# Fragmentacija kopnenih staništa u Hrvatskoj

**Marciuš, Nina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

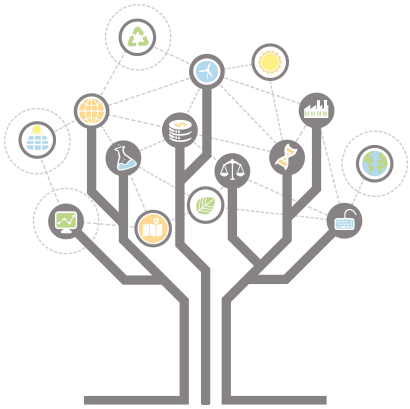
**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:010709

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-28**



*Repository / Repozitorij:*

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering - Theses and Dissertations

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

# Fragmentacija kopnenih staništa u Hrvatskoj

**Marciuš, Nina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:010709

*Rights / Prava:* In copyright

*Download date / Datum preuzimanja:* **2020-11-02**

*Repository / Repozitorij:*

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEOTEHNIČKI FAKULTET

NINA MARCIUŠ

# FRAGMENTACIJA KOPNENIH STANIŠTA U HRVATSKOJ

ZAVRŠNI RAD

VARAŽDIN, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GEOTEHNIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

# FRAGMENTACIJA KOPNENIH STANIŠTA U HRVATSKOJ

KANDIDAT:

NINA MARCIUŠ

MENTOR:

izv. prof. dr. sc. ZVJEZDANA STANČIĆ

VARAŽDIN, 2017.

Sveučilište u Zagrebu
Geotehnički fakultet

# ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnica: NINA MARCIUŠ

Matični broj: 2340 - 2013./2014.

## NASLOV ZAVRŠNOG RADA:

FRAGMENTACIJA KOPNENIH STANIŠTA U HRVATSKOJ

Rad treba sadržati: 1. Uvod
2. Metode rada
3. Rezultati rada
4. Diskusija
5. Zaključci
6. Literatura
   Popis slika
   Popis tablica

Pristupnica je dužna predati mentoru jedan uvezen primjerak završnog rada sa sažetkom. Vrijeme izrade završnog rada je od 45 do 90 dana.

Zadatak zadan: 17.03.2017. Rok predaje: 07.09.2017.

Mentor: Predsjednik Odbora za nastavu:

Z. Stančić

Izv.prof.dr.sc. Zvjezdana Stančić

REPUBLIKA HRVATSKA - GEOTEHNIČKI FAKULTET - VARAŽDIN - SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

Doc.dr.sc. Igor Petrović

# IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni rad pod naslovom

FRAGMENTACIJA KOPNENIH STANIŠTA U HRVATSKOJ

rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom **izv. prof. dr. sc. Zvjezdana Stančić.**

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, 07. 09. 2017.

Nina Marciuš

Nina Marciuš

# SAŽETAK

**Nina Marciuš: FRAGMENTACIJA KOPNENIH STANIŠTA U HRVATSKOJ**

Republika Hrvatska je zemlja velike biološke raznolikosti. U prometno – geografskom smislu, tranzitna je zemlja kroz koju prolaze mnogi međunarodni prometni koridori. Autoceste, brze ceste i dobro razvijena prometna infrastruktura stoga su važni čimbenici gospodarskog razvoja. Unatoč tome, potrebno je voditi računa i o očuvanju prirode. Fragmentacijom staništa prometnice (ceste i pruge) dijele prirodne cjeline na manje dijelove (fragmente) te time negativno utječu na biološku raznolikost. Cilj ovog rada bio je navesti utjecaje prometne infrastrukture i prometa na biljni i životinjski svijet te moguće mjere zaštite. Negativni učinci fragmentacije na biljni svijet očituju se u dijeljenju staništa na manje dijelove (fragmente) i stvaranju tzv. rubnog efekta. Negativni učinci na životinje su stradavanja u prometu ili je onemogućeno njihovo kretanje zbog ograda na autocestama i brzim cestama. Time se smanjuju populacije ili čak može doći do izumiranja nekih osjetljivih vrsta. Postoje različite tehničke mjere ublažavanja negativnog učinka prometa i prometnica, a to su: 1. prijelazi – zeleni mostovi, 2. prolazi za životinje, 3.ograde za zaštitu životinja. Zaštita životinja kao i očuvanje cjelovitosti i povezanosti staništa regulirana je Zakonom o zaštiti prirode kao krovnim zakonom, podzakonskim aktima i međunarodnim konvencijama. Unatoč negativnim učincima fragmentacije staništa, nemoguće je spriječiti gradnju prometne infrastrukture i drugih popratnih građevina. Do danas, kvaliteta izgradnje cesta jako je napredovala tako da su ceste danas puno sigurnije i kvalitetnije te osim što omogućavaju kvalitetnu vožnju, prilikom projektiranja i izgradnje vodi se računa o zaštiti prirode i primjeni različitih tehničkih mjera za ublažavanje negativnih utjecaja prometnica na biljni i životinjski svijet.

