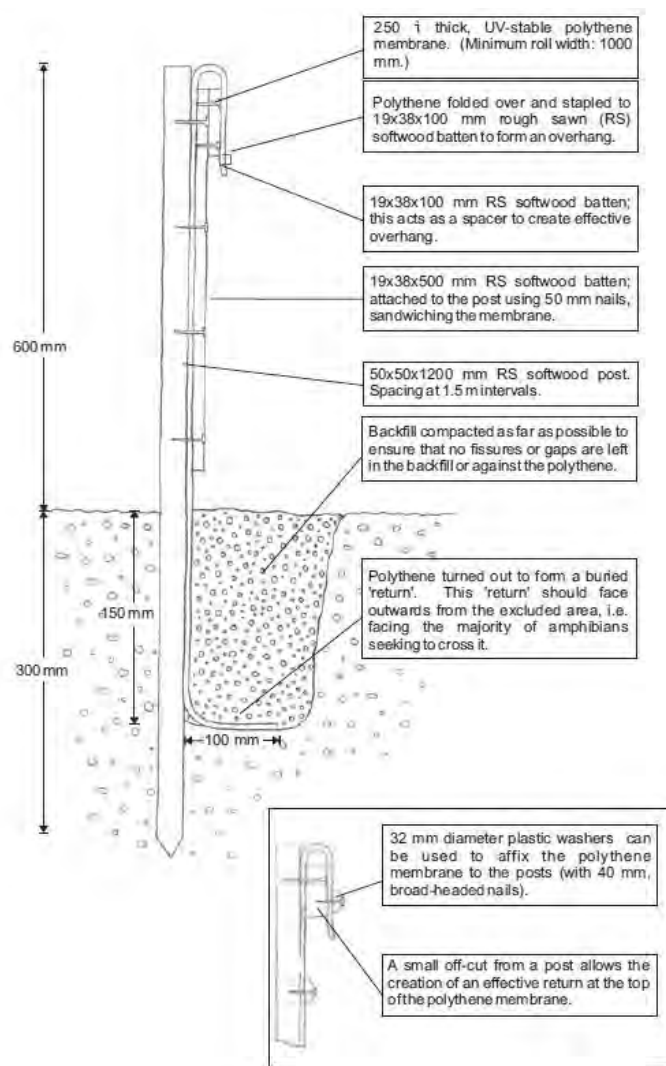
Prehodi plazilcev čez ceste ponavadi niso zgoščeni v neki točki, večinoma gre za razpršena prehajanja, ki jih je težko predvideti in posledično preprečiti. Kljub temu pa obstajajo načini, s katerimi lahko vsaj na določenih mestih preprečimo neposreden dostop živali na cestišče. Osnova za poznavanje kritičnih točk je monitoring povozov. Z dolgoročnim spremljanjem in beleženjem povozov tako plazilcev kot tudi drugih živali, je mogoče pridobiti sliko problematičnih odsekov in posledično ustrezno ukrepati. Živalim lahko preprečimo dostop na cestišče in tako povečamo vpliv fragmentacije in izoliranosti območij, lahko pa jim omogočimo prehajanje linijskih infrastruktur z izgradnjo podhodov. V nadaljevanju predstavljamo nekaj primerov zmanjševanja vplivov ceste na plazilce.

Nameščanje ograj

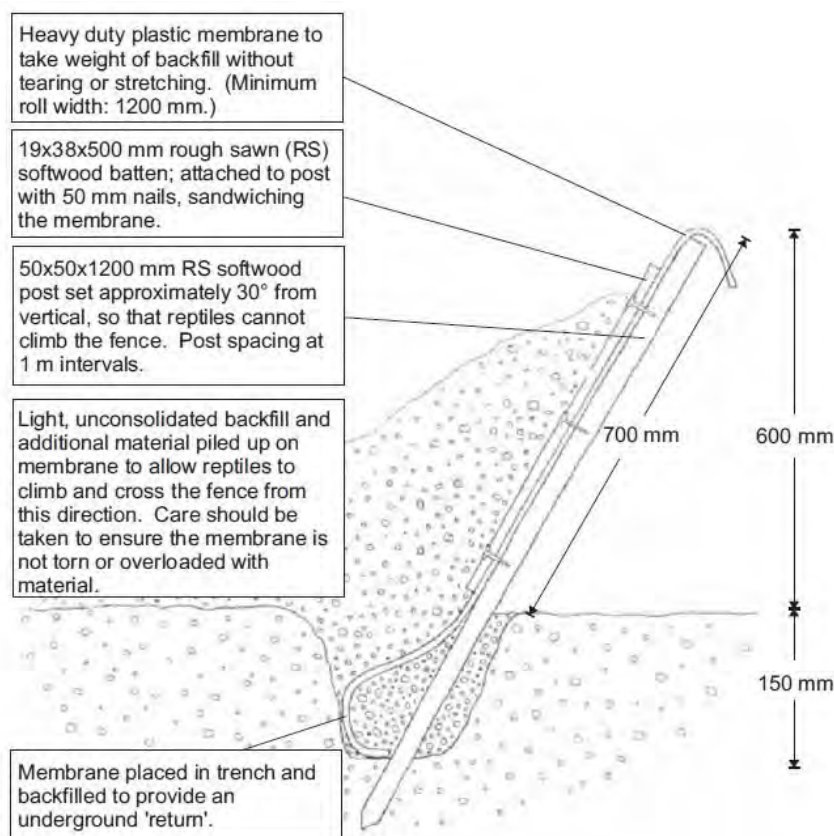
Pri nameščanju ograj za manjše živali moramo biti pozorni na način nameščanja in tip ograje, ki ga uporabimo. Preproste ograje (npr. namenjene za dvoživke) pogosto ne predstavljajo zadostne ovire za plazilce, ki so sposobni oviro preiti s plazenjem in kopanjem pod njo. Pomembno je, da so ograje trdno vkopane v podlago, pri nameščanju pa je potrebno preprečiti nastajanje špranj v podlagi pod ograjo. Na ta način bomo plazilcem uspešno preprečili dostop na cestišče in jih usmerili proti podhodu.

- ✓ *Začasna ograja* (Slika 1: Primer začasne ograje (povzeto po The Good Roads Guide). in Slika 2)

Uporablja se v situacijah, kjer želimo ograjo namestiti zgolj v kritičnem obdobju prehajanja živali. Začasna ograja predstavlja ustrezno oviro v aktivnem obdobju plazilcev, v času ostrejših vremenskih vplivov pa ta tip ograje ni primeren. V zimskem času ograja ni potrebna in jo lahko odstranimo, predvsem zaradi oviranja vzdrževalnih del ob cestišču.



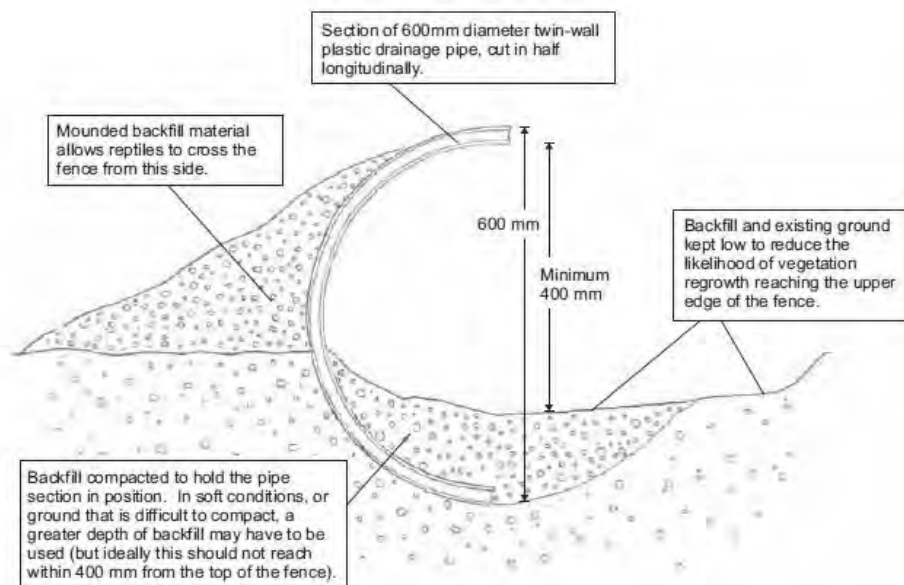
Slika 1: Primer začasne ograje (povzeto po The Good Roads Guide).



Slika 2: Primer začasne ograje (povzeto po The Good Roads Guide).

✓ *Enosmerna pol-trajna ograja (Slika 3)*

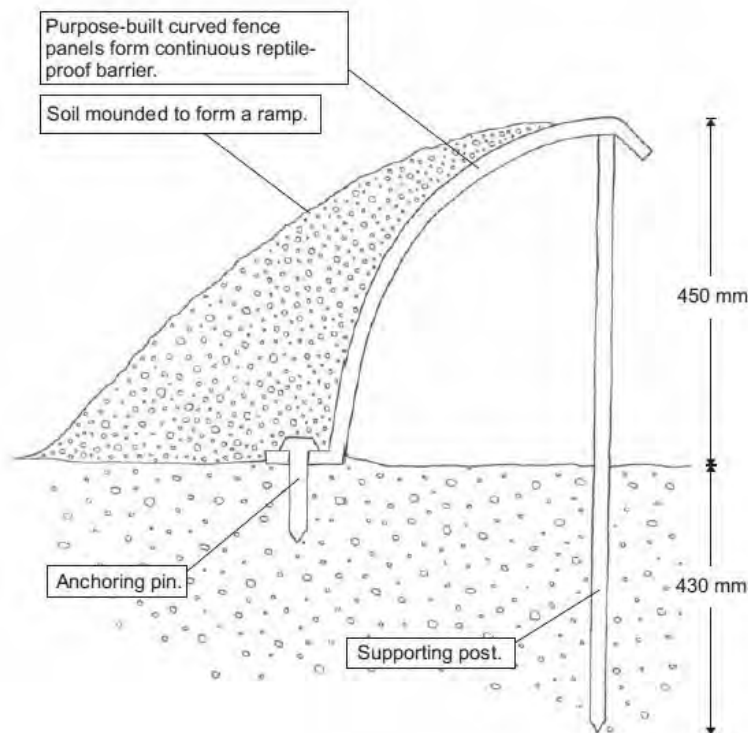
Ograja je sestavljena iz trdne, vzdolžno prerezane, plastične drenažne cevi. Gre za cenovno ugodno varianto, ki je po obstojnosti in trdnosti primerljiva s trajnimi ograjami. V primerjavi z začasnimi ograjami so te ograje primernejše predvsem v okoljih, kjer pričakujemo poškodbe na ograjah. Obravnavani tip ograje omogoča izhod plazilcev, ki so po naključju zašli na cestišče, obenem pa je vizualno manj vpadljiva. Metoda je primernejša tudi v primeru zahtevnejšega terena.



Slika 3: Primer enosmerne pol-trajne ograje (povzeto po The Good Roads Guide).

✓ *Trajna enosmerna ograja (Slika 4)*

Gre za tip ograje, ki se uporablja v redkih situacijah na območjih, kjer je potrebna celoletna pregrada. Zgrajena je iz namenoma oblikovanih plastičnih panelov s pritrjevalnimi in podpornimi klini. Struktura ograje omogoča plazilcem in drugim živalim enosmerni prehod na delu, kjer je ograja prekrita s prstjo. Ko vegetacija ta del prekrije, je ograja nevpadljiva. Na predelu, ki služi oviranju živali, je potrebno vzdrževati nizko vegetacijo, s čimer se zagotovi učinkovitost ograje. Najpomembnejši podatek je, da ograje lahko ostanejo na istem mestu dalj časa.



Slika 4: Primer trajne ograje (povzeto po The Good Roads Guide).

Povzetek navodil za nameščanje ograj za plazilce:

- Učinkovitost ograj je potrebno redno preverjati in jih vzdrževati, če je to potrebno.
- Pri nameščanju ograj je potrebno zagotoviti trdnost in stabilnost strukture, prav tako je potrebno zagotoviti kompaktnost in stabilnost površine v okolici ograje.
- Pri utrjevanju rahlih podlag je potrebno vključiti trdnjši material, ki zagotavlja trdnost ograj in okolice.
- Strukture ograj naj bodo sestavljene iz obnovljivih, naravi neškodljivih materialov.
- Vse vrste ograj morajo biti nameščene pred pričetkom gradnje in obratovanja ceste.

Kanali za prehajanje plazilcev pod cestiščem (Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.)

Kanali za prehajanje plazilcev so se izkazali kot učinkovita metoda, ki zmanjša število povozov. Ponavadi so takšni kanali primerni tudi za dvoživke. Prehodi so pomembni predvsem na robnih habitatih, kar nakazuje večjo vrstno pestrost.

Časovna razporeditev prehajanj ustreza sezonskim aktivnostim plazilcev z zelo nizkimi deleži v času od jeseni do zgodnje pomladi, ko plazilci niso aktivni (Rodriguez in sod. 1996). V času njihove aktivnosti je opaziti razlike v številu prehajanj v odvisnosti od habitata, ki cesto obdaja, kar je najverjetneje rezultat mikrohabitatnih zahtev posameznih vrst. V nekaterih študijah je bilo ugotovljeno, da sta glavna dejavnika, ki vplivata na število prehodov, oblika prehoda in frekvenca človeških motenj na cestišču. Kanali, ki so merili 2 metra v širino, in podhodi so se izkazali kot najučinkovitejši načini za prehajanje plazilcev. Raziskovalci so omenjeno preferenco plazilcev pojasnili s termoregulacijskim vedenjem plazilcev, ki naj bi prehode izbirali glede na pogoje, ki naj bi jim zagotavljali hitro uravnavanje primerne telesne temperature. Cesta, ki so jo

proučevali, je bila usmerjena v smeri sever-jug, kar pomeni, da so nadvozi nezasenčeni večino dneva, medtem ko prejmejo manjši kanali nekaj svetlobe le v jutranjem in večernem mraku. Nasprotno velja za večje kanale in podhode, ki večji del dneva nudijo ustrezne mikrohabitatne razmere za plazilce (Rodriguez in sod. 1996). V nekaterih študijah omenjajo, da so nižji kanali manj primerni na cestah z visoko gostoto vozil, ki seleče se plazilce in dvoživke motijo pri prehajanju skozi kanal.

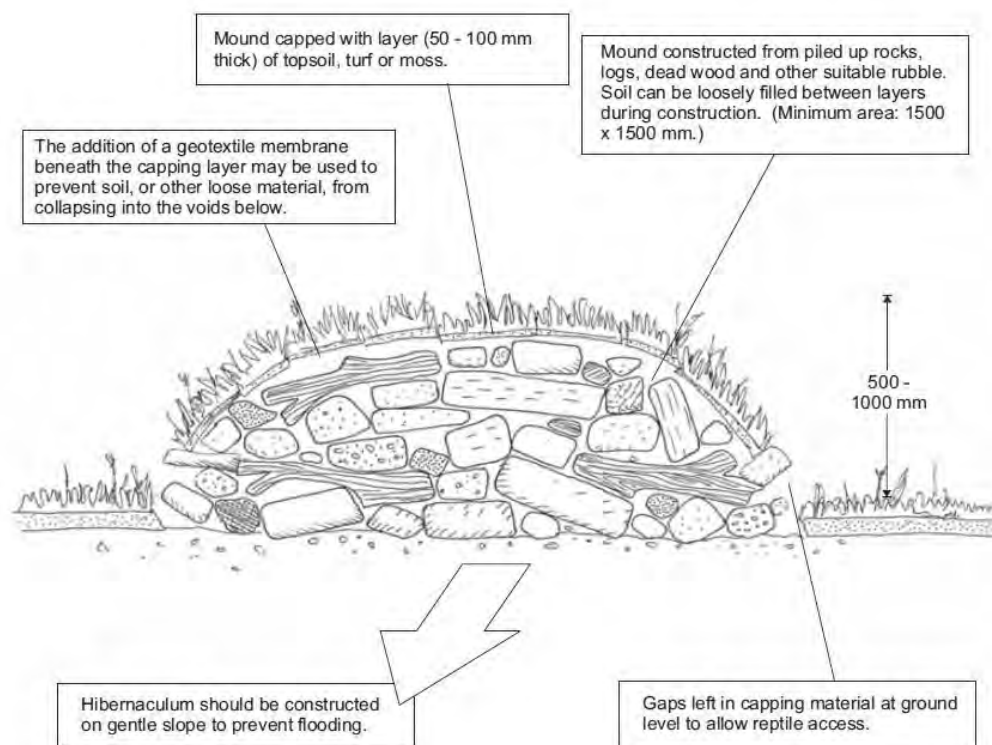
Nadhodi

Plazilci uporabljajo različne vrste nadhodov pri prečkanju cestišč (Rodriguez in sod. 1996), pri čemer pa je pomembno, da imajo živali zagotovljeno kritje. Rastje je torej pomemben dejavnik, ki vpliva na kakovost nadhodov, saj se v njem plazilci skrijejo pred plenilci, obenem pa jih vegetacija ščiti pred pregrevanjem na soncu.

Izdelava prezimovališča (*hibernaculum*) (Slika 5)

Na pomembnih območjih za plazilce je potrebno zagotoviti zadostno število prezimovališč za plazilce, ki smo jim z umestitvijo ceste poslabšali ali uničili habitat. Prezimovališča ali *hibernacula* so mesta, kjer plazilci preživijo obdobje hladnih mesecev. Gre za suha, pokrita območja, v katerih se nahajajo špranje in odprtine, v katerih si živali poiščejo zavetje. Pri nameščanju prezimovališč moramo biti pozorni na podlago, na katero bo prezimovališče postavljeno. Na vodoprepustni podlagi je mogoče prezimovališča vkopati, na neprepustni podlagi pa je potrebno le-te postaviti nad podlago, s čimer preprečimo, da bi voda zalila prostore znotraj prezimovališč. V primeru, da bi voda zastajala v prostorih med materialom, se pojavi nevarnost zimske poledenitve prezimovališč živali. Nadzemna prezimovališča se nameščajo tudi na območjih, kjer podlaga ne omogoča izkopavanja.

Prezimovališča je potrebno sestaviti iz naravnih materialov, ki omogočajo oblikovanje vmesnih prostorov, v katere se živali skrijejo. Zagotoviti je potrebno trdnost strukture samega prezimovališča. Najprimernejši materiali so večji kamni in manjše skale s pH-jem, ki ustreza območju, v notranjosti pa je potrebno zagotoviti določen delež odmrlega lesa.



Slika 5: Primer konstrukcije prezimovališča (povzeto po The Good Roads Guide).

VIRI

Ashley, P. E., Kosloski, A., Petrie, S.A. 2007. Incidence of intentional vehicle-reptile collisions. *Human Dimensions of Wildlife*, 12:137-143.

Bonnet, X., Naulleau, G., Shine, R. 1999. The dangers of leaving home: dispersal and mortality in snakes. *Biological Conservation*, 89: 39-50.

Clarke, G., Howison, J., Hawker, B.H., O'Hagan, D. 1999. *The Good Roads Guide: Nature Conservation Advice in Relation to Otters. Design Manual for Roads and Bridges. The Highways Agency, HMSO London. Vol. 10, section 4 Nature Conservation, Part 4, HA 81/99, 40 str.*

Denac, K. 2003. Mortaliteta vretenčarjev na cestah Ljubljanskega barja. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo. 79 str.

Forman, R. T. T. et al. 2003. *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press, Washington, D.C.

Hartmann, P. A., Hartmann, M. T., Martins, M. 2011. Snake road mortality in a protected area in the Atlantic forest of southeastern Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 6 (1): 35-42.

<http://www.illreptile.com>, obiskano dne: 7.9.2012

<http://www.dft.gov.uk/ha/standards/dmrb/>, obiskano dne: 7.9.2012

Krofel, M., Cafuta, V., Planinc, G., Sopotnik, M., Šalamun, A., Tome, S., Vamberger, M., Žagar, A. 2009. Razširjenost plazilcev v Sloveniji: pregled podatkov, zbranih do leta 2009. *Natura Sloveniae*, 11 (2): 61-99.

Mršić N. 1996. Plazilci (Reptilia) – pomen, stanje raziskanosti in ogroženosti. V: Žagar, A. 2008. Pomen presvetlitev za plazilce (Reptilia) v gozdni krajini. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 102 str.

Rodriguez, A., Crema, G., Delibes, M. 1996. Use of non-wildlife passages across a high-speed railway by terrestrial vertebrates. *Journal of Applied Ecology*, 33: 1527-1540.

Sket, B., Gogala, M., Kuštor, V. (ur.) 2003. Živalstvo Slovenije. Tehniška založba Slovenije, 664 str.

Žagar, A. 2008. Pomen presvetlitev za plazilce (Reptilia) v gozdni krajini. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 102 str.

DVOŽIVKE

Dvoživke so skupina vretenčarjev, ki se kot žrtev v prometu pojavlja predvsem zgodaj spomladi, neredko pa tudi jeseni. Čeprav so relativno majhne živali, pa zaradi njihove številčnosti težko spregledamo njihovo prisotnost v na cesti. Dvoživke se običajno selijo iz prezimovališč na mrestišča v velikem številu in množica dvoživk, ki prečka cesto, se kaj hitro spremeni v »črno točko«. Tako namreč imenujemo mesta ali odseke cest, kjer so povozi dvoživk najpogostejši. Poznamo več rešitev, ki pa imajo različne učinke. Najučinkovitejši ukrepi so običajno tudi najzahtevnejši in najdražji.

Opis skupine

V Sloveniji je bilo do letos potrjenih 20 vrst dvoživk (Priloga 1) (Poboljšaj 2003, Stanković in Delić 2012), ki jih glede na telesno obliko uvrščamo v dva redova: repate krkone in brezrepe dvoživke. Repati krkoni obdržijo rep celo življenje, mednje pa sodijo močerili, močeradi in pupki. Brezrepe dvoživke pa imajo rep le v stadiju ličinke in se nato tekom preobrazbe resorbira. Predstavniki te skupine v Sloveniji so krastače, urhi, navadna česnovka, zelena rega ter rjave in zelene žabe (Poboljšaj 2003, Veenvliet in Kus Veenvliet 2008).

Kot že njihovo ime pove, so dvoživke vretenčarska skupina, ki je vezana tako na kopenske kot vodne habitate. V Sloveniji vse vrste, razen planinskega močerada, za razmnoževanje uporabljajo celinske vode. Pri izbiri habitata je posebej močeril ali človeška ribica, ki naseljuje podzemne vode. Ostale vrste, ki jih najdemo v nadzemnih habitatih, pa imajo zelo podoben razvoj.

Zgodaj spomladi se dvoživke preselijo iz prezimovališč v vodna telesa, kjer odložijo jajčeca. Jajčeca so lahko posamična, zavita v liste rastlin, ali pa v skupkih, ki jih imenujemo mresti. Izjema je navadni močerad, pri katerem se jajca razvijejo v telesu in v vodo izleže dobro razvite ličinke. Od vrste je odvisno v katerem tipu vode poteka razmnoževanje. Medtem ko vrste, kot je npr. navadni močerad, izbirajo tekoče vode, se druge razmnožujejo v stoječih vodah različnih velikosti (Poboljšaj 2003, Veenvliet in Kus Veenvliet 2008). Dodatni dejavnik pri izbiri mrestišča je tudi prisotnost rib, ki plenijo jajčeca, in ličinke nekaterih dvoživk (Veenvliet in Kus Veenvliet 2008). Po razmnoževanju se odrasli osebki česnovke, rjavih žab, krastač, navadnega močerada, navadnega ter velikega pupka in zelene rege razpršijo v okoliške kopenske habitate – poletna prebivališča (npr. gozd), zelene žabe, urhi in planinski pupek pa ostanejo ob in v vodi (Arnold in Burton 1992, Poboljšaj 2004, Veenvliet in Kus Veenvliet 2008). Ker imajo tanko kožo, ki jih slabo ščiti pred izsušitvijo, se na kopnem dvoživke zadržujejo v vlažnih habitatih (Veenvliet in Kus Veenvliet 2008).

Po odložitvi jajčec se iz njih v tednu ali dveh izležejo ličinke, ki jih pri brezrepih dvoživkah imenujemo paglavci. Ličinke dihalo s škrgami, vse dokler se jim v procesu preobrazbe, ki nastopi en do dva meseca po izvalitvi, ne razvijejo pljuča. Preobrazba se zaključi konec poletja / začetek jeseni. Kot odrasli osebki lahko takrat zapustijo vode in se razpršijo v okoliške kopenske habitate (Poboljšaj 2003). Te selitve mladih osebkov so običajno množične in razdalja selitev je krajša kot pri odraslih osebkih (Vidic 2002).

Po parjenju se dvoživke na kopnem intenzivno prehranjuje in tako naberejo zadostno zalogo maščobe za prezimovanje. Dvoživke nimajo stalne telesne temperature, zato si jeseni poiščejo prezimovališče, kjer v otrplem stanju preživijo zimo. Posledično lahko jeseni zopet opazujemo številčnejše selitve dvoživk. Prezimujejo lahko zarite v blatu na dnu mlake, v jamah, rovih, v

trhlih štorih ipd. vse do zgodnje spomladi, ko se v vlažnih in toplih nočeh zopet odpravijo k mrestiščem (Poboljšaj 2004, Veenvliet in Kus Veenvliet 2008). Razdalje, ki jih premagajo na tej selitvi, se razlikujejo od vrste do vrste. Najdlje potuje navadna krastača, ki lahko premaga tudi do 5 km, sledita ji sekulja (do 2 km) in rosnica (do 1,1 km). Pupki običajno migrirajo do 400 m (Blab 1986, Lešnik in Cipot 2007).

Ker so občutljive na spremembe v okolju in nanje hitro reagirajo, se dvoživke uporablja tudi kot bioindikatorje stanja okolja (Poboljšaj 2003, Cipot in Lešnik 2007, Lešnik in Cipot 2007). Že manjši posegi v njihove habitate prizadenejo ter povzročijo spremembe v populaciji. Poleg tega imajo dvoživke omejene sposobnosti naseljevanja novih območij, saj jim neustrezni habitati predstavljajo nepremostljivo oviro ter se ne selijo na daljše razdalje (Veenvliet in Kus Veenvliet 2008). Grožnje dvoživkam so (Carey in Bryant 1995, Poboljšaj 2003, Cipot in Lešnik 2007, Lešnik in Cipot 2007, Pickford in sod. 2007, Veenvliet in Kus Veenvliet 2008, Silva in sod. 2009, Gahl in Calhoun 2010):

- Uničevanje in fragmentacija naravnih življenjskih prostorov: zasipavanje in izsuševanje vodnih habitatov, urejanje rečnih bregov in odstranjevanje vegetacije, regulacija vodotokov in protipoplavne ureditve poplavnih območij, nevzdrževanje in posledično zaraščanje mlak ter kalov, izginjanje vlažnih travnikov zaradi intenzifikacije kmetijstva (monokulture, spreminjanje travnikov v njive ...), izkoriščanje površinskih vodnih virov za namakanje, sečnja gozdov ter njihovo intenzivnejše izkoriščanje ipd.
- Razvoj infrastrukture in prometa: Ker se večina dvoživk seli med prezimovališči, mrestišči in poletnimi habitati, lahko promet vpliva na njihove populacije, v kolikor ceste sekajo njihove migracijske poti. Poleg tega lahko z izgradnjo nove infrastrukture uničimo življenjske prostore ter jih razdrobimo.
- Onesnaževanje: vnos pesticidov in gnojil v okolje, acidifikacija, eutrofikacija, vnos težkih kovin, soli, ostankov zdravil, blata iz čistilnih naprav, hormonskih motilcev idr. v okolje ter posledično vpliv na imunski sistem dvoživk.
- Vlaganje rib: ribe se hranijo z jajci in ličinkami dvoživk. Z vlaganjem rib v vode, kjer naravno rib ni, določene vrste izgubijo potencialno mrestišče, saj zaznajo prisotnost plenilcev.
- Vnos tujerodnih konkurenčnih vrst in plenilcev v vode, kjer jih prej ni bilo.
- Klimatske spremembe in povečana izpostavljenost UV sevanju.
- Neposredno pobijanje: ponekod se dvoživke še vedno lovijo za prehrano.
- Bolezni (ranavirusi, patogene glive, tujerodna gliva *Batrachochytrium dendrobatidis* ...), pogosto v navezavi z prej naštetimi dejavniki.

V Sloveniji so vse vrste dvoživk uvrščene na Rdeči seznam Slovenije (Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Ur. l. RS, št. 82/2002, 42/2010)) in jih in so zavarovane z Uredbo o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (Ur. l. RS, št. 46/2004, 109/2004, 84/2005, 115/2007, 96/2008, 36/2009, 102/2011) Poleg tega mora Slovenija kot članica Evropske unije spoštovati tudi mednarodno zakonodajo. Tako varujemo nekatere vrste tudi z Direktivo o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst – Habitatno direktivo (The Council Directive 92/43/EEC on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora - "The Habitat Directive") ter Bernsko konvencijo – Konvencija o ohranjanju prostoživečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njunih naravnih življenjskih prostorov (Ur. l. RS, št. 55/99, MP 17).

Dvoživke in promet

Uničenje habitata

Tekom leta se dvoživke zadržujejo tako v vodnih kot kopenskih habitatih. Vodna telesa imajo običajno vlogo mrestišč, medtem ko na kopnem dvoživke poiščejo poletna prebivališča in prezimovališča. Vsa tri bivališča so si med seboj enakovredna, zato ima izguba kateregakoli izmed njih velik vpliv na populacijo dvoživk na tem mestu in lahko povzroči propad celih populacij (Poboljšaj 1996, Poboljšaj in sod. 2002). Pri izgradnji prometne infrastrukture je problematično izsuševanje močvirnih in vlažnih predelov, izsuševanje in popolno uničenje vodnih teles, reguliranje vodotok (Poboljšaj 1996). Dvoživke se namreč držijo bolj ali manj ustaljenih poti in se vračajo v svoje rojstno mrestišče. Zato moramo ob uničenju le-tega in zgraditvi nadomestnega dvoživke prenašati v novo mlako toliko časa, dokler med njimi ni več osebkov iz starega mrestišča (Poboljšaj in sod. 2000, Vidic 2002).

Vpliv onesnaževanja

Neposredno in posredno onesnaževanje zaradi cest in dejavnosti povezanih z njimi ima lahko pomembne vplive na dvoživke. Meteorna voda s cestnih odtokov in urbanih površin vsebuje številne snovi, kot so različni ogljikovodiki (ostanki gum, produkti goriv, policiklični aromatični ogljikovodiki (PAH)), kovine, dušikove spojine, posipni materiali proti zmrzali in številne druge (Sanzo in Hecnar 2006, Brown in sod. 2012). Strupene snovi, ki jih oddajajo v okolje vozila ali ki se uporabljajo pri vzdrževanju cest, lahko delujejo kot endokrini motilci in zmanjšajo razmnoževalne sposobnosti in možnost preživetja dvoživk. Visoke koncentracije naftnih derivatov v vodi lahko ovirajo rast ličink in preprečujejo metamorfozo. Zaznane so fiziološke (npr. dihalne) in etološke spremembe pri dvoživkah tudi zaradi ozona. Snovi iz avtomobilov (npr. anorganski anioni kot so sulfati in kloridi) ter mehanski (odpadli/pokvarjeni) deli so lahko prisotni v oddaljenosti tudi 30 m od cestišča. Dodatna težava za dvoživke je tudi uporaba herbicidov na cestnem robu v državah, kjer je tovrstna praksa prisotna (Andrews in sod. 2008).

Že nizke koncentracije goriv imajo vpliv na razvoj in preživetje nekaterih dvoživk (Sanzo in Hecnar 2006). Tudi nesmrtni koncentracije kovin imajo ekološko pomembne vplive na populacije dvoživk (Sanzo in Hecnar 2006). Vplivi (težkih) kovin na dvoživke je vsaj za nekatere vrste relativno dobro raziskan.

Predvsem ob avtocestah onesnažena voda konča v zadrževalnih bazenih, ki jih dvoživke pogosto uporabljajo za razmnoževanje (Brown in sod. 2012). Različna onesnaževala se lahko v zadrževalne bazene spirajo v sunkih zaradi padavin. In ker privabljajo dvoživke kot potencialna mrestišča, kamor dvoživke tudi dejansko odlagajo mreste, lahko delujejo kot ekološke pasti (Massal in sod. 2007).

