

Izvirni znanstveni članek

## Prehajanje sesalcev čez avtoceste na primeru odseka AC Vrhnika–Postojna

### *Crossings of mammals over highways – case study on highway section Vrhnika–Postojna*

Dhyan Anaja Banič<sup>1</sup>, Elena Bužan<sup>1,2</sup>, Boštjan Pokorný<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije,

Glagoljaška 8, 6000 Koper; anaja.banic@gmail.com

<sup>2</sup> Visoka šola za varstvo okolja, Trg mladosti 7, 3320 Velenje

<sup>3</sup> Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

### Izvleček

Avtoceste zelo vplivajo na naravno okolje, ki jih obdaja. Za številne živali so težko prehodne ovire. Pri gradnji avtocestnega (AC) odseka Vrhnika–Postojna ni bil zgrajen noben namenski objekt za prehajanje večjih vrst prostoživečih živali, ki pa avtocesto lahko v omejenem obsegu prehajajo skozi manjše podvoze ali čez nadvoze. Za pridobivanje podatkov o možnostih in intenzivnosti prehajanja velikih sesalcev čez odsek AC Vrhnika–Postojna ter določitve primernosti/uporabnosti že obstoječih objektov smo v raziskavi ugotavljali prisotnost živalskih vrst v bližini morebitnih prehodov ter pogostost njihovih prehodov čez izbrane objekte. Podatke smo pridobili s pomočjo fotopasti, ki so bile nameščene na štirih objektih (podvoz Drnulca, nadvoz Velika jama, nadvoz Suhi vrh, podvoz Unec 2). Z monitoringom smo v kratkem časovnem obdobju (junij in julij 2020) ugotovili dokaj pogoste nočne prehode srednje velikih sesalcev (zlasti lisic). Čeprav smo v neposredni bližini prehodov pogosto zabeležili prisotnost več vrst velikih sesalcev (evropska srna, navadni jelen, gams, divji prašič, evrazijski šakal), v proučevanem obdobju nismo mogli potrditi uspešnih prehodov teh vrst (nekaj pa jih je bilo verjetnih). Glede na

rezultate raziskave potrjujemo primernost nekaterih že prej predlaganih ukrepov za večjo funkcionalnost obstoječih objektov, kot sta postavitev protisvetlobnih/protihrupnih ograj na nadvozih in nočna omejitve prometa na makadamski cesti, ki prečka AC. Predlagamo tudi dlje trajajočo raziskavo oz. monitoring obstoječih prehodov, da bi na osnovi novih oz. obsežnejših podatkov potrdili potrebo po izgradnji ustreznejšega prehoda (tj. velikega ekodukta) za živali na omenjenem avtocestnem odseku.

**Ključne besede:** selitveni koridorji, prehodi živali, veliki sesalci, nadhodi/podhodi, fotopasti

### Abstract

*Roads, and particularly highways, have a major impact on the environment that surrounds them. For example, they present a hardly passable barrier for many wildlife species. During the construction of the highway section Vrhnika–Postojna, no special passage for large mammals was built that would enable them to cross the highway. Therefore, animals can cross the highway only through a few smaller underpasses and*

### Izvirni znanstveni članek

*overpasses. To obtain data on current crossing possibilities and to determine the function and usefulness of existing passages for wildlife crossings at the highway section Vrhnika–Postojna, we tried to determine which animal species use existing structures for highway crossing as well as the frequency of passing through selected passages. We used camera traps that were installed on four selected structures (i.e., Drnulca underpass, Velika jama overpass, Suhı vrh overpass and Unec 2 underpass). With short-term monitoring (in June and July 2020), we registered frequent nocturnal crossings of medium-sized mammals (especially red fox). However, although we recorded frequent presence of large mammals (European roe deer, red deer, chamois, wild boar, Eurasian jackal) near the passages, we did not confirm successful crossings of these species (although in some events their crossings seemed to happen). Based on our results, we verify the suitability of measures that had been previously suggested to improve the functionality of the existing structures, e.g. installation of anti-light / anti-noise fences and night traffic restriction on the gravel road that crosses the highway. We also propose more detailed and long-term monitoring of the existing passages, aiming to justify the need for construction of a more suitable passage (i.e., large ecoduct) on this section of the highway.*

**Keywords:** migration corridors, animal passages, large mammals, overpasses/underpasses, camera trapping

## 1 Uvod

Širjenje avtocestnega (AC) omrežja po svetu je ena večjih groženj za povezljivost populacij, genski pretok in ohranitev (genetske) pestrosti prostoživečih živali; prekinjeni so namreč stiki med populacijami oz. njihovimi posameznimi deli. Ceste kot prostorski element imajo

za populacije prostoživečih živali številne negativne vplive: (i) uničujejo in fragmentirajo habitate, (ii) otežujejo dnevne in sezonske selitve, (iii) zmanjšujejo genetsko pestrost, (iv) slabšajo življenjski prostor živalim zaradi hrupa, (v) so pogosti vzrok za izumrtje ogroženih vrst, (vi) vplivajo na povečano smrtnost živalskih vrst (Alexander in Waters, 2000, Huber, 2008; cit. v Kranjc, 2012). Z gradnjo (ograjenih) avtocest se prekinejo ustaljene večstoletne selitvene poti in selitveni koridorji, ki so jih pred tem redno uporabljale različne vrste prostoživečih živali (Poličnik in Pokorný, 2011). Da bi ohranili povezanost populacij in zadovoljevanje osnovnih življenjskih potreb živali, kot so dostop do prehranskih virov, iskanje partnerjev itn., jim je treba omogočiti varno prehajanje čez avtoceste z ene strani na drugo (Poličnik in Pokorný, 2011, Alagić in sod., 2019).

Avtoceste manj vplivajo na srednje velike sesalce, saj imajo bistveno več možnosti za varno prečkanje avtocest, npr. čez manjše prepuste, ki jih velike živali ne morejo uporabljati. Prav tako so populacije manjših sesalcev, ki živijo v bližini avtocest, številčne in je posledično vpliv cest nanje manj očiten (Potočnik in sod., 2019a). Veliki sesalci pa imajo mnogo večji življenjski okoliš in so precej bolj mobilni: selijo se na precej daljše razdalje in razpršeno, stalno se premikajo tudi znotraj njihovega domačega okoliša. Posledično so bolj izpostavljeni grožnjam, kot so ceste in promet (Adamič in sod., 2012). Avtoceste so torej težava zlasti za populacije velikih sesalcev, npr. velikih zveri (Potočnik in sod., 2019a). Negativne vplive prometne infrastrukture in še posebno avtocest na prostoživeče živali lahko zmanjšamo z gradnjo namenskih (namenjenih predvsem prehajanju živali) ali večnamenskih (poleg prehajanja živali imajo tudi druge namene) prehodov, če so le-ti premisljeno umeščeni v prostor in so primerno zgrajeni (Poličnik in Pokorný, 2011, Langbein in sod., 2011).