Posipavanje cest

Dvoživke so zelo občutljive na povečano koncentracijo soli v vodi zaradi zelo prepustne kože, ki je ključna pri osmoregulaciji in dihanju. V zmernih regijah, kjer obstaja možnost poledic na cestah, so lahko vodni habitati onesnaženi s snovmi proti zmrzali cest in pločnikov (t.i. posipni materiali) ter snovmi, ki so povezane s posipnimi snovmi (ponekod uporabljajo snovi za čiščenje posipnih materialov in snega; v soleh so prisotna tudi sredstva proti strjevanju soli). Poleg natrijevaga klorida (NaCl) se uporabljajo še magnezijev klorid ($MgCl_2$), natrijev format ($CHNaO_2$), magnezijev acetat ($C_4H_6MgO_4$), kalcijev acetat ($C_4H_6CaO_4$) (Dougherty in Smith 2006), natrijev acetat (CH_3COOK), kalcijev klorid ($CaCl_2$), sečnina (CH_4N_2O), kalcijev magnezijev acetat

($\text{C}_8\text{H}_{12}\text{CaMgO}_8$) (Harless in sod. 2010), med sredstvi proti strjevanju pa je možno najti natrijev ferocianid ($\text{Na}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$) (Dougherty in Smith 2006) ali železov ferocianid ($\text{Fe}_4(\text{Fe}_3(\text{CN})_6)_3$) (Kelting in Laxson 2010). Onesnaženje okolja z navedeni snovmi je lahko dolgotrajno, te snovi pa se posledično znajdejo tudi v bližnjih vodnih habitatih (Dougherty in Smith 2006). Dodatni dejavniki ki prispevajo k povišani koncentraciji soli v stoječih vodnih telesih ob cestah in predvsem zadrževalnih bazenih za vode iz cestnih površin, so omejen pre/tok vode in sezonska evaporacija (Kelting in Laxson 2010). Sol s cestišč lahko konča v mokriščih oddaljenih 170 m od ceste, negativni učinek na dvoživke se je v eni od raziskav pokazal v oddaljenosti do 50 m od cestišča, a so lahko vplivi na območjih z večjo gostoto cest še daljnosežnejši (Karraker in sod. 2008). Nekateri ugotavljajo, da soli iz cestišč spremenijo vodne habitate v oddaljenosti tudi do 1500 m od cest z gostim prometom (Andrews in sod. 2008). Mokrišča v bližini cest lahko imajo 100-krat večje vsebnosti kloridovih ionov kot oddaljena in koncentracije, ki predstavljajo 25 % slanosti morske vode (Denoël in sod. 2010). Vpliv soli na dvoživke se med vrstami sicer razlikuje (Kelting in Laxson 2010). Vsaj vrste, ki živijo v obmorskih mokriščih, so prilagojene in tolerantne na brakično vodo ali celo slana okolja (Denoël in sod. 2010). Različen vpliv je lahko tudi pri različnih populacijah iste vrste (Brown in sod. 2012). Povišane koncentracije soli v vodi imajo vpliv na zarodke dvoživk, saj manj vode prehaja skozi vitelinsko ovojnico, kar vodi do poškodb v razvoju in posledično povzroča abnormalnosti. Poleg tega povečana koncentracija soli vodi do zmanjšane rasti in manjše verjetnosti preživetja zarodkov ter ličink dvoživk (Kelting in Laxson 2010). Kot kažejo raziskave, kjer so bile uporabljene koncentracije posipnih materialov, kot jih je moč najti v naravnem okolju ob cestah, so ličinke dvoživk bolj občutljive na naštetih snovi kot vodni nevretenčarji. MgCl_2 se je za tri vrste ličink severnoameriških dvoživk izkazal za bolj nevarnega kot NaCl . Poleg tega obstaja nevarnost, da kombinacija naštetih snovi deluje drugače kot vsaka posamezno (sinergijski učinki) (Dougherty in Smith 2006). Kronična izpostavljenost (90 dni) paglavcev gozdne žabe NaCl je zmanjšala odstotek preživelih, telesno maso, aktivnost, do metamorfoze je prišlo bolj zgodaj ter povečale so se nenormalnosti pri koncentracijah, kot so prisotne v naravi ob cestah. Povečana koncentracija Cl^- je tudi sovpadala z manjšim številom vrst dvoživk v mokriščih, število teh pa se je z oddaljenostjo od ceste povečevalo (Sanzo in Hecnar 2006). Druga raziskava je pokazala, da so zgoraj naštetih acetati in CaCl_2 , ki se mnogokrat uporabljajo kot alternativa klasičnim posipnim sredstvom in so toksikološko slabo preverjeni, (mnogo) bolj nevarni za ličinke dvoživk kot NaCl , sečnina ali MgCl_2 (Harless in sod. 2010). Natrijev in železov ferocianid lahko pod vplivom svetlobe razpadeta v mnogo bolj strupena cianid (CN^-) ali hidrogen cianid (HCN), ki sta lahko problematična, čeprav je njuna prisotnost v okolju ob cestah slabo raziskana (Kelting in Laxson 2010). Posredni (ekološki) učinki soli v vodi so tudi zmanjšanje količin hrane za ličinke dvoživk (Karraker in sod. 2008). Ugotovljeni so tudi negativni etološki vplivi soli na ličinke sekulje, npr. počasnejše premikanje paglavcev (Denoël in sod. 2010). Kalcijev klorid se ponekod uporablja kot sredstvo proti prašenju, z njih pa so tudi povezani množični pomori močeradov ponekod v ZDA (Andrews in sod. 2008).

Hrup in svetlobno onesnaževanje

Hrup in talne vibracije lahko motijo znake, ki so nujno potrebni za orientacijo in navigacijo med migracijo nekaterih dvoživk. Nizke frekvence na površini tal zaradi prometa stimulirajo pojav brezrepnih severnoameriških dvoživk iz rodu *Scaphiopus* – hrup ustvari namreč podoben zvok kot dež (Andrews in sod. 2008). Hrup s cest je lahko pomembna motnja tudi z vidika oglašanja samcev in prepoznavanja zvokov pri samicah (Bee in Swanson 2007). Podobno kot pri pticah je bilo pri vsaj eni vrsti dvoživke ugotovljeno, da se v prisotnosti hrupa v ozadju (zaradi prometa) glasneje oglašajo (Parris in sod. 2009), med tem ko je se pri raziskavi z zeleno rego izkazalo, da

ni sposobna prilagoditev oz. plastičnosti in se pri večji jakosti hrupa preneha oglašati. V kolikor to velja za vse populacije vrste, ostaja neznanka (Lengagne 2008).

Umetno osvetljevanje ponoči ob cestah spremeni način iskanja hrane, razmnoževanje in obrambne odzive. Izpostavljenost umetni svetlobi lahko povzroči, da nočne dvoživke opustijo normalno vedenje in ostanejo negibne še dolgo časa, ko je bil vir svetlobe odstranjen (Andrews in sod. 2008).

Fragmentacija in povozi

Z zgraditvijo prometne infrastrukture presekamo ustaljene selitvene poti dvoživk in povzročimo fragmentacijo njihovih habitatov. Preko teh poti so namreč povezani različni kopenski in vodni habitat, ki jih dvoživke uporabljajo tekom življenja. Ceste na njihovi selitvi predstavlja veliko oviro in nevarnost, saj lahko na stičiščih prometnih cest in večjih migratornih poti dvoživk pride do množičnih pvozov, ki ima lahko katastrofalne posledice za lokalno populacijo. Prometna infrastruktura lahko tako postane neprehodna ovira, ki povzroči izoliranost dela populacije. Tako so deli populacij med seboj gensko izolirani, saj zaradi ovire ni možna izmenjava genskega materiala, kar lahko vodi v reprodukcijsko izolacijo (Reh 1989 v Paboljšaj 1996).

Med najpogostejšimi žrtvami prometa so predvsem vrste dvoživk, ki se selijo na daljše razdalje. To so navadna krastača in rjave žabe. Med slednjimi prevladuje sekulja. (Paboljšaj in sod. 2000). Seveda se med žrtvami v manjšem številu pojavljajo tudi ostale vrste, med njimi pupki, zelena rega in navadni močerad. Navadni močerad se kot žrtev povoza pojavlja predvsem aprila, ko samice iščejo vode, v katere bodo odložile ličinke (Vidic 2002). Dvoživke imajo bolj ali manj ustaljene selitveni poti, saj uporabljajo vsako leto iste habitate, čas in selitvene razdalje pa se razlikujejo med vrstami (Tabela 1) (Paboljšaj in sod. 2000, Vidic 2002).

Problem nastane, ko te selitvene poti presekajo prometnice. Problematične so predvsem spomladanske in jesenske selitve vrst, ki se selijo množično. Take selitve običajno potekajo na ožjem območju in potekajo le kratek čas, saj se ob pričetku primernih vremenskih razmer večina osebkov odpravi v bolj ali manj isti smeri.

V Sloveniji predstavljajo povozi dvoživk velik problem, saj so na Centru za kartografijo favne in flore tekom enoletnega projekta »Dvoživke in promet«, ki je potekal od oktobra 1999 do oktobra 2000, na 6463 km državnih cest zabeležili kar 988 črnih točk, ki so obsegale 478 km cest (Paboljšaj in sod. 2000). Odsek je bil zabeležen kot črna točka, če je bila zabeležena vsaj ena povožena dvoživka. Največ črnih točk je bilo z 1-10 opaženimi osebki (683). Sledili so odseki z 51-250 osebki (189) in 11-50 opaženimi osebki (93). Najmanj je bilo odsekov z več kot 250 osebki (23). Ker pa velikost črne točke ni odvisna le od števila opaženih osebkov, temveč tudi od dnevne obremenitve, so Paboljšaj in sodelavci (2000) potencialno velike črne točke definirali kot odseki s povprečno dnevno prometno obremenitvijo med 1500 in 70000 vozili in opaženimi vsaj 50 osebki. Njihova predpostavka je namreč bil, da ima na cestah z dnevno obremenitvijo nad 1500 vozili manj kot 20 % živali možnost prečkati cesto. To pa predstavlja usoden vpliv na stanje populacij dvoživk. Takih črnih točk je bilo 170. Poleg tega so rezultati projekta pokazali, da so črne točke običajno zgoščene ob večjih sklenjenih mokriščih ali vzdolž poplavnih območij večjih rek, kot so Mura, Krka, Sava in Soča. (Paboljšaj in sod. 2000).

Tabela 1: Časovni okvir posameznih selitev pri nekaterih vrstah (povzeto po Dehlinger in sod. 1994 v Pobjčaj in sod. 2000) ter razdalje spomladanskih selitev (Blab 1986, Lešnik in Cipot 2007).

Vrsta	Tip selitve	Mesec												Selitvena razdalja [m]
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
navadna krastača	S			■	■									5000
	P				■	■	■							
	M						■	■	■	■				
	J									■	■	■		
rosnica	S		■	■										1100
	P			■	■									
	M						■	■	■					
	J									■	■			
sekulja	S		■	■										2000
	P			■	■	■								
	M						■	■	■	■				
	J									■	■	■		
navadna česnovka	S			■	■	■								600
	P						■	■	■					
	M							■	■	■	■			
	J								■	■	■			
zelena rega	S				■	■	■							600
	P					■	■	■						
	M						■	■	■					
	J								■	■				
planinski pupek mali pupek veliki pupek	S			■	■	■								400
	P					■	■	■						
	M							■	■	■	■			
	J									■	■			
debeloglavka pisana žaba zelena žaba	S				■									
	P				■	■	■	■	■					
	M							■	■	■				
	J									■	■			
zelena krastača	S				■	■	■	■	■	■				
	P						■	■	■	■				
	M								■	■				
	J								■	■	■			

Legenda:

S – spomladanske selitve odraslih osebkov iz prezimovališč na mrestišča

P – selitev odraslih osebkov iz mrestišč v poletna prebivališča

M – selitev pravkar preobraženih mladostnih osebkov iz mrestišč

J – jesenske selitve dvozivk na prezimovališča

Pri povozih delimo vpliv ceste v tri kategorije (Vos in Chardon 1994 v Poboljšaj in sod. 2000):

- 1) Vpliv na individualni ravni: Po posameznih osebkih je najbolj pomemben negativni vpliv cest možnost povečanja smrtnosti zaradi prometa. Pri tem operiramo najprej, s kakšno verjetnostjo bo osebek naletel na cesto, nato pa z verjetnostjo njegovega preživetja pri prečkanju. Prva verjetnost je odvisna od mobilnosti vrste, selitvene razdalje in gostote cest, medtem ko je preživetje odvisno od gostote in hitrosti prometa ter časa, preživetega na cesti.

Tako lahko iz literature razberemo, da je lahko med spomladansko selitvijo na mrestišča povoženih več kot 20 % spolno zrelih osebkov, včasih celo več kot 40 %. Na primeru navadne krastače pa so študije pokazale, da je pri gostoti prometa 15-40 avtomobilov na uro, povožena kar polovica vseh osebkov, ki prečkajo cesto. Pri mladostnih osebkih je zaradi njihove dnevne aktivnosti pričakovana še večja stopnja smrtnosti, saj je preko dneva gostota prometa večja.

- 2) Vpliv na ravni populacije: Velikost vpliva cest na ravni populacij je odvisna od deleža populacije, ki »mora« prečkati cesto na poti do mrestišča, oziroma od deleža povoženih osebkov. Upoštevati moramo tudi zmožnost vrste, da izgube zaradi povozov, nadomesti z večjim razmnoževalnim uspehom. V tem primeru so najbolj ranljive dolgožive vrste z majhnim številom potomcev.

Upad številčnosti populacije lahko traja več let. Vzroka je lahko gradnja novih prometnic ali pa povečanje prometa oz. povečanje hitrosti vozil na obstoječih ali obnovljenih cestah. Glede na statističen račun bi lahko prišlo do izumrtja populacij navadne krastače in sekulje že z povozom več kot 40 % spolno zrelih osebkov na leto. Stopnja izumrtja je lahko še večja, saj izračun ne upošteva naravnih nihanj populacije in smrtnosti mladostnih osebkov.

- 3) Vpliv na ravni povezanosti populacij: vrsta lahko preživi le, če so populacije funkcionalno povezane med seboj. Te povezave pa se z vse gostejšo mrežo cest slabšajo, zmanjšuje se pretok genetskega materiala, kar s časoma privede do izumrtje vrste.

Na primeru sekulje so z genetskimi raziskavami pokazali, da predstavlja cesta pomembno oviro za populacije na vplivnem območju od 3 do 4 km.

Ukrepi

Da zmanjšamo nadaljnje izgube primernih habitatov za dvoživke in negativne vplive prometa na dvoživke, je potrebno sodelovanje med strokovnjakom za dvoživke in načrtovalcem. Poleg tega mora strokovnjak za dvoživke sodelovati tudi z samim izvajalcem gradnje, saj bodo le tako varstveni ukrepi pravilno načrtovani in izvedeni (Poboljšaj in sod. 2000). V Sloveniji je namreč že bilo izvedenih nekaj trajnih ukrepov, vendar je med njimi kar nekaj nefunkcionalnih zaradi nepopolne izvedbe in pomanjkljivega vzdrževanja (Poboljšaj in sod. 2000).

Zaradi tehnične zahtevnosti in finančne vrednosti, ukrepov ne moremo izvesti na vseh mestih, kjer dvoživke prečkajo cesto. Zato sta Faber in Pavlidis (1998 v Poboljšaj in sod. 2000) predlagala kriterije, po katerih se izbere primerne lokacije za postavitev trajnih varstvenih ukrepov za dvoživke. Podlaga za uporabo kriterijev je natančno poznavanje ničelnega stanja, ki zaobjema število vrst in oceno števila osebkov, ki prečkajo cesto; dolžino odseka, na katerem poteka selitev dvoživk; selitvene poti oz. koridorji, na katerih prihaja do selitve večjega števila živali. Za pridobitev teh podatkov avtorja priporočata uporabo tako imenovane »Zaun-Kübel-Methode«, ki je kvalitativna in kvantitativna metoda. Vključuje postavitev začasnih ograj in

nastavitev pasti. Zbrani podatki predstavljajo osnovo, na podlagi katere se določi cestne odseke za postavitev trajnih ukrepov s pomočjo spodnjih kriterijev:

- ali cestni odsek preseka selitvene poti dvoživk k mrestiščem, ki imajo regionalni oz. nacionalni pomen;
- je bila v selitvenem obdobju ob začasno postavljeni ograji zabeležena prisotnost več kot 2000 osebkov potencialno ogroženih vrst dvoživk;
- je bila v selitvenem obdobju ob začasno postavljeni ograji zabeležena prisotnost več kot 500 osebkov ogroženih vrst dvoživk;
- je bila ob začasno postavljeni ograji zabeležena prisotnost osebkov zelo ogroženih vrst dvoživk.

Ko imamo določene odseke, lahko pričnemo z izvedbo varstvenih ukrepov, ki jih glede na rok trajanja in cilje delimo v tri skupine.

Opozorilni in preventivni ukrepi

Namen opozorilnih in preventivnih ukrepov je ozaveščanje javnosti, predvsem voznikov o problematiki (Poboljšaj in sod. 2000). Ozaveščanje poteka preko raznih akcij prenašanja dvoživk, delavnic, spletnih strani, publikacijami ipd. Akcije prenašanja dvoživk preko cest s pomočjo prostovoljcev pritegnejo medijsko pozornost in omogočijo ozaveščanje širše publike.

Poleg tega voznike na prisotnost dvoživk na cesti opozarjajo tudi prometna signalizacija – prometni znaki za splošno nevarnost ali omejitev hitrosti in prepoved prehitevanja ter obvestilni znak s podobo žabe (Slika 1). Ker so selitve vezane le na določeno obdobje v letu, je priporočljivo, da so prometni znaki postavljeni na ta način, da se jih lahko po končani selitvi obrne. Ena od možnosti so betonska stojala z zatičem. Če so opozorilni znaki stalno prisotni, se vozniki navadijo na njih in njihova učinkovitost se zmanjša (Vidic 2002).

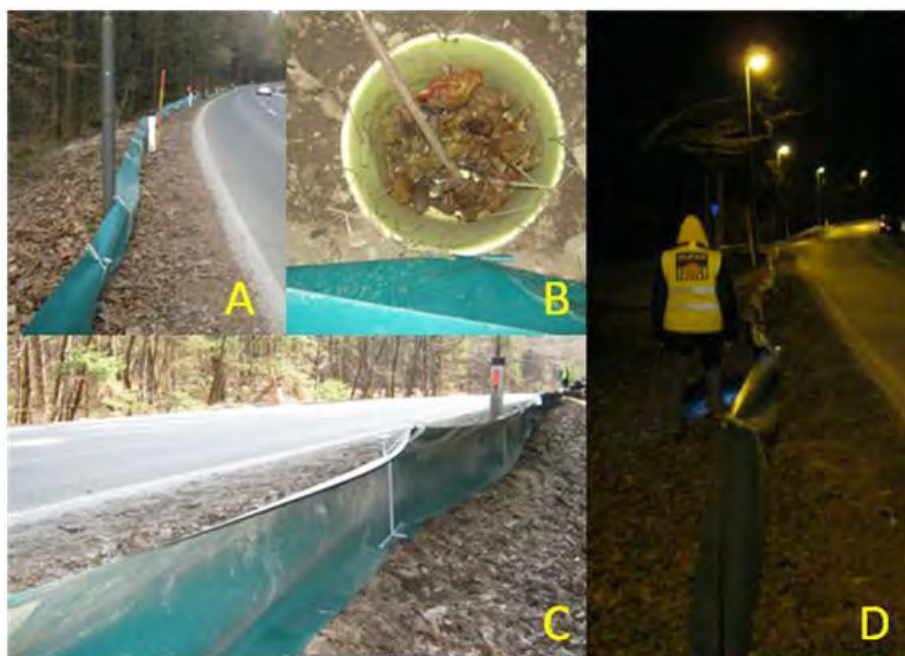


Slika 1: Prometni znak na Večni poti v Ljubljani je postavljen le v času akcije prenašanja dvoživk.

Začasni ukrepi

Eden od začasnih ukrepov je popolna zapora ceste za nekaj dni v času selitev dvoživk. To je primeren ukrep le za stranske ceste in ceste, kjer je možen obvoz (Vidic 2002).

V kolikor popolna zapora ceste ni možna, se ob cesti za čas selitev postavi začasno ograjo ter organizira pobiranje in prenašanje dvoživk čez cesto. Pri spomladanskih selitvah ta čas nastopi, ko se nočne temperature dvignejo nad 4°C in nastopi deževje (Veenvliet in Kus Veenvliet 2010). V primeru, da ograjo postavljamo ob državnih in občinskih cestah, je potrebno upoštevati veljavno zakonodajo (Zakon o javnih cestah (ZJC – UPB1, Uradni list RS 33/2006)) in pridobiti soglasje Direkcije RS za ceste. Ta ukrep je učinkovit, v kolikor je vzpostavljen sistem stalnega opazovanja, hitrega obveščanja in večjega števila prostovoljcev, ki so pripravljeni hitro priskočiti na pomoč ne glede na vremenske razmere. Da si olajšamo pobiranje dvoživk in preprečimo poveze, moramo postaviti začasno ograjo (Slika 2A). Običajno so te ograje izdelane iz PVC-ja, primerni so tudi ostali podobni umetni materiali, neprimerne pa so kovinske mreže, saj lahko živali po njih plezajo. Folijo lahko nadomestimo z gosto plastično mrežo z maksimalno velikostjo odprtin 0,5 cm (Poboljšaj in sod. 2000, Vidic 2002, Veenvliet in Kus Veenvliet 2010).



Slika 2: A – postavljanje začasne ograje; B – lovilna past; C – začasna ograja; D – večerni pregled.

Ograja mora biti visoka vsaj 60 cm – 10 cm vkopanih v tla, 40 cm ograje in 10 cm previsa (Slika 2C). Previs naj bo na strani stran od ceste, njegova naloga je onemogočiti dvoživkam plezanje preko ograje. Z vkopanjem ograje v tla ali prekritjem s prstjo preprečimo prehajanje živali pod njo. Pri postavljanju začasne ograje vpnemo folijo v tla s pomočjo kovinskih klinov ali lesenih količkov, ki naj bodo med seboj oddaljeni 2-5 m. Pomembno je, da je folija napeta in se ne poveša. Na koncu ograje postavimo folijo v obliki črke U in na ta način usmerimo dvoživke v smer vzdolž ograje (Veenvliet in Kus Veenvliet 2010). Ob ograji lahko postavimo tudi lovilne pasti – vedra (Slika 2B), v katere se bodo lovile dvoživke. Vedra morajo biti vsaj 30 cm vkopana v zemljo tik ob ograji, tako da je zgornji rob raven s tlemi. S prevrtanjem veder preprečimo zastajanje vode. Razdalja med vedri je odvisna od razgibanosti terena. Na razgibanem terenu so lahko vedra med seboj oddaljena največ 15-20 m, medtem ko je lahko na ravnini razdalja med vedri do 30 m. Za lovilne pasti uporabimo preprosta plastična ali kovinska vedra, v katere

postavimo palico, po kateri se lahko rešijo manjši vretenčarji in nevretenčarji, ki so padli v posodo (Poboljšaj in sod. 2000, Vidic 2002, Veenvliet in Kus Veenvliet 2010). Vedra morajo biti oštevilčena, saj lahko na ta način zbiramo podatke natančnejše podatke o prehajanju dvoživk na določenem odseku. V kolikor nimamo veder, si na ograji označimo odseke (npr. 10 m odseke). Ograjo vsak večer pregledujemo (Slika 2D), dobljene živali pa popišemo in prenesemo na drugo stran ceste. Živali ne odnašamo direktno v mrestišče, saj bi jih tako le dezorientirali. V primeru veder moramo ograjo pregledati tudi zjutraj, saj tako preprečimo dehidracijo ujetih živali in plenjenje preko dneva. Pomembno je, da pri pregledovanju ograje in prenašanju poskrbimo tudi za lastno varnost. Obvezna je uporaba odsevnih jopičev in če teren dopušča, hodimo zunanji strani ograje (Vidic 2002, Veenvliet in Kus Veenvliet 2010).

V Sloveniji poteka že kar nekaj akcij prenašanja dvoživk, nekatere med njimi so se odvale že nekaj let zapored. Najodmevnejša je verjetno akcija na Večni poti v Ljubljani, ki jo organizira *Societas herpetologica slovenica* – društvo za preučevanje dvoživk in plazilcev (SHS). Poleg akcije na Večni poti društvo organizira tudi akcijo v Mariboru, na cesti Za tremi ribniki, dodatno je SHS na voljo za svetovanje in pomoč posameznikom in organizacijam, ki želijo organizirati prenašanje v svojem kraju. Društvo Žverca organizira prenašanje v Hrašah pri Smledniku, KP Radensko polje v ustanavljanju pa na regionalni cesti Mlačevo – Rašica. To je le nekaj večjih akcij, poteka jih pa še veliko več širom Slovenije.

Trajni ukrepi

Medtem ko pridejo opozorilni in preventivni ukrepi ter začasni ukrepi v poštev predvsem na že obstoječi prometni infrastrukturi, se trajni ukrepi priporočajo za prihodnje projekte. Res da so finančen zalogaj, vendar ob pravilni izgradnji in vzdrževanju zmanjšajo predstavljajo učinkovito rešitev problema dvoživk v prometu (Poboljšaj in sod. 2000, Vidic 2002).

Podhodi

Ob poznavanju ničelnega stanja dvoživk na območju načrtovane prometnice, lahko načrtujemo stalne podhode, ki omogočijo varnejše prehajanje ceste. Poleg podhoda je nujno potrebno postaviti tudi varovalne in usmerjevalne ograje, ki dvoživke usmerjajo v sam podhod in jim preprečijo prečkanja ceste preko cestišča. Brez primerne ograje podhod ni učinkovita rešitev. Ograje so lahko stalne ali začasne, narejene iz različnih materialov (kovinska mreža z maksimalnimi odprtinami 0,5 cm, les, eternit, betonske plošče, ...), vendar ne smejo biti prozorne, saj se ob njih živali zadržujejo dlje časa (Poboljšaj in sod. 2000, Vidic 2002). Ne glede na material morajo ograje ustrezati določenim kriterijem (Poboljšaj in sod.):

- minimalna višina ograje mora biti 40 cm in naj bo vsaj 20 cm globoko zakopana v zemljo. S tem preprečimo, da bi živali spodkopale ograjo in prehajale pod njo.
- Ograja mora biti iz materialov, ki so odporni na visoke in nizke temperature, soli, mehke udarce (npr. nalet avtomobila ali namerno uničenje).
- Ne sme imeti ostrih robov, ki bi poškodovali živali.
- Mora biti enostavna za vzdrževanje.
- Je nepropustna za zelo majhne novo preobražene osebkke, ki dosegajo telesno dolžino 1-3 cm.

Glede na našete kriterije je najustreznejša betonska ograja (Küster, osnutek, v Poboljšaj in sod. 2000). Postavljene ograje je potrebno vzdrževati. Nujna je košnja vegetacije, drugače ograja za dvoživke ni prehodna (Poboljšaj in sod. 2000).

V kombinaciji z varovalnimi in usmerjevalnimi ograjami postavimo trajne podhode za dvoživke. Da so učinkoviti, morajo biti pravilno narejeni in nato vzdrževani. Dvoživke jih bodo zaznale kot možen prehod le, če izpolnjujejo naslednje zahteve. Imeti morajo primerno velik premer, saj jih drugače živali ne bodo zaznale kot prehod ampak kot luknjo (Poboljšaj in sod. 2000). Stolz in Podloucky (1983 v Vidic 2002) kot minimalni premer podhoda navajata 60 cm. Se pa z večjo dolžino podhoda povečuje njegovega premer (Tabela 2). Pomemben dejavnik je namreč svetloba. Dvoživke bodo hitreje prehodile podhod, če bodo na drugi strani videle svetlobo.

Tabela 2: Premeri oz. svetle višine podhodov glede na njihovo dolžino (povzeto po Küster , osnutek, v Poboljšaj in sod. 2000)

Dolžina podhoda oz. širina ceste	Premeri škatlastih profilov podhodov
do 20 m	1,00 m širine x 0,75 m višine
do 30 m	1,50 m širine x 1,00 m višine
do 40 m	1,75 m širine x 1,25 m višine
do 50 m	2,00 m širine x 1,50 m višine
Dolžina podhoda oz. širina ceste	Premeri podhodov cevastega profila
do 20 m	1,0 m
do 30 m	1,4 m
do 40 m	1,6 m
do 50 m	2,0 m

Podhod mora imeti vsaj 1° naklona, da se vode odteka iz njega. Na nižje ležečem vhodu mora biti zgrajen tudi ponikalni jarek, da ob padavinah voda ne poplavi podhoda (Vidic 2002). Kot podhod se lahko urejeni tudi vodni prepusti, vendar morajo imeti v tem primeru nameščeno poličko, ki omogoča živalim prehajanje po suhem. Za podlago je primernejša zemlja kot beton. V primeru mostov mora biti ob strani prehoden pas z minimalno širino 200 m (Poboljšaj in sod. 2000).

Podhode običajno gradijo iz betonskih cevi, včasih tudi iz drugih materialov. Neprimerni so materiali iz katerega se ob dežju izpirajo strupene snovi. Kadar je v betonski ceveh umetno vezivo, je priporočljivo te cevi nekaj mesecev pred namestitvijo pustiti na dežju ali namakati v vodi, da se izperejo nevarne snovi (Vidic 2002). Podhodi morajo biti postavljeni v smeri selitve dvoživk, torej moramo prilagoditi naklon podhoda v cestišču (Poboljšaj in sod. 2000). Pri izvedbi pa imamo na voljo enosmerne in dvosmerne podhode.

Enosmerni podhodi so namenjeni le selitvi v eno smer, zato morata biti postavljeni vzporedno dve ločeni cevi, ki omogočata selitve v obe smeri. Na vstopni strani je zgrajen lovilni jašek s svetlobnim zaslonom. Ko živali padejo vanj, ne morejo splezati ven, proti izhodu pa jih umeri svetloba. Zato namestimo na vstopni strani namestimo svetlobne zaslone, ki preprečijo vstop svetlobe. Tako se živali začnejo premikati proti svetlobi vzdolž tunela in tako varno prečkajo cesto. Da bo na izstopnem delu dovolj svetlobe, naj bo dvignjen nekaj centimetrov nad tlemi. Kot

jašek se lahko uporabi betonski obroč s premerom 40-100 cm in minimalno globino 40 cm. Jaške lahko v obliki črke U vgradimo v lovilni kanal. Tudi lovilni jašek mora imeti urejeno odvodnjavanje, zato je potrebno na dno jaška nasuti plast peska ali grušča. V jašek moramo postaviti palico, ki bo ostalim manjšim živalim omogočila rešitev iz jaška (Vidic 2002).

Opisani dvojni sistem enosmerne cevi je najbolj učinkovita rešitev problematike selitev dvoživk, vendar je istočasno to razmeroma drag, tehnično zahteven in ponekod neizvedljiv ukrep. Cenejši in tehnično manj zahtevni so dvosmerni podhodi, ki pa so tudi manj učinkoviti (Vidic 2002). V tem primeru vgradimo eno cev, ki služi z selitev v obe smeri. Ker v tem primeru ni vgrajenega lovilnega jaška, ki živali »prisili« v selitev, je to manj uspešen ukrep.

Kot že zgoraj omenjeno, podhodi morajo biti opremljeni z usmeritvenimi ograjami, ki dvoživke usmerjajo v podhod. Kadar naletijo na oviro, ki leži pravokotno na njihovo selitveno pot, se premaknejo vzdolž ograje le za 50-100 m (Grossenbacher 1981 v Vidic 2002). Zato so primernejše ograje, ki so postavljene pod čim bolj ostrim kotom in v cikcak-u. Razdalja med podhodi je nato odvisna od kota ograje. Če je ograja postavljena pod kotom 45° glede na smer selitve, potem naj bo špica oddaljena od ceste 50 m in razdalja med podhodoma znaša 100 m. Če pa zmanjšamo oddaljenost konic od ceste na le 5 m in s tem povečamo kot na 80°, potem sta podhoda med seboj oddaljena 60 m (Stolz in Podloucky 1983 v Vidic 2002). V primeru ravne ograje, brez cikcak postavitve, Küster (osnutek, v Poboljšaj in sod. 2000) podaja razdaljo 30 m med podhodi in minimalno dolžino ograje od zadnjega podhoda.

Žal teren ne dopušča povsod gradnje podhodov. Najprimernejše so ceste, zgrajene na nasipu, medtem se že pojavi problem pri cestah na pobočju. V zgornjem delu je namreč na voljo premalo svetlobe na izhodnem delu. Problematične so tudi zelo ozke doline. Če želimo doseči namen podhodov in upravičiti finančni vložek, je nujno, da so podhodi narejeni pravilno (Vidic 2002) in vzdrževani. Vsako pomlad, pred selitvami, je potrebno izvesti vzdrževalna dela. Odstraniti vegetacijo, predvsem pred vhodi, vzdrževati ograje ter čistiti podhode, kadar se v njih nabere naplavina in odpadni organski material (Poboljšaj 1996, Poboljšaj in sod. 2000).

Poleg trajnih podhodov, ki so namenjeni prečkanju cest, poznamo tudi podhode z rešetkami, ki preprečujejo dostop do ceste preko stranskih poti. Pri postavljanju ograje namreč nastopi problem pri stranskih cestah, preko katerih ne moremo postaviti varovalne in usmerjevalne ograje. Da preprečimo dostop dvoživkam na cesto, namestimo prečni podhod z rešetkami na stranske poti v približni liniji s postavljeno ograjo. Prečni prehod je sestavljen iz stalno pritrjenih cevastih profilov z najmanjšim razmikom 6 cm. Skozi te reže živali padejo v podhod. Notranja širina podhoda znaša 50 cm, notranja višina pod rešetkami pa okoli 30 cm. Nad prečnimi rešetkami namestimo še sestavljive ploščate rešetke, ki so tekom selitev dvignjene. Po selitvi pa jih spustimo preko prehoda in tako omogočimo lažjo vožnjo z vozili preko prehoda (Poboljšaj in sod. 2000).

Preprečitev povratka

Na območjih, kjer nam topografske razmere ne dopuščajo postavitve podhodov, lahko kot ukrep preprečimo prečkanje ceste ob vračanju v poletne habitate. Na ta način predvsem mlade osebkke prisilimo, da si poiščejo ustrezne habitate na isti strani ceste, kot je mrestišče. Žal pa ta ukrep ne deluje na odraslih osebkkih, ki se želijo vrniti v stalna prebivališča. Tako večina osebkov ostane ob ograji in pogine. Zaradi tega se ta ukrep uporabi le izjemoma (Vidic 2002).

Nadomestni biotopi

Možen ukrep je tudi izdelava nadomestne mlake, kjer je potrebno poskrbeti, da se živali navadijo na novo mlako. Dvoživke imajo namreč ustaljene lokalitete, h katerim se vsako leto vračajo. Zato moramo izvajati izlov živali in jih naseljevati v novo mlako. Da jim preprečimo zapustitev nove mlake, jo ogradimo. Tako prisilimo dvoživke, da se mrestijo na novi lokaliteti. Živali lovimo s pomočjo veder, ki jih zakopljemo v tla na razdaljo 10-15 m ob ograji. Premer in globina vedra naj znašata 30 cm. Selitev moramo izvajati vsaj 3-4 leta, saj v tem času nove generacije z nove lokacije spolno dozori, starejše generacije pa niso več reproduktivne sposobne ali so že propadle (Poboljšaj in sod. 2000, Vidic 2002).

Pri izdelavi mlake moramo upoštevati nekaj smernic (Podloucky 1989 v Poboljšaj in sod. 2000):

- Za navadno krastačo znaša optimalna površina mlake vsaj 500-1000 m². Da omogočimo maksimalno dolžino bregov na sončni strani, mora biti razmerje med dolžino v smeri vzhod-zahod proti sever-jug 2:1. Dodatno lahko povečamo to dolžino z okljuki na severnem bregu.
- Ker imajo različne vrste različne ekološke zahteve za mrestenje, mora imeti mlaka globino v različnih pasovih. Priporočeni pasovi so: 0-35 cm, 35-100 cm, >100 cm. Da nekaterim vrstam omogočimo prezimovanje v blatu tudi ob največji zmrzali, naj bo maksimalna globina mlake vsaj 150 cm.
- Da preprečimo izsušitev mlake v poletnih mesecih, mora imeti lasten vir vode.
- Nova mlaka ne sme biti ribnik. Ribe se namreč prehranjujejo z mresti in ličinkami dvoživk, rastlinojede ribe pa se hranijo z rastlinami, ki lahko služijo za pritrjevanje mrestov.

Lokacija nove mlake ne sme biti v bližini cest. Primerno lokacijo izberemo vzdolž že obstoječe selitvene poti, na pristopni strani ceste (Vidic 2002)

Primerna ureditev ceste

Poleg popolnega uničenja prometna infrastruktura v neposredni bližini povzroča tudi poslabšanje stanja obstoječih habitatov. S padavinskimi vodami se s cestišč v bližnjo okolico spirajo soli in težke kovine. Ob nesrečah lahko pride do izliva nevarnih snovi, olj ali nafte, ki onesnažijo okoliške vode in jih naredijo neprimerne za življenje in razmnoževanje ne samo dvoživk ampak tudi drugih organizmov. Te vplive lahko omilimo s primerno ureditvijo ceste. To vključuje izgradnjo zadrževalnikov padavinske vode, ki imajo zbiralnike olj in usedalnike umazanije (Poboljšaj 1996). Da preprečimo dostop dvoživkam do teh zadrževalnikov, ki so potencialno onesnaženi, jih ogradimo (Poboljšaj in sod. 2000).

Literatura

Andrews K. M., Gibbons J. W., Jochimsen D. M. 2008. Ecological effects of roads on amphibians and reptiles: a literature review (Chapter 9). V: Mitchell J. C., Jung Brown R. E., Bartholomew B. (ur.) Urban Herpetology. Herpetological Conservation 3: 121-143.

Arnold E.N., Burton J.A. 1992. A field guide to the reptiles and amphibians of Britain and Europe. London, Collins: 272 str.

Bee M. A., Swanson E. M. 2007. Auditory masking of anuran advertisement calls by road traffic noise. *Animal Behaviour* 74: 1765-1776.

Blab J. 1986. Biologie, ökologie und Schutz von Amphibien. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 18. 3. erweiterte und neubearbeitete Auflage. Kilda-Verlag, Bonn – Bad Godesberg: 150 str.

Brown M. G., Dobbs E. K., Snodgrass J. W., Ownby D. R. 2012. Ameliorative effects of sodium chloride on acute copper toxicity among Cope's gray tree frog (*Hyla chrysoscelis*) and green frog (*Rana clamitans*) embryos. *Environmental Toxicology and Chemistry* 31(4): 836-842.

Carey C., Bryant C. J. 1995. Possible interrelations among environmental toxicants, amphibian development, and decline of amphibian populations. *Environmental Health Perspectives* 103(Suppl 4): 13-17.

Cipot M., Lešnik A. 2007. Dvoživke Krajinskega parka Goričko: razširjenost, ekologija, varstvo. Življenje okoli nas. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 40 str.

Cipot M. 2011. Inventarizacija plavčka (*Rana arvalis*) v Krajinskem parku Ljubljansko barje. Naročnik: Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje, Notranje Gorice. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju: 26 str.

Denoël M., Bichot M., Ficetola G. F., Delcourt J., Yliff M., Kestemont P., Poncin P. 2010. Cumulative effects of road de-icing salt on amphibian behavior. *Aquatic Toxicology* 99(2): 275-280.

Dougherty C. K., Smith G. R. 2006. Acute effects of road de-icers on the tadpoles of three anurans. *Applied Herpetology* 3: 87-93.

Gahl M. K., Calhoun A. J. K. 2010. The role of multiple stressors in ranavirus-caused amphibian mortalities in Acadia national Park wetlands. *Canadian Journal of Zoology*, 88: 108-121.

Harless, M. L. Huckins, C. J. Grant, J. B. Pypker T. G. 2011. Effects of six chemical deicers on larval wood frogs (*Rana sylvatica*). *Environmental Toxicology and Chemistry* 30(7): 1637-1641.

Karraker N. E., Gibbs J. P., Vonesh J. R. 2008. Impacts of road deicing salt on the demography of vernal pool-breeding amphibians. *Ecological Applications* 18(3): 724-734.

Kelting D. L. & Laxson C. L. 2010. Review of effects and costs of road de-icing with recommendations for winter road management in the Adirondack Park. New York, Adirondack Watershed Institute, Paul Smith's College: 76 str.

Lengagne T. 2008. Traffic noise affects communication behaviour in a breeding anuran, *Hyla arborea*. *Biological Conservation* 141(8): 2023-2031.

Lešnik A., Cipot M. 2007. Dvoživke Triglavskega narodnega parka: razširjenost, ekologija, varstvo. Življenje okoli nas. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 32 str.

- Massal L. R., Snodgrass J. W., Casey R. E. 2007. Nitrogen pollution of stormwater ponds: potential for toxic effects on amphibian embryos and larvae. *Applied Herpetology* 4(1): 19-29.
- Parris K. M., Velik-Lord M., North J. M. A. 2009. Frogs call at a higher pitch in traffic noise. *Ecology and Society* 14(1): 25.
- Pickford D. B., Larroze S., Takase M., Mitsui N., Tooi O., Santo N. 2007. Investigating potential for effects of environmental endocrine disrupters on wild populations of amphibians in UK and Japan: status of historical databases and review of methods. *Environmental Sciences* 14(6): 297-317.
- Poboljšaj K. 1996. Ukrepi za varstvo dvoživk ob izgradnji cest in avtocest. V: Ašanin Gole P. (ur.). Zborni referatov 3. Slovenskega kongresa o cestah in prometu. Bled, 13.-15. november 1996: 356-362.
- Poboljšaj K., Kotarac M., Lešnik A., Grobelnik V., Šalamun A., Jakopič M. 2000. Dvoživke in ceste. Končno poročilo – november 2000. Poročilo za Ministrstvo za promet in zveze, Direkcija Republike Slovenije za ceste. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju. 80 str.
- Poboljšaj K. 2003. Dvoživke – Amphibia. V: Sket B., Gogala M., Kuštor V. (ur.) 2003. Živalstvo Slovenije. 1. natis. Ljubljana, Tehniška založba Slovenija: 505-511.
- Poboljšaj K. 2004. Dvoživke na Kraškem robu. *Kraški rob*, glasilo prebivalcev Kraškega roba 2(1): 2-3.
- Sanzo D., Hecnar S. J. 2006. Effects of road de-icing salt (NaCl) on larval wood frogs (*Rana sylvatica*). *Environmental Pollution* 140(2): 247-256.
- Silva J.P., Toland J., Jones W., Eldridge J., Hudson T., O'Hara E. 2009. LIFE and Europe's reptiles and amphibians. Conservation in practice. Belgium, Office for Official Publications of the European Communities, 58 str.
- Stanković D., Deliće T. 2012. Morphological evidence for the presence of the Danube Crested Newt, *Triturus dobrogicus* (Kiritzescu, 1903), in Slovenia. *Natura Sloveniae* 14 (1): 23-29.
- Veenvliet P. in Kus Veenvliet J. 2008. Dvoživke Slovenije. Priročnik za določanje. Druga dopolnjena izdaja. Grahovo, Zavod Symbiosis – Zavod za naravovarstveno raziskovanje in izobraževanje: 96 str.
- Veenvliet P. in Kus Veenvliet J. 2010. Smernice za akcije reševanja dvoživk z začasnimi ograjami. Različica 1.0 z dne 4.2.2010.
- Vidic J. 2002. Dvoživke in cestni promet. *Varstvo narave* 19: 167-180.

Priloga 1

Tabela v Sloveniji prisotnih vrst dvoživk in njihov varstveni status (povzeta po Veenvliet in Kus Veenvliet 2003 z dodano novo potrjeno vrsto panonski pupek (Stanković in Delić 2012)).

Vrsta	RS	Uredba	HD	Bern
močeril (<i>Proteus anguinus</i>)	V	1A, 2A	II (1186), IV	II
navadni močerad (<i>Salamandra salamandra</i>)	O	1A		III
planinski močerad (<i>Salamandra atra</i>)	O1	1A, 2A	IV	II
navadni pupek (<i>Lissotriton vulgaris</i>)	V	1A, 2A		III
planinski pupek (<i>Mesotriton alpestris</i>)	V	1A, 2A		III
veliki pupek (<i>Triturus carnifex</i>)	V	1A, 2A	II (1167), IV	II
panonski pupek (<i>Triturus dobrogicus</i>)		2B	II (1993)	II
hribski urh (<i>Bombina variegata</i>)	V	1A, 2A	II (1193), IV	II
nižinski urh (<i>Bombina bombina</i>)	E	1A, 2A	II (1188), IV	II
navadna česnovka (<i>Pelobates fuscus</i>)	E	1A, 2A	IV	II
zelena rega (<i>Hyla arborea</i>)	V	1A, 2A	IV	III
navadna krastača (<i>Bufo bufo</i>)	V	1A, 2A		III
zelena krastača (<i>Bufo viridis</i>)	V	1A, 2A	IV	II
sekulja (<i>Rana temporaria</i>)	V	1A	V	III
plavček (<i>Rana arvalis</i>)	V	1A, 2A	IV	II
rosnica (<i>Rana dalmatina</i>)	V	1A, 2A	IV	II
laška žaba (<i>Rana latastei</i>)	E	1A, 2A	II (1215), IV	II
pisana žaba (<i>Pelophylax lessonae</i>)	V	1A, 2A	IV	III
debeloglavka (<i>Pelophylax ridibundus</i>)	V	1A, 2A	V	III
zelena žaba (<i>Pelophylax kl. esculentus</i>)	V	1A, 2A	V	III

Legenda:

RD = Rdeči seznam: Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Ur. l. RS št. 82/02, 42/10). **Ex** – izumrla vrsta, **E** – prizadeta vrsta, **V** – ranljiva vrsta, **R** – redka vrsta, **O** – vrsta zunaj nevarnosti, **K** – premalo znana vrsta.

Uredba: Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (Ur. l. RS št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 96/08, 36/09, 102/11). **1A** – zavarovane domorodne živali in njihove populacije. **2A** – zavarovane domorodne živali z določenimi ukrepi varstva habitata.

HD = Habitatna direktiva: Direktiva sveta 92/43/EGS o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst. **II** – Priloga II: Živalske in rastlinske vrste v interesu skupnosti, za ohranjanje katerih je potrebno določiti posebna ohranitvena območja (Območja so določena z Uredbo o posebnih varstvenih območjih – območjih Natura 2000 (Ur. l. RS št. 49/04, 110/04, 59/07, 43/08, 8/12). V oklepaju je podana koda vrste). **IV** – Priloga IV: Živalske in rastlinske vrste v interesu skupnosti, ki jih je treba strogo varovati.

Bern = Bernska konvencija – Zakon o ratifikaciji Konvencije o varstvu prosto živečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njunih naravnih življenjskih prostorov (Ur. l. RS št. 17/99). **II** – Dodatek II: strogo zavarovane živalske vrste. **III** – Dodatek III: zavarovane živalske vrste.

PTICE

UVOD

V Sloveniji je bilo do sedaj zabeleženih nekaj manj kot 400 vrst ptic (Božič 2001, Hanžel pisno), od tega jih približno 220 gnezdi (Geister 1995). Zaradi dobre raziskanosti so ptice pogosto orodje naravovarstva, saj se na spremembe v okolju hitro odzovejo z zapustitvijo gnezditvenega ali prehranjevalnega habitata, ki ima za posledico izginjanje vrste na prizadetem območju.

Ceste so infrastrukturni objekti nizke gradnje namenjeni različnim vrstam prometa. Gledano z vidika naravnega okolja živih bitij gre za sisteme, ki razmejujejo habitate rastlinskih združb in živalskih populacij.

Z naraščanjem števila vozil na cestah in ob nenehnem umeščanju novih in različnih tipov cest v okolje, bi nujno morale naraščati tudi zanimanje za velikost vpliva, ki ga imajo ceste na živalstvo. Vpliv cest na živali lahko v grobem ločimo na dva tipa: neposredni in posreden vpliv. Prvi zajema smrtnost in poškodbe živali ob trku z vozili, izgubo habitata drugi pa vključuje več različnih vidikov omejevanja in slabšanja kakovosti okolja, v katerem živali prebivajo:

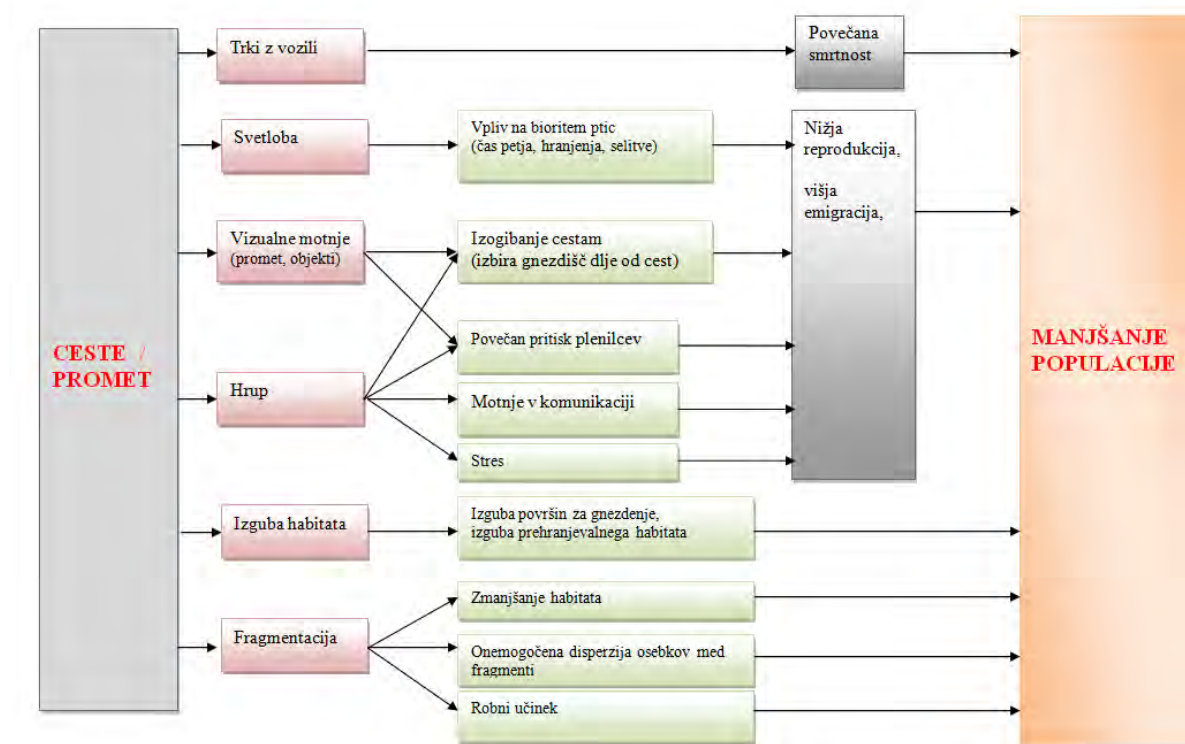
- izguba habitata (uničenje primernih gnezdišč in prehranjevališč),
- fragmentacija habitata (zaplate primerne habitata so premajhne za gnezdenje),
- motnje zaradi hrupa vozil (motena je komunikacija ptic, privabljanje samic in ohranjanje partnerskih vezi),
- osvetljevanje cest (fiziološke motnje, spremenjen čas petja, hranjenja, motnje za ptice na selitvi),
- povečan pritisk plenilcev (slabše zaznavanje plenilcev in svarilnih klicev drugih ptic),
- izolacija manjših populacij poveča možnost za izumrtje.
-

Ptice so zaradi njihove mobilnosti pogosto izpostavljene nevarnosti prometa. Pri iskanju hrane, partnerja in teritorija, pri večernem vračanju na prenočišča ter pri selitvah, ptice preletijo dolge razdalje, ob tem pa ponavadi prečkajo številne ceste, zato je verjetnost trka z vozili zelo visoka. V splošnem velja, da so ptice po številu žrtev takoj za dvoživkami in plazilci, nekateri raziskovalci pa trdijo, da ptice predstavljajo tudi do 2/3 vseh žrtev prometa (Illner 1992, Erritzoe 2003).

V Sloveniji smo pri raziskovanju vpliva cest na ptice in njihove populacije šele na začetku, zato bi bilo potrebno na tem področju opraviti več raziskav, ki bi pokazale resnost problematike povozov ptic na naših cestah, predvsem na hitrih in avtocestah, kjer sta hitrost vozil in gostota prometa glavna razloga za smrtnost živali.

Prvi koraki k temu so bili opravljeni na Lutri, Inštitutu za ohranjanje naravne dediščine. Opravljen je bil monitoring povozov ptic na avtocestnem odseku Beltinci – Lendava, pri čemer so dobljeni podatki zelo nazorni in jasni: že na kratkem odseku avtoceste prihaja na letni ravni do velikega števila povozov ptic.

Namen tega poglavja je predstavitev problematike trkov ptic z vozili in pregled priporočil ter napotkov za zmanjševanje vplivov cest na ptice.



Slika 1: Vpliv cest in prometa na ptice (prirejeno po Reijnen in Foppen, 2006, De Molenaar et al. 2006).

PTICE IN PROMET

Glavna značilnost, po kateri se ptice ločijo od večine ostalih vretenčarskih skupin, je letenje, ki je značilno le še za netopirje. Letenje pticam sicer omogoča varnejše gibanje nad tlemi, a so v določenih situacijah podobno ali celo bolj izpostavljene trkom z vozili v primerjavi z ostalimi vretenčarji. Glavna aktivnost, pri kateri so ptice izpostavljene prometu, je iskanje hrane. Vzrokov za to je več. Za mnoge vrste ptic predstavljajo ceste primeren prehranjevalni prostor, zato lahko cestišča obravnavamo kot specifičen antropogeni habitat. Privlačnost cestišča za ptice se razlikuje po posameznih skupinah ptic.

Ceste kot prehranjevalni habitat

Za plenilske vrste (ujede, sove) so obcestni pasovi zelo primerna lovišča z visoko gostoto plena (malih sesalcev), kar pomeni, da se omenjena skupina ptic v času lova nahaja v

neposredni bližini nevarnosti. Poleg tega je za mnoge ujede in sove značilno, da lovijo v nizkem letu, torej na višini vozil, kar dodatno poveča možnost za trk. Podobno velja za ptice, ki plen lovijo s preže ob cestišču.

Mrhovinarji imajo oportunistični način prehranjevanja. Na cestiščih in ob njih se pogosto nahajajo ostanki hrane, odpadki ter živali, ki so poginile zaradi trka z vozilom. Vse to k cesti privablja mrhovinarje, ki so tako izpostavljeni prometu.

Ob nalivih in poplavam na cesto naplavi žuželke, kar pticam olajša iskanje hrane.

Površine cest se hitro segrejejo in zadržujejo toploto, kar privablja plazilce, dvoživke in žuželke, ki postanejo bodisi žrtve prometa bodisi plen ptic.

V poletnem in jesenskem času se ob žetvi na cestišču pojavljajo semena, kar pritegne semenojede ptice, podobno ptice pobirajo tudi gastrolite (majhne kamenčke), ki jim pomagajo pri prebavi, v zimskih časih pa kristale soli.

V lužah, ki se ustvarijo na cestišču ali ob njem, ter v predelih s peskom, ptice pijejo vodo oziroma čistijo perje.

Sezonska aktivnost ptic

Glede na sezonsko aktivnost ptic je pričakovati, da bodo določena obdobja v letu predstavljala višek števila frekvence povozov. Med majem in septembrom se tako zgodi največ povozov ptic (Denac 2003).

Zagotovo sta spomladanska in jesenska selitev čas, ko ptice preletijo velike razdalje in ob tem prečkajo številna cestišča. Ptice so na selitvi utrujene in izčrpane, zato so njihove reakcije počasnejše, obenem pa med selitvijo intenzivneje iščejo hrano in zaidejo v bližino cest, kjer najdejo hrano in prostor za počitek.

Pomlad je za ptice obdobje iskanja teritorija, partnerja in gnezdišča, sledi pa mu obdobje hranjenja in vzgoje mladičev. Odrasli osebki so v tem času zelo aktivni in pri iskanju preletijo velike razdalje, obenem pa so takrat manj pozorni na grožnje v okolju. Posebno aktivnosti, kot so iskanje partnerja in teritorija, zahtevajo od ptic veliko preganjanja tekmecev in vsiljivcev, pri čemer namenijo bistveno manj pozornosti potencialnim grožnjam. Brezglavo preganjanje se zato velikokrat konča s trkom v spregledano vozilo. Prvi speljani mladiči se pojavijo v maju in juniju, v poletnih mesecih pa jih je v naravi čedalje več, proti koncu poletja je na ta račun vedno več tudi trkov mladih ptic z vozili. Mladi osebki so neizkušeni in ne poznajo nevarnosti, ki jih zanje predstavljata cesta in promet. Ti osebki ponavadi vozila spustijo bliže, saj njihove hitrosti ne znajo oceniti. Njihova naivnost in neizkušenost jih tako zlahka privedeta do trka z vozilom, poleg tega pa je znano, da mlade ptice preletijo velike razdalje v času migracije. Na populacijski ravni je visoka stopnja smrtnosti mladičev pomemben dejavnik ogrožanja populacije. Glede na to, da so mladi osebki pogoste žrtve prometa, so ceste pomembna ovira pri

razširjanju in preživetju mladih osebkov, kar posledično vpliva na stanje v populaciji, predvsem pri redkih in ogroženih vrstah.

Dinamika povozov

Živali se ob srečanju s prometom različno odzovejo. Za nekatere vrste velja, da so mladiči, ki so vzgojeni v bližini cest, uspešno izogibajo prometu, saj se z njim srečajo že ob prvih poletih (Ramsden 2003). Podobno je mogoče opaziti pri belih pastiricah, ki se redno zadržujejo ob cestah, redko pa jih najdemo med žrtvami prometa. Tudi sive vrane se redno pojavljajo na cestah, saj trdo površino uporabljajo za razbijanje orehov in lešnikov, pri tem pa jim pomagajo prav vozila. Izogibanje prometu pa gre slabše poljskemu in domačemu vrabcu, ki sta kljub bivališčem ob cesti najpogostejši žrtvi prometa po svetu. Vzrok za to gre najbrž pripisati vedenju vrst. Vrabci namreč živijo v jatah, prehranjujejo se s semeni ob cestah, pogosto pa svoja zatočišča najdejo v živih mejah tik ob cestišču. Reakcijski čas je med osebki v jati različen, ponavadi pa vsi osebki zletijo v isto smer, kar pomeni, da so najpočasnejši med njimi bolj izpostavljeni nevarnosti.

Hitrost odziva ptic na nevarnost je odvisna od telesnih dimenzij ter od hitrosti in značilnost leta. Nekatere ptice so hitrejše in spretnejše pri izmikanju pred plenilci, tako so lahko pri nevarnosti prometa v prednosti. Ptice, ki so na promet navajene, na približujoče se vozilo počasneje reagirajo (Erritzoe 2003).

Za sove, ki lovijo ponoči, so usodni avtomobilski žarometi, ki pri pticah povzročijo začasno slepoto. Vretenčarsko oko sov postane v temi izjemno občutljivo, v primeru nenadne osvetlitve pa pri živalih povzroči zmedenost in izgubo koordinacije. Veliko osebkov ob tem obnemi brez vsakršne reakcije.

Če povzamemo, je potrebno izpostaviti dva vidika vplivov cest na populacije ptic. Ceste delujejo kot pomembna ovira pri razširjanju in preživetju mladih ptic, zvišuje se torej stopnja umrljivosti prvoletnih osebkov, ki je ključen dejavnik pri ohranjanju številčnosti populacije. Predvsem pri redkih vrstah je pomembna stopnja preživetja speljanih mladičev, saj gre za osebke, ki bi sicer preživeli in tvorili vitalen del populacije.

Drugi vidik je pomemben z vidika selekcije, ki jo promet ustvarja pri odraslih osebkih. Dokazano je, da promet ne vpliva izraziteje na izločanje ptic, ki so v slabšem fizičnem stanju. Če so torej pogoste žrtve prometa zdravi in vitalni osebki ptic, je davek cest bistveno večji, posebno v času gnezditve, ko starši skrbijo za mladiče. Smrt enega od staršev vodi v preobremenitev drugega, mladiči so slabše prehranjeni, smrt obeh staršev pa vodi v propad legla. Smrtnost odraslih ptic zaradi cest terja v tem primeru dvojni davek. Problem neselektivnosti je ključnega pomena pri populacijah redkih vrst, ki so razdrobljene, in jih lahko privede do kritičnega položaja (Bujoczek in sod. 2011).

ZANIMIVOSTI

*Najpogostejša ptičja žrtev prometa v svetovnem merilu je domači vrabec (*Passer domesticus*).*

Nekatere večje ujede se avtocestam izogibajo v času vikendov, saj je takrat promet povečan.

Temperatura cestišča je v povprečju 7-10°C višja od temperature okolice, kar nekatere ptice uporabljajo za vzdrževanje telesne temperature.

V nekaterih raziskavah je bilo v avgustu izmed vseh povoženih ptic okrog 80% prvoletnih.

V angleški raziskavi so z radio-telemetrijo dokazali, da je bilo povoženih 72% pegastih sov, ki so se srečale z avtocesto.

V isti raziskavi navajajo, da je 57-krat bolj verjetno, da ob manjših cestah opazimo pegasto sovo, kot da jo najdemo povoženo. Obratno pa navaja za avtoceste, kjer je 3-krat bolj verjetno, da sovo najdemo povoženo.

KAJ NAJBOLJ VPLIVA NA ŠTEVILO TRKOV PTIC Z VOZILI

Gostota prometa

Večje število vozil pomeni večjo verjetnost za trk ptic z vozilom in večji vpliv na populacije ptic, ki živijo v neposredni bližini cest. Po drugi strani pa večja gostota vozil pomeni zmanjšan efekt presenečenja.

Vpliv gostote prometa lahko razlagamo na primeru kolone vozil, ki vozijo na medsebojni razdalji 500 metrov. Prvo vozilo pelje s konstantno hitrostjo 100 km/h, ostala vozila pa s hitrostjo 105 km/h. S prevoženo potjo se razdalja med vozili zmanjšuje. S tem, ko se zmanjša razdalja med vozili, se zmanjša element presenečenja, povečata se zaznavnost kolone in zmožnost izogiba koloni vozil. Poveča se hrup in s tem učinkovitost plenilcev pada. Hkrati pa večje število vozil pomeni večjo verjetnost, da bo ptič, ki bo vozišče preletel, trčil v vozilo.

V povezavi z gostoto prometa lahko obravnavamo tudi vpliv različnih obdobij v dnevu, tednu in na letni ravni na število trkov ptic z vozili. Največ prometa je med tednom v jutranjih in poznih popoldanskih urah, čez vikend pa v večernih urah. Več prometa je tudi v času poletnih počitnic, zato je v omenjenih terminih pričakovati večje število pvozov.

Hitrost vozil

Dokazano je, da je za manjše vrste ptic usodna že hitrost okrog 30 km/h. Verjetnost za smrt se pri vseh vrstah povečuje linearno z večanjem hitrosti. Pri višjih hitrostih je

povoženo ptico težje najti, saj jo odbije bistveno dlje (Erritzoe 2003). Ugotovljeno je bilo, da se pri hitrosti nad 80 km/h smrtnost ptic poveča za več kot 20-krat, v primerjavi s hitrostmi pod 80 km/h (Illner 1992). Iz tega sledi, da so največja grožnja za ptice hitre in avtoceste, kjer je dosežena hitrost vozil bistveno višja od 80 km/h.

Z višanjem hitrosti se povečuje efekt presenečenja za žival, zmanjša se zaznavnost vozila in možnost izogiba vozilu.

Privlačnost cestišča

Ceste so za ptice privlačne predvsem z vidika hrane, ki jo ptice najdejo na in ob cestišču. Najpogostejši viri hrane na cestah so povožene živali (mrhovina), odpadki, ostanki hrane, raztreseno seme ob žetvi, žuželke, ki jih privabi segreta površina cest, nevretenčarji, ki jih visoka voda poljih z njiv ter visoka gostota malih sesalcev v obcestnih pasovih (predvsem na hitrih in avtocestah). Cestišča so vir kamenčkov, ki jih ptice potrebujejo pri prebavi, in soli v zimskem času (ki je obenem za ptice škodljiva).

Ceste so za živali privlačne zaradi višje temperature, saj se asfaltna površina hitreje segreje in zadržuje toploto. Luže, ki ostanejo na cestah, so vir vode za ptice, poleg tega pa se v njih kopajo, podobno kot v peščenih predelih ob cestah.

Okolica cestišča

Okolica cestišča vpliva na pogostost trkov predvsem z vidika tipa rastja oz. habitata, ki cesto obdaja. Mnogo trkov se zgodi v območjih, kjer je visoka gostota rastja v bližini ceste, torej v gozdovih, na gozdnem robu, ob nasadih sadnega drevja, parki, ipd. Za ptice so nevarna predvsem območja, kjer se pride do prekinitve vegetacije oziroma koridorja, kjer ptice zaidejo na cestišče v nizkem letu.

Lega cestišča spada med najpomembnejše dejavnike, ki vplivajo na število trkov ptic v vozili. Če je cestišče v isti ravnini ali pa nad ravno okolico, ptiči preletijo cestišče v nižjem letu, kot če je nivo cestišča pod okolico. V prvih dveh primerih letijo ptiči prek cestišča v višini vozil, v zadnjem pa nad njimi (Erritzoe in sod. 2003).