### Izvirni znanstveni članek

Cilj izgradnje prehodov je povezovanje dveh, s cesto ločenih območij in omogočanje živalim varno prehajanje čez cestišče. Potreba po izgradnji t. i. »zelenih mostov« oz. ekoduktov (velikih namenskih objektov, namenjenih predvsem prehajanju živali) čez avtoceste in železniške proge je velika (Žák in Florian, 2013, Smith in sod., 2015, Plaschke in sod., 2021), a se pojavljajo tudi pomisleki, ali je gradnja dragih namenskih ekoduktov sploh nujna, še posebno na že obstoječi infrastrukturi, kjer so investicije in organizacija dela zaradi potekajočega prometa bistveno zahtevnejše. Za doseganje ustreznih povezljivosti prostora je pogosto bolje namesto enega ali dveh velikih ekoduktov urediti več manjših funkcionalnih podhodov oz. nadhodov, ki so primerno razporejeni vzdolž avtoceste (Langbein in sod., 2011, Grilc, 2011, Poličnik in Pokorný, 2011, Kranjc, 2012). Zaradi racionalizacije in večjega učinka je lahko namesto novogradnje bolj smiselna ureditev oz. povečanje funkcionalnosti že obstoječih prehodov ter ureditev prometa na njih (Al Sayegh-Petkovšek in sod., 2019); v tem primeru govorimo o prilagojenih, večnamenskih premostitvenih objektih – nadhodih in podhodih (Poličnik in Pokorný, 2011). Le-ti so sicer primarno zgrajeni zaradi potreb lokalnega prebivalstva in/ali za izvedbo del vzdolž prometnice, a hkrati omogočajo tudi prostorske premike živalim (Alagić in sod., 2019).

Nadhodi so zgrajeni nad avtocesto in so zasajeni z vegetacijo, ki živalim zakriva pogled nanjo. Najustreznejši so za selitve velikih sesalcev, zlasti navadnega jelena/jelenjadi (*Cervus elaphus*), evropske srne/srnjadi (*Capreolus capreolus*), rjavega medveda (*Ursus arctos*) in risa (*Lynx lynx*). Podhodi so suhe površine pod mostovi in drugimi objekti; primerni so za male sesalce, prav tako tudi za srednje velike vrste, npr. za lisice (*Vulpes vulpes*), jazbece (*Meles meles*) in kune (*Martes sp.*), ter dvoživke. Tako kot za nadhode je tudi

za podhode potrebna ustrewna vegetacija na obeh straneh AC (Adamič in sod., 2012). Za funkcionalnost takih objektov so poleg položaja v krajini in ustrezne poraščenosti pomembne tudi tehnične lastnosti: ne smejo biti predolgi, potrebno je ustrezeno razmerje med širino in dolžino (v primeru podhodov tudi višino), podlaga pa mora biti čim bolj naravna (zbrano v Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019, Potočnik in sod., 2019a). Veliki rastlinojedi, tj. parkljarji, pogosteje uporabljajo preglednejše in večje objekte, praviloma pogosteje podhode kot nadhode, pri čemer npr. jelenjad in divji prašiči (*Sus scrofa*) pogosteje uporabljajo nadhode kot srnjad (zbrano v Langbein in sod., 2011). Da pa živali sploh uporabljajo nadhode in podhode, je potrebna zaščitna ograja, ki preprečuje prehod živali na poljubnem mestu ceste oz. jih usmerja v take objekte (Sawyer in sod., 2012). V Sloveniji je ograjevanje avtocest sicer splošna praksa; nasprotno nekatere druge evropske države, kot so Velika Britanija, skandinavske države, del Nemčije, avtocest nimajo ograjenih (Poličnik in Pokorný, 2011).

Odsek AC Vrhnika–Postojna sekata življenjski prostor oz. prekinja selitvene koridorje prostoživečim živalim med Menišijo in Logaško planoto (med Verdom in Uncem) oz. med Hrušico in Javorniki (med Uncem in Postojno). Ta AC-odsek torej ne vpliva le na lokalno povezljivost populacij, temveč tudi na povezljivosti na makronivoju, tj. med Dinaridi in Alpami (Adamič in sod., 2000). Prehajanje živali pa ni povsem onemogočeno, saj je na odseku več premostitvenih objektov, tj. pet viaduktov, 13 podvozov in 11 nadvozov (slika 1); čeprav jih večina za prehajanje živali ni primernih, pa nekateri vendarle imajo tudi to možnost (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019). Za usmerjanje velikih sesalcev v take objekte in predvsem za zmanjšanje povoza živali je bilo v preteklosti na omenjenem odseku izvedenih več tehničnih ukrepov: (i) na najbolj problematičnih mestih je bila postavljena električna ograja, in sicer v sklopu LIFE DinAlpBear

### Izvirni znanstveni članek

projekta (Potočnik in sod., 2019a); konec leta 2018 so bile na vse avtocestne priključke nameščene zvočne odvračalne naprave, ki naj bi zmanjševale nevarnost zahajanja velikih sesalcev v ograjeni avtocestni koridor, hkrati pa skupaj z električnim pastirjem usmerjajo živali k objektom, ki omogočajo varno prehajanje avtoceste (Al Sayegh Petkovšek in Pavšek, 2018). Zato je ta AC-odsek izjemen primer za ugotavljanje prehajanja živali čez obstoječe objekte oz. njihove funkcionalnosti. Tudi zato, ker so na samem AC-odseku in ob njem potekajočih drugih prometnicah (železniška proga in regionalna cesta) pogosti trki z velikimi sesalci, kar potrjuje tako njihovo pogostnost v raziskovalnem območju kot tudi potrebo po stalnem prehajjanju čez tod prisotne linijske infrastrukture, vključno z avtocesto. Tako so bili v obdobju od 1. 1. 2015 do 28. 2. 2019 na odseku AC Vrhnika–Postojna povoženi trije medvedi, osem pa jih je bilo povoženih na železniški proggi. V istem obdobju so bili na AC-odseku povoženi tudi en osebek jelenjadi (na železnici 22, na regionalni cesti pa pet), en osebek srnjadi (železnica: 4; regionalna cesta: 19) in en divji prašič (železnica dva); na železniški proggi sta bila povožena tudi po en volk (*Canis lupus*) in evrazijski šakal (*Canis aureus*) (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019).

V pričujoči raziskavi smo skušali pridobiti nove podatke o prehajjanju velikih sesalcev čez AC- odsek Vrhnika–Postojna, in sicer v skladu z usmeritvami strokovnih podlag za ustvaritev ustreznegra selitvenega koridorja čez ta AC-odsek (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019). Zanimalo nas je prehajanje velikih sesalcev (vrste, pogostnost prehajanja, čas) čez štiri objekte, ki so bili kot verjetni prehodi prepoznani že v preteklosti (Adamič, 1998, Adamič in sod., 2000, Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019). Poleg tega nas je zanimalo tudi, kako pogoste so v okolini proučevanih objektov antropogene motnje in kako časovno sovpadajo z aktivnostjo prostozivečih živali.

## 2 Metode dela

### 2.1 Območje in obdobje raziskave

Spremljanje prisotnosti in prehajanja živali prek AC-odseka Vrhnika–Postojna smo izvajali v obdobju od 17. 6. do 11. 7. 2020 na štirih lokacijah oz. objektih: podvozu Drnulca, nadvozu Velika jama in nadvozu Suhu vrh na pododseku Vrhnika–Unec ter podvozu Unec 2 na pododseku Unec–Postojna (slika 1). Za te objekte je bil predhodno prepoznan znaten potencial za prehajanje velikih sesalcev (zbrano v Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019).

### 2.2 Fotomonitoring

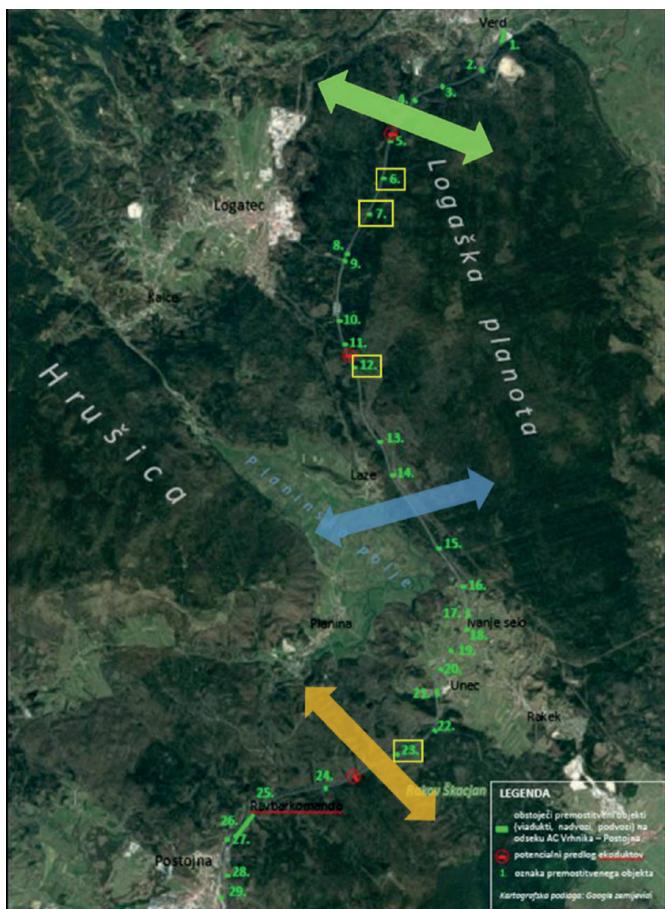
Za snemanje prisotnosti in prehajanja živali smo uporabili fotopasti oz. senzorsko prožene kamere BolyGuard MG984G-36M. Namestili smo jih diskretno na drevesa in usmerili proti prehodu. Vse moteče dejavnike (veje dreves, višje podrastje), ki bi lahko motili aktivacijo kamere in jo po nepotrebnem sprožale, smo odstranili.

Fotokamere so se senzorsko sprožale ob premikih živali. Vključili smo možnost fotografije in videoposnetka. Slike/posnetke smo za vsak dogodek avtomatsko prejemali v oblak (aplikacija Molnus) s pomočjo kartice za internet. 60-sekundne filme, ki jih je posnela kamera, smo zajemali na SD-kartice (32 GB). Na terenu smo baterije menjali na štiri do pet dni, odvisno od intenzivnosti aktivnosti živali na določeni lokaciji, in posnetke s SD-kartic prenesli neposredno na prenosni računalnik.

### 2.3 Analiza in obdelava podatkov

Vse posnetke smo pregledali, obdelali in analizirali, da bi ugotovili, katere vrste živali, kako pogosto in ob katerem času so uporabljale opazovane objekte za prehajanje čez/pod avtocesto. Osredotočili smo se na določanje in opazovanje srednje velikih in velikih sesalcev. Aktivnosti živali ob izbranih

Izvirni znanstveni članek



Slika 1: AC-odsek Vrhnika–Postojna s položajem premostitvenih objektov in opredeljenimi selitvenimi koridorji (puščice: zelena – severni; modra – centralni; rumena – južni selitveni koridor); z rdečo so označene lokacije, ki bi bile potencialno primerne za izgradnjo ekodukta (po Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019). Z rumenimi kvadratki so označeni nadvozi/podvozi, na katerih smo izvajali fotomonitoring prehodov živali, in sicer: 6 – podvoz Drnulca, 7 – nadvoz Velika jama, 12 – nadvoz Suhih vrhov, 23 – podvoz Uneč 2 (vir: Banič, 2020).

Figure 1: Highway section Vrhnika–Postojna with position of passaging structures and recognized migration corridors (arrows: green – northern; blue – central; yellow – southern migration corridor); locations that would be potentially suitable for the construction of an ecoduct are marked in red (sensu Al Sayegh Petkovšek et al. 2019). Yellow squares indicate the overpasses/underpasses on which photo monitoring of animal crossings was performed: 6 – Drnulca underpass, 7 – Velika jama overpass, 12 – Suhih vrh overpass, 23 – Uneč 2 underpass (source: Banič 2020).

objektih smo razdelili v tri skupine: (i) zanesljiv prehod – viden je prehod živali; žival je zanesljivo uporabila podhod ali nadhod čez AC; (ii) verjeten prehod – kamera je žival ujela prepozno in zato prehoda ni bilo posnetega, a je verjetno bil, kar kažeta položaj in smer gibanja živali na posnetku; (iii) ni potrjenega prehoda – žival ni bila posnetata pri prehajjanju čez AC, v okolini se je prehranjevala ali pa je območje snemanja le prečkala oz. se je gibala vzdolž AC.

### 3 Rezultati

V času od 17. 6. do 11. 7. 2020 smo na vseh štirih opazovanih prehodih skupaj zabeležili 52 zanesljivih in verjetnih prehodov prostoživečih živali, in sicer največkrat lisic (n=30; 57,7 % vseh prehodov), sledili so jazbeci (13; 25,0 %) in kune (6; 13,5 %), zabeležili pa smo tudi posamezne prehode srnjadi, jelenjadi in divjega prašiča (preglednica 1).

Poleg dogodkov, ko so živali prešle nek objekt oz. so prečkale avtocesto, smo večkrat zabeležili osebke različnih vrst v neposredni bližini objektov, vendar pa objekta niso prešli oz. nismo mogli potrditi uspešnega prehoda. Podatki o takšnih osebkih/dogodkih so zbrani v preglednici 2.

Največ, tj. 26 prehodov (10 zanesljivih, 16 verjetnih) prostoživečih živali je bilo registriranih v podvozu Drnulca, ki so ga najpogosteje uporabljale lisice, zaznali smo tudi prehode kun (nismo mogli določiti, ali so bile kune belice (*M. foina*) ali zlatice (*M. martes*)) in jazbecev. V neposredni bližini tega prehoda so se prostoživeči parkljarji (srnjad, jelenjad in divji prašiči) sicer zadrževali, a njihovega prečkanja AC na tem mestu nismo potrdili. Aktivnost živali v okolini podvoza se je začela ob 21.41 (najzgodnejša ura posnetih živali ob podvozu) in je trajala do 6.58, živali pa čez dan ni bilo nikoli posnetih. Živali so

*Izvirni znanstveni članek*

Preglednica 1: Število registriranih prehodov (zanesljivih in verjetnih) čez vse štiri spremeljane prehode glede na živalsko vrsto (vir: Banič, 2020).

Table 1: Number of registered crossings (confirmed and with high probability) through all four monitored passages per animal species (source: Banič, 2020).

Vrsta živali	Število zanesljivih + verjetnih prehodov				Skupaj	Delež (%)
	Podvoz Drnulca	Nadvoz Velika jama	Podvoz Unec 2	Nadvoz Suhi vrh		
Lisica ( <i>Vulpes vulpes</i> )	15	9	6	0	30	57,7
	5	1	1	0	7	13,5
Jazbec ( <i>Meles meles</i> )	6	6	1	0	13	25,0
	0	1	0	0	1	1,9
Divji prašič ( <i>Sus scrofa</i> )	0	1	0	0	1	1,9
<b>Skupaj</b>	<b>26</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>52</b>	<b>100</b>

Preglednica 2: Število osebkov posameznih vrst v neposredni bližini vseh štirih spremeljanih prehodov, za katere prehoda nismo potrdili; podano je število dogodkov, če pa je bilo v enem dogodku posnetih več osebkov, je to navedeno v oklepaju (vir: Banič, 2020).