Veliko ptičev trči v vozila na cestah, ki imajo urejene bankine. Bankine in obcestni pasovi so zelo primerna lovišča za ujede in sove, saj je v tem, po večini travnatem pasu, velika gostota malih sesalcev, ki so glavni plen omenjenih dveh skupin ptičev. Košnja trave ob AC se po Evropi večinoma opravlja 1-2x letno. S košnjo gostota malih sesalcev bistveno ne upade, kvečjemu še naraste (Ramsden 2003). Nizka trava je v tem primeru dodatna prednost za plenilske ptiče, saj je njihov plen zlahka dostopen.

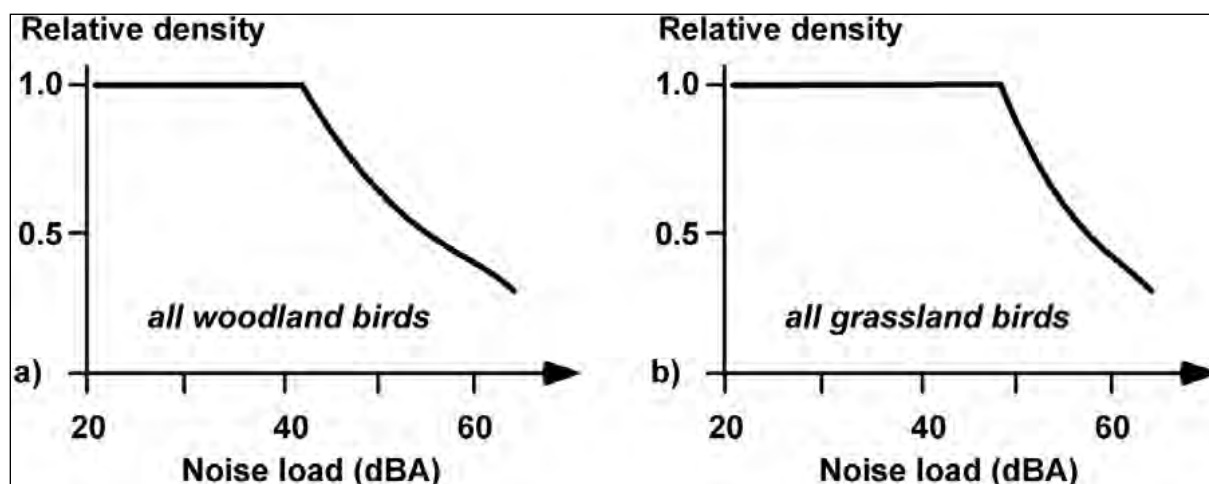
Obcestna razsvetljava lahko negativno vpliva na ptiče na selitvi, saj jih privablja v neposredno bližino cestišč, kjer lahko trčijo v vozilo, hkrati pa se tako poveča možnost, da postanejo plen drugih živali (van de Laar 2007). Obsežne javne razsvetljave so tudi razlog, da ptiči spremenijo selitveno pot in tako trošijo energijo. Posledice nočne razsvetljave so lahko tudi spremembe gnezditvenih navad, režima petja pri pevkah in vzorcev migracijskih poti ptičev (De Molenaar in sod. 2006; v Kociolek in sod. 2011).

VPLIV HRUPA PROMETA NA PTICE

Hrup, ki ga proizvajajo vozila je za ptice moteč predvsem ob hitrih cestah in avtocestah, kjer visoko jakost hrupa prispevata hitrost vozil in gostota prometa. Hrup posredno znižuje kvaliteto habitata v okolici cest, saj otežuje komunikacijo med pticami in ovira njihovo zaznavanje okolice.

Hrup otežuje komunikacijo med pticami, kar povzroča spremembe v vedenju ptic, v režimu, frekvenci in jakosti petja, spremembe je opaziti v teritorialnem vedenju, odraža pa se tudi v znižani paritveni uspešnosti. Zaradi otežene komunikacije je ovirana vzreja mladičev, zmanjša se varnost v skupini ter zaznavanje plenilcev.

Vpliv hrupa se razlikuje glede na pokrajino v okolici cestišča in vrsto ptice (Reijnen in sod. 1995). Znano je, da sega vpliv hrupa dlje v odprti krajini, kot pa v gozdu. Vpliv hrupa na ptice je različen med vrstami, kar je odvisno predvsem od frekvenca oglašanja in petja. Bolj občutljive so vrste, katerih frekvenca oglašanja je nižja od frekvenc hrupa prometa (Rheindt 2003). Izmerjena vrednost, ki negativno vpliva na populacije ptic v okolici cestišča znaša med 43 in 60 dB za posamezne vrste, skupna vrednost pa je 47 dB.



Slika 6: Shematski prikaz vpliva hrupa na gnezditvene populacije ptic. Pri hrupu med 40-50 dB(A) lahko gostote ptic bistveno upadejo. Občutljivost na hrup je različna med vrstami in variira tudi glede na vrsto habitata (gozd, odprti habitat). Vir: Reijnen in sod. 1995. (legenda: Relative density = relativna gostota, all woodland birds=vse gozdne ptice, all grassland birds=vse travniške ptice, noise load=jakost hrupa).

PODATKI O POVOŽENIH PTICAH V SLOVENIJI

Kljub temu, da je število povoženih ptic precej veliko, nekateri raziskovalci trdijo, da trki ne bistveno povečajo celokupno smrtnost določene vrste (Reijnen in sod. 1995). Obratno je dokazano na primeru pegaste sove (*Tyto alba*), pri kateri promet znatno vpliva na njeno velikost populacije (Illner 1992). Tudi pri ostalih redkih vrstah je vsakršen vpliv na vitalni del populacije lahko bistvenega pomena, saj lahko vrsto privede do tako nizke številčnosti, da postane populacija premajhna in toliko bolj ranljiva.

V Sloveniji je literature na temo trkov ptic z vozili relativno malo. Prvi je na pojav smrtnosti ptic na slovenskih cestah opozoril Gregori (1987). Od takrat je bilo objavljenih

le nekaj člankov, ki so zajemali podatke bolj ali manj naključne narave (Vogrin 1991) ali pa so bili omejeni na relativno kratko časovno obdobje (Rubinič in Vrezec 2002). Sistematično je kadavre vretenčarjev na Ljubljanskem barju popisovala Denac (2003).

Tabela 2: Pregled podatkov o povozih ptic v Sloveniji (povzeto po Gregori 1987, Vogrin 1991, Vrezec in Rubinič 2001, Denac 2003, Lutra 2012; DARS, ZGS, LZS, vsi pisno 2012).

AVTOR	PODATKI	OBMOČJE	OBDOBJE
Gregori, 1987	okrog 50 kadavrov	AC Ljubljana - Naklo, 25 km	16.3.1986
Vogrin, 1991	70 kadavrov	SV Slovenije	21.8.1983-22.4.1991
Rubinič in Vrezec, 2002	513 kadavrov (57 vrst) / 175 terenskih dni	izbrane ceste Primorske, Štajerske in okolica Ljubljane	januar-oktober 1993
Denac, 2003	98 kadavrov / 85 terenskih dni	Ljubljansko barje (osrednji del)	1.9.2000 - 30.8.2001
DARS, 2012	150 kadavrov	slovenske avtoceste	2010 - 2011
Lovska zveza Slovenije, 2012	557 kadavrov	slovenske ceste	2006 - 2011
Zavod za gozdove Slovenije, 2012	440 kadavrov	slovenske ceste	2007 - 2011
Lutra, 2012	346 kadavrov / 8 terenskih dni peš in 261 kadavrov / 25 terenskih dni z avtomobilom	AC odsek Beltinci – Lendava: 7,9 km peš / 23 km z avtom	3.4.2011 - 29.1.2012 in marec 2010 - januar 2012

NAČINI ODVRAČANJA PTIC OD CESTIŠČ IN PREVENTIVNI UKREPI

Trke ptic z vozili je mogoče preprečiti z zmanjševanjem privlačnosti cestišča in okolice ali z nameščanjem struktur, ki ptice usmerjajo nad premikajoča se vozila (Bekker in sod. 1995; Ramsden 2003; Wray in sod. 2005). Redna košnja in odstranjevanje posameznih dreves ter grmovja (predvsem plodonosnega) zmanjša privlačnost obcestnega pasu ter tako vpliva na zmanjšanje števila ptic v neposredni bližini nevarnosti trkov. Gradnja nasipov prav tako zagotavlja varne prelete ptic nad vozili, obenem pa se zmanjša hrup in svetlobno onesnaževanje (Huijser in sod. 2008). Podobno velja za prisotnost daljše linije dreves vzdolž obeh strani cestišča (Wray in sod., 2005). Jones in Bond (2010) sta med drugim ugotovila, da je z rastjem bogat nadhod izničil učinek ceste kot ovire za 17 od 23 vrst gozdnih ptičev v Avstraliji.

V spodnji tabeli so zbrani primeri vplivov cest na ptice in načini, kako se določen vpliv omili.

Tabela 3: Vplivi cest na nekatere skupine ptice in predlagane rešitve (povzeto po Jacobson 2005).

CILJNE SKUPINE	TEŽAVE	UKREPI / REŠITVE	PRIMER PTICE
----------------	--------	------------------	--------------

poljske kure	izolacija zaradi umestitve ceste v okolje	- široki nadhodi in podhodi	fazan, jerebica
predvsem pevc (Passeriformes)	hrup prometa preglasi petje in oglašanje	- protihrupne zaščite (ograje, tudi vegetacija) - primernejša površina cest	črnohlavka, vrbji kovaček, kos
ptice selivke	svetlobno onesnaževanje moti ptice na selitvi	- splošno zmanjšanje svetlobnega onesnaževanja - preverjanje smiselnosti osvetljevanja cest - nameščanje žarnic nižje jakosti ob cestišču	lastovke, penice
vodne ptice	ceste speljane prečno na vodotok	- mostovi z ograjami, ki ptice prisilijo k letenju nad višino vozil	kormoran, race
sove	sove lovijo plen na višini vozil	- preusmeritveni koli ali ograje, ki ptico usmerijo proč od cestišča	mala uharica, pegasta sova
mrhovinarji	predvsem ujede in vrani trčijo z vozili medtem ko iščejo ali se hranijo na cestišču	- zmanjšanje števila povozov - odstranjevanje kadavrov s cestišča in okolice	kanja, vrane
ptice, ki se hranijo s sadjem in plodovi	plodonosna vegetacija ob cestišču privablja ptice	- odstranjevanje plodonosne vegetacije - posaditev avtohtonega neplodonosnega rastja	kos, šoja
ptice prezimovalke	pozimi sol in pesek privabljata ptice na cestišče	- uporaba drugačnih manj škodljivih sredstev - uporaba primernejših metod za raznašanje soli in peska na cestišča v zimskih mesecih	ščinkavec, poljski in domači vrabec
vse ptice	trki ptic z vozili	ugotavljanja črnih točk povozov in nameščanje preprek, ki ptice usmerijo nad višino vozil	vse vrste

Ukrepi, ki zmanjšujejo negativne vplive cest in prometa na ptice

Splošni ukrepi, ki zmanjšujejo privlačnost cestišča in njegove okolice (Ramsden 2003, Jacobson 2005):

- zmanjšanje gostote plena (mali sesalci) in s tem zmanjšanje privlačnosti obcestnih pasov za ujede in sove,
- odstranjevanje primernih habitatov primernih za vrste, ki so pogost plen ujed in sov, posebno v »vročih točkah« povozov,
- zatiranje malih sesalcev z uporabo biocidov, ki niso škodljivi za ostale živali,
- odstranjevanje gnezd malih sesalcev,
- preureditev obcestnega habitata,
- odstranjevanje plodonosnega grmovja,
- odstranjevanje povoženih živali in odpadkov s površine cest in njene okolice, s čimer preprečujemo zadrževanje plenilcev in mrhovinarjev v bližini cestišča,
- pri posipanju cest pozimi se sol zamenja z neškodljivimi nadomestki (kalcijev in magnezijev acetat)
- preprečevanje raztresanja semen po žetvi.

Zmanjševanje kakovosti habitata travnatih bankin kot primernih lovnih površin za ujede in sove na obcestnih travnatih bankinah, razen v primeru, ko se travnata površina nahaja za visoko vzdolžno ograjo/prepreko, ki ločuje bankino od cestišča. Ukrep je namenjen zmanjševanju količine plena na cestnih bankinah. Pasovi nizkega travišča ob cestišču predstavljajo življenjski prostor za številne male sesalce, ki so plen ujed in sov. Ramsden (2003) predlaga umik travišča kot standardni ukrep za slabšanje kvalitete habitata za male sesalce ali nasaditev do 0,5 metra visokega gostega bodičastega grmovja, ki bi ujedam in sovam preprečevalo dostop do malih sesalcev in s tem zmanjšalo kvaliteto lovišča. Hill (2001) opozarja, da bi plodonosno grmičevje povečalo smrtnost manjših ptičev, ki bi se s plodovi hranili v neposredni bližini cestišča, zato je potrebno poskrbeti, da nasajeno rastje ni plodonosno. Grmovje ne sme biti visoko rastoče, saj bi s tem pticam ustvarjali ustrezna gnezdišča v neposredni bližini nevarnosti. Na spodnji sliki je prikazan ustrezen način manjšanja privlačnosti obcestnega pasu z namestitvijo kamnišča ali grobega peska, ki ne ustreza malim sesalcem. Posledično se zmanjša tudi število plenilcev (ujed in sov) v neposredni bližini cestišča. V zameno za uničenje habitatov, primernih za glodavce, je potrebno umestiti podoben sistem v oddaljenosti od AC ter s tem zagotoviti ugodne razmere tako za populacije glodavcev kot njihovih plenilcev (ujed in sov).



Slika 7: Primer slabšanja kvalitete obcestnega pasu za male sesalce. Povzeto po Wildlife crossing structures handbook.

Usmerjanje ptic nad višino vozil

Postavitev struktur v neposredno bližino cestišča se je izkazalo za učinkovito metodo, ki usmerja prelete ptičev višje nad cestiščem. Posebnega pomena je nameščanje tovrstnih sistemov ob cestišču, ki so v isti višini ali višje od pokrajine okrog avtoceste. Omenjeni ukrep je potrebno izvesti predvsem v odsekih, kjer je dokazano, da prihaja do zgostitev trkov ptic z vozili. Načinov za zagotovitev visokih preletov ptic je več in so odvisni predvsem od izgleda pokrajine, okolice cestišča in večnamenske uporabnosti. Strukture, ki so primerne za ta namen so: protihrupne ograje, nasipi, gosta in visoka grmovna vegetacija, visoka drevesa, namestitev linije visokih kolov, itd.

Protihrupne ograje so večnamenske, saj preprečujejo širjenje hrupa v okolico cestišče, obenem pa ptice prisilijo k letenju nad višino strukture, in so tako varne pred prometom. Nasipi so po učinkovitosti in uporabnosti v istem razredu, kot prej omenjene ograje, poleg tega pa pokrajini dajejo nekoliko bolj »naraven« videz, predvsem v primeru, da je na nasipu zasajena vegetacija.

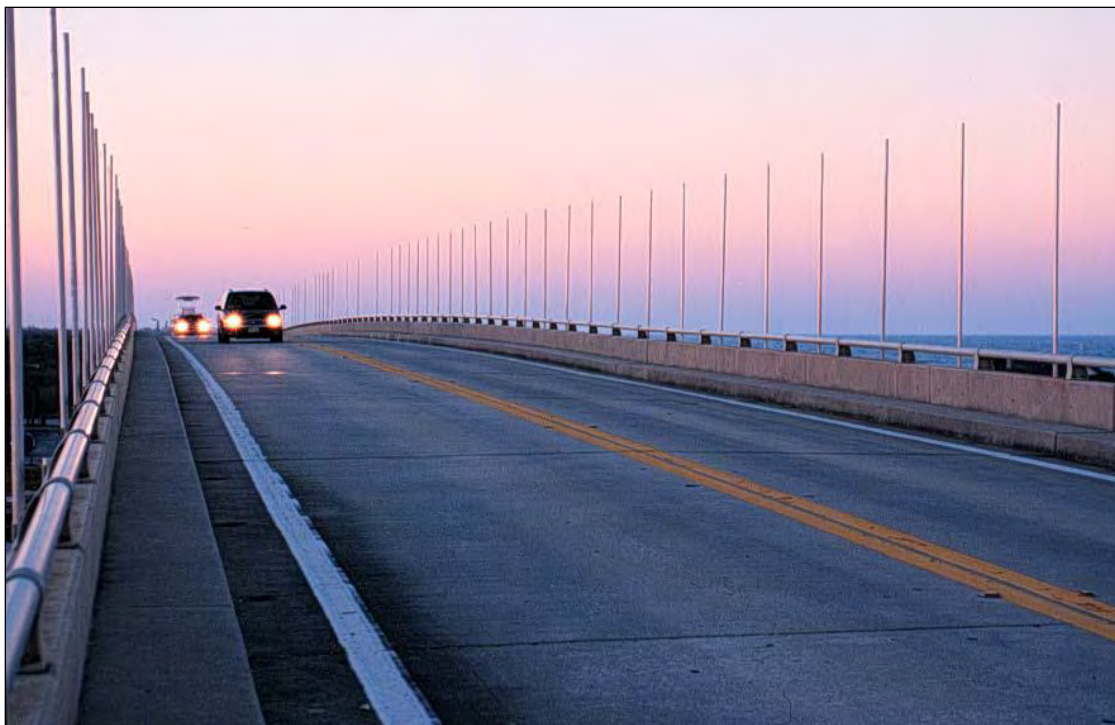
Zasaditev vegetacije je z vidika pokrajinskega videza najprimernejša. Problem, ki se lahko pojavi pri tej vrsti ukrepa je privabljanje ptic v neposredno bližino ceste v primeru, da je vegetacija plodonosna ali primerna za gnezdenja ptic. Za zasaditev je primernejša uporaba visokih dreves, saj se ptice zadržujejo na višini krošenj. Pri izbiri vrste dreves v bližino cestišča je potrebno upoštevati primerno višino dreves. Potrebno je odstranjevati grmovje in redno prirezovati celotne veje, ki se razraščajo bliže tlom. S tem preprečimo, da bi ptiči vzletali z dreves v višini vozil.

Pri zasaditvi dreves je potrebno upoštevati, da nameščanje kratke linije dreves ni učinkovita metoda. Potrebno je vzpostaviti dolg niz neprekinjene prepreke, ki se mu ptiči ne morejo ogniti in zaiti na cestišče (Slika 8). Metoda je primerna za preprečevanje trkov na »vročih točkah«.



Slika 8: Primer zasaditve dolge linije dreves ob cestišču, ki ptice usmerja k letenju na varni višini (povzeto po Ramsden 2003).

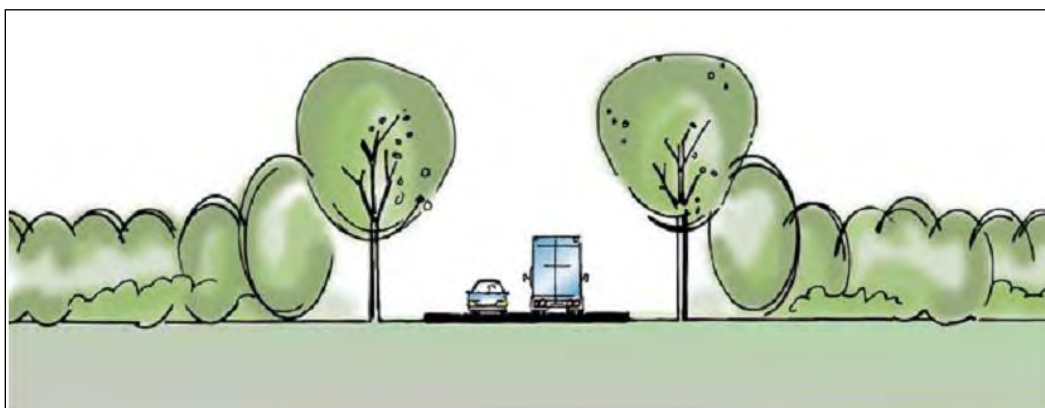
Podoben učinek, kot je opisan zgoraj, lahko dosežemo tudi z nameščanjem drogov ob cestišče. Gre za postavitev približno 3 metre visokih drogov, na razdalji do 4 metre, s čimer cestišče ogradimo z vizualno bariero, ki jo ustvari dolg niz drogov. V ZDA je ukrep dokazano učinkovit (Slika 9).



Slika 9: Leta 1994 so na Floridi na most postavili 122 drogov višine 2,74 m, presledki med njimi pa so merili 3,66 m. Postavitev drogov je zmanjšala številčnost trkov čiger in rjavih pelikanov z vozili za 64%, kar pomeni, da gre za učinkovito metodo preprečevanja trkov ptičev z vozili (iz Huijser in sod. 2008).

»HOP OVER«

Ukrep je namenjen usmerjanju ptic (tudi netopirjev) nad višino vozil z nameščanjem vegetacije, pri čemer je najbližje cesti zasajena najvišja vegetacija (drevesa z višino, ki presega višino tovornjakov), z oddaljevanjem od ceste pa se višina vegetacije znižuje (Slika 10). Ptice naj bi v tem primeru uporabljale smer, ki jim zagotavlja kritje in bi cestišče prelete v višini krošnje dreves, torej na varni višini tudi pred trkom z višjimi vozili.



Slika 10: »Hop over« ukrep, pri kateri se s pomočjo vegetacije ptice usmerja nad višino vozil (povzeto po Kruidering in sod. 2005).

Ukrepi, ki vplivajo na vedenje voznikov:

- Omejevanje hitrosti prometa na 70 km/h (v kolikor je to mogoče) v 10-km pasovih »črnih točk«,
- dnevno-nočni režim zmanjšanja hitrosti,

- postavitve obveščevalnih znakov, ki opozarjajo voznike na možnost trka s ptiči (predvsem ujedami in sovami) na območjih »črnih točk«.

Monitoring povozov in ugotavljanje »črnih točk«

Poznavanje problematike je ključnega pomena pri načrtovanju ukrepov, s katerimi poskušamo omiliti negativne vplive cestne infrastrukture. Redno spremljanje stanja je torej nujni ukrep, ki ga je potrebno vpeljati pred pričetkom umeščanja novih prometnih povezav v prostor. V primeru cest, ki so že v obratovanju, je spremljanje vplivov prav tako nujno, posebno v točkah, kjer prihaja do zgostitev povozov ptic. Pri monitoringih ptic je smiselno vpeljati dva osnovna načina: spremljanje trkov ptic z vozili in spremljanje vpliva ceste na ptice v okolici le-te. V prvem primeru ugotavljamo, ali prihaja do zgostitev povozov v določenih odsekih. Temu mora slediti ugotavljanje vzrokov za povečano število povozov ter predpisovanje ustreznih ukrepov, ki bodo to število zmanjšali. Pri spremljanju vpliva cest na ptice v okolici pa je potrebno upoštevati več različnih vplivov: vpliv hrupa, vizualni efekt, robni efekt ter poslabšanje habitata za ptice v okolici cestišča. Pri tem monitoringu stanja ugotavljamo, ali cesta in promet vplivata na gostoto in pestrost ptic na območju.

Osnovni napotki za monitoring povozov ptic:

- povoze spremljamo peš, saj tako zaznamo največji delež kadavrov,
- popise je potrebno izvajati dolgoročno, saj je v kratkem času nemogoče proučiti vpliv prometa na ptice,
- popise izvajamo čez celo leto vsaj v prvih fazah monitoringa, nato pa lahko število popisov prilagajamo glede na letno dinamiko povozov,
- tedenske (najbolje je celo v intervalih nekaj dni) popise je potrebno izvajati v času spomladanske (april-junij) in jesenske selitve (avgust-september) ter v času gnezdenja (marec-avgust), kar pomeni, da je za optimalno poznavanje problematike potrebno popise izvajati neprekinjeno v obdobju od marca do septembra.
- Pri vsakem najdenem kadavru, če je mogoče, določimo vrsto, spol, starost, lego na cestišču ter koordinate najdbe (s pomočjo GPS-a), kar omogoča določitev morebitnih »črnih točk« povozov.
- Smiselno je, da se poleg spremljanja števila povozov ptic, vključi še monitoring ujed in sov, ki se pojavljajo ob cestah, poleg tega pa še monitoring malih sesalcev ter analizo različnih dejavnikov.
- Monitoring bi bilo potrebno izvesti pred umeščanjem novega cestišča v okolje, v času obratovanja in po morebitni vzpostavitvi omilitvenih ukrepov.

VIRI

Bekker, H., Hengel, V. D. B., Van Der Sluigs, H. 1995. *Natuur Over Wegen* (Nature Across Motorways). Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Delft, The Netherlands.

Božič, L. 2001. Seznam ugotovljenih ptic Slovenije s pregledom redkih vrst. *Acrocephalus*, 22 (106-107): 115-120.

Bujoczek, M., Ciach, M., Yosef, R. 2011. Road-kills affect avian population quality. *Biological Conservation*, doi:10.1016/j.biocon.2010.12.022.

De Molenaar J. G., Sanders M. E., Jonkers D. A. 2006. Roadway lighting and grassland birds: local influence of road lighting on a Black-tailed Godwit population. V: Bujoczek, M., Ciach, M., Yosef, R. 2011. Road-kills affect avian population quality. *Biological Conservation*, doi:10.1016/j.biocon.2010.12.022.

Denac, K. 2003. Mortalitet vretenčarjev na cestah Ljubljanskega barja. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo. 79 str.

Erritzoe, J., Mazgajski, T. D., Rejt, Ł. 2003. Bird casualties on European roads - a review. *Acta Ornithologica*, 38: 77-93.

Geister, I. 1995. Ornitološki atlas Slovenije: razširjenost gnezdk. Dzs, Ljubljana.

Gregori, J. 1987. Ptiči poginjajo tudi na cestah. *Acrocephalus*, 8 (31/32): 19.

Hill, D. 2001. *Highways and birds: a best practice guide*. London: Highways Agency.

Huijser, M. P., McGowen, P., Clevenger, A. P., Ament, R. 2008. Wildlife vehicle collision reduction study. Best practices manual. Report to congress. U. S. Department of transportation, Federal highway administration. 204 str.

Illner H. 1992. Roads deaths of Westphalian owls: methodological problems, influence of road type and possible effects on population levels. – In: *The Ecology and Conservation of European Owls*. (Eds.): Galbraith C. A., I. R. Taylor S. Percival. Peterborough, Joint Nature Conservation Committee, 94-100.

Jacobson, S. 2005. Mitigation Measures for Highway-caused Impacts to Birds. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191.

Jones, D. N. & Bond, A. R .F. 2010. Road barrier effect on small birds removed by vegetated overpass in South East Queensland. *Ecological Restoration & Management* 11: 56-67.

Kociolek, A. V., Clevenger, A. P., Clair, C. C. St., Proppe, D. S. 2011. Effects of road networks on bird populations. *Conservation Biology*, 25(2): 241-249.

Kruidering, A. M., G. Veenbaas, R. Kleijberg, G. Koot, Y. Rosloot, and E. Van Jaarsveld. 2005. Leidraad faunavoorzieningen bij wegen. Rijkswaterstaat, Dienst Weg-en Waterbouwkunde, Delft, The Netherlands.

Ramsden, D. 2003. Barn Owls and major roads: results and recommendations from a 15-year research project. The Barn Owl Trust and its Environment. [Accessed online: 19-07-2009]. Dostopno na strani: [http://www.barnowltrust.org.uk/content_image/pdf/Barn Owls and Major Roads.pdf](http://www.barnowltrust.org.uk/content_image/pdf/Barn_Owls_and_Major_Roads.pdf). Obiskano dne: 16.8.2012.

Reijnen, R., R. Foppen 2006: Impact of road traffic on breeding bird populations (V The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment (Environmental Pollution) J. Davenport (Ur.), J. L. Davenport (Ur.)), Springerlink. P. 266-274.

Reijnen, R., Veenbaas, G., Foppen, R. 1995. Predicting the effects of motorway traffic on breeding bird populations. Road and Hydraulic Engineering Division and DLO-Institute for Forestry and Nature Research, P-DWW-95-736, Delft.

Rheindt, F. E. 2003. The impact of roads on birds: does song frequency play a role in determining susceptibility to noise pollution? Journal für Ornithologie 144: 295–306.

Rubinić, B., Vrezec, A. 2002. Prispevek k poznavanju smrtnosti ptic na cestah v Sloveniji. *Acrocephalus* 22 (109): 31 – 35.

Van de Laar, F. J. T. 2007. Green light to birds: investigation into the effect of bird-friendly lighting. Shell, Assen, The Netherlands. Dostopno na strani: http://www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Dossiers/Energie/pdf/green_light_to_birdsNAM.pdf. Obiskano dne 15.8.2012.

Vogrin, M. 1991. Kadavri, najdeni v severovzhodni Sloveniji. *Acrocephalus*, 12 (49): 141-147.

Wray, S., Reason, P., Wells, D., Cresswell, W., Walker, H. 2005. Design, installation and monitoring of safe crossing points for bats on a new highway scheme in Wales. V: Irwin C.L., Garrett P., Mcdermott K.P. (Eds.). Proceedings of the 2005 International Conference Ecology Transportation Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, NC.

SESALCI*

* netopirji so obravnavani ločeno

UVOD

Prometna infrastruktura ima na sesalce veliko različnih vplivov. Obseg in vrsta vpliva sta odvisna od ekoloških značilnosti skupine sesalcev, njihovih telesnih značilnosti in vedenjskih vzorcev. Ceste so za sesalce predvsem pomemben dejavnik omejevanja prostora, s čimer se krči življenjski prostor teh živali, zaradi prometa pa se poveča smrtnost živali. Smrtnost sesalcev na cestah je povezana s populacijskimi gostotami, razširjenostjo ter habitatnimi zahtevami posameznih vrst. Predvsem večji sesalci veljajo za precej mobilne, ne samo v času migracij, ampak tudi v okviru njihovega domačega okoliša. Mobilne vrste so tako bolj izpostavljene dejavnikom ogrožanja, ki jih predstavljajo ceste in promet.

EKOLOGIJA SESALCEV

Sesalci imajo zelo različne prostorske zahteve. Za prehranjevanje, počivanje in razmnoževanje uporabljajo določeno območje primernih habitatov, ki ga imenujemo domači okoliš. Gre za območje, v katerem se organizem kadarkoli v svojem življenju zadržuje. Večje živali imajo večje domače okoliše in posledično je število osebkov, ki lahko na nekem območju živijo, manjše.

Širitev urbanih območij, prometne površine in drugi posegi v naravnem okolju lahko različnim vrstam predstavljajo bolj ali manj neprehodno oviro. Z rabo prostora se manjša primeren življenjski prostor vrst, prav tako je lahko onemogočeno (predvsem pri večjih, sklenjenih urbanih površinah, prometnicah in posegih v vodotoke) prehajanje vrst po že obstoječih koridorjih (pri nekaterih živalskih vrstah gre za tradicionalne koridorje). Govorimo o fragmentaciji habitatov. Fragmentacija habitatov povzroči, da se deli nekoč celovitih populacij med seboj razmejijo; nastanejo t.i. subpopulacije, ki naseljujejo še primerne dele habitatov, med seboj ločene z območji, ki niso primerna za naselitev. V primeru, da prihaja do izmenjav med osebki subpopulacij, nastane metapopulacija. Obstanek mnogih vrst je v današnjem času odvisen od možnosti izmenjave osebkov med subpopulacijami. Takšne izmenjave osebkov potekajo preko koridorjev.

Možnost prostega premikanja osebkov v okolju je osnovni pogoj za obstoj in normalno delovanje vsake populacije (Jędrzejewski in sod. 2009). Razlikujemo različne načine živalskega premikanja in migracij v okolju:

- Dnevno premikanje znotraj domačega okoliša ali teritorija (iskanje hrane, raba počivališč in skrivališč, razmnoževanje, markiranje in obramba teritorija).
- Sezonske migracije so odgovor predvsem na sezonsko razpoložljivost hrane v različnih okoljih. Tak primer so npr. alpske živali, ki se (sicer na krajše razdalje) selijo v nižje gorske predele, kjer je tanjša snežna odeja.

- Disperzija mladih živali, ki zapustijo teritorij svojih staršev in si poiščejo svoj teritorij.
- Disperzija odraslih živalih navadno nastopi zaradi sprememb v okolju (pomanjkanje hrane, motnje, ipd.).

Vplivi cestne infrastrukture in prometa se v splošnem kažejo skoraj pri vseh skupinah sesalcev. V nadaljevanju opisujemo tiste skupine sesalcev, ki se pogosteje znajdejo med žrtvami prometa in tiste, na katere imajo prometne povezave pomemben okoljski vpliv.

ŽUŽKOJEDI

So manjše živali, ki živijo v najrazličnejših okoljih. Prehranjujejo se večinoma kot plenilci nevretenčarjev, nekateri med njimi pa so vsejedi (Sket in sod. 2003).

Ježi so nočne živali, ki na noč prehodijo med 0,5 in 1,5 km. Njihovi domači okoliši so veliki najmanj 10 ha in se med osebkami prekrivajo. Premikajo se počasi in se pogosto ustavljajo. Pretežno se prehranjujejo s hrošči, deževniki, pajki in golimi polži. Ježi kotijo enkrat ali dvakrat letno. V prvem letu pogine 60-70% mladih osebkov, saj so pogost plen zveri in velike uharice. Zimo prespijo v gnezdu, medtem pa so redko aktivni. Prvi ježi se v naravi ponovno pojavijo v začetku pomladi, v zimsko spanje pa se podajo konec jeseni. Pri nas je na večini ozemlja razširjen **zahodnoevropski beloprski jež** (*Erinaceus roumanicus*). Jež je v Sloveniji med najpogostejšimi žrtvami prometa.

Rovke in **krti** se redko znajdejo na cestah, saj so vezani na vlažno oziroma podzemeljsko okolje.

ZAJCI

So hitre živali odprte krajine. Spremembe na področju kmetijstva so močno spremenile življenjsko okolje **poljskega zajca** (*Lepus europaeus*), posledica tega pa je upad populacije vrste. K temu zmanjšanju pri nas prispevajo še promet, lov in spremenjena kmetijska praksa. Pri prometu je bistven pojav asfaltiranih poljskih poti. Predvidoma je povozeno 10% letnega odstrela (Kolar 2008). Manjša pestrost okolja ima za posledico povečanje domačega okoliša vrste, kar pa je za vrsto usodno. Z zmanjševanjem velikosti domačega okoliša se povečujejo tudi izgube v prometu.

GLODAVCI

So večinoma majhni, pretežno rastlinojedi sesalci. Njihov življenjski prostor je majhen, večinoma pa dosegajo velike populacijske gostote. Na kopnem so v večini habitatov najštevilčnejša skupina sesalcev.

Veverica (*Sciurus vulgaris*) je prilagojena življenju na drevesih, pogosto pa se pri iskanju hrane znajde na tleh. Živi v različnih tipih gozda, pri čemer potrebuje vsaj 50 ha sklenjene gozdne površine. Aktivna je podnevi, njeno gibanje je ponavadi omejeno na območje s polmerom okrog 500 metrov (Sket in sod. 2003). Gre za pretežno rastlinojedo žival. Veverice ne prezimujejo, izjemno nizke temperature pa preždiijo v gnezdu. Kot

žrtev prometa se veverica pojavlja predvsem na območjih, kjer cesta preseka sklenjeno gozdno površino.

Velika in raznolika družina **miši** (Muridae) obsega v Sloveniji vsega 16 vrst, ki pripadajo poddružinam **hrčkov**, **voluharic** in **miši**. Večinoma gre za rastlinojede živali, nekatere pa so vsejede. Voluharice prebivajo predvsem v odprti krajini, miši pa zasedajo bolj raznolika okolja, od gozdov, travnikov do polj in bližine človeških bivališč. Omenjeni skupini živali imajo v okolju veliko naravnih sovražnikov, saj so pogost plen zveri, ujed, sov in plazilcev. Nekateri predstavniki družine miši so relativno pogoste žrtve prometa, saj jim obcestne bankine predstavljajo zelo ustrezen habitat. Znano je, da dosegajo voluharice v obcestnem pasu visoke populacijske gostote, kar k cestišču privablja ujede, sove in druge plenilce, ki so posledično izpostavljeni nevarnosti prometa.

ZVERI

Zveri (Carnivora) so velika skupina sesalcev, ki so prilagojeni plenilskemu načinu življenja (Sket in sod. 2003). Ta način življenja narekuje, da imajo te živali velika območja gibanja, na katerih lovijo svoj plen. Le-ta je praviloma bistveno številčnejši od plenilcev; ponavadi gre za razmerje 1:100 v prid plenu. Cestna infrastruktura verjetno predstavlja glavni način drobljenja okolja zveri, pri čemer največji vpliv čutijo redke vrste zveri, katerih populacije so čedalje manjše, izolirane in posledično na robu izumrtja (na primer **ris** (*Lynx lynx*) v Sloveniji). Vitalnost populacije med drugim zagotavlja predvsem dobra številčna zastopanost osebkov. Majhne, izolirane populacije imajo malo možnosti za dolgoročno preživetje vrst, predvsem zaradi izgube genetske pestrosti.

Velike zveri so med žrtvami prometa v Sloveniji redkejše, saj je manjša tudi njihova številčnost v okolju, kar je povezano z njihovim položajem v prehranjevalni verigi (plenilci).

Rjavi medved (*Ursus arctos*) je vsejeda zver, ki se sicer pretežno prehranjuje s hrano rastlinskega izvora. Gre za zelo aktivno žival, ki dnevno prehodi velike razdalje (tudi do 40 km). V zimskem času medved miruje, vendar pri tem ne gre za pravo zimsko spanje. V Sloveniji živi okrog 394 – 475 medvedov (Skrbinšek in sod. 2008), predvsem na območju dinarskih gozdov.

Volk (*Canis lupus*) je največji predstavnik družine psov (Canidae), pri nas največji specializirani plenilec. Njegova aktivnost je omejena na nočni čas, ko med iskanjem hrane prepotuje zelo velike razdalje (40-70 km). Gre za socialno žival, ki živi v tropu, pri čemer posamezen trop živi na območju približno 25 km² (Sket in sod. 2003). Volk se prehranjuje pretežno z jelenjadjo in srnjadjo, kjer ima funkcijo selekcije in odstranjevanja šibkejših živali. V Sloveniji je populacija ocenjena na okrog 35 osebkov (Krofel, ustno), razdeljenih v ločene trope.

Šakal (*Canis aureus*), za razliko od volka, prebiva v bolj odprtih in ravninskih predelih. Prehranjuje se večinoma z voluharicami, pleni pa tudi živali do velikosti ovce. Živi v manjših tropih. V Sloveniji naj bi trenutno prebivali zgolj dve družini šakalov, in sicer na Ljubljanskem barju in v Bovški kotlini, vendar je njegova širitev pričakovana vsaj na območjih, kjer ni prisoten volk.

Lisica (*Vulpes vulpes*) velja za najpogostejšo zver v Sloveniji. Je nezahtevna vrsta, ki lahko prebiva v zelo različnih okoljih, od gozdov, kmetijskih površin do bližine naselij. Lisice so najbolj aktivne v mraku in ponoči. Praviloma vse življenje preživijo v istem domačem okolišu. Velikost okolišev je različna: največji znani iz Evrope so 16 km² (Labhardt 1994), sicer pa zaseda življenjsko območje, ki meri 2,5-15 km² (Sket in sod. 2003). Ugotovljena gostota lisic v Evropi je med 0,08 in 1,5 lisice/km². Mešani predeli travnikov, živih mej in njiv so najbolj privlačni za lisice, saj je na takem območju več raznolike hrane (Labhardt 1994). Lisica je vsejed in prehranski oportunist. Prehranjuje se z malimi sesalci (predvsem miši), drugimi sesalci (zajci, srnjad, domače živali), pticami, sadjem, divjimi sadeži, odpadki, mrhovino, itd. - odvisno od okolja, letnega časa in razpoložljive hrane.

Razen lova je najmočnejši človekov vpliv na številčnost lisic promet (Krže 2009). Med vsemi zvermi je lisica najpogostejša žrtev prometa.

Družina **kun** (Mustelidae) je zelo pestra in velika, pri nas zastopana s 7 vrstami. Največja med njimi je **jazbec** (*Meles meles*). Je oportunistični mesojedec s povečanim deležem hrane rastlinskega izvora v vegetacijski dobi. Pomemben prehranski vir so deževniki, ki jih išče na negovanih travnikih. V izboru habitatov je sicer specialist; zaradi specifičnih oblik socialnega življenja in poudarjene somračne aktivnosti je navezan na območja, v katerih si koplje kote oziroma brloge. Ti so posebej pomembni v obdobju prezimovanja, kotenja in vzgoje mladičev.

Čeprav lahko jazbec v eni noči prehodi precejšnje razdalje, je pri ustrezni prehranski ponudbi večji del leta njegov življenjski prostor omejen na območje do 1,5 km od jazbine (Kryštufek in sod. 1986). Velikosti teritorija je od 0,3 do 3,7 km². Teritoriji so v zimskem času nekoliko večji (Do Linh San in sod. 2007).

Med **podlasicami** srečamo v Sloveniji tri predstavnike: **malo podlasico** (*Mustela nivalis*), **veliko podlasico**, imenovano tudi **hermelin** (*Mustela erminea*) in **dihurja** (*Mustela putorius*). So najmanjše, a zelo spretno in hitre zveri. Prehranjujejo se z dvoživkami, malimi sesalci, ptiči in nevretenčarji. Velikost teritorija, na katerem se gibljejo, je odvisna od gostote plena na območju. Samci imajo ponavadi večje teritorije, ki obsegajo najmanj 1 ha površine pri mali podlasic, pri hermelinu pa 10-200 ha.

V primerjavi z podlasicami so **kune** večjih telesnih dimenzij. Obe vrsti pravih kun, **belica** (*Martes foina*) in **zlatica** (*Martes martes*), ki poseljujeta Evropo, živita tudi v Sloveniji (Kryštufek 1991). Bolj kot po videzu se razlikujeta po habitatu: zlatica je gozdna vrsta, ustrezajo ji stari gozdni sestoji, živi pa tudi v jelševih in vrbovih sestojih vzdolž voda; le

redko se približa naseljem. Belica je glede habitata manj izbirčna, pogosteje jo najdemo ob vodotokih, predvsem pa je vse pogostejši gost v človekovih domovanjih (podstrešja, skednji), celo v strnjenih naseljih oz. mestih.

Obe kuni sta aktivni predvsem ponoči. Poleg glodavcev in ptičev, ki so najpogostejši plen, kuna občasno lovi še plazilce in dvoživke, pomemben del prehrane pa sestavljajo tudi sadeži.

Čeprav se življenjski prostor obeh vrst med seboj prekriva, živita vsaka v svojem habitatu. Kuni zlatici najbolj ustrezajo smrekovo-jelovi ali mešani gozdovi od nižin do sredogorja. Morfološko je vrsta bolj prilagojena na drevesni način življenja kot kuna belica. Kuna belica je vezana na kulturno krajino, kar se izraža tudi na bistveno višjem številu povoženih primerkov, v primerjavi s kuno zlatico.

Evrazijska vidra (*Lutra lutra*) je edina predstavnica svojega rodu v Evropi in hkrati edina predstavnica družine kun pri nas, ki je vezana na vodno življenjsko okolje. Optimalen habitat za vidro nudi veliko možnosti za kritje in mirna počivališča, torej zahteva strukturirano obrežje, raznovrstno in gosto obrežno vegetacijo ter stara drevesa z bogatim koreninskim spletom. Na kopnem je bistveno manj spretna, premika pa se s poskakovanjem. Vidre lahko tekom noči obredejo več kilometrov in običajno prečkajo ceste, kjer so vodotoki kanalizirani ali preko njih mostovi. Fragmentacija območja aktivnosti lahko vidro postavi v tekmovalni položaj z drugimi osebki in tako se poveča pritisk na populacijo kot celoto. Fragmentacija lahko prepreči tudi migracijo osebkov na nova območja, s čimer se prav tako poveča tekmovalnost v stabilnih populacijah ter zmanjša genska raznolikost populacije. Vidre so agresivne in so si med seboj sposobne prizadejati smrtne poškodbe. Povečana tekmovalnost je torej lahko uničujoča za populacijo in s tem izloči osebkke, ki bi sicer uspešno zasedli nova območja. Nove ceste in nadgradnja obstoječih ali povečan promet lahko povzročijo fragmentacijo primernih habitatov, kar lahko zmanjša razmnoževalni uspeh z razdvojitvijo različnih populacij in zmanjša verjetnost za uspešno disperzijo na nova območja.

Mačke (Felidae) so v Sloveniji zastopane z dvema vrstama. Veljajo za specializirane plenilke. **Divja mačka** (*Felis sylvestris*) je tipičen predstavnik gozdov. Aktivna je v jutranjem in večernem mraku ter ponoči. Lovi predvsem ptice in glodavce, občasno pa tudi druge manjše sesalce in dvoživke. Divja mačka je razširjena povsod po Sloveniji, pogostejša je v kraških območjih, proti severu in SV pa je redkejša (Sket in sod. 2003). Večinoma živi skrito življenje in se človeka izogiba.

Drugi predstavnik družine mačk pri nas je **ris** (*Lynx lynx*). Njegova razširjenost je omejena na obsežne dinarske gozdove. Izogiba se naseljem in območjem z večjo človeško aktivnostjo. Na svoj plen čaka iz zasede ali pa ga zasleduje. Pleni sesalce do velikosti srne, priložnostno pa tudi druge živali. V Sloveniji je trenutno 15-20 risov,

njegova populacija je zelo ogrožena, med drugim tudi zaradi fragmentacije okolja in izoliranosti populacij na račun prometne infrastrukture.

PARKLJARJI

So najštevilčnejša skupina rastlinojedih sesalcev. Ker so večina časa izpostavljeni plenilcem, so prilagojeni za hiter beg. V primeru nevarnosti se pred njimi umaknejo s hitrim tekom.

Divji prašič (*Sus scrofa*) je vsejed, ki se prehranjuje s podzemnimi rastlinami, plodovi, nevretenčarji, priložnostno pa tudi z mrhovino (Sket in sod. 2003). Pri iskanju hrane prepotuje velike razdalje. Samice in mladiči se zadržujejo v večjih skupinah, tudi do 30 živali, medtem ko se jim samci približajo v času parjenja. Naseljujejo gozdnate predele in goščave, prehranjujejo pa se tudi na kmetijskih površinah. V Sloveniji je vrsta zelo pogosta in splošno razširjena.

Družina **jelenov** (Cervidae) je pri nas zastopana s 3 vrstami, od tega sta dve avtohtoni. Pri vseh vrstah velja, da so samci večji od samic, na glavi pa imajo rogove. Večino leta se zadržujejo na istih območjih, ki pa so različnih velikosti glede na vrsto. Prehranjujejo se z rastlinsko hrano: z listi, popki, plodovi in poganjki listnatih dreves, grmovja in travniške vegetacije.

Naš največji predstavnik je **navadni jelen** (*Cervus elaphus*). Samci so precej večji od samic, saj tehtajo do 250 kg, samice pa do 150 kg (Sket in sod. 2003). Samci živijo večino časa ločeno od samic, približajo se jim le v času parjenja (ruka), ki poteka v septembru. V tem času potekajo spopadi za košute, v katerih lahko pride tudi do fizičnega obračuna med samci. Vrsta se zadržuje pretežno globoko v gozdovih, kjer redno obiskuje odprte jase.

Damjek (*Dama dama*) je manjši predstavnik družine jelenov. V Slovenijo je bil naseljen in je prisoten v različnih predelih države.

Srna (*Capreolus capreolus*) je najmanjši predstavnik jelenov in tudi najbolj pogost predstavnik družine. V Sloveniji znaša ocena srnjadi med 30.000 in 40.000 (Pokorny 2008). Razširjena je po celotnem območju države. Ustrezajo ji mozaične strukturirane pokrajine, gozd in odprta krajina z gostejšo vegetacijo, kjer najde kritje. Pozimi se srnjad zadržuje v skupinah, predvsem na odprtih površinah, kjer je na voljo več hrane. Srnjad je najpomembnejša lovsko-gospodarska vrsta v Sloveniji in po Evropi. Zaradi njene razširjenosti in številčnosti je med večjimi sesalci najpogostejša žrtev prometa, saj se cest, ki ji sekajo življenjski prostor, ne izogiba.

Družina **votlorogov** (Bovidae) je v Sloveniji zastopana s 3 predstavniki, od tega pa je avtohtona vrsta le **gams** (*Rupicapra rupicapra*). Pretežno prebiva nad gozdno mejo, v času snega in hude zime pa se pogosto spusti v nižje ležeče goste predele. Manjše število

gamsov se zadržuje v skalnatih predelih gozdov čez celo leto. Samice in mladiči se zadržujejo v skupinah, katerim se samci približajo v času parjenja (Sket in sod. 2003).

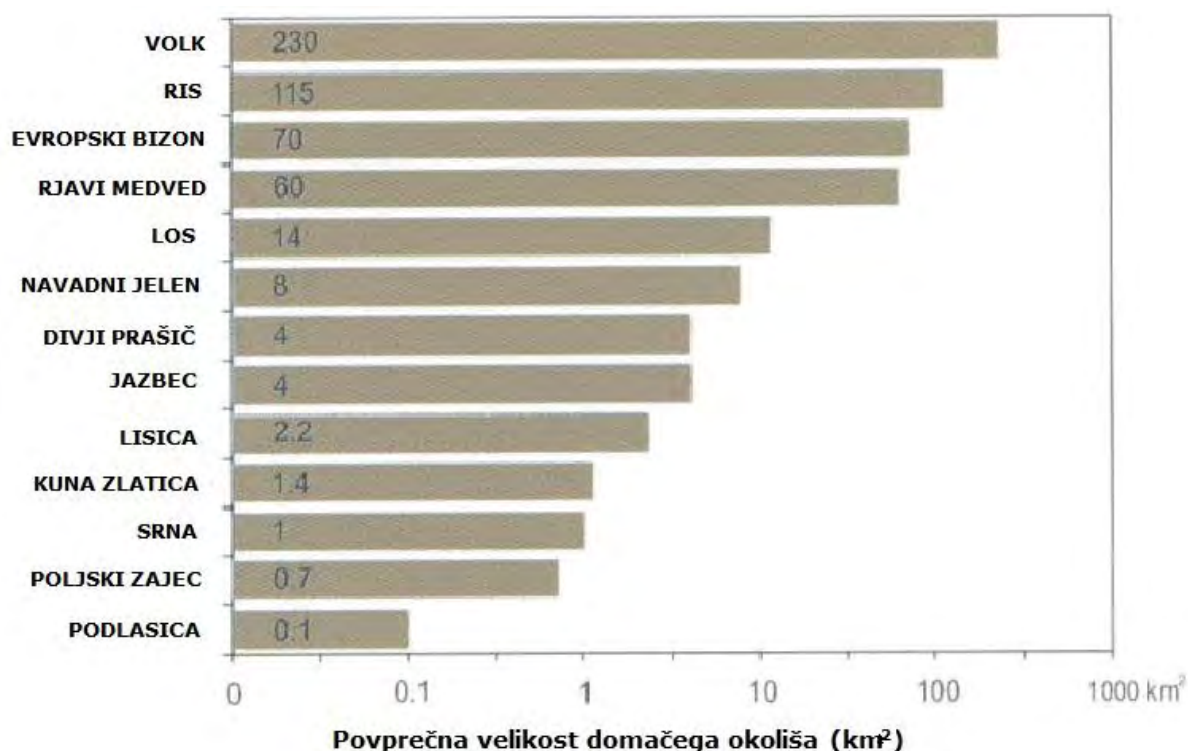
Alpski kozorog (*Capra ibex*) je bil konec 19. stoletja pri nas ponovno naseljen, pred tem je na območju Slovenije prebival v času ledenih dob (Sket in sod. 2003). Prebiva v Alpah v pasu nad gozdno mejo. Poleti mu primeren prostor za pašo predstavljajo visokogorski travniki in pašniki, pozimi pa se spusti do gozdne meje.

Druga alohtona vrsta votlorogov pri nas je **muflon** (*Ovis orientalis musimon*). Prebiva v gorskem svetu in na nekaterih visokih kraških planotah (na primer Trnovski gozd). Prebiva v skupinah, parjenje pa poteka oktobra in novembra. Pri nas naj bi bil naseljen v 19. stoletju (Sket in sod. 2003).

Tabela 4: Pregled nekaterih srednje velikih in velikih sesalcev v Sloveniji, njihove selitvene navade in okvirna velikost domačega okoliša (povzeto po Jędrzejewski in sod. 2009, Hlavač in Anđel, 2001).

VRSTA	SELITVENE NAVADE	DOMAČI OKOLIŠ (km ²)
jazbec	teritorialna vrsta; disperzija mladih osebkov	4
vidra	dnevno do 30 km, predvsem samci, ob vodotokih	/
lisica	teritorialna vrsta; disperzija mladih do 15 km	2,2
volk	aktivna vrsta, do 60 km na noč, migracije po več 100 km	230
ris	teritorialna vrsta, disperzija mladih osebkov na dolge razdalje	115
divja mačka	zelo teritorialna vrsta, disperzija mladih na kratke razdalje	/
rjavi medved	zelo dolge dnevne in selitvene razdalje	60
divji prašič	aktivna vrsta, do 40 km na noč, selitve med območji	4
navadni jelen	selitve med prehranjevališči, različno dolge razdalje pri selitvi mladih	8
srna	poleti stacionarna, pozimi selitve na prehranjevališča	1
damjek	teritorialna vrsta	/
gams	naključne selitve	/
muflon	poleti stacionarna vrsta, pozimi selitve v skupini	/

Opomba: / – ni podatka



Slika 11: Povprečne velikosti domačih okolišev nekaterih vrst sesalcev v Evropi (povzeto po Jędrzejewski in sod. 2009).

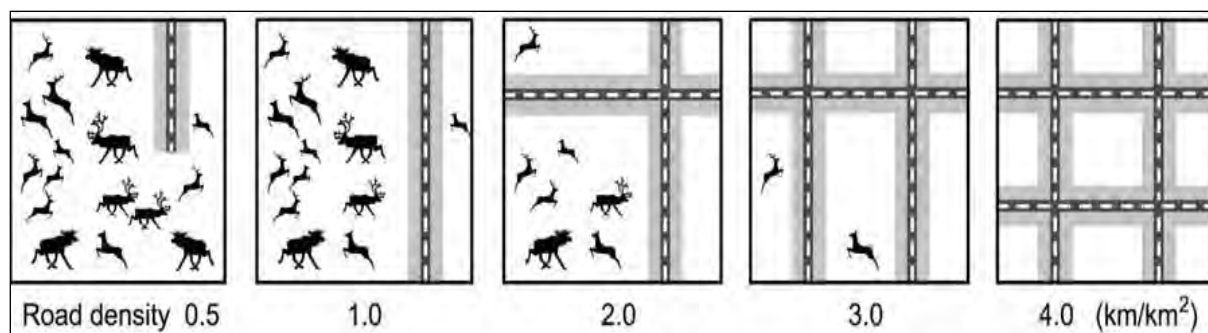
SESALCI IN CESTE

Sesalci se na cestah pojavljajo iz različnih razlogov. Najverjetneje je glavni razlog postavitve ceste neposredno v življenjski prostor živali. Ceste, ki sekajo domači okoliš živali, so sicer ovira, ki jo včasih celo premagajo, pogosto pa je cena prečkanja zelo visoka, saj se živali ne zavedajo nevarnosti, ki jih predstavlja promet.

Glavni vplivi cestne infrastrukture na sesalce so sledeči: fragmentacija območja aktivnosti, prekinitev disperznih poti ter posledična izolacija populacij, prekinitev genskega pretoka, povečanje robnega efekta, uničenje in degradacija habitatov, izguba oz. uničenje brlogov, počivališč in virov hrane ter motnje zaradi bližine gradbišč. Vse to vodi v zmanjšanje vitalnosti populacije in celo do lokalnega izumrtja vrste.

Disperzija in migracija sta dva ključna mehanizma, ki pripomoreta k ohranjanju biodiverzitete različnih območij. Postavitve ovir v okolje povzroča številne negativne vplive na populacije:

- živali težje najdejo spolnega partnerja,
- motnje v vzpostavitvi socialnih struktur lahko vodijo v manjšo reprodukcijo,
- parjenje med sorodnimi osebki lahko povzroči t.i. inbreeding,
- izoliranost povzroča manjšo genetsko variabilnost in s tem manjšo imunsko sposobnost, večjo dovzetnost do različnih bolezni in manjšo sposobnost prilagajanja spremembam v okolju.



Slika 12: S povečevanjem gostote cest se povečuje število ločenih zaplat habitatov, ki postajajo premajhne za populacije živali, obenem pa se povečuje tudi robni efekt. (angl. road density - gostota cest). Povzeto po Wildlife crossing structures handbook.

Sesalci so poleg zgoraj omenjenih dejavnikov ogrožanja tudi pogoste žrtve prometa. Pozornost, ki je namenjena proučevanju problematike povozov na cestah, se razlikuje od skupine do skupine in izraža predvsem skrb zaradi ekonomskega vidika škod, ki so posledica trkov vozil z živalmi večjih telesnih dimenzij. Trki z velikimi sesalci so pogosti na regionalnih in lokalnih cestah. V zadnjih desetletjih je število povozov divjadi naraslo po celi Evropi, kar je posledica vedno večjega števila cest, večje gostote prometa na cestah, pokrajinskih sprememb, človeških aktivnosti (rekreacija, povišana stopnja urbanizacije) in povečanje števila določenih živalskih vrst (npr. srnjadi in jelenjadi) (Krajnc 2012).

Na pogostost prometnih nesreč s sesalci vplivajo številni dejavniki: tip ceste, gostota in hitrost prometa, pokrajinske značilnosti, habitat v okolici cest, letni čas in del dneva (Krajnc 2012).

Podobno kot pri drugih skupinah živali, predstavljata rob ceste ali cestišče primeren prehranjevalni prostor tudi za nekatere sesalce. Tu živali najdejo ostanke hrane, odpadke, ostanke povoženih živali, pozimi sol, na bankinah so pogosto visoke gostote raznovrstnega plena, pokošene trava pa privablja srnjad in jelenjad.

PROMETNE NESREČE IN SMRTNOST SESALCEV NA CESTAH V SLOVENIJI

V Sloveniji se vsako leto zgodi veliko prometnih nesreč, v katerih so udeležene živali. Med registriranimi živalmi se znajdejo tiste živali, ki jih vozniki prijavijo ob prometnih nesrečah in tiste, ki jih najdejo lovci, cestna služba, gozdarji, itd. Statistiko povoženih živali spremljata Lovska zveza Slovenije in Zavod za gozdove Slovenije, saj se povožena divjad upošteva pri letnih kvotah za odstrel živali. Med registriranimi povozi se malokrat znajdejo manjši sesalci, ki so najpogostejše žrtve prometa (npr. jež, mali glodavci, ipd.). Statistike tako večinoma kažejo sliko povoženih živali, ki so uvrščene med lovno divjad. Sem je potrebno prišteti še živali, ki niso bile prijavljene, in tiste, pri katerih je smrt nastopila nekaj časa po trku z vozilom. Slednji osebki se ponavadi zatečejo stran od ceste, kjer kasneje poginejo. Poleg škode, ki jo utrpijo živali, ne smemo pozabiti na škodo, ki jo utrpijo vozniki avtomobilov. Poleg gmotne škode so možne tudi telesne poškodbe voznika in potnikov v vozilu. V Sloveniji se povprečno zaradi trka z veliko

divjadjo poškoduje 12 ljudi na leto (Pokorny in sod. 2004), vsaki dve leti pa se zgodi ena prometna nesreča z smrtnim izidom (Krže 2000).

Tabela 5: Število registriranih povoženih živali v petih letih (v obdobju 2007-2011) na slovenskih cestah in železnicah (podatki Zavoda za gozdove Slovenije).

VRSTA	2007	2008	2009	2010	2011	SKUPAJ
srna	5363	5724	6037	6098	5609	28831
navadni jelen	128	178	167	184	179	836
damjak	11	7	12	11	13	54
muflon	2	1	1	7	4	15
gams	5	7	4	7	5	28
divji prašič	79	128	78	109	101	495
lisica	868	960	901	908	893	4530
jazbec	252	316	366	426	394	1754
kuna zlatica	30	36	34	44	42	186
kuna belica	326	377	384	419	388	1894
poljski zajec	799	743	675	679	639	3535
ostala divjad						470
volk			1	1	1	3
rjavi medved	17	12	12	9	10	60
SKUPAJ (tudi ostala divjad*)	7994	8587	8757	8988	8365	42691

* med ostalo registrirano divjad spadajo: navadni polh, nutrija, pižmovka, fazan jerebica, mlakarica, siva vrana, sraka in šoja.

Tabela 6: Seznam 15 najpogostejših žrtev prometa v obdobju 2006-2011, število ter povprečje žrtev v petih letih (podatki Lovske zveze Slovenije).

VRSTA	2006	2007	2008	2009	2010	2011	LETNO POVPREČJE	SKUPAJ
srna	6203	5060	5337	5627	5663	5267	5578	33157
lisica	696	838	923	866	873	858	842	5054
poljski zajec	722	786	740	670	652	612	697	4182
kuna belica	266	319	370	375	406	374	352	2110
jazbec	312	247	301	355	412	384	335	2011
navadni jelen	98	70	87	78	95	95	87	523
divji prašič	66	68	106	69	100	83	82	492
kuna zlatica	30	30	35	33	43	41	35	212
dihur	12	10	8	9	12	12	11	63
veverica	1	5	14	8	10	10	8	48
medved	11	11	6	8	3	5	7	44
divja mačka	8	1	10	12	5	1	6	37
damjak	8	4	4	4	9	4	6	33
vidra	3	4	8	5	3	9	5	32
hermelin	2	8	7	5	2	6	5	30

OMILITVENI UKREPI

Glede na hitro širjenje urbanih površin, krčenje naravnih habitatov in umeščanje mestoma popolnoma neprehodnih ovir (cestne - predvsem avtocestne in železniške povezave, naraščajoč promet), je nujno potrebno ohranjati vse obstoječe koridorje in vzpostavljati nove koridorje predvsem tam, kjer so povezave med subpopulacijami za določene vrste ali skupine organizmov zaradi antropogenih vplivov že prekinjene.

Omilitveni ukrepi so posegi, ki zmanjšujejo vpliv človeških posegov na populacije živali. V tem primeru govorimo o zmanjšanju vplivov, ki jih ima cestna infrastruktura na populacije živali, ki prihajajo v stik s cesto in jim le-ta predstavlja oviro v njihovem naravnem okolju. Najbolj so pri tem omejene živali, ki jim cesta preseka domači okoliš. Osnovna funkcija prehodov za živali je torej povezovanje območij, ki jih je cesta razčlenila. Z vidika živalskih populacij gre za vzpostavljanje koridorjev, ki so bili prekinjeni z umestitvijo prometnice v okolje. Prehodi imajo seveda tudi funkcijo varovanja divjih živali, ki bi sicer prišle v stik s prometom.

Ukrepe lahko v osnovi razdelimo na tri različne pristope z namenom zmanjševanja vplivov cest na živalstvo (povzeto po Kranjc 2012):

- **Ukrepi, ki preprečujejo ali nadzirajo prehajanje živali preko cest** (mehanske ograje, svetlobna, zvočna in kemična odvrata, lokalno zmanjšanje gostote določenih populacij živali).
- **Varni prehodi za živali** (izgradnja namenskih prehodov za živali, posodobitev večnamenskih objektov za prehajanje manj občutljivih živali).

- **Ukrepi za povečanje ozaveščenosti voznikov** (opozorilni sistemi v avtomobilih, svetlobni znaki ob cestah, odstranjevanje obcestne vegetacije za večjo vidljivost, izobraževanje v šolah).

Na populacije živali, ki so v stiku z neprehodno oviro, kot je cesta, vpliva več med seboj povezanih dejavnikov, ki odločajo, ali bodo živali umetno urejene prehode uporabljale ali ne. Te dejavnike lahko delimo v dve skupini, in sicer glede na zunanje okolje in notranje motive, ki so odvisni od biologije posamezne vrste. Poznavanje biologije vrst je torej osnova za razumevanje problematike ceste kot ovire v okolju, saj je to znanje podlaga za načrtovanje prehodov za živali. Pri iskanju primernih rešitev, s katerimi omilimo negativne vplive cestne infrastrukture, sta vodilo načrtovanja poznavanje ekoloških zahtev in biologija posameznih vrst.

Biološki dejavniki, ki vplivajo na gibanje živali (navedeni so splošni dejavniki, ki pa so vrstno specifični):

- način premikanja (lokomocija – počasnejše živali se na prehodih zadržujejo več časa),
- protipleniške strategije,
- obrambne strategije,
- socialno ali samotarsko življenje,
- potrebe po vodi in hrani,
- potrebe po oblikovanju partnerskih zvez,
- selitev z namenom prezimovanja, iskanje hrane, gnezdenje,
- izogibanje človekovim motnjam,
- disperzija in ustanavljanje novih teritorijev,
- iskanje specifičnih habitatnih razmer (npr. razmerje kopnega in vode).

Preprečevanje in nadzor prečkanja sesalcev čez cestišča

Obstaja več načinov, s katerimi je mogoče živalim preprečiti in nadzorovati prečkanje ceste. Zavedati se moramo, da je ograjevanje cest pomembno omejevanje življenjskega prostora živali, s katerim se povečuje fragmentacija habitatov in izolacija živalskih populacij. Potrebno je zagotoviti, da živali območje ceste varno in uspešno prehajajo kljub prisotnosti ovire.