Table 2: Number of individuals of different animal species in close proximity to all four monitored passages, for which we did not manage to confirm crossing; figures represent number of events, but in cases where more than one individual was registered in a single event, this is indicated in the parenthesis (source: Banič, 2020).

Vrsta živali	Število dogodkov (osebkov) v bližini objekta				Skupaj	Delež (%)
	Podvoz Drnulca	Nadvoz Velika jama	Podvoz Unec 2	Nadvoz Suhi vrh		
Lisica ( <i>Vulpes vulpes</i> )	7	15	0	0	22	20,0
Kuna ( <i>Martes sp.</i> )	0	4	1	0	5	4,5
Jazbec ( <i>Meles meles</i> )	0	1	0	0	1	0,9
Evrazijski šakal ( <i>Canis aureus</i> )	0	1	0	0	1	0,9
Srnjad ( <i>Capreolus capreolus</i> )	5	5	8	31	49	44,5
Jelenjad ( <i>Cervus elaphus</i> )	2	16 (7+9*2)	0	10 (9+1*2)	28	25,5
Gams ( <i>Rupicapra rupicapra</i> )	0	1	0	0	1	0,9
Divji prašič ( <i>Sus scrofa</i> )	1 (1*3)	2	0	0	3	2,7
<b>Skupaj</b>	<b>16 (18)</b>	<b>45 (54)</b>	<b>9</b>	<b>41 (42)</b>	<b>110</b>	<b>100</b>

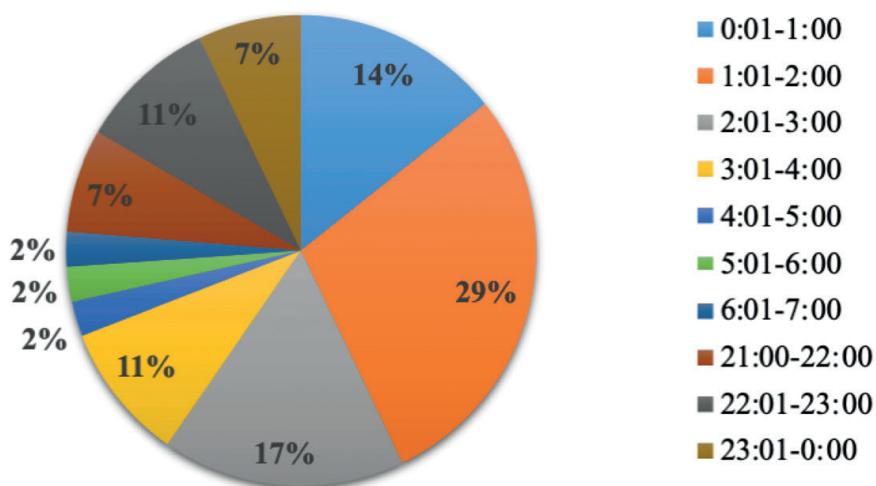
### Izvirni znanstveni članek

bile najbolj aktivne od 1.00 do 2.00 (29 % vseh posnetkov s prisotnostjo živali), kar 60 % vseh dogodkov s prisotnostjo živali je bilo posnetih od 0.00 do 3.00 (slika 2). Nasprotno z aktivnostjo živali so se motnje zaradi prisotnosti ljudi oz. zaradi prometa na območju podvoza Drnulca začele okoli 6.00 in končale okoli 20.00. Vseh zabeleženih motenj je bilo 149, in sicer jih je bilo največ na posamezni dan 13, najmanj pa ena; največ je bilo motoriziranega prometa (99 zabeleženih dogodkov), veliko manj je bilo motenj zaradi kolesarjev (22) in pešcev (28).

Na nadvozu Velika jama smo registrirali 18 prehodov živali (sedem zanesljivih, enajst verjetnih). Tudi ta objekt so največkrat uporabile srednje velike zveri (lisice in jazbeci), po enkrat je bil registriran prehod kune, divjega prašiča in koštute navadnega jelena. Jelenjad je bila sicer mnogokrat posnetna v neposredni bližini tega prehoda; ob njem smo večkrat posneli tudi srnjad, zelo presenetljivo (še posebno, ker je bilo to na vzhodni strani AC) pa tudi gamsa (slika 3a) in evrazijskega šakala (slika 3b). Največja aktivnost živali je bila tudi na tej lokaciji v nočnih urah; od 21.00 do 5.00

je nastalo 87 % vseh posnetkov s prisotnostjo živali, a je bila zabeležena tudi dokaj pogosta dnevna aktivnost: srnjaka (20. 6. ob 10.17), koštute s teletom (21. 6. ob 13.53), gamsa (5. 7. ob 9.53), kune (9. 7. ob 15.00) in šakala (10. 7. ob 6.39). Na tej lokaciji smo zabeležili 73 antropogenih motenj: največ je bilo motoriziranega (49 dogodkov) in kolesarskega prometa (13), manj pa sprehajalcev (11). Antropogene motnje so se začele okoli 7.00 in končale ob 22.45.

V času monitoringa so živali zelo redko uporabljale prehod Unec 2 – zabeležili smo le šest prehodov lisic (po tri zanesljive in verjetne) ter po en verjeten prehod jazbeca in srnjadi; slednja se je ob samem podhodu sicer večkrat pasla (osem opažanj). Aktivnost živali je bila na območju tega podvoza zaznana med 0.00 in 12.00 ter 18.00 in 19.00 uro. V popoldanskih urah ni bilo aktivnosti živali, tedaj je bilo največ antropogenih motenj (tudi več kot deset na dan), daleč največ motoriziranega prometa (120 dogodkov), nekaj je bilo tudi motenj zaradi sprehajalcev (14) in kolesarskega prometa (4).



Slika 2: Dnevna aktivnost živali na območju podvoza Drnulca (vir: Banič, 2020).

Figure 2: Daily activity of wildlife near the Drnulca underpass (source: Banič, 2020).

*Izvirni znanstveni članek*



Slika 3: Gams (*Rupicapra rupicapra*) in evrazijski šakal (*Canis aureus*), posneta na vzhodni strani nadvoza Velika jama v neposredni bližini AC-izvoza Logatec.

Figure 3: Chamois (*Rupicapra rupicapra*) and golden jackal (*Canis aureus*), filmed on the east side of the Velika jama overpass, i.e. in close proximity to the AC exit Logatec.