Postavitev ograj

Je najbolj razširjena metoda preprečevanja prehoda živali čez cestišče, ki se uporablja predvsem kot zaščita pri hitrih cestah in avtocestah. Gre za učinkovito metodo, ki pa je vprašljiva v primeru manjših živali, predvsem tistih, ki so sposobne prehod skopati ali najti prehod pod ograjo. Večjo učinkovitost zagotovimo z vkopavanjem nekaj deset cm ograje v podlago.

Šibka točka ograjevanja so uvozi in izvozi na avtoceste, kjer živali vstopijo na območje avtoceste, v strahu pred vozili pa pogosto ne najdejo izhoda nazaj, temveč svojo pot nadaljujejo znotraj ograjenega cestišča. Živali so v tem primeru ulovljene v past in prej

ali slej v paniki prečkajo cestišče, kjer lahko pride do trka z vozilom. Visoke hitrosti so v teh primerih lahko usodne tudi za voznike, saj so hitrosti vožnje visoke, pazljivost pa je manjša, saj na takšnih cestah vozniki ne pričakujejo nenadnega prečkanja živali.

Napotki za nameščanje ograj:

Ograje služijo tudi pri usmerjanju živali v smeri podhodov/nadhodov, kjer je omogočeno varno prečkanje.

- Glavni značilnosti učinkovite ograje sta ustrezna višina in gostota mreže. Dovolj visoka mreža učinkovito preprečuje preskakovanje ograje, gosta mreža pa preprečuje prehod manjšim živalim.
- Prvotni namen ograje mora biti usmerjanje živali v točke varnega prehoda in ne samo preprečevanje prehoda živali čez cesto. V takšnem primeru predstavlja ograja zgolj oviro, ki povečuje fragmentacijo okolja in izolacijo posameznih skupin živali znotraj populacije.
- Postavitev ograj je smiselna in nujna ob avtocestah, hitrih cestah in železnicah, ob manj prometnih cestah z nižjimi hitrostmi pa samo v kritičnih točkah, kjer živali pogosto prečkajo cestišče.
- Pri načrtovanju postavitve ograj je potrebno zagotoviti, da se s postavljanjem ne ustvarjajo dodatne zanke ali prepreke v kombinaciji z že obstoječimi preprekami v pokrajini. Okolico ceste je torej potrebno smiselno urediti in zagotoviti čim manjši vpliv na populacije živali.
- Ograje naj bodo postavljene na obeh straneh cestišča.
- V primeru, da je ograjen le posamezni odsek ceste, je potrebno zagotoviti varen prehod za živali na vsakem koncu ograje. Živali bodo svojo pot nadaljevale ob ograji in cestišče prehajale ob njenem zaključku. Ograje naj se tako zaključijo npr. ob mostu, ipd., kjer lahko živali poiščejo alternativno pot na drugo stran ceste.
- V primeru, da se cestišče nahaja ob široki neravni bankini, naj bo ograja postavljena na vrhu vzpetine, ob cestišču, in ne ob vznožju bankine.
- Višina ograje je odvisna od ciljih vrst, ki jih varujemo. Višina ograje naj bo prilagojena živalim, ki se nahajajo na širšem območju ceste. Za jelene in damjake je primerna višina 2,2 m, za srnjad in divjega prašiča pa 1,5 m. V območjih z veliko količino snega je potrebno višino prilagoditi na način, ki zagotavlja učinkovito preprečevanje dostopa živali na cestišče tudi v primeru visoke snežne odeje. Podobno je potrebno zagotoviti v primeru razgibanega terena v okolici cestišča.
- Gostota mreže mora zagotavljati ustrezno prepreko za živali. Predvsem v spodnji polovici ograje je potrebno gostoto mreže prilagoditi manjšim živalim, ki bi lahko ograjo prešle. Predlagana razdalja med vodoravnimi žicami v spodnjem delu je 50-150 mm, v zgornjem pa 150-200 mm. Predlagana razdalja med navpičnimi žicami je 150 mm. Žice naj bodo iz nerjavečega materiala, njihov premer pa naj ne bo manjši od 2,5 mm.

- Ograjo je potrebno v spodnjem delu pritrditi, s čimer se prepreči plazenje živali pod ograjo. Na mestih, kjer je pričakovati prehajanje jazbecev, lisic, ipd., je potrebno ograje vkopati za 20-40 cm.
- Ograja mora biti pritrjena na zunanji strani kolov, s čimer se prepreči odcepitev ograje od kolov v primeru, da pride do trka večje živali z ograjo.
- V predelih, kjer je obstaja verjetnost, da živali zaidejo na cestišče in ne najdejo izhoda izven ograje, je potrebno namestiti enosmerne prehode, ki živalim omogočajo pobeg.

Svetlobna, zvočna in kemična odvrata

Namen odvratalnih sistemov je zadržati živali izven območja ceste v času, ko se po njej pelje vozilo (svetlobna in zvočna odvrata) oziroma usmerjanje živali v območja, kjer lažje prehajajo čez cesto (kemična odvrata).

Svetlobna odvrata so sistemi, ki svetlobo žarometov preusmerijo v okolico cestišča in s tem živali opozorijo, da se po cesti pelje vozilo. V poštev pridejo v nočnem času, njihova uporabnost pa ostaja vprašljiva predvsem z vidika privajanja živali. Dokazano je, da so svetlobna odvrata učinkovita takoj po namestitvi, kasneje pa se njihova uporabnost močno zmanjša, saj se živali privadijo in svojo pot nadaljujejo v smeri cestišča.

Zvočna odvrata delujejo po principu odvratanja živali s pomočjo zvoka piščali, ki je nameščena na prednjo stran avtomobila. Piščal oddaja zvoke z visoko frekvenco in tako opozarja živali v okolici cestišča. Metoda je vprašljiva z vidika zaznavnosti zvoka piščali, saj je od frekvence zvoka piščali odvisno, ali bodo živali zvok sploh zaznale. Po drugi strani je vprašljiva tudi reakcija živali. Pisk bi lahko v določenih situacijah prispeval k povzročanju bega živali na cesto in s tem povečal možnost za trk z vozilom.

Kemična odvrata delujejo tako, da v zrak oddajajo organske hlapce, ki živali odvratajo od območja cestišča. Učinkovitost metode je vprašljiva in ni povsem dokazana. Vplivi, ki ga ima odvrata na živali, so lahko različni. Pri nekaterih je bilo ugotovljeno, da se je prehajanje cestišča na testnem območju zmanjšalo, nekatere živali so območje hitreje prečkale, nekatere pa so začele prehajati na bolj oddaljeni točki, kjer se je število povozov povečalo. Pojavi se tudi problem, da določena snov nekatere živali od cestišča odganja, druge pa privablja.

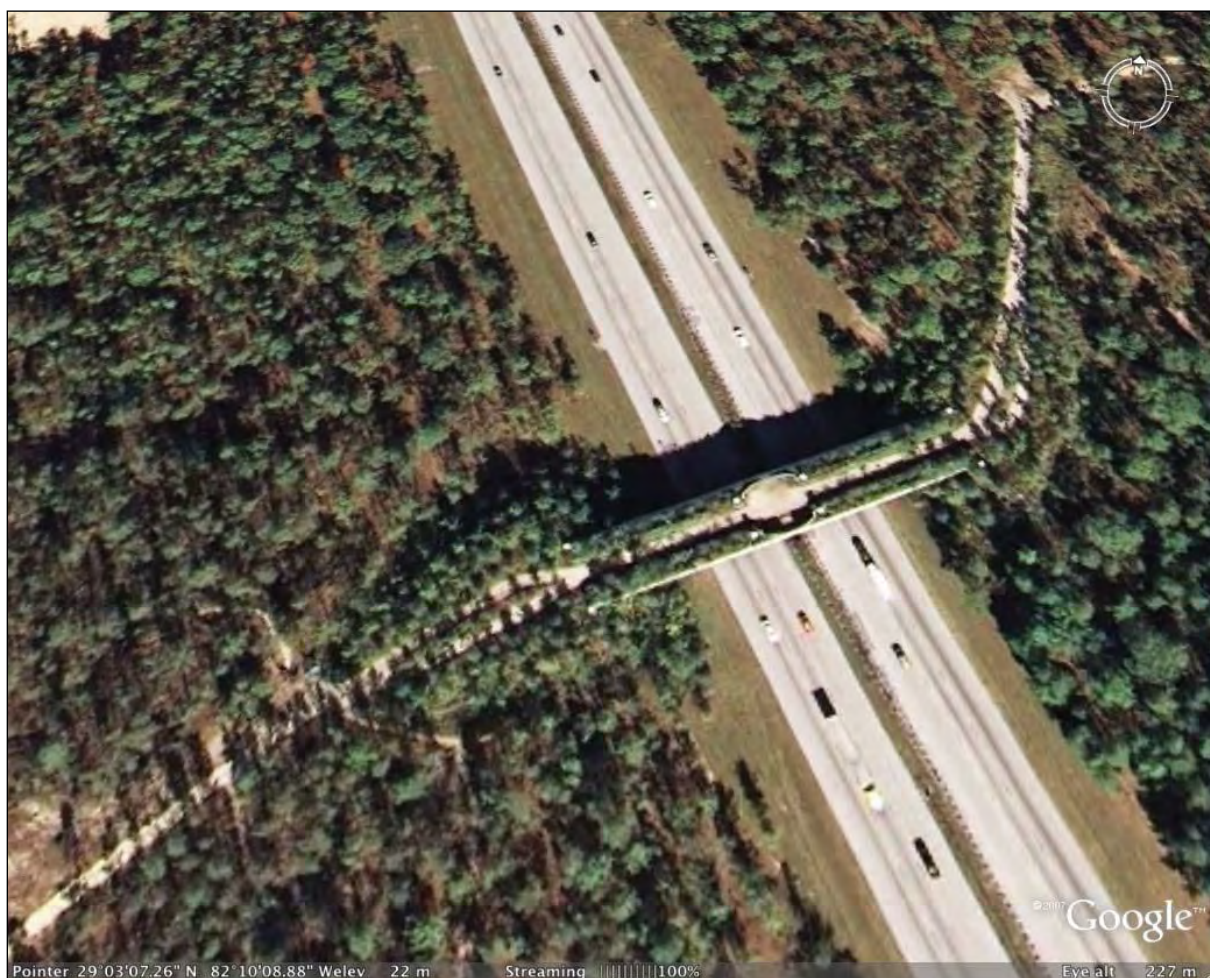
Zmanjševanje privlačnosti roba cestišča

Rob cestišča je lahko ključnega pomena pri zmanjševanju števila trkov z živalmi. Odstranjevanje vegetacije ob cestišču prispeva k vidljivosti voznikov, poveča se zaznavnost živali, obenem pa tudi živali prej zaznajo prihajajoče vozilo. Najpomembnejše je v tem primeru odstranjevanje grmovja in dreves, ki živalim nudijo zavetje. Košnja pa je lahko kljub temu vprašljiva metoda, saj lahko z njo povečamo privlačnost roba cestišča za srnjad. Učinkovita košnja mora biti opravljena v začetku vegetacijske sezone, spomladi in poleti pa bi lahko s košnjo k cesti privabljali srnjad in jelenjad.

Strukture za prečkanje cestišča (srednje veliki in veliki sesalci)

Poleg preprečevanja dostopa živali na cestišče, je potrebno zagotoviti tudi njihovo varno prehajanje med ločenimi območji. S takšnimi prehodi ustvarjamo nove koridorje za živali. Upoštevati je potrebno, da uporaba koridorjev še ne pomeni njihove učinkovitosti in ni dokaz, da je populacija na območju stabilna. Pogosto tudi ni monitoringa prehodov živali na območju pred posegom.

V svetu obstaja veliko različnih tipov prehodov za sesalce. V grobem jih lahko razdelimo na **podhode** in **nadhode**. Ustreznost tipa prehoda je odvisna od mnogih dejavnikov, v glavnem pa so bistveni tip pokrajine v okolici ceste, topografija, razgibanost terena in tip živali, ki bodo prehod uporabljale. Cilj prehodov je povezovanje dveh s cesto ločenih območij in omogočanje živalim varno prehajanje čez cestišče.



Slika 13: Večnamenski nadhodi (imenovani tudi zeleni mostovi) so primerni za tako za prehajanje živali, kot za prometne povezave (povzeto iz Wildlife crossing structures handbook).



Slika 14: Primer podhoda, ki je primeren za male in srednje velike sesalce (povzeto po *Wildlife crossing structures handbook*).

Da koridor uspešno izpolnjuje svojo funkcijo, ni odvisno le od dolžine, širine ali vrste vegetacije, ampak predvsem, kako dobro izpolnjuje naslednje funkcije (Beier & Loe 1992):

- migracije divjih živali,
- razmnoževanja rastlinskih vrst,
- genetske izmenjave,
- migracije populacij glede na okoljske spremembe in naravne katastrofe,
- posamezni osebki vrst lahko naselijo območja, kjer so vrste lokalno izumrle.

Vrste, ki koridorje uporabljajo, lahko razdelimo na tiste, katerim koridor služi le za migracije, in na tiste, ki koridor uporabljajo tudi kot življenjski prostor - habitatni koridor (tudi zato, ker za prehod po koridorju porabijo več časa (npr. rastline, dvoživke, žuželke, mali sesalci)). Znotraj domačih okolišev se živali večinoma gibljejo po ustaljenih poteh, na daljše razdalje pa po določenih območjih, ki jim zagotavljajo hrano, varnost in vodo.

Dejavniki, ki vzpodbujajo ali odvrčajo uporabo prehodov (npr. dimenzije prehodov, okoliški habitat, prisotnost ograj, vpliv osvetljevanja, obseg bližnjih človekovih aktivnosti idr.), so še zmeraj relativno slabo poznani (Ng in sod. 2004).

Okoljski dejavniki, ki vplivajo na dožemanje prehodov s strani živali:

- prisotnost naravnih razmer in specifičnega habitata na obeh straneh ceste,
- prisotnost človeškega razvoja in motenj,
- prisotnost vegetacije, ki vodi do prehoda,
- zametki vegetacije v območju prehoda,
- dobra vidljivost skozi prehod in na vhodnem ter izhodnem delu,
- svetlobni kontrast v in izven strukture prehoda,
- nagib terena, ki vpliva na vodnatost prehoda, ki posledično vpliva na prehajanje živali,
- hrup prometa zunaj prehoda in sprememba jakosti hrupa v prehodu,
- gostota prometa vpliva na približevanje živali k cesti (velika gostota prometa živali odvrča),
- podobnost razmer v območju prehoda in izven tega,
- občutek odprtosti območja prehoda, ko žival prečka strukturo.

Beier in Loe (1992) za določanje koridorjev priporočata šest korakov:

- določitev območij, ki jih bo koridor povezoval,
- izbor ciljnih vrst za določitev lastnosti koridorja,
- ocena ekoloških zahtev za vsako ciljno vrsto,
- za vsak določen potencialni koridor ocenimo primernost za vsako od ciljnih vrst,
- koridor zarišemo na karti,
- priprava načrta monitoringa.

Priporočila in ugotovitve raziskovalcev (Jędrzejewski in sod. 2009) za podhode pod velikimi viadukti so naslednje:

- veliki viadukti z veliko vegetacije so primerni za prehajanje vseh skupin živali,
- širina takšnega podhoda naj bi bila vsaj 100 m,
- najpomembnejša je višina; če je mogoče, naj bo ta vsaj 15-20 m (minimalno 5 m),
- podporni stebri naj bodo med seboj oddaljeni vsaj 15 do 20 m,
- zasaditev okolice viadukta z drevjem in grmičevjem poveča uporabo podhoda za živali.

Tabela 7: Priporočene minimalne velikosti različnih vrst podhodov za 3 izbrane skupine živali (IO = indeks odprtine) = (širina podhoda × višina podhoda) / dolžina podhoda)) (Jędrzejewski in sod. 2009).

	veliki (jelenjad,	sesalci rjavi	srnjad in divji prašič	lisica, dihur, kune, zajec, glodavci,
podhodi				
širina × višina	20 × 3,5-5		15 × 2,7 – 3,5	3,5 × 1,5
Indeks IO	>1,5		>0,7	>0,07
viadukti	20 × 5		15 × 3,5	

V spodnji tabeli je prikazana površina domačega okoliša posameznih vrst (skupin) in minimalne zahteve koridorjev za vrsto (skupino) živali.

Tabela 8: Površina domačega okoliša samic posameznih vrst/skupin in minimalni parametri dimenzij in razdalj med podhodi (povzeto po Jędrzejewski in sod. 2009).

Vrsta	Domači okoliš samic (km ²)	Minimalne zahteve podhodov za vrsto/skupino živali	
		Razdalja med podhodi	Širina podhoda (m)
jelenjad	8	1,6	20
srnjad	1	0,6	15
divji prašič	4	1,1	15
rjavi medved	60	4,4	20
volk	230	8,6	20
ris	115	5,6	20
lisica	2,2	0,8	10
jazbec	4	1,1	10
kuna zlatica	1,4	0,7	10
mala podlasica	0,1	0,2	3,5
zajec	0,7	0,5	10
dvoživke	-	0,1	3,5

Tabela 9: Maksimalna priporočljiva razdalja med podhodi za različne skupine živali (km) (povzeto po Jędrzejewski in sod. 2009).

TIP OBMOČJA	Veliki sesalci (medved, jelenjad, volk, ris)	Srednje veliki sesalci (srnjad, divji prašič)	Srednje sesalci in veliki sesalci (jazbec, lisica, kune, glodavci, žužkojedi)	Dvoživke
Kontinentalno ali nacionalno pomembni ekološki koridorji	1-2	1	0,5	Na območjih množičnih sezonskih migracij vsakih 50 m. Na območjih mokrišč vsakih 100-500 m. Prilagojeni podhodi na vseh jarkih in manjših vodotokih.
Parki in Natura 2000 območja	2-3	1	0,5	
Veliki sklenjeni gozdovi	3	1	0,5	
Mokrišča	1-3	1	0,5	
Kulturna mozaična krajina	4-6	2-3	0,5	
Kmetijske površine	-	3	1	
Urbana območja	-	-	1	



Slika 15: Primer učinkovite ograje, ki preprečuje dostop na cesto tako velikim sesalcem kot tudi manjšim. Pomembna funkcija ograje je usmerjanje živali k varnemu prehodu (nadhodu), kot ga vidimo na zgornjem delu slike.

Osveščanje voznikov

Pri preprečevanju trkov z vozili lahko veliko (mogoče celo največ) naredimo vozniki sami. Na regionalnih in lokalnih cestah so tako najpogostejši način preprečevanja trkov z živalmi opozorilni znaki, ki nas obveščajo o potencialni prisotnosti živali na cesti.

- Uradni prometni znaki so zakonsko določeni simboli, ki označujejo nevarne odseke cest, kjer pogosteje prihaja do bližnjih srečanj med divjadjo in vozili. Težava pri teh znakih je navajenost voznikov, ki takšne znake pogosto spregledajo ali jih ne jemljejo dovolj resno.
- Neuradni prometni znaki so znaki, ki služijo obveščanju voznikov, da se nahajajo na odseku ceste, kjer je velika verjetnost trka z živaljo. Ker v Sloveniji nimajo zakonske podlage, služijo zgolj ozaveščanju voznikov. Učinkovitost neuradnih znakov se poveča, če so znaki postavljeni v sezonah, ko je aktivnost živali

največja. Tipi neuradnih znakov so različno učinkoviti. Med najbolj učinkovite spadajo električni znaki, ki se aktivirajo, ko je prekoračena omejitev hitrosti, podobno so učinkoviti tudi znaki, ki se aktivirajo ob prisotnosti živali v bližini cestišča.

- Informativni in obenem opozorilni so znaki, na katerih je navedeno število povoženih živali na cestah v določenem obdobju (primer: »Pozor! Zgostitev povozov živali. Letos povoženih že XX srnjadi.«).
- Silhuete živali so večinoma učinkovite, saj pri vozniku vzbudijo pozornost ter v večini primerov tudi zmanjšanje hitrosti. V skrajnih primerih pa se lahko zgodi, da vozniki panično odreagirajo na prisotnost živali ob cesti, kar lahko povzroči več škode kot koristi.

Nameščanje kakršnihkoli opozorilnih znakov mora biti omejeno le na odseke, na katerih pogosto prihaja do povozov živali. Bolj kot so znaki razširjeni, bolj postanejo spregledani s strani voznikov.

Specifični omilitveni ukrepi za vidro (*Lutra lutra*)

Vidra je vezana na obvodne habitate, zato je občutljiva na spremembe v vodotokih, ki ji predstavljajo povezovalne koridorje. Pri gradnji prometnih povezav se drobijo in uničujejo habitati vrste, obenem pa je promet velika grožnja za ohranitev vrste na nekem območju. Zaradi zelo specifičnih habitatnih zahtev, je potrebno zagotoviti ustrezne omilitvene ukrepe, s katerimi vsaj delno zmanjšamo negativne vplive cest in prispevamo k ohranjanju vidre, kot ogrožene vrste.

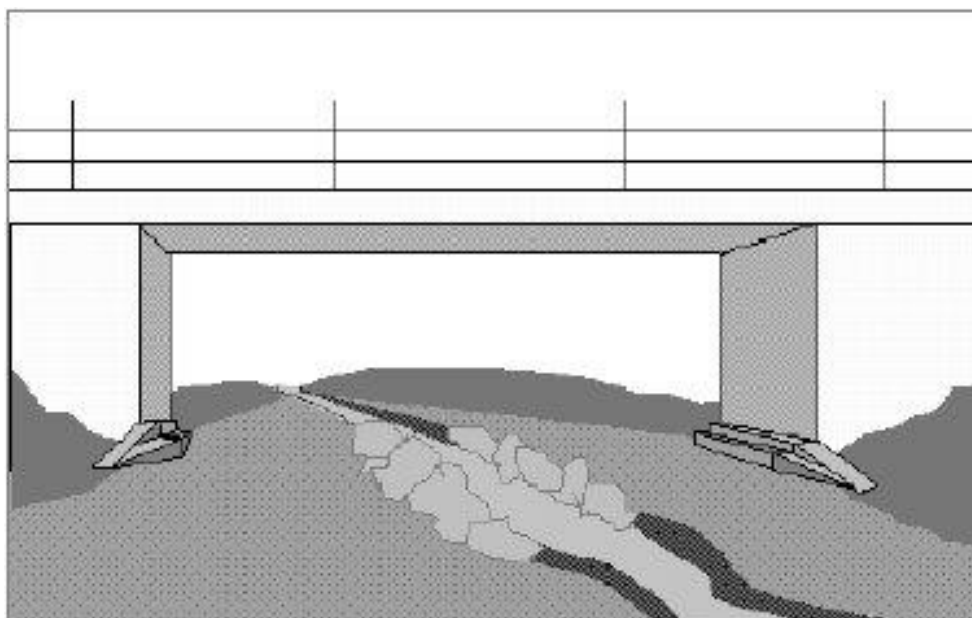
Načrtovanje novih cest

Predvidena cesta mora biti oddaljena, v kolikor je to mogoče, vsaj 50 m od reke oz. vodotoka, ki poteka po dolini. V kolikor je mogoče, naj cesta ostane na eni strani reke, s čimer se zmanjša število mest za prečkanje vodotoka. Potrebno se je izogniti preusmerjanju vodotokov, če bo to zmanjšalo razpoložljiv habitat vidre. Če je preusmerjanje neizogibno, se naj utrjevanje brežin drži na najnižji možni ravni, za vidro pa morajo biti zgrajeni suhi prehodi. Območja primernih habitatov za vidro ne smejo biti presekana, ne da bi omogočala varne prehode za vidro. Ohrani se naj čim več naravnih habitatov (kot npr. gozd, obvodna vegetacija). Habitata, ki bodo uničeni, je potrebno obnoviti in ustvariti nove primerne nadomestne habitate vzdolž bregov in okoli kanala. Kjerkoli je mogoče, se naj odseki kanala ohranijo v naravnem stanju in se z njimi gospodari v korist vidram, med temi območji in novim kanalom pa se naj uredijo varni prehodi. Premostitve rek naj bodo pazljivo načrtovane. Kjerkoli je možno, naj se načrtuje in zgradi viadukte, ki preprečujejo drobljenje habitatov, predvsem na predelih, kjer so povezani vodni tokovi in mokrišča. Kjer to ni možno, naj bo cesta načrtovana tako, da čim manj ovira in moti rečni koridor z uporabo širokih mostov, ki bodo živalim omogočili prehod po suhem. Iskanje brlogov in počivališč lahko v najzgodnejši fazi načrtovanja prepreči njihovo uničenje z izbiro manj škodljive variante. Brloge in počivališča je težavno odkriti, zato mora pri tem sodelovati strokovnjak za vidro.

Uničenje brlogov naj se vedno izbere kot zadnja varianta, saj so takšna mesta lahko redka na posameznem območju. Pomembno je, da se takšna mesta odkrije, še pred izborom končne variante. Če brlog kaže znake trenutne uporabe, se je potrebno obrniti na primerno organizacijo za izvajanje ukrepov. Dela, ki bi utegnila ogroziti vidre, se morajo ustaviti.

Načrt za most in viadukt

Viadukt predstavlja najprimernejšo rešitev pri prečkanju vodotoka, saj je med vsemi možnostmi pri viaduktu najmanj motenj vidrinih habitatov. Pri takšnih viaduktih ni bistvena višina strukture, primernejša pa je uporaba hodulj (kot nasipov). Prednosti viadukta so naslednje: pod cesto je mogoče zgraditi umetne brloge, izboljšati vidrine habitate, manjša je potreba po poseganju v reko, zmanjšuje potrebo po večjem številu posameznih prečkanj manjših vodotokih in drugih linearnih struktur (npr. železnic), viadukt pa omogoča prosto prehajanje vseh vrst živali skozi habitat(e) in zmanjšuje potrebo po postavljanju ograj za usmerjanje živali na varna mesta.



Slika 16: Most s širokim lokom in prostorom med brežinama in oporniki, kar omogoča nadaljevanje rečnega koridorja. Vključene so tudi police (iz The Good Roads Guide).

Pri načrtovanju **mostu** je potrebno vključiti prostor med stebri/oporniki mostu in brežinami vodotoka, s čimer se omogoči prehod vider ob visokih vodah. Stebri/oporniki morajo biti postavljeni dovolj narazen, da omogočajo ohranjanje naravne brežine in struge vodotoka. Brežine se naj omehčajo z uporabo bioinžinerskih tehnik kot so opornice iz hlodov (log piling), vrbove ograje ali leskove butare, kjer je le-to možno. V kolikor je potrebna trda zaščita, naj bo ta omehčana z gabioni in balvani in ne z betonom, bregovi nad vodo pa naj bodo položnejši, kar bo omogočalo lažji dostop vidram v in iz vode. Ti elementi bodo obenem predstavljali mesta za markiranje vider in s tem spodbujali osebkke k uporabi teh varnih prehodov. Temelji brežin naj bodo ograjeni, saj s tem vodijo vidre k tem prehodom.

Zajezitve in jezovi

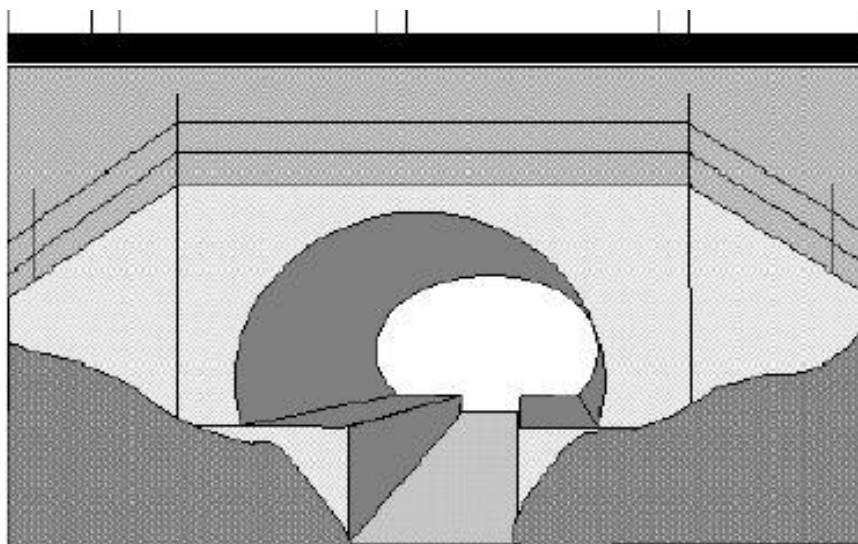
Uporaba zajezitev, jezov in drugih možnih ovir pod mostovi ali v bližini cest povečuje tveganje za vidre, v kolikor zanje ni na razpolago alternativne poti. Ta je lahko iz police in/ali stopnic, kar vidram omogoča, da se izognejo oviram.

Prepusti/kanali

Uporaba cilindričnih prepustov je pri gradnji cest vpeljana kot najhitrejša in najcenejša rešitev za premostitev vodotokov. Cilindrični prepusti/kanali predstavljajo nevarnost za vidre, saj njihova konstrukcija vidram onemogoča prehod v času visokih voda. Večinoma se uporabljajo na manjših vodotokih, katerih gladina se lahko zelo hitro dvigne (in poplavi) v času obilnih padavin. **Pomembno je vedeti, da vidre uporabljajo vse vrste vodotokov ne glede na velikost, še posebej pa kadar migrirajo na nova območja.** V kanalih, ki se hitro napolnijo v vodo, se zmanjša prostor zraka na vrhu cevi in otežuje plavanje. Kanaliziranje vode skozi cev izdatno poveča hitrost vodotoka in osebki, predvsem mladi, se lahko utopijo. V primeru, da je struga poplavljen, se vidre izogibajo plavanju in raje prečkajo cesto. Eden od glavnih vzrokov za povoze vider je potreba po prečkanju cest v primerih, ko oblika kanala živalim ne omogoča prehoda. Oblika kanalov bi morala omogočiti dovolj zračnega prostora nad vodo v času poplav, v primeru, ko to ni mogoče, pa mora obstajati alternativna pot. Škatlasti kanali ali cilindrični, ki so večji, se lahko uporabijo, če most ni praktična izbira. **Bistveno je, da vsak most ali prepust/kanal omogoča vidram varen prehod pod cesto v času visokih voda.** Vsak kanal naj bo dovolj širok, da omogoči vključitev suhega prehoda, ki je dostopen in suh tudi med poplavami oz. v času visokih voda. Če to ni mogoče, je potrebno namestiti podhod nad nivojem visokih voda v neposredni bližini.



Slika 17: Tipičen neprimeren kanal (iz The Good Roads Guide).



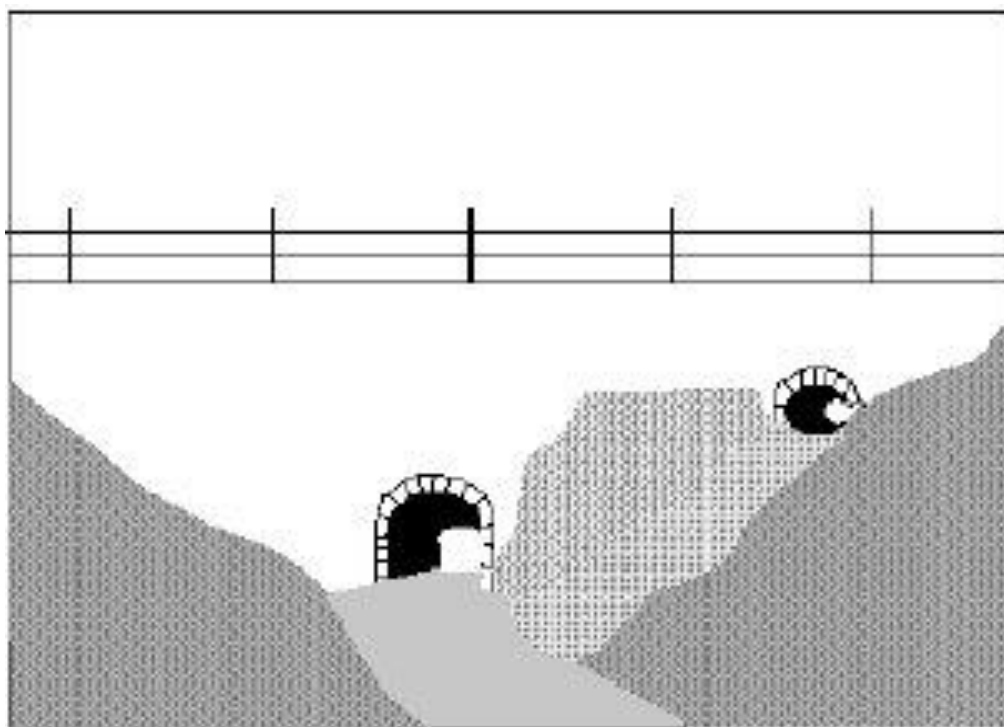
Slika 18: Primer cilindričnega kanala s policami (iz The Good Roads Guide).

Police

Kjer ni možno oz. ni dovolj prostora za kopno med oporniki mostu in robom vodotoka, je potrebno v načrtovanje vključiti police. Police se lahko uporabljajo pri mostovih in prepustih/kanalih ter so lahko zgrajene iz betona ali pa privite s kovinskimi oporniki in lesenimi deskami ali pa z vmesnim nadstropjem. Police naj bodo vsaj 50 cm široke in morajo biti dostopne iz brežine s primerno klančino. Polica mora biti narejena tako, da imajo vidre dostop iz vode, bodisi preko plitvine bodisi z uporabo klančine. Polica naj bo nameščena vsaj 15 cm nad najvišji nivo vode (ob poplavih) in nudi vsaj 60 cm prostora v višino za prehod vider. To vidram omogoča prehod v vsakršnem času in bo hkrati element, ki bo spodbujal posamezne osebe, da bodo na polico markirali. Če je ovira (npr. jez) nameščena pod mostom, naj bodo zagotovljene stopnice, ki omogočijo vidram plezanje čez oviro.

Podhodi

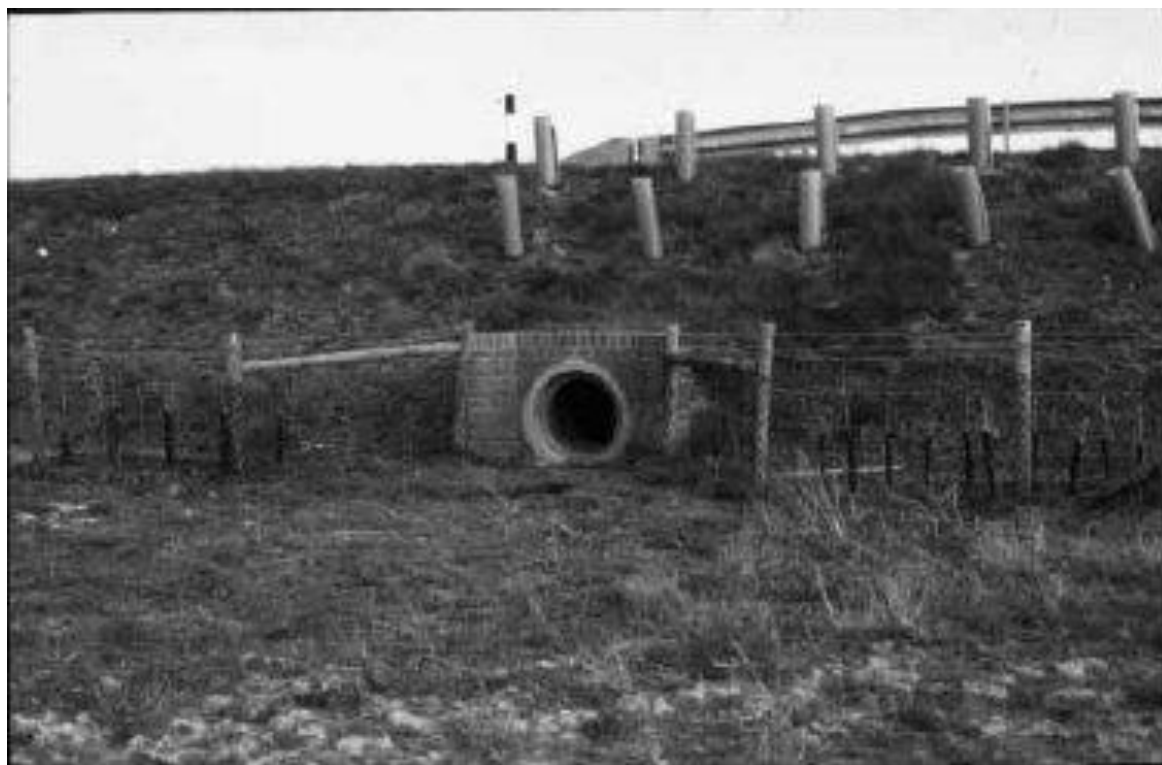
V primerih, ko je premalo mesta za umestitev mostu z dovolj prostora za polico, ki bi imela primerne dimenzije za vidre, je potrebno urediti podhod pod cesto vzdolž oz. vzporedno z vodotokom. Podhod mora biti postavljen znotraj 50 m širine brežine in nad možnim nivojem poplav oz. visokih voda. Vhod v strukturo mora biti nameščen v bližini ceste, da lahko vidre povežejo podhod s prečkanjem ceste. Vidre je mogoče od brežine vodotoka do vhoda v podhod usmerjati z ograjami. Ograja mora biti nameščena vzdolž ceste. Podhod naj bo nameščen na delih, kjer cesta poteka med različnimi tipi habitatov, kot npr. jezero ali zbiralnik in vodotok ali na območjih, kjer bodo habitati razpolovljeni. Podhod naj bo izdelan z uporabo cilindrične cevi premera 60 cm za dolžino podhoda do 20 m. Če je dolžina podhoda daljša od 20 m, se mora širina podhoda povečati na 90 cm, da vidre ne odvrnemo od uporabe strukture. Pomembno je, da se podhod nikoli ne napolni z vodo. Cevi naj bodo položene s padcem, spoji med cevmi naj bodo učvrščeni za preprečevanje pronicanja/mezenja vode. Podhod naj bo čim krajši, vendar ne rabi biti raven, čeprav je to zaželeno.



Slika 19: Kanal in podhod s potko, ki pelje od vodotoka do vhoda (iz The Good Roads Guide).

Ograje

Ograja je pomemben del načrtovanja. Glavni namen ograj je vodenje živali do varnih prehodov, obenem pa jim onemogoča dostop do ceste. Kjer je možno, se naj postavi ograja z uporabo 50 mm mreže. Tovrstne ograje so pomembne tudi v primeru, da so na območju prisotni zajci in/ali jazbeci, ki bi lahko spodkopali ograjo. Tudi vidre lahko poskušajo spodkopati ograjo, čeprav je to zanje manj značilno. Dodatnih 30 cm mora viseti na vrhu, s kotom usmerjenim od ceste, saj je ključno, da preprečuje plezanje vider preko ograje. Ograja mora biti postavljena na obeh straneh ceste vsaj 100 m od vodotoka. Takšna ograja je lahko kombinirana z ograjo za jelenjad, če je opremljena s previsom 1 m nad tlemi in luknje na mreži ograje niso večje kot 50 mm pod 1 m njene višine. Tudi vrata morajo biti varna za vidro z uporabo pravilne velikosti odprtin znotraj vrat in spodaj z namestitvijo betonske obloge (preprečuje spodkopavanje). Vrata se morajo zapirati avtomatsko. Zaščitna ograja na mostovih mora biti prav tako pokrita z mrežo, in kjer ograja meji s prečkami mreže, mora biti posebna pozornost namenjena temu, da ne nastajajo odprtine. Če ograja prečka jarek, mora biti rešetka locirana pod ograjo, da prepreči prečkanje vider skozi odprtino. Pomembno je, da se ne pojavljajo tovrstne odprtine, ki bi omogočale dostop do cestišča in se vrši redno vzdrževanje, ki zagotavlja, da ne pride do oviranja drenažnega sistema na takšnih mestih. Drenažni izliv za ograjo mora biti načrtovan tako, da preprečuje vidram vstop in posledično, da bi se vanj ujele. V kolikor je možno, naj se izogiba podvojitvam različnih ograj za različne namene in kjer je ograja za vidre združena z mejno ograjo, naj ograja ostane last cestnih upraviteljev. Zaradi učinkovitosti mora biti načrt za ograjo odobren iz strani strokovnjaka za vidre.



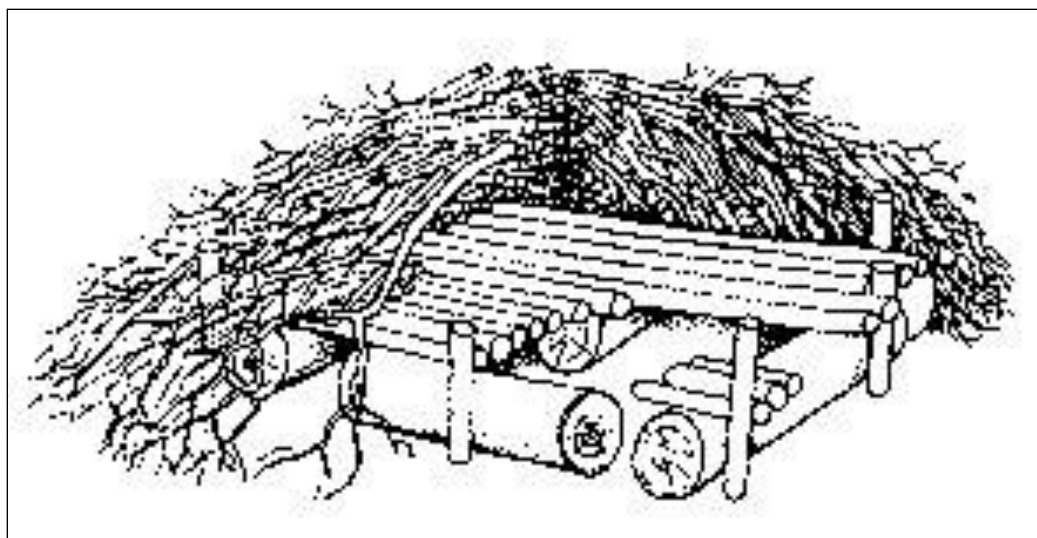
Slika 20: Podhod z ograjo, ki vodi živali k vhodu (iz The Good Roads Guide).

Umeščanje omilitvenih ukrepov

Natančno umeščanje omilitvenih ukrepov je bistveno za vidre. Police in podhodi naj bodo umeščeni v liniji vidrinih naravnih poti vzdolž obrežij vodotokov. Pomembno je, da vidre povežejo podhod s prečkanjem ceste, zato vhod ne sme biti lociran daleč od ceste. Ograjevanje se naj uporabi za vodenje vidre do vhoda in mora biti neprekinjeno v obeh smereh na obeh straneh ceste. To je ključno, saj v nasprotnem primeru lahko živali prečkajo cesto in se znajdejo ujele na cestišču. Dolžino ograje je težko določiti, saj je odvisna od topografije mesta in števila vodotokov, čeprav se večina povozov zgodi znotraj 100 m pasu okrog vodotoka. Ograja se naj uporabi tudi, kjer cesta razpolovi ali prečka območja vidrinega habitata.

Nadomestni umetni brlogi

Namestitev umetnih brlogov se priporoča na območjih z nizko vegetacijo, predvsem v predelih, kjer je bila vegetacija odstranjena ali uničena zaradi gradnje ceste. V kolikor varnost vider ni zagotovljena, je nameščanje umetnih brlogov v bližino cest nekoristno. Načrt za izdelavo in namestitev brloga naj pripravi strokovnjak za vidre. Načrt mora biti prilagojen lokalnim razmeram. Umetni brlogi imajo običajno en ali dva prostora. Ponavadi so zgrajeni iz hlodov z vsaj dvema vhodom. En vhod z nagibom vodi v reko, kar zmanjša možnost poplavljanja. Drugi vhod vodi na brežino. Oba vhoda morata biti dobro skrita.



Slika 21: Eden od enostavnejših primerov nadomestnega brloga za vidro (iz <http://www.cannonfarm.co.uk/otters.htm>).

Drenažni sistemi

Drenažni sistemi za odvajanje vode iz cestišča morajo biti izvedeni tako, da onemogočajo vidram, da bi vstopile in se vanj ujele ter tam poginile.

Vzdrževanje ograj in druge infrastrukture, ki bi lahko vplivala na vidre

Ograja za preprečevanje dostopa živalim na cesto je izpostavljena poškodbam zaradi vandalizma, rjavenja, prometnih nesreč ali zaradi poškodb, ki jih povzročijo živali. Morebitne odprtine v ograji zmanjšajo učinkovitost ukrepov, zato mora biti ograja redno vzdrževana. Ograja se naj pregleda vsakih 6 mesecev. Po vsaki prijavljeni prometni nesreči se naj ograjo preveri na območju same nesreče. Rešetke, ki preprečujejo dostop v drenažni sistem, se prav tako naj redno pregledujejo in čistijo.

Podhode in police je potrebno preveriti na 6 mesecev zaradi možnih nastalih ovir ali uničenja.

VIRI

Beier, P. & Loe, S. 1992. A checklist for evaluating impacts to wildlife movement corridors. *Wildlife Society Bulletin*, 20: 434-440.

Clarke, G., Howison, J., Hawker, B.H., O'Hagan, D. 1999. *The Good Roads Guide: Nature Conservation Advice in Relation to Otters. Design Manual for Roads and Bridges. The Highways Agency, HMSO London. Vol. 10, section 4 Nature Conservation, Part 4, HA 81/99, 40 str.*

Clevenger, A. P., Huijser, M. P. 2011. *Wildlife crossing structures handbook. Design and evaluation in North America. Western Transportation Institute, Federal Highway Administration. 223 str.*

Do Linh San, E.; Ferrari, N.; Weber, J.-M. 2007. Socio-spatial organization of Eurasian badgers (*Meles meles*) in a low-density population of central Europe. *Canadian Journal of Zoology*, 85(9): 973-984.

Hlavač, V., Andel, P. 2001. On the permeability of roads for wildlife. A handbook. Technical cooperation: Radomír Bocek - Roads and Highways Directorate of the Czech Republic. 34 str.

Jędrzejewski, W., Nowak, S., Kurek, R., Mysłajek, W.R., Stachura, K., Zawadzka, B., Pchałek, M. 2009. Animals and Roads. Methods of mitigating the negative impact of roads on wildlife. Mammal Research Institute, Polish Academy of Sciences, Białowieża, 94 str.

Krajnc, M. 2012. Ugotavljanje učinkovitosti izvedenih omilitvenih ukrepov za prehajanje prostoživečih živali na avtocestnem odseku Lendava - Pince. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo. 81 str.

Kolar, B. 2008. Vzroki za zmanjševanje številčnosti poljskih zajcev v slovenskih loviščih. *Lovec*, Ljubljana 91 (11): 545-549.

Kryštufek, B. 1991. Sesalci Slovenije. Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana. 294 str.

Kryštufek, B., Krže, B., Hönigsfeld, M., Leskovic, B. 1986. Zveri I, Kune-Mustelidae. Zlatorogova knjižnica 16. Lovska zveza Slovenije, Ljubljana. 321 str.

Krže, B. 2000. Srnjad: biologija, gojitev, ekologija. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije: 271 str.

Labhardt, F. 1994. Lisica: prirodopis, ekologija in vedenje te čudovite divjadi. Zlatorogova knjižica 22. Lovska zveza Slovenije, Ljubljana. 173 str.

Ng, S. J., Dole, J. W., Sauvajot, R. M., Riley, S. P. D., Valone, T. J. 2004. Use of highway undercrossings by wildlife in southern California. *Biological Conservation*, 115 (3): 499-507.

Pokorny, B. 2008. Prvi slovenski posvet z mednarodno udeležbo o upravljanju z divjadjo: SRNJAD. *Lovec*, Ljubljana 91(11): 543-544.

Pokorny, B., Zaluberšek, M., Savinek, M., Pavšek, Z. 2004. Parkljarji in promet: Strategija in načrtovane aktivnosti v Sloveniji. *Lovec*, 87 (10): 524-527.

Sket, B., Gogala, M., Kuštor, V. (ur.) 2003. Živalstvo Slovenije. Tehniška založba Slovenije, 664 str.

Skrbinšek, T., Jelenčič, M., Potočnik, H., Trontelj, P., Kos, I., Krofel, M., Pagon, N., Zor, P. 2008. Analiza medvedov odvzetih iz narave in genetsko-molekularne raziskave populacije medveda v Sloveniji. Zaključno poročilo – povzetek za uporabnike. 25 str. Dostopno na:

http://www.medvedi.si/index.php?option=com_rubberdoc&view=categories&Itemid=99.

NETOPIRJI (CHIROPTERA)

O vplivih prometa na netopirje v Sloveniji je le malo znanega. Netopirje kot žrtve prometa je zabeležila Denac (2003), medtem ko ni drugih objavljenih podatkov na to temo. Dejstvo je, da so netopirji majhne živali, ki jih pri raznih monitoringih hitro spregledamo, posebnega monitoringa za to skupino pa v Sloveniji še ni bilo. Medtem pa drugod po Evropi beležijo netopirje kot žrtve prometa in tako so nastali različni priročniki omilitvenih ukrepov (npr. Limpens in sod. 2005).

Opis skupine

Slovenija je država z veliko raznovrstnostjo netopirjev, saj je bilo na 20.273 km² ozemlja (Kuzma 2007) do izdaje *Atlase netopirjev (Chiroptera) Slovenije* zabeleženih kar 30 vrst (Presetnik in sod. 2009), od katerih je 11 vrst kvalifikacijskih za Natura 2000 območja (Priloga 1). Za primerjavo, v Evropi je bilo do leta 2006 potrjenih 51 vrst (Dietz in sod. 2011).

Netopirji so edina skupina sesalcev sposobna aktivnega letenja, s čimer so bolj ali manj povezane vse njihove značilnosti (Entwistle in sod. 2001, Dietz in sod. 2011). Letijo s preobraženimi prednjimi okončinami – letalnimi prhutmi. Med podaljšanimi dlančnicami in prstnicami ter telesom in zadnjimi okončinami imajo razpeto posebno kožnato opno. Imajo majhno telesno težo in relativno majhno telo, ki preseneti marsikoga, ki je imel netopirje v roki. Razpete prhuti v letu namreč ustvarjajo vtis večje živali kot dejansko so (Dietz in sod. 2011). Za predstavbo, največja evropska vrsta je veliki mračnik, katerega normalna teža je med 35 in 53 g ter ima razpon kril med 35 in 45 cm (Mlakar 2006, Dietz in sod. 2011). Najmanjša evropska vrsta pa je drobni netopir. Povprečna teža izmerjenih samic te vrste v Sloveniji je 5,5 g, samcev pa 5,1 g. (Presetnik in sod. 2009). Obe vrsti sta bili potrjeni v Sloveniji.

Čeprav imajo razvite majhne oči in z njimi dobro vidijo, se orientirajo v prostoru z eholokacijo, ki deluje na principu sonarja. V okolje oddajajo za nas neslišne ultrazvočne klice (od 20 do preko 200 kHz) in nato prestrežejo njihove odboje, s pomočjo katerih si tudi v trdi temi ustvarijo zelo natančno sliko okolice in določijo lokacije plena (Trontelj 2005, Dietz in sod. 2011, SDPVN 2012). So namreč nočno aktivni sesalci, saj preživijo dneve v zatočiščih, ki jih zapustijo šele ob sončnem zahodu. Izjemoma lovijo preko dneva, npr. po daljšem obdobju slabega vremena ali v jesenskem času, ko navadni mračniki predčasno pričnejo z lovom, da si zagotovijo zadostne zaloge za zimsko hibernacijo. Zakaj nočna aktivnost? Tako se izognejo prevelikemu plenjenju s strani ptic (ujed in sov) (Dietz in sod. 2011). V Sloveniji so opazili navadno postovke pri plenjenju navadnih mračnikov med izletavanjem iz zatočišč (Presetnik in sod. 2009). Na Poljskem pa so v izbljuvkih lesnih sov našli ostanke treh vrst: rjavega uhatega netopirja, poznega netopirja in navadnega mračnika (Lesiński in sod. 2012).

Dodaten razlog za nočno aktivnost je izogibanje tekmovanju za plen z žužkojedimi pticami. Vse slovenske vrste netopirjev so namreč žužkojede (Dietz in sod. 2011), tri vrste pa se dodatno prehranjujejo še z manjšimi vretenčarji. Veliki mračnik poleg žuželk pleni še ptice (Dondini in Vergari 2000, Ibáñez in sod. 2001), obvodni netopir in dolgonogi netopir pa ribe (Siemers in sod. 2001, Levin in sod. 2006). Kot aktivni letalci potrebujejo zadostno količino hrane, ki jim zagotavlja potrebno energijo. V eni noči lahko zaužijejo tudi do 800 žuželk in tako pomembno vplivajo na populacije žuželk (Nowicki in sod. 2011). To je tudi ena od ekosistemskih uslug, ki nam jih nudijo netopirji – uravnavanje populacij žuželk, kar je pomembno predvsem pri kontroli populacij v kmetijstvu škodljivih žuželk (Kunz in sod. 2011).

Da uplenijo dovolj hrane, lahko netopirji dnevno preletijo več kilometrov. Obiščejo različne prehranjevalne habitate v določenem radiju okoli zatočišča. Velikost radija je odvisna od same vrste ter od letnega časa. Večjo potrebo po hrani imajo predvsem samice v času dojenja ter v jesenskem času, ko si netopirji nabirajo zalogo podkožnega maščevja za zimsko hibernacijo. Če je zaloga premajhna, osebek ne preživi zime. Tako mali podkovnjak običajno v eni noči preleti prehranjevalne habitate v radiju 2,5 km od zatočišča (Dietz in sod. 2011), medtem ko lahko radij navadnega netopirja znaša celo 25 km (Arlettaz 1999). Prehranjevalni habitati se razlikujejo od vrste do vrste. Primerni habitati so gozdovi, travniki, gozdni rob, vode. Čeprav se večina vrst izogiba umetni svetlobi, nekatere vrste lovijo prav ob svetilkah. Na poti iz zatočišč do prehranjevalnih habitatov nekatere vrste sledijo linijskim strukturam v naravi (mejice, drevesa, gozdnemu robu, vodotokom) (Limpens in sod. 2005).

Netopirji potrebujejo primerne habitate, ki jim nudijo zatočišča in zadostno količino hrane. Ta skupina je aktivna od pomladi do jeseni, medtem ko preko zime hibernira. Tako letna kot zimska zatočišča so lahko podzemni habitati (jame, tuneli, rudniški rovi), stavbe (podstrešja, kleti, pod opažem, ...) ali drevesna dupla. Samice se poleti združijo v porodniške kolonije na toplih podstrehah stavb ali toplih predelih jam, ki jim nudijo primerne razmere za uspešno vzrejo mladičev, medtem ko so samci samotarji ali pa tvorijo lastne kolonije. Večina samic skoti enega mladiča, ki so lahko letijo že po treh do štirih tednih. V jesenskem času poteka rojenje (ang. swarming). S tem vedenjem samci privabljajo samice, kjer nato poteka parjenje. Sledi selitev v prezimovališča. Nekatere vrste tekom selitve preletijo več 100 km, celo preko 1000 km. Pozimi netopirji hibernirajo. Njihova telesna temperatura se zniža na le nekaj stopinj nad okoliško temperaturo in metabolizem se upočasni. Da preživijo zimo v takem stanju, potrebujejo temno in mirno zatočišče s stalno nizko temperaturo in visoko zračno vlago (Presetnik in Kryštufek 2004, Limpens in sod. 2005, Dietz in sod. 2011, SDPVN 2012).

V Sloveniji so nekatere vrste, katerih populacije so v drugih Evropi zdesetkane, številčne in splošno razširjene. Razlog temu je ohranjenost in razpoložljivost primernih habitatov (Presetnik in sod. 2009). Da bi ohranili stanje, netopirje in njihove habitate v Sloveniji varujemo na podlagi nacionalne, evropske in mednarodne zakonodaje (Priloga 1), saj jim pretijo številne grožnje. Grožnje netopirjem Presetnik in sod. (2009) delijo na tri

skupine: 1) uničevanje oz. degradacija zatočišč; 2) uničevanje oz. degradacija prehranskih habitatov; 3) neposredno ubijanje netopirjev. Trenutno največja grožnja v Sloveniji je obnavljanje stavb in njihovih podstrešij. Predvsem kadar obnove potekajo v času porodniških kolonij (Presetnik in Kryštufek 2004). Tekom obnove se povzroča hrup, spremenijo se mikroklimatske spremembe. Problematično je zapiranje odprtín. Z zamreženjem lin prepričimo vstop in včasih celo izstop netopirjem. Podoben problem je neprimerno zapiranje vhodov v jame. V jamah, ki so turistične znamenitosti, z obiskovanjem motimo poleti porodniške kolonije, pozimi pa lahko prekinemo zimsko spanje netopirjev. Z izsekavanjem starih dreves zmanjšamo število drevesnih dupel v gozdu, z odstranjevanjem drevoredov in mejic pa uničimo orientacijska vodila za netopirje. V prehranjevalne habitate posegamo z izsuševanjem močvirij in reguliranjem vodotokov, izsekavanjem gozdov, širjenjem intenzivnih kmetijskih zemljišč in naselij, ... Negativen vpliv imajo tudi obcestne svetilke, ki povzročajo upad žuželčnih populacij, ki so glavni plen netopirjev.

Netopirji in promet

Uničenje, degradacija in fragmentacija habitatov

V centralni Evropi je postala fragmentacija habitata z izgradnjo nove prometne strukture in širitvijo naselij ter upadanjem vaščanske infrastrukture ena glavnih groženj netopirjem (Dietz in sod. 2011). Z izgradnjo prometne infrastrukture se uničijo primerni habitati (zatočišča, prehranjevalni habitati) in se razdrobijo. Poleg tega se prekinejo letalne poti in povečajo se odprta območja, ki lahko predstavljajo nepremostljivo oviro. Prav tako predstavlja motnjo prisotnost razsvetljave, ki se jo večina vrst izogiba. V času gradnje ceste se običajno uniči nekoliko širše območje, da se olajša sam proces izgradnje. Poleg tega sta v primeru nočnega dela prisotna razsvetljava in hrup. Nekatere letalne poti so tekom gradnje za vedno uničene, druge se po zaključku gradnje ponovno vzpostavijo. Vendar se v času obratovanja nadaljuje onesnaževanje s hrupom in svetlobo, prihaja do trkov živali z vozili (Limpens in sod. 2005, Nowicki in sod. 2011).

Osvetljevanje

Da se izognejo plenjenju s strani ujed in sov ter tekmovanju z žužkojedimi pticami, so netopirji nočno aktivni. Netopirji tako počakajo na sončni zahod, kar večkrat preverijo. Le v pozno poletnem – jesenskem času lahko opazujemo mračnike, ki izletajo že pozno popoldan. To je namreč obdobje, ko netopirji nabirajo zalogo za zimski čas (Dietz in sod. 2011). Tako lahko z osvetljevanjem vhodnih odprtín v njihova zatočišča povzročimo, da se netopirji odpravijo na lov kasneje in posledično skrajšamo čas prehranjevanja (Življenje ponoči 2010). Razen tega, da se skrajša prehranjevalni čas, netopirji z poznejšim izletavanjem zamudijo višek letečih žuželk (Jones 2000).

Poleg tega javna razsvetljava predstavlja oviro na njihovih letalnih poteh in v prehranjevalnih habitatih predvsem počasi letečim vrstam (npr. mali podkovnjak), ki se izogibajo odprtim prostorom in sledijo linijskim strukturam v naravi (Stone in sod.

2009). Medtem ko vrste netopirjev, ki lovijo plen na odprtem, vabijo k cestam povečane populacije žuželk, ki se zbirajo ob lučeh. Vendar dolgoročno prisotnost luči negativno vpliva na populacijo žuželk, ki so glavni plen netopirjev (Jones 2000).

Netopirji se na prisotnost svetlobnega onesnaževanja na letalnih poteh odzovejo na štiri načine: 1) z letenjem visoko nad ali okoli svetilke; 2) z letenjem na neosvetljeni strani meje; 3) z izbiro alternativne poti; 4) z vrnitvijo v zatočišče. Na izbiro alternativne poti vpliva razpoložljivost, dolžina in kvaliteta novih poti. Če so alternativne poti suboptimalne z vidika kvalitete ali razdalje do prehranjevalnih habitatov, ima lahko razsvetljava pomembne posledice za ohranitev vrst. Ob pomanjkanju zavetja na alternativnih poteh so netopirji prisiljeni uporabiti izpostavljene poti. Še posebej so izpostavljeni plenilcem mladostni osebki, ki so počasnejši (Stone in sod. 2009). Zabeleženi so bili primeri, ko so postovke, ki so običajno dnevni plenilci, plenile ponoči ob cestnih svetilkah ob avtocesti (Jones 2000).

Poleg plenjenja so netopirji na takih poteh bolj izpostavljeni tudi vetru in padavinam, kar naredi letenje bolj potratno. Če postane alternativna pot energetsko preveč potratna, lahko netopirji posledično postanejo izolirani od prehranjevalnih habitatov. V najslabšem primeru netopirji takšna zatočišča zapustijo.

Hrup

V primeru prehranjevalnih habitatov je vpliv hrupa predviden predvsem na vrste, ki lovijo plen s tako imenovanim »pasivnim poslušanjem« (Nowicki in sod. 2011). Čeprav se netopirji primarno orientirajo v prostoru z ehelokacijo, pa nekatere vrste lovijo svoj plen na podlagi zvokov, ki jih oddajajo žuželke same. Veliko žuželk namreč proizvaja zvoke, ki jih netopirji s svojim odličnim sluhom brez problema zaznajo. Izpostavljene so vrste žuželk, ki uporabljajo medvrstno zvočno komunikacijo (npr. črčki). Nekatere vrste žuželk proizvajajo zvoke nehote. Komarji in ostali dvokrilci brenčijo med letom, medtem ko talne žuželke povzročajo hrup med hojo po podlagi (Dietz in sod. 2011).

Od »pasivnega poslušanja« so odvisne predvsem vrste, ki plen pobirajo s površin (listov, tal, ...) (Dietz in sod. 2011). Med take lovce spada tudi navadni netopir, na primeru katerega so Schaub in sod. (2008) preverili vpliv hrupa na uspešnost plenjenja. Eden testnih posnetkov je imitiral hrup prometa 10-15 m stran od ceste. Rezultati njihovega poskusa so pokazali, da se navadni netopir pri možnosti izbire med habitatmi pogosteje odloča za tiste z manj hrupa. Hrup prekrije zvoke plena in tako zmanjša uspešnost lova pri teh vrstah netopirjev.

Glede na to, da nekatere vrste tvorijo rodniške in neprodniške kolonije ter prezimujejo pod mostovi, hrup ni tako moteč dejavnik in se netopirji nanj lahko navadijo. To velja v primeru, da je hrup stalno prisoten. Medtem ko pri občasni motnjah to lahko zelo negativno vpliva na kolonije. Predvsem ob pomanjkanju primernih mirnih habitatov pozimi lahko pride do poginov osebkov zaradi izčrpanosti.

Povozi

Ker prometna infrastruktura velikokrat preseka letalne poti netopirjev, prihaja tudi do trkov z vozili. Netopirji namreč dnevno letijo med zatočišči in prehranjevalnimi habitati, ki so tudi do 25 km oddaljeni od zatočišč (Arlettaz 1999). Poleg tega se selijo med poletnimi zatočišči (kolonija belorobega netopirja v Krašnji je na vsakih 11-13 dni menjala poletno zatočišče) ter izvajajo sezonske migracije med zimskimi in letnimi zatočišči, ki so lahko več 100 km oddaljene med seboj. Tako so leta 1994 v Škofji Loki našli samca Nathusijevega netopirja (*Pipistrellus nathusii*), ki je bil obročkan leta 1993 v 840 km oddaljenem nemškem kraju Wooster Teerofen (Presetnik in Cerar 2003).

Ceste so problematične predvsem za vrste, ki letijo nizko in vrste, ki sledijo linijskim strukturam. Tako se lahko na mestih prečkanja letalnih poti s cestami ustvarijo črne točke (Nowicki in sod. 2011). V Sloveniji je problematika povozov netopirjev slabo poznana. Dva povožena netopirja je med izdelovanjem diplomske naloge zabeležila Denac (2003). Ena od teh vrst je bil mali podkovnjak. Drugih objavljenih podatkov na to temo ni na voljo, so pa bili tekom projekta STOPJEŽ zabeleženi povozi netopirjev na regionalnih cestah in avtocestah. Dva povožena netopirjev sta bila najdena v Ljubljani in spadata v rod *Pipistrellus*. Žrtve avtocestnega prometa pa so bile zabeležene tekom enoletnega pregledovanja 7,9 km odseka na AC Beltinci – Lendava. Na tem odseku smo tekom 8 pregledov našli 17 kadavrov, ki so pripadali kar petim vrstam: brkati netopir, belorobi netopir, drobni netopir, gozdni mračnik in širokouhi netopir.

Ukrepi

Osvetljevanje

Vpliv svetlobe lahko zmanjšamo z uporabo tako imenovanih ekoloških svetilk, pri katerih delež svetlobnega toka, ki seva nad vodoravnico, znaša 0 %. Ima poudarjeni rumeni in rdeči spekter svetlobe ter ne vsebuje UV spektra (TNS 2012). Primer take svetilke je nizkotlačna natrijeva svetilka, ki oddaja le eno valovno dolžino svetlobe in ne vsebuje UV svetlobe. Tako ima nizko stopnjo privlačnosti za žuželke (Jones 2000). Dalje, ekološka svetilka mora biti nepredušno zaprta, da se žuželke ne morejo ujeti vanjo (TNS 2012). Svetilke, ki privlačijo žuželke, povzročijo njihov pogin, saj žuželke krožijo ob njih ter se ne prehranjujejo in razmnožujejo. Posledično se zmanjša številčnost in pestrost žuželk, kar vpliva tudi na njihove plenice, v našem primeru netopirje (TNS 2009).