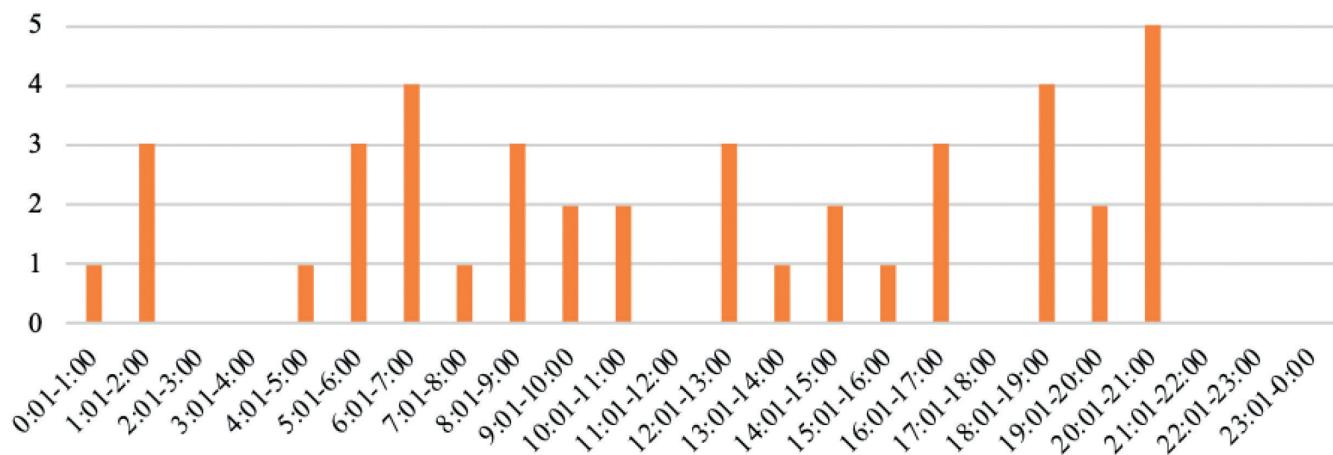
Slika 4: Srnjak (*Capreolus capreolus*) in navadni jelen (*Cervus elaphus*), posneta ob nadvozu Suhu vrh.

Figure 4: Roe deer (*Capreolus capreolus*) and red deer (*Cervus elaphus*), filmed near the Suhu vrh overpass.

Na nadvozu Suhu vrh nismo zabeležili nobenega prehoda živali, čeprav je bilo v njegovi neposredni bližini zabeleženih kar 41 pojavljanj velikih sesalcev, in sicer zelo pogosto srnjadi (večkrat posnet isti odrasel srnjak, nekajkrat pa tudi srna oz. srna z mladičem), večkrat pa tudi jelenjadi (vedno ista dva mlajša jelena, enkrat tudi oba skupaj) (slika 4). Živali so bližino prehoda uporabljale sredi dneva in tudi

ponoči; večja aktivnost je bila med jutranjimi in popoldanskimi urami kot v nočnem času (slika 5). V okolini tega objekta v primerjavi z drugimi ni bilo veliko antropogenih motenj, praviloma so bile na dan do dve do štiri (največ šest) motnje, skoraj vedno zaradi motoriziranega prometa (skupaj 71 dogodkov) in zelo izje-moma zaradi pešcev (dve) oz. kolesarjev (ena) (podrobnosti v Banič, 2020).

Izvirni znanstveni članek



Slika 5: Dnevna aktivnost živali (srnjadi in jelenjadi) v neposredni bližini nadvoza Suhı vrh (vir: Banič, 2020).

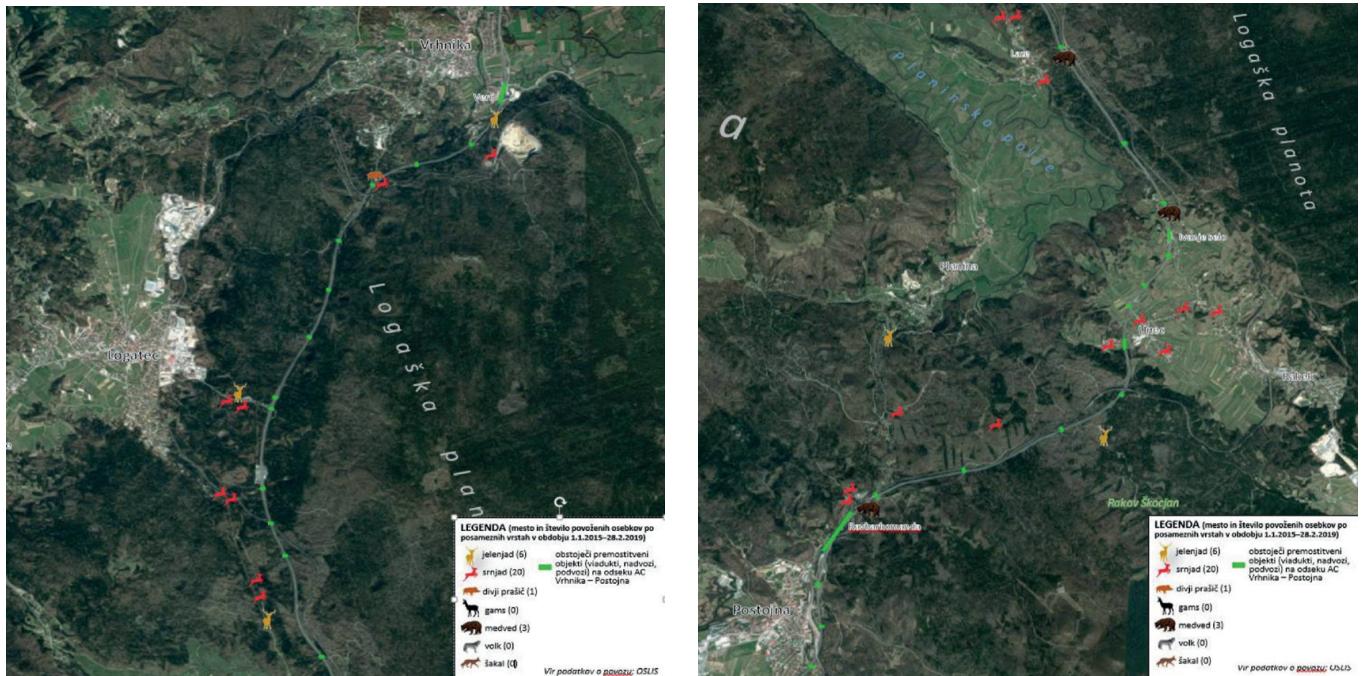
Figure 5: Daily activity of wildlife (roe deer and red deer) near the Suhı vrh overpass (source: Banič, 2020).

## 4 Razprava

Podatki o povoženih velikih sesalcih na treh glavnih prometnicah (avtocesti, železniški progi in regionalni cesti) med Vrhniko in Postojno kažejo, da sta avtocesta in železniška proga pomembni oviri, ki ne omogočata varnega prehajanja prostozivečih živali med Menišijo, Logaško planoto in snežniško-javorniškim masivom na eni strani ter Škofjeloškim hribovjem, Hrušico in Nanosom na drugi (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019). V Sloveniji se večina trkov vozil z velikimi sesalci zgodi na magistralnih, regionalnih in občinskih cestah ter na železniških progah (Oslis, 2021), vendar pa v raziskovalnem območju ni zanemarljiv niti povoz živali na avtocestah (slika 6). Slednje so v Sloveniji sicer ograjene, kar pri nas (Poličnik in Pokorný, 2011) in tudi druge v svetu pomembno zmanjšuje tveganje za trke (npr. Clevenger in sod., 2001, Jaeger in Fahrig, 2004), vendar je zato zelo izrazit barierni učinek. Dolgolinijske ograje namreč zelo otežujejo prostorske premike živali in genski pretok, kar velja tako za ograje vzdolž avtocest (Epps in sod., 2005, Frantz in sod., 2012) kot tudi vzdolž državnih mej (Kowalczyk in sod., 2012, Linnell in sod., 2016a, 2016b, Safner in sod., 2021).

Barierni učinek avtocest na prostorske premike velikih sesalcev v Sloveniji je še posebno problematičen na AC-odseku Vrhnika–Postojna, saj prekinja povezljivost med dvema makrogeografskima regijama (Dinaridi in Alpami). Pri tem je še posebno pomembno, da je bil ta odsek zgrajen pred več desetletji, tj. v času, ko se o povezljivosti prostora ni razmišljalo, zato na njem tudi niso bili zgrajeni večji (namenski) objekti, namenjeni prehajajuživali. Zato je bilo v preteklosti opravljenih več študij oz. pripravljenih strokovnih podlag, namenjenih povečanju povezljivosti prostora oz. vzpostavitevi novih selitvenih koridorjev čez omenjeni AC-odsek (Adamič, 1998, Adamič in sod., 2000, Al Sayegh-Petkovšek in sod., 2019). Na štirih premostitvenih objektih, ki so jih avtorji strokovnih podlag prepoznali kot potencialno pomembne za prehajanje velikih sesalcev, smo v sicer zelo omejenem časovnem obdobju zabeležili dokaj pogoste prehode malih zveri (lisic, jazbecev in kun) ter prehode posameznih osebkov srnjadi, jelenjadi in divjih prašičev. Čeprav nista nastala med uspešnim prehodom, pa sta izredno zanimiva dnevna posnetka gamsa in evrazijskega šakala (slika 3) v neposredni bližini nadhoda Velika jama (ob izvozu Logatec). Gams (domnevno dveletni

*Izvirni znanstveni članek*



Slika 6: Lokacije povozov velikih zveri in prostoživečih parkljarjev na območju AC-odseka Vrhnika–Postojna v obdobju od 1. 1. 2015 do 28. 2. 2019. Z rdečim krogom so označene živali, povožene na AC; podatki v legendi veljajo za vse ceste, ne le za AC (vir: Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019).

*Figure 6: Locations of collision with large carnivores and wild ungulates on the highway section Vrhnika–Postojna in the period 1 Jan 2015 – 28 Feb 2019. Red circles indicate animals killed on the highway; the data in the legend apply to all roads, not just a highway (source: Al Sayegh Petkovšek et al., 2019).*

kozel) je bil posnet na vzhodni strani AC, torej na drugi strani na tamkajšnjem območju edine znane populacije na Nanosu, kar kaže, da je – če ne na tistem mestu, pa nekje drugje – uspešno prečkal AC. Mlad šakal je sredi belega dne celo nameraval prečkati (z jugovzhodne na severozahodno stran) AC, a ga je na sredini nadvoza zelo očitno zmotil promet na AC (dokumentirano v Banič, 2020), s čimer smo potrdili moteč vpliv gostega prometa za prehajanje (posameznih osebkov) te vrste, ki sicer ograjene avtoceste (domnevno prav prek nadvozov) na splošno prečka brez težav (Potočnik in sod., 2019b).

Vzpostavitev funkcionalnega selitvenega koridorja za velike sesalce je na tamkajšnjem območju zelo pomembna z vidika varstva velikih zveri oz. omogočanja njihove poselitve Alp iz populacijskih jedor v Dinaridih (Jonozovič, 1995, Adamič, 1998, Adamič in sod., 2000, Al Sayegh-Petkovšek in sod., 2019). V času naše raziskave sicer nismo zabeležili nobenega osebka velikih zveri, vendar

pa na podlagi dobljenih rezultatov ne moremo trditi, da ne uporabljajo obstoječih objektov. Za natančno določitev dejanske uporabe prehodov bi bilo namreč treba bistveno podaljšati obdobje fotomonitoringa.

Avtorji strokovnih podlag za vzpostavitev selitvenega koridorja čez AC Vrhnika–Postojna so na celotnem odseku prepoznali tri pomembne koridorje (Al Sayegh-Petkovšek in sod., 2019): severni (med Vrhniko/Verdom in izvozom Logatec omogoča povezljivost Menišije in Logaške planote s Škofjeloškim hribovjem) je pomemben predvsem za prehajanje prostoživečih parkljarjev, centralni (med izvozoma Logatec in Unec; povezuje Menišijo na vzhodu in Hrušico na zahodu) in južni (med izvozoma Unec in Ravbarkomando; povezuje snežniško-javorniški masiv s Hrušico in Nanosom) pa sta pomembna tudi za prehajanje velikih zveri, zlasti rjavega medveda. V centralnem koridorju sta izmed obstoječih premostitvenih objektov za prehajanje velikih sesalcev najbolj

### Izvirni znanstveni članek

zanimiva Mali viadukt (čez železniško progo, ki smo ga zaradi zelo velike pogostosti vlakov po nekaj dneh snemanja izključili iz raziskave; Banič, 2020) in nadvoz Suhu vrh, ki bi ga bilo po prejšnjih predlogih smiselno preureediti oz. na njegovem mestu zgraditi manjši ekodukt (Adamič in sod., 2000). Čeprav na omenjenem območju v kratkotrajnem obdobju raziskave nismo potrdili nobenega prehoda velikih sesalcev, se je v njegovi neposredni bližini (tudi sredi belega dne) pogosto pojavljalo več osebkov srnjadi in jelenjadi. To kaže, da je lokacija primerna za vzpostavitev večjega oz. funkcionalnega prehoda, med drugim tudi zato, ker so tod majhne antropogene motnje. Vendar bi bil nujen daljši monitoring, ki bi zagotovil dovolj informacij za ustrezno odločitev o smiselnosti gradnje morebitnega ekodukta na omenjeni lokaciji.

Za povezljivost med Dinaridi in Alpami je najpomembnejši južni selitveni koridor, ki povezuje snežniško-javorniškega masiv, tj. največji predel strnjениh gozdov v Sloveniji, s Hrušico in Nanosom. Tam se lahko vzpostavi najbolj funkcionalen stik dinarskih populacij s severozahodnimi (alpskim, predalpskim delom), kar lahko v primeru rjavega medveda pomembno vpliva na ohranitveni status vrste na evropski ravni (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019). Podvoz Unec 2 smo v raziskavo vključili zato, ker je bil zanj v preteklosti ocenjen znaten potencial za prehod velikih zveri (Adamič in sod., 2000), zanj naj bi bilo značilnih malo antropogenih motenj (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019). Vendar naši rezultati kažejo, da živali malo uporabljajo ta prehodi, zaznali pa smo številne in stalne antropogene motnje. Objekt je namreč viden z vzporedne regionalne ceste, prehod skozi sicer slepi podvoz (namenjen predvsem spravilu lesa) pa ni označen s prometnim znakom, ki označuje konec ceste. Zato so se vsi vozniki, ki so podhod uporabili, hitro vračali na regionalno cesto.

Upoštevaje pomen južnega selitvenega koridorja je v strokovnih podlagah (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019) predvidena izgradnja velikega, >120 m širokega namenskega prehoda oz. ekodukta na območju Turkove skale, tj. približno 2 km severno

od Ravbarkomande. V severnem in centralnem selitvenem koridorju pa naj bi bilo smiselno povezljivost povečati predvsem z nekaterimi preprostejšimi ukrepi, kot je tehnična prilagoditev obstoječih objektov in predvsem zmanjšanje antropogenih motenj (ponoči). Potrdili smo, da ljudje (motorizirana vozila, kolesarji, pešci) pogosto uporabljajo vse potencialno primerne prehode za živali na spremeljanem AC-odseku in so pomembna motnja, marsikdaj tudi povsem brez potrebe (npr. različne aktivnosti in rekreacija v nočnem času, zahajanje v slepi podvoz Unec 2 zaradi manjkajoče prometne signalizacije). Ugotovili smo tudi očitno obratno soodvisnost aktivnosti živali od pogostosti motenj: manj, kot je bilo ob/na nekem objektu slednjih, večja je bila tam aktivnost živali (tudi podnevi). To jasno potrjuje, da je za povečanje povezljivosti prostora oz. za pogostejše prehajanje živali čez AC smiseln ukrep omejitev prometa v nočnem času na vseh makadamskih cestah ob avtocesti, ki niso pomembne za prometne povezave med posameznimi kraji (*ibid.*).