Dodaten dejavnik pri svetlobnem onesnaževanju je višina postavljene luči. V kolikor je previsoka, razsvetljava ni energetske učinkovita, saj osvetljujejo tudi hiše, travnike, gozdove. Zato je priporočena višina stebra luči podobna širini ceste. Razdalja med stebri pa na primeru Italije presega 3,75-kratnik višine stebra. Dr. Diego Bonata je v Italiji tudi z uporabo razmerja 1:4,5 dosegel po standardu zahtevano enakomernost osvetlitve (TNS 2009).

Ker so luči primarno namenjene pešcem, je primeren ukrep zmanjševanja svetlobnega onesnaževanja ugašanje razsvetljave po 22. ali 23. uri (TNS 2009). Razsvetljava naj bo prisotna le na mestih, kjer je potrebna, in sicer na način, da čim manj moti okoliške

prebivalce (Marolt 2006). V primeru nočne gradnje ceste naj se, če je le možno, izognejo umetnemu razsvetljevanju gradbišča. Če to ni možno, naj bodo luči usmerjene na cesto in naj se zastre okoliške habitate pred svetlobo (Limpens in sod. 2005).

Ukrepi pri uničevanju habitatov

Kadar se pri gradnji ceste ne moremo izogniti uničevanju habitatov, je pomembno, da se spoznamo s potencialnimi primernimi habitatmi, predvsem zatočišči. Strukture kot so mostovi, stavbe ali drevesa ne smejo biti odstranjena brez predhodnega pregleda s strani strokovnjaka za netopirje (National Road Authority 2005). Z uničenjem zatočišč namreč kršimo 10. člen Uredbe o zavarovanih prostoživečih živalskih vrstah (Ur. l. RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 96/08, 36/09, 102/11), zato potencialna zatočišča določimo v procesu presoje vplivov na okolje.

Pri odstranjevanju živih mej in dreves lahko odstranimo starejša drevesa z dupli, ki imajo pomembno vlogo v pokrajini. Poleg potencialnih zatočišč predstavljajo netopirjem tudi vir plena in prehranjevalno območje (National Road Authority 2005). Za sečnjo potrebujete dovoljenje Zavoda za gozdove Slovenije (Kermavnar 2009). Sečnja naj poteka od konec avgusta do konca oktobra/začetka novembra. V tem obdobju netopirji še letijo in se lahko izognejo nevarnosti. Drevesa morajo biti ponovno pregledana tik pred sečnjo. Iščemo znake prisotnosti ali aktivnosti netopirjev na določenem drevesu. Zato jo mora izvesti strokovnjak za netopirje. Preko dneva pregleda drevo, ponoči pa izvede pregled z detektorjem, ki naj poteka od mraka do zore. Če ni potrjene prisotnosti netopirjev, se drevo lahko poseka, vendar pri tem ne sme biti časovnega zamika, saj je v primeru nekajdnevnega zamika potreben ponoven pregled drevesa. Dreves, pri katerih je bila potrjena prisotnost netopirjev, ne smemo posekati v obdobju od junija do začetka avgusta, ker so takrat prisotne porodniške kolonije. Prav tako se moramo izogniti sečnji v zimske čase, ko netopirji hibernirajo in niso sposobni pobegniti iz zatočišča. Poleg tega motnje v tem obdobju zmanjšajo verjetnost preživetja zime pri netopirjih. Tako v primeru prisotnosti netopirjev izvajamo sečnjo potem, ko so netopirji zapustili zatočišče. Če so še vedno prisotni in ne tvorijo porodniških kolonij ali ne hibernirajo, je možna uporaba postopka »izključitve« (ang. exclusion). Pri tem netopirjem omogočimo izhod iz zatočišča, preprečimo pa povratek. Za določitev metode in obdobja izvedbe tega postopka se je potrebno posvetovati s strokovnjakom za netopirje. V kolikor ni možno izvesti postopka izključitve, naj poteka sečnja drevesa po korakih. Pri tem je priporočljiva uporaba dvigala ali podobne mehanizacije, ki nam bo v pomoč pri sečnji po korakih, ko ločeno odstranjujemo posamezne dele drevesa. Pred posekom drevo 2-3-krat pretresemo v razmiku 30 sekund in s tem prebudimo netopirje. Ko drevo posekamo, ne pospešujemo padca s pomočjo verig ali vozil. Posekano drevo naj bo takoj pregledano, nato pa naj ostane na mestu še vsaj 24 ur, po možnosti 48, pred nadaljnjim delom. Če med pregledom najdemo netopirje, jih odstranimo in izpustimo po končani sečnji na tem območju (National Road Authority 2005).

Pri odstranjevanju živih mej moramo paziti, da ne prekinemo letalnih poti netopirjev in s tem izoliramo populacijo. Če odstranimo vegetacijo, potem moramo namestiti začasne

ograje, ki bodo služile kot linijske strukture. Dodatno določimo območja, kjer je osvetljevanje omejeno. Nove lokacije za zasaditev linijskih struktur morajo biti določene v procesu presoje vplivov na okolje in morajo biti potrjene s strani strokovnjaka za netopirje (National Road Authority 2005).

Pri podiranju zgradb moramo biti pozorni na vrste, ki si jih izbirajo za zatočišče. Predvsem toplejša podstrešja so primerna za porodniške kolonije. Poleg tega so kolonije v stavbah običajno veliko večje od kolonij v drevesih. Pred rušitvijo strokovnjak za netopirje izvede pregled stavbe. Primerni deli za kolonije so predvsem podstrešja, kleti, okenski okvirji in podobne strukture. Če so netopirji prisotni, se stavbe ne ruši v času porodniških kolonij, kar je od konca maja do začetek avgusta. Znanih prezimovališč naj se ne uničuje pozimi. Pri stavbah, v katerih sumimo prisotnost netopirjev, moramo izvesti natančen pregled. Če ob pregledu odkrijemo netopirje, določimo število osebkov, vrsto ter tip zatočišča (npr. kotišče). Če se stavbo pregleduje v letnem času, ko so netopirji aktivni, se izvede tudi celonočni pregled z detektorjem. Z rušenjem pričnemo dan po pregledu, v kolikor prisotnost netopirjev ni bila potrjena. Ves čas rušenja naj bo prisoten strokovnjak za netopirje. V primeru, da so netopirji prisotni, je potrebno sprejeti določene ukrepe. Kadar je kolonija dostopna, jo lahko preselimo za čas rušenja. Po rušenju netopirje izpustimo v okolico bivšega zatočišča. Če pa dostop do kolonije ni možen, namestimo na line posebne strukture, ki omogočajo enosmeren prehod. Tako lahko netopirji zapustijo zatočišče, ne morejo pa se vrniti. Materiale in lokacije za namestitve teh struktur priporoča strokovnjak za netopirje. Po namestitvi struktur moramo počakati tri do štiri dni, nato pa ponovno izvedemo pregled z detektorjem in tako preverimo, da ni v stavbi ujetih netopirjev. S previdnim ročnim odstranjevanjem opaža in strešnikov preprečimo poškodbo vrst netopirjev, ki jih nismo zaznali. Priporočljivo je, da se prvi dan odstrani polovico strehe in čez 24 ur še drugo polovico. Tako omogočimo netopirjem, da zapustijo zatočišče. Osebki, najdeni med ročnim odstranjevanjem opaža in strešnikov, naj preidejo v začasno oskrbo strokovnjaka za netopirje. Pri nadaljnjem rušenju naj se upoštevajo priporočila strokovnjaka za netopirje. Kolonije lahko spodbudimo k zapustitvi stavbe tudi s povzročanjem motenj, kot so hrup in vibracije (National Road Authority 2005).

Tudi mostovi lahko nudijo primerna zatočišča netopirjem, tako poletna kot zimska. Ker zidani mostovi s časom ne zmorejo več prenašati vse večje prometne obremenitve, se jih v celoti zamenja ali samo nadgradi in razširi. Ta dela imajo lahko poguben vpliv na prisotne kolonije. Pride do zapiranja špranj, kar lahko pri porodniških kolonijah povzroči, da matere zapustijo mladiče. Strokovnjak za netopirje mora zato pregledati most. Ker je težko pregledati vse špranje, se mora izvesti tudi celonočni pregled z detektorjem. Če je potrjena prisotnost netopirjev, morajo biti dela preložena vsaj za nekaj dni. V tem času se lahko izvedejo postopki »izključitve«. S postavitvijo zidarskega odra je omogočen dostop do špranj, na katere namestimo že prej omenjene strukture, ki omogočajo enosmerno prehajanje. Za to lahko uporabimo tudi prometne stožce (National Road Authority 2005).

Zasaditve

Netopirji se orientirajo s pomočjo visoke vegetacije, zato pogosto letijo ob linearnih elementih, zasajenimi z drevesi (tudi ceste in kanali). Zato lahko netopirjem s primernimi linijskimi zasaditvami omogočimo prehajanje ceste preko za to namenjenih struktur (Limpens in sod. 2005). Vzporedno s cesto zasadimo enojno ali dvojno živo mejo, ki bo vodila netopirje do njim namenjenega nadhoda ali podhoda. V primeru dvojne žive meje, je prva, ki je bližje ceste, sklenjena; medtem ko je druga prekinjena. Na ta način netopirje usmerimo, da letijo med obema živima mejama (Nowicki in sod. 2011).

Poleg samih linijskih struktur, ki imajo usmerjevalno vlogo, lahko sam prehod čez cesto ustvarimo s primerno zasaditvijo ob cesti, s katero »prisilimo« netopirje, da prečkajo cesto na varni višini. Take zasaditve imenujemo »hop-over« zasaditve. Na obe strani ceste zasadimo drevesa, katerih krošnje naj segajo nad cestišče in se po možnosti stikajo. Da preprečimo nižji let skozi vegetacijo, mora biti do višine 6 m vegetacija zelo gosta. Dodatno lahko ob vegetaciji postavimo 4-5 m visoko leseno ali kovinsko mrežo. Poleg tega preprečimo let netopirjev na nižji višini z osvetlitvijo tega predela. Luči naj bodo usmerjene navzdol in osvetlujejo le cestišče. Vegetacijo jo potrebno vzdrževati, da ohrani svojo nalogo. Izogibamo se pretiranemu obrezovanju. V primeru štiripasovnice je cestišče preširoko in se med krošnjami ustvari odprt prostor. Možnost je, da bo predstavljal ta prostor oviro za netopirje ali pa se bodo na tem delu spustili nižje. Zato posadimo dodatna drevesa na sredinski del med obema dvopasovnicama. Višina krošnje, na kateri letijo netopirji, ne sme biti osvetljena (Limpens in sod. 2005).

V primeru, da že vodi linija dreves preko pokrajine in čez cestišče, moramo poskrbeti, da bodo netopirji sledili tej liniji na zadostni višini. Tako približno 25 m pred cestiščem na vsaki strani odstranimo nižjo vegetacijo in podrast ter tako usmerimo netopirje ob krošnje. Krošnje naj bodo gosto skupaj. Če je prisotna razsvetljava, naj bodo luči obrnjene navzdol in usmerjene na cestišče. Krošnje morajo biti v temi. Ta ukrep je primeren le za vrste kot so dolgouhi netopirji in obvodni netopir (Limpens in sod. 2005). V obeh primerih prehodov moramo za zasaditev uporabiti vrste dreves, ki ne privlačijo žuželk (Nowicki in sod. 2011).

Nadhod

Netopirji uporabljajo nadhode, ki so zgrajeni za prehajanje večjih živali in ljudi. Seveda niso vsi nadhodi primerni za netopirje, saj se nekatere vrste izogibajo večjim, odprtim nadhodom, ki so velikokrat prisotni pri širših avtocestah. Tako je bila opažena manj pogosta uporaba nadhodov kot podhodov. Pri krajših nadhodi je že dovolj prisotnost višje vegetacije na pobočjih nadhoda. V tem primeru nadhod deluje kot »hop-over« prehod. V primeru daljših nadhodov so le-ti lahko zgrajeni širše in imajo tako na straneh prostor za zasaditev 1,5-2 m visokega grmičevja. Za malega netopirja in poznega netopirja je dovolj že lesena ograja. Vegetacije ali ograje jim namreč nudijo zaščito in jim pomagajo pri orientaciji v prostoru (Limpens in sod. 2005). Primerna višina je med 1,5 in 4 m, odvisno od vrste (Nowicki in sod. 2011). Tako kot pri prejšnjih ukrepih je tudi

tukaj pomembna povezanost z ostalimi habitati, torej prisotnost linijskih struktur, ki vodijo do nadhoda, ter primerna razsvetljava, v kolikor je nujna (Limpens in sod. 2005).

Posebni »nadhodi«

V Veliki Britaniji preizkušajo uporabnost posebnih struktur pri prehajanju netopirjev čez cesto na varni višini. Na A66 Stainburn in Greta Clifton obvoznici, Cumbria, so postavili začasen »vrvičast« most (ang. »ribbon« bridge). Sestavljen je iz 3 setov stebrov in na vsakega so nameščene štiri vrvice. Tekom poskusa so odstranili nižje vrvice in postavili dvometrsko ograjo pod njo. Po nekajletnem opazovanju je bila povprečna višina preletov 4,2 m (Highways Agency 2006).

Drugi primer je bil na Sirhowy Enterprise Way, Abergavenny. Postavljen je bil žičnat most (ang. wire bridge), pri katerem nad cestiščem potekata dve jekleni palici. Na vsaki strani pa sta dva stebra s posebno konstrukcijo, ki podpira obe palici. Rezultati poskusa nam niso znani (Highways Agency 2006).

Podhodi in mostovi

Netopirji so že bili opaženi, da uporabljajo podvoze pod železniškimi progami in avtocestami. Manjše in starejše ceste običajno sledijo strukturam v pokrajini in so obraščene z vegetacijo. Netopirji pogosto uporabljajo take ceste, posebno če je malo prometa. Če so ceste zgrajene na nasipu, netopirji avtomatično letijo skozi tunele. Večji in širši je tunel, hitreje ga bo netopir uporabil. Na Nizozemskem za večje vrste, kot je pozni netopir, priporočajo izgradnjo tunela z minimalno višino 6-7 m in minimalno širino 5-7 m. Manjše vrste (brkati netopir, mali netopir) uporabljajo tudi manjše tunele s prerezom 4 x 4 m. Da omogočimo uporabo vsem vrstam, je priporočljiva višina 4,5 m in širina 4-6 m. Resasti netopir pa je bil opažen pri uporabi veliko manjših vodnih kanalov, katerih minimalna velikost je 1,5 m. Pomembno je tudi razmerje med dolžino tunela in prerezom. Daljši je tunel, bolj je pomemben ustrezen prerez tunela. Kadar dolžina tunela presega 10 m, se priporoča podvojitev dimenzij premera na vsakih 10 m (Limpens in sod. 2005, Nowicki in sod. 2011).

Neprimerno je osvetljevanje podhodov. Prav tako uporabo tunelov omejuje gost promet. Zato pri načrtovanju novih tunelov in mostov priporočajo izbiro večjih dimenzij kot so predpisane za promet. Del tunela je lahko zasenčen in ločen od prometnega dela. Seveda so lahko na mestih, kjer so bile prekinjene običajne poti, tuneli za netopirje zgrajeni ločeno od tunelov za promet. Pomembno je, da so tuneli povezani z linijskimi strukturami, ki bodo vodile netopirje do tunelov. Vhode v tunele lahko s pomočjo vegetacije oblikujemo v obliki lijev. Na ta način zmanjšamo verjetnost, da bo netopir prečkal cesto nad cestiščem. Vegetacija naj se postopoma zmanjšuje do vhoda v tunel. Netopirji namreč običajno letijo tik ob vegetaciji. Da preprečimo letenje skozi vegetacijo, lahko uporabimo les ali podobne materiale, nad tunelom pa ob cesti namestimo mrežo ali podobno prepreko, ki bo preprečevala letenje preko cestišča (Limpens in sod. 2005, Nowicki in sod. 2011).

Vodne poti

Za prehajanje netopirjev so primerni tudi mostovi, saj netopirji pogosto sledijo vodnim potem, ki imajo obrežno vegetacijo. Za obvodnega in resastega je dovolj že obrežno trstičje. Slednjega so opazili pri uporabi nizkih kanalov za vodo višine 1 m in širine 2 m. Preletel je kanale takih dimenzij dolžine več 10 m. A ko prileti do takega podhoda več osebkov hkrati, bodo nekateri poskušali prečkati cesto nad cestiščem. Zato tako majhni prehodi na »prometnejših« poteh niso sprejemljivi. Včasih so na nekaterih delih tako majhni prehodi zaprti z večjimi kamni ali vegetacijo (Limpens in sod. 2005).

Kadar ceste prečkajo vode, je priporočljivo, da se ob gradnji izbere kot rešitev izgradnja mostu na pilotih namesto izgradnjo nasipa z majhnimi kanali. Včasih ni možna izgradnja prostornega mostu. Takrat upoštevamo predpisane dimenzije, ki smo jih navedli pri izgradnji podhodov. Tokrat višino merimo od vodne gladine. V primeru, da ni možno zgraditi prehoda predpisanih dimenzij, je minimalna še ustrezna višina 1-1,5 m in širina 2 m. Da preprečimo letenje nad oviro, moramo vzpostaviti vegetacijo, ki bo služila kot prepreka, podobno kot pri »hop-over« prehodu. Gosta vegetacija namreč preprečuje letenje skozi (Limpens in sod. 2005).

Spreminjanje obstoječih letalnih poti

Vrste so različno prilagodljive na spremembe v okolju, zato moramo narediti spremembe v letalnih poteh vsaj dve do tri sezone pred začetkom gradnje ceste. Na ta način imajo netopirji na voljo dovolj časa, da odkrijejo novo pot in jo začnejo uporabljati. Točka, na kateri se nova pot odcepi od stare, mora biti približno 50 m oddaljena od ceste. Letalne poti za večino vrst predstavljajo linijske strukture, npr. drevesa. Stare linijske strukture pričnemo odstranjevati zadnjo sezono pred pričetkom gradnje ceste. Odstranimo le del od odcepa do ceste. Dodaten ukrep za preprečitev uporabe stare letalen poti je postavitve razsvetljave (Limpens in sod. 2005).

Po končani gradnji ceste je priporočljivo izvesti monitoring v primernem letnem času. Na ta način se oceni uspešnost ukrepov. Monitoring naj se izvaja vsaj dve leti po končani gradnji. Če se opazijo pomanjkljivosti v omilitvenih ukrepih, se le te odpravijo (National Road Authority 2005).

VIRI

Arlettaz R. 1999. Habitat selection as a major resource partitioning mechanism between the two sympatric sibling bat species *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. *Journal of Animal Ecology* 68: 460-471.

Denac K. 2003. Mortalitet vretenčarjev na cestah Ljubljanskega barja. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 63 str.

Dietz C., von Helversen O., Nill D. 2011. Bats of Britain and Europe. 2nd edition. Franckh-Kosmos Verlag GmBh & Co. KG, Stuttgart: 400 p.

Dondini G, Vergari S. 2000. Carnivory in the greater noctule bat (*Nyctalus lasiopterus*) in Italy. *Journal of Zoology* 251: 233-236.

Entwistle A.C., Harris S., Huston A.M., Racey P.A., Walsh A., Gibson S.D., Hepburn I., Johnston J. 2001. Habitat management for bats. A guide for land owners and their advisors. Joint Nature Conservation Committee, UK: 50 p.

Highways Agency 2006. Best practice in enhancement of highway design for bats. Literature review report. Halcrow Group Limited: 52 p.

Ibáñez C., Juste J., García-Mudarra J., Agirre-Mendi P.T. 2001. Bat predation on nocturnally migrating birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98 (17): 9700-9702.

Jones J. 2000. Impact of lighting on bats. http://www.lbp.org.uk/downloads/Publications/Management/lighting_and_bats.pdf (19.11.2010)

Kunz T.H., Braun de Torrez E., Bauer D., Lobova T., Fleming T.H. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Science* vol. 1223, issue The Year in Ecology and Conservation Biology: 1-38.

Kuzma I. 2007. Površina ozemlja in pokrovnost tal, določena planimetrično, Slovenija, 2005. Objava na spletni strani Statističnega urada Republike Slovenije z dne 28.6.2007. http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=977 (28.8.2012)

Lesiński G., Kasprzyk K., Gryz J. 2012. Bats taken by the tawny owl in relation to its roosting site. *North-Western Journal of Zoology* 8 (2): 247-251.

Levin E., Barnea A., Yovel Y., Yom-Tov Y. 2006. Have introduced fish initiated piscivory among the long-fingered bat? *Mammalian Biology* 71 (3): 139-143.

Limpens H.J.G.A., Twisk P., Veenbaas G. 2005. Bats and road construction. Brochure about bats and the ways in which practical measures can be taken to observe the legal duty of care for bats in planning, constructing, reconstructing and managing roads. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, Netherlands and the Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Arnhem, the Netherlands: 24 p.

Marolt S. 2006. Škodljivi vplivi svetlobnega onesnaževanja na živa bitja. Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo, Oddelek za sanitarno inženirstvo. Diplomsko delo: 40 str.

Mlakar J. 2006. Navadni netopir (*Myotis myotis*). *Glej, netopir!* 3 (1): 2-4.

National Roads Authority 2005. Guidelines for the treatment of bats during the construction of the national road schemes. Environmental series on construction impacts. Dublin: 13 p.

Nowicki F., Dadu L., Carsignol J., Bretau J.-F., Bielsa S. 2011. Bats and road transport infrastructure. Threats and preservation measures. Sétra Information Notes – Economics Environment Design Serie n° 91: 22 p. (prevod francoske verzije iz leta 2009)

Presetnik P. 2012. Opis prvih najdb nimfnega netopirja (*Myotis alcathoe*) v Sloveniji. *Natura Sloveniae* 14 (1): 5-13.

Presetnik P., Kryštufek B. 2004. Netopirji. *Proteus* 66 (9-10): 442-447.

Presetnik P., Koselj K., Zagmajster M. 2009. Atlas netopirjev (Chiroptera) Slovenije, Atlas of bats (Chiroptera) of Slovenia. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju: 152 p.

Schaub A., Ostwald J., Siemers B.M. 2008. Foraging bats avoid noise. *The Journal of Experimental Biology* 211: 3174-3180.

SDPVN 2012. Netopirji (Chiroptera). <http://www.sdpvn-drustvo.si/netopirji.html> (30.8.2012)

Siemers B.M., Dietz C., Nill D., Schnitzler H.-U. 2001. *Myotis daubentonii* is able to catch small fish. *Acta Chiropterologica* 3 (1): 71-75.

Siemers B.M., Swift S.M. 2006. Differences in sensory ecology contribute to resources partitioning in the bats *Myotis bechsteinii* and *Myotis nattereri* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 59: 373-380.

Stone E.L., Jones G., Harris S. 2009. Street Lighting Disturbs Commuting Bats. *Current Biology* 19 (13): 1-5.

TNS 2009. Svetlobno onesnaževanje in energetska učinkovita zunanja razsvetljava. Priročnik za občine, podjetja in ustanove. Društvo temno nebo Slovenije

TNS 2012. Ekološke svetilke. <http://www.temnonebo.org/reitve/ekoloke-svetilke> (15.9.2012)

Trontelj P. 2005. Vretenčarji Slovenije: gradivo za vaje iz zoologije strunarjev. Ljubljana, Študentska založba: 76-78.

Kermavnar A. 2009. Kdo je dober lastnik gozda? Spletna stran Zavoda za gozdove Slovenije. <http://www.zgs.gov.si/?id=673> (10.9.2012)

Življenje ponoči. Projekt za zmanjšanje negativnih vplivov osvetljevanja objektov kulturne dediščine in izboljšanje naravovarstvenega statusa nočnih živali. Projektna publikacija. Društvo temno nebo, junij 2010.

Priloga 1

Tabela v Sloveniji prisotnih vrst in njihov varstveni status (povzeta po Presetnik in sod. 2009).

Vrsta	RS	Uredba	HD	Bern	Bonn EUROBATS
mali podkovnjak (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	E	1A, 2A	II (1303), IV	II	II
veliki podkovnjak (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	E	1A, 2A	II (1304), IV	II	II
južni podkovnjak (<i>Rhinolophus euryale</i>)	E	1A, 2A	II (1305), IV	II	II
Blasijev podkovnjak (<i>Rhinolophus blasii</i>)	Ex	1A	II (1306), IV	II	II
navadni netopir (<i>Myotis myotis</i>)	E	1A, 2A	II (1324), IV	II	II
ostrouhi netopir (<i>Myotis (blythii) oxygnathus</i>)	E	1A, 2A	II (1307), IV	II	II
velikouhi netopir (<i>Myotis bechsteinii</i>)	E	1A, 2A	II (1323), IV	II	II
resasti netopir (<i>Myotis nattereri</i>)	V	1A, 2A	IV	II	II
vejicati netopir (<i>Myotis emarginatus</i>)	V	1A, 2A	II (1321), IV	II	II
brkati netopir (<i>Myotis mystacinus</i>) s. lat. *	O1	1A	IV	II	II
Brandtov netopir (<i>Myotis brandtii</i>)	R	1A, 2A	IV	II	II
dolgonogi netopir (<i>Myotis capaccinii</i>)	E	1A, 2A	II (1316), IV	II	II
obvodni netopir (<i>Myotis daubentonii</i>)	O1	1A	IV	II	II
mali netopir (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	O1	1A, 2A	IV	III	II
drobni netopir (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	K	1A	IV	III	II
Nathusijev netopir (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	V	1A, 2A	IV	II	II
belorobi netopir (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	O1	1A	IV	II	II
Savijev netopir (<i>Hypsugo (Pipistrellus) savii</i>)	O1	1A	IV	II	II
pozni netopir (<i>Eptesicus serotinus</i>)	O1	1A	IV	II	II
severni netopir (<i>Eptesicus nilssonii</i>)	V	1A, 2A	IV	II	II
veliki mračnik (<i>Nyctalus lasiopterus</i>)	K	1A	IV	II	II
navadni mračnik (<i>Nyctalus noctula</i>)	O1	1A	IV	II	II
gozdni mračnik (<i>Nyctalus leisleri</i>)	V	1A, 2A	IV	II	II
dvobarvni netopir (<i>Vespertilio murinus</i>)	V	1A, 2A	IV	II	II
rjavi uhati netopir (<i>Plecotus auritus</i>)	V	1A, 2A	IV	II	II
usnjebradi uhati netopir (<i>Plecotus macrobullaris</i>)	V	1A, 2A	IV	II	II
sivi uhati netopir (<i>Plecotus austriacus</i>)	V	1A, 2A	IV	II	II
širokouhi netopir (<i>Barbastella barbastellus</i>)	V	1A, 2A	II (1308), IV	II	II
dolgokrili netopir (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	E	1A, 2A	II (1310), IV	II	II

* *Myotis mystacinus* s. lat. združuje tri kriptične vrste. V Sloveniji sta bili do sedaj potrjeni dve: brkati netopir (*Myotis mystacinus* s. str.) in nimfni netopir (*Myotis alcathoe*) (Presetnik in sod. 2009, Presetnik 2012)

Legenda:

RD = Rdeči seznam: Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Ur. l. RS, št. 82/02, 42/10). **Ex** – izumrla vrsta, **E** – prizadeta vrsta, **V** – ranljiva vrsta, **R** – redka vrsta, **O** – vrsta zunaj nevarnosti, **K** – premalo znana vrsta.

Uredba: Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (Ur. l. RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 96/08, 36/09, 102/11). **1A** – zavarovane domorodne živali in njihove populacije. **2A** – zavarovane domorodne živali z določenimi ukrepi varstva habitata.

HD = Habitatna direktiva: Direktiva sveta 92/43/EGS o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst. **II** – Priloga II: Živalske in rastlinske vrste v interesu skupnosti, za ohranjanje katerih je potrebno določiti posebna ohranitvena območja (Območja so določena z Uredbo o posebnih varstvenih območjih – območjih Natura 2000 (Ur. l. RS št. 49/04, 110/04, 59/07, 43/08, 8/12). V oklepaju je podana koda vrste). **IV** – Priloga IV: Živalske in rastlinske vrste v interesu skupnosti, ki jih je treba strogo varovati.

Bern = Bernska konvencija – Zakon o ratifikaciji Konvencije o varstvu prosto živečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njunih naravnih življenjskih prostorov (Ur. l. RS št. 17/99). **II** – Dodatek II: strogo zavarovane živalske vrste. **III** – Dodatek III: zavarovane živalske vrste.

Bonn – EUROBATS: Zakon o ratifikaciji konvencije o varstvu selitvenih vrst prostoživečih živali (Ur. l. RS št. 18/98, 27/99) in Zakon o ratifikaciji Sporazuma o varstvu netopirjev v Evropi (EUROBATS) (Ur. l. RS-MP št. 22/03). **II** – Dodatek II: selitvene vrste, ki jih bodo obravnavali sporazumi (za netopirje EUROBATS).

Priloga 2

Tabela zahtev nekaterih vrst glede habitatov: ali vrsta uporablja osvetljene habitate, kje ima poletna zatočišča in prezimovališča, razpon domačega okoliša, izbira letalnih poti in prehranjevalnih habitatov (Prirejeno po Limpens in sod. 2005).

Vrsta	Osvetljenost		Poletno zatočišče	Prezimovališče	Domači okoliš [km]	Prehranski habitat	Letalne poti
	Prehranski habitat	Letalne poti					
mali podkovnjak (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	ne	ne	S, PH	S, PH	1-10	P, G	LS
veliki podkovnjak (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	ne	ne	S, PH	S, PH	1-15	P, G	LS
navadni netopir (<i>Myotis myotis</i>)	ne	ne	S, PH	PH	1-30	G	LS
velikouhi netopir (<i>Myotis bechsteinii</i>)	ne	ne	D	D, PH	0-5	G	LS
resasti netopir (<i>Myotis nattereri</i>)	ne	ne	D, S	PH	1-10	P	LS
vejicati netopir (<i>Myotis emarginatus</i>)	ne	ne	S, PH	PH	1-10	G	LS
brkati netopir (<i>Myotis mystacinus</i>)	ne	ne	D, S	PH	1-10	P	LS
Brandtov netopir (<i>Myotis brandtii</i>)	ne	ne	S	PH	1-10	P	LS
dolgonogi netopir (<i>Myotis capaccinii</i>)	ne	ne	PH	PH	1-30	V	LS
obvodni netopir (<i>Myotis daubentonii</i>)	ne	ne	D	PH	1-20	V	LS
mali netopir (<i>Pipistrellus pipistrellus</i>)	da	ne	D, S	S, PH	1-15	P, V, G	LS
drobni netopir (<i>Pipistrellus pygmaeus</i>)	da	ne	D, S	S, PH	1-10	P, V, G	LS
Nathusijev netopir (<i>Pipistrellus nathusii</i>)	da	ne	D, S	S	1-20	P, V, G	LS, O
belorobi netopir (<i>Pipistrellus kuhlii</i>)	da	ne	S	S, PH	1-20	P, V, G	LS, O
pozni netopir (<i>Eptesicus serotinus</i>)	da	ne	S	S	1-20	P, V, G	LS, O
severni netopir (<i>Eptesicus nilssonii</i>)	da	ne	S	S	1-20	P, V, G	LS, O
navadni mračnik (<i>Nyctalus noctula</i>)	da	da	D, S	D, S, PH	1-40	P, V, G	O
gozdni mračnik (<i>Nyctalus leisleri</i>)	da	da	D, S	D, S	1-30	P, V, G	O
dvoarvni netopir (<i>Vespertilio murinus</i>)	da	da	S	S	1-30	P, V, G	O
rjavi uhati netopir (<i>Plecotus auritus</i>)	ne	ne	D, S	D, PH	0-5	P, V, G	LS
sivi uhati netopir (<i>Plecotus austriacus</i>)	ne	ne	S	PH	0-5	P, V, G	LS
širokouhi netopir (<i>Barbastella barbastellus</i>)	ne	ne	D, S	D, PH	1-30	P, V, G	LS
dolgokrili netopir (<i>Miniopterus schreibersii</i>)	da	ne	S, PH	PH	1-30	P, V, G	LS, O

Legenda:

Poletni habitat / prezimovališče: D – drevesa, S – stavbe, PH – podzemni habitati

Letalne poti: LS – sledijo linijskim strukturam, O – letijo preko odprte pokrajine

Prehranjevališče: P – parkom podobni habitati, G – gozd, V - vode