Pomembna je tudi ugotovitev, da živali spremeljanih objektov čez dan niso prehajale (četudi so bile ob njih aktivne), domnevno zaradi velikega prometa oz. hrupa na avtocesti, saj na nadvozih ni nobenih protihrupnih ali protisvetlobnih ograj, ki bi zakrivale pogled na AC. Moteč vpliv prometa najlepše ponazarja neuspešen poskus prečkanja šakala z vzhodne strani na zahodno stran avtoceste na nadvozu Velika jama, ko se je osebek sredi prečkanja zaradi trenutnega povečanega prometa zaustavil in se vrnil v smer prihoda. Zelo podobno smo na istem objektu ugotovili tudi ponoči, ko je AC poskusila prečkat lisica in jo je v poskusu prečkanja očitno zmotil in onemogočil v tistem trenutku povečan promet (dokumentirano v Banič, 2020). Iz takšnih dogodkov je očitno, da živali sicer uporabljajo obstoječe prehode, a so pri tem zelo previdne. Posnetki obnašanja živali nazorno kažejo, da sta živali pri dejanju prečkanja zmotila hrup in svetloba. Zato so zelo smiselna priporočila, navedena v strokovnih podlagah, da je za povečanje prehajanja živali čez obstoječe objekte smiselno le-te tehnično adaptirati, in sicer z

### Izvirni znanstveni članek

izgradnjo protihrupnih in protisvetlobnih ograj ter zasaditvijo obrobij vhodov na vseh tistih nadvozih, kjer je večja možnost za prehajanje velikih sesalcev (Al Sayegh Petkovšek in sod., 2019).

Za celovitejši vpogled v (z)možnost prehajanja velikih sesalcev čez obstoječe objekte (podvoze, nadvoze) na obravnavanem AC-odseku bi bil potreben dlje časa trajajoč monitoring prehajanja živali z uporabo fotopasti na izbranih prehodih. Zelo smiselno bi bilo narediti tudi genotipizacijo neinvazivnih vzorcev, npr. iztrebkov, zbranih v neposredni bližini obstoječih premostitvenih objektov na obeh straneh avtoceste. Tako bi – poleg vpliva avtoceste na populacijsko genetsko strukturo – neposredno potrdili prehajanje osebkov čez avtocesto, z ugotavljanjem ožjih sorodstvenih razmerij pa bi lahko potrdili tudi uspešen pretok genov med osebki z obeh strani prepreke.

## 5 Zaključki

Zaradi potrditve pomena obstoječih premostitvenih objektov za prehajanje živali čez AC-odsek Vrhnika–Postojna smo žeeli ugotoviti, ali širje podvozi/nadvozi, ki so bili v preteklosti izpostavljeni kot objekti z večjim povezovalnim potencialom, služijo kot prehodi za velike sesalce in kako pogosto jih le-ti uporabljajo. Ugotovili smo, da živali AC prehajajo zlasti ponoči, ko je manj antropogenih motenj na avtocesti in njeni neposredni bližini, torej ko je manj prometa in hrupa. Spremljane prehode uporabljajo predvsem srednje velike oz. male zveri (lisice, jazbeci in kune), zabeležili smo tudi nekaj verjetnih prehodov srnjadi, jelenjadi in divjih prašičev. Menimo, da bi bili ti objekti za prehajanje prostoživečih živali mnogo bolj uporabni, če bi bili prilagojeni z izvedbo preprostih tehničnih ukrepov, ki bi zmanjšali motnje (npr. postavitev protisvetlobnih in protihrupnih ograj na nadvozih). Z našimi ugotovitvami podpiramo predhodne predloge za povečanje uporabnosti

obstoječih prehodov čez AC, ki poleg postavitve ograj na objektih vključujejo tudi zmanjšanje antropogenih motenj s prepovedjo prometa na vzporedno potekajoči makadamski cesti ponoči, ko je aktivnost živali največja. Za pridobitev še pomembnejših podatkov pa bi bil potreben časovno daljši fotomonitoring prehajanja živali čez AC. Zelo smiselne bi bile tudi molekularne analize neinvazivnih vzorcev (iztrebkov), zbranih na obeh straneh avtoceste, kar bi neposredno potrdilo prehajaje različnih osebkov oz. genski pretok čez omenjeni avtocestni odsek. Predlagane raziskave (uporaba fotopasti in molekularne analize iztrebkov) bi bilo za spremeljanje bariernega učinka dolgolinijskih ograj smiselno kot sistematičen monitoring vpeljati povsod, kjer (lahko) ograje vplivajo na povezljivost populacij, tj. tako vzdolž avtocest kot tudi ob novodobno postavljenih ograjah ob državnih mejah.

## 6 Povzetek

Pri gradnji avtocestnega (AC) odseka Vrhnika–Postojna ni bil zgrajen noben namenski prehod za prehajanje prostoživečih živali, a je bilo zgrajenih več premostitvenih objektov (pet viaduktov, 13 podvozov in 11 nadvozov), prek katerih lahko živali vendarle v omejenem obsegu prehajajo avtocesto. Za potrditev njihovega tovrstnega pomena smo skušali pridobiti podatke o intenzivnosti prehajanja velikih sesalcev prek štirih že obstoječih objektov, ki so bili v preteklosti izpostavljeni kot objekti z večjimi povezovalnimi možnostmi. Raziskavo smo izvajali v juniju in juliju 2020, in sicer s fotopastmi, nameščenimi na podvozu Drnulca, nadvozu Velika jama (objekta v t. i. severnem selitvenem koridorju), nadvozu Suhi vrh (centralni koridor) in podvozu Unec 2 (južni koridor). Potrdili smo dokaj pogoste nočne prehode srednje velikih oz. malih zveri (zlasti lisic, tudi jazbecev in kun), zabeležili smo tudi nekaj verjetnih prehodov srnjadi, jelenjadi in divjih prašičev. Zelo zanimiva je potrjena prisotnost po enega osebka gamsa

### Izvirni znanstveni članek

in evrazijskega šakala na vzhodni strani AC, ob nadvozu Velika jama (v bližini izvoza Logatec). Na podlagi dobljenih rezultatov (tj. značilnosti prehajanja velikih sesalcev čez ta AC odsek, vpliv prometa in drugih antropogenih motenj na pogostnost in uspešnost prehajanja živali) potrjujemo primernost v preteklosti že predlaganih ukrepov za večjo uporabnost obstoječih objektov: postavitev protisvetlobnih/protihrupnih ograj in nočna omejitev prometa na makadamski cesti, ki poteka vzdolž avtoceste oz. jo prečka na več mestih. Vendar bi bil za pridobitev še ustreznih podatkov potreben časovno daljši fotomonitoring prehajanja živali čez avtocesto. Zelo smiselne bi bile tudi molekularne analize neinvazivnih vzorcev (iztrebkov), zbranih na obeh straneh avtoceste, kar bi neposredno potrdilo prehajaje različnih osebkov oz. genski pretok čez te pomembne prepreke v krajini

*confirmed presence of one individual of chamois and one individual of golden jackal on the eastern side of the highway, next to the Velika jama overpass (near the Logatec exit), which was very interesting. Based on the obtained results (i.e., characteristics of the passage of large mammals through this highway section, the impact of traffic and other anthropogenic disturbances on the frequency and success of animal passage), we confirmed the suitability of previously proposed measures for greater functionality of existing facilities: installation of anti-light / noise barriers and night restriction of traffic on the macadam road that runs along the highway or crosses it in several places. However, obtaining even more relevant data would require longer monitoring of animals crossing the highway; it would also be beneficial to perform molecular analyses of non-invasive samples (faeces) collected on both sides of the highway, which would directly confirm the crossings of different individuals or gene flow across this important barrier in the landscape.*

## 7 Summary

*During the construction of the highway section Vrhnika–Postojna, no dedicated crossings for wild animals were built. On this highway section, there are several bridging structures (5 viaducts, 13 underpasses and 11 overpasses) that were built, through which animals can cross the highway to a limited extent. To confirm their importance, we tried to obtain data on the intensity of passages of large mammals through four already existing objects, which were in the past rated with greater connecting potential. The survey was carried out in June and July 2020, using photo traps that were installed on the Drnulca underpass, the Velika jama overpass (facility in the so-called northern migration corridor), the Suh vrh overpass (central corridor), and the Unec 2 underpass (southern corridor). We confirmed frequent night crossings of medium-sized or small carnivores (especially foxes, also badgers and martens). We also recorded some probable passages of roe deer, red deer, and wild boar. There was a*

## 8 Zahvala

Raziskava je nastala kot nadgradnja ekspertize *Strokovne podlage za zagotovitev ustreznih selitvenih koridorjev velikih zveri in drugih vrst velikih sesalcev na AC-odseku Vrhnika–Postojna*, katere izdelavo je naročila Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji. Zahvaljujemo se sodelavcema pri projektu, doc. dr. Samar Al Sayegh Petkovšek in Klemnu Kotniku, za pomoč pri pridobivanju podatkov in pripravi kartografskega gradiva. Članek sovpada z nameni ciljnega raziskovalnega projekta (CRP) *Divjad v naseljih, na cestah in drugih nelovnih površinah: težave, izzivi in rešitve* (V4–1825), ki sta ga financirala Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) ter Javna agencija za raziskovalno dejavnost (ARRS).

*Izvirni znanstveni članek*

## 9 Viri

Adamič, M., 1998. Izdelava strokovnih izhodišč za gradnjo premostitvenega projekta – ekodukta za prehajanje rjavega medveda in drugih velikih sesalcev preko odseka avtoceste Vrhnika–Razdrto. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

Adamič, M., Berce, T., Gregorc, T., Nekrep, I., Šmerl, M., 2012. Živali in promet. Ljubljana: Lutra, Inštitut za ohranjanje naravne dediščine.

Adamič, M., Kobler, A., Jerina, K., 2000. Strokovna izhodišča za gradnjo ekoduktov za prehajanje rjavega medveda (*Ursus arctos*) in drugih velikih sesalcev preko avtocestnih odsekov Vrhnika–Razdrto–Čebulovica. Končno poročilo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

Al Sayegh Petkovšek, S., Pavšek, Z., 2018. Odvračanje divjadi na priključkih AC na dolenjskem avtocestnem odseku. Končno poročilo. Velenje: Eurofins ERICo Slovenija.

Al Sayegh-Petkovšek, S., Kotnik, K., Bužan, E., Pokorný, B., 2019. Strokovne podlage za zagotovitev ustreznih migracijskih koridorjev velikih zveri in drugih vrst velikih sesalcev na AC odseku Vrhnika–Postojna. Velenje: Visoka šola za varstvo okolja.

Alagić, A., Pokorný, B., Ferreira, A., Kozamernik, E., 2019. Projektna naloga: Biokoridor. Končno poročilo. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije.

Alexander, S. M., Waters, N., 2000. GIS-T and the effects of highway transportation corridors on wildlife. *Transportation Research. Part C*, 8: 307–320.

Banič, D. A., 2020. Prehajanja velikih sesalcev prek obstoječih prehodov na AC odseku Vrhnika–Postojna. Diplomsko delo. Koper: Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije.

Grilc, J., 2011. Zeleni nadhodi za divjad preko avtocest – še z drugega zornega kota. Lovec, 94: 305–306.

Huber, P. R., 2008. The effects of spatial and temporal scale on conservation planning and ecological networks in the Central Valley, California. Davis, California: University of California: 138 str.

Jonozovič, M., 1995. Vplivi avtoceste Ljubljana - Razdrto na prostoživeče živali. Diplomska naloga. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 84 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.

Izvirni znanstveni članek

Langbein, J., Putman, R. J., Pokorný, B., 2011. Road traffic collisions involving deer and other ungulates in Europe and available measures for mitigation. V: Apollonio, M., Andersen, R., Putman, R. J. (ur.). European Ungulates and their Management in the 21st century. Cambridge: Cambridge University Press, str. 215–259.

Oslis, 2021. Osrednji slovenski lovsko-informacijski sistem. <http://oslis.gozdis.si> (31. 8. 2021).

Plaschke, M., Bhardwaj, M., König, H. J., Wenz E., Doiášk Ford A.T., 2021. Green bridges in a re-colonizing landscape: Wolves (*Canis lupus*) in Brandenburg, Germany, Conservation Science and Practice; 3:e00364, <https://doi.org/10.1111/csp2.364>.

Poličnik, H., Pokorný, B., 2011. Uporabnost večnamenskih podhodov/nadhadov za prehajanje divjadi preko avtocest. Lovec, 94: 430-434.

Potočnik, H., Al Sayegh-Petkovšek, S., De Angelis, D., Huber, Đ., Jerina, K., Kusak, J., Mavec, M., Pokorný, B., Reljic, S., Rodriguez Recio, M., Skrbinšek, T., Vivoda, B., Jelenko Turinek, I., Hlačer, J., Črtalič, J., 2019a. Priročnik za vključevanje povezljivosti in primernosti prostora za medveda v prostorsko načrtovanje: pripravljeno v okviru projekta Life Dinalp Bear (Issue april). Ljubljana: Univerza v Ljubljani.

Potočnik, H., Pokorný, B., Flajšman, K., Kos, I., 2019b. Šakal, opremljen z GPS-ovratnico, se je iz Slovenije (Krasa) napotil proti Hrvaškemu primorju. Lovec, 102: 224–226.

Safner, T., Gracanin, A., Gligora, I., Pokorný, B., Flajšman, K., Apollonio, M., Šprem, N., 2021. State border fences as a threat to habitat connectivity: a case study from South-Eastern Europe. Šumarski list, 145: 269–278.

Sawyer, H., Lebeau, C., Hart, T., 2012. Mitigating roadway impacts to migratory mule deer - a case study with underpasses and continuous fencing. Wildlife Society Bulletin, 36: 492–498.

Smith, D.J., van der Ree, R., Rosell, C., 2015. Wildlife crossing structures: an effective strategy to restore or maintain wildlife connectivity across roads. V: Van der Ree, R., Smith, D. J., Grilo, C. (Eds.). Handbook of Road Ecology. John Wiley & Sons, str. 172-183.

Žák, J., Florian, A., 2013. Green bridges and their migration potential. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Civil and Environmental Engineering, 7: 10.