**Ključne riječi:** fragmentacija staništa, promet, prometna infrastruktura, životinje, ograde.

# SUMMARY

**Nina Marciuš: FRAGMENTATION OF TERRESTRIAL HABITATS IN CROATIA**

The Republic of Croatia is a land of great biodiversity. In a traffic – geographical sense, it is a transit country crossed by many international transport corridors. Highways, fast roads and well-developed transport infrastructure are therefore important factors for economic development. Nevertheless, it is also necessary to take account of the conservation of nature. By habitat fragmentation routes (roads and railways) divide natural entities into smaller parts (fragments), thereby negatively affecting biodiversity. The aim of this paper was to identify the impacts of transport infrastructure and transport on the plant and animal world and possible measures of protection. The negative effects of fragmentation on plant life are manifested in the division of habitats into smaller parts (fragments) and the creation of the so-called edge effect. Negative effects on animals are casualties in traffic or their movement is blocked due to fences along highways and two-lane expressways. This reduces populations or even leads to extinction of some sensitive species. There are various technical measures to mitigate the negative effects of traffic and roads, namely: 1. wildlife crossings - green bridges, 2. passages for animals, 3. animal protection fences. Animal protection as well as the preservation of the integrity and connectivity of habitats are regulated by the Law on Nature Protection as the umbrella law, Bylaws and International Conventions. Despite the negative effects of fragmentation of the habitat, it is impossible to prevent the construction of transport infrastructure and other supporting structures. To date, the quality of highway construction has progressed so that the highways today are much safer and of higher quality, and besides providing quality driving, when designing and constructing, account is taken of nature protection and the application of various technical measures to mitigate the negative impacts of roads on the plant and animal world.

**Keywords:** fragmentation of habitats, traffic, traffic infrastructure, animals, fences.

# SADRŽAJ

**1. UVOD ..... 1**

1.1 FRAGMENTACIJA STANIŠTA KAO EKOLOŠKI PROBLEM ..... 1

1.2. CESTOVNI PROMET I INFRASTRUKTURA ..... 1

1.3. ŽELJEZNIČKI PROMET I INFRASTRUKTURA ..... 2

1.4. FRAGMENTACIJA PODRUČJA RH PROMETNOM INFRASTRUKTUROM ..... 3

1.5. CILJEVI RADA ..... 5

**2. METODE RADA ..... 6**

**3. REZULTATI RADA ..... 7**

3.1. OPĆENITI NEPOVOLJNI UTJECAJI PROMETNICA ..... 7

3.1.1. Stradavanje divljih životinja na cestama i prugama ..... 8

3.1.2. Prometnice kao prepreke i zamke ..... 16

3.1.3. Fragmentacija staništa ..... 17

3.2. TEHNIČKE MJERE UBLAŽAVANJA NEGATIVNOG UTJECAJA PROMETA I PROMETNE INFRASTRUKTURE ..... 18

3.2.1. Zeleni mostovi za prelazak divljih životinja preko autocesta ..... 19

3.2.2. Prolazi ..... 21

*3.2.2.1. Mogućnost uporabe prijelaza i prolaza za šišmiše ..... 22*

*3.2.2.2. Tunelski prolazi za vodozemce ..... 23*

*3.2.2.3. Cijevni i podzemni kanali za sitne sisavce i druge kralješnjake ..... 24*

3.2.3. Ograde za zaštitu životinja ..... 24

*3.2.3.1. Privremene ograde za zaštitu vodozemaca ..... 27*

*3.2.3.2. Trajne ograde za zaštitu vodozemaca* ..... *31*

*3.2.3.3. Ograde za zaštitu ptica* ..... *32*

3.3. PROPISI I KONVENCIJE ..... 34

3.3.1. Hrvatski propisi (zakoni i pravilnici) ..... 34

3.3.2. Međunarodne konvencije ..... 34

3.4. SMJERNICE ZA IDUĆE RAZDOBLJE ..... 36

**4. DISKUSIJA ..... 38**

**5. ZAKLJUČCI ..... 43**

**6. LITERATURA ..... 45**

**POPIS SLIKA ..... 52**

**POPIS TABLICA ..... 54**

# 1. UVOD

## 1.1 Fragmentacija staništa kao ekološki problem

Fragmentacija staništa prometnom infrastrukturom prepoznata je kao jedan od najznačajnijih čimbenika koji utječu na pad bioraznolikosti u Europi (Damarad i Bekker, 2003).

Povećanje prometne infrastrukture prati i povećanje gustoće prometa. Utjecaji pojačanog prometa očituju se u povećanoj buci, posljedičnom uznemiravanju životinja te onečišćenju uz ceste i pruge što čini staništa nepovoljnim za život. Svi ovi čimbenici uzrokuju smanjenje brojnosti populacija, a u konačnosti pridonose i izumiranju osjetljivih i ugroženih vrsta (Damarad i Bekker, 2003).

Staništa koja su na taj način degradirana i izgubljena, vrlo je teško ili gotovo nemoguće restaurirati. Iz tog razloga je očuvanje velikih neprekinutih prostora i smanjivanje prostorne fragmentacije ključni kriterij održivog razvoja (Webber i Illmann, 2008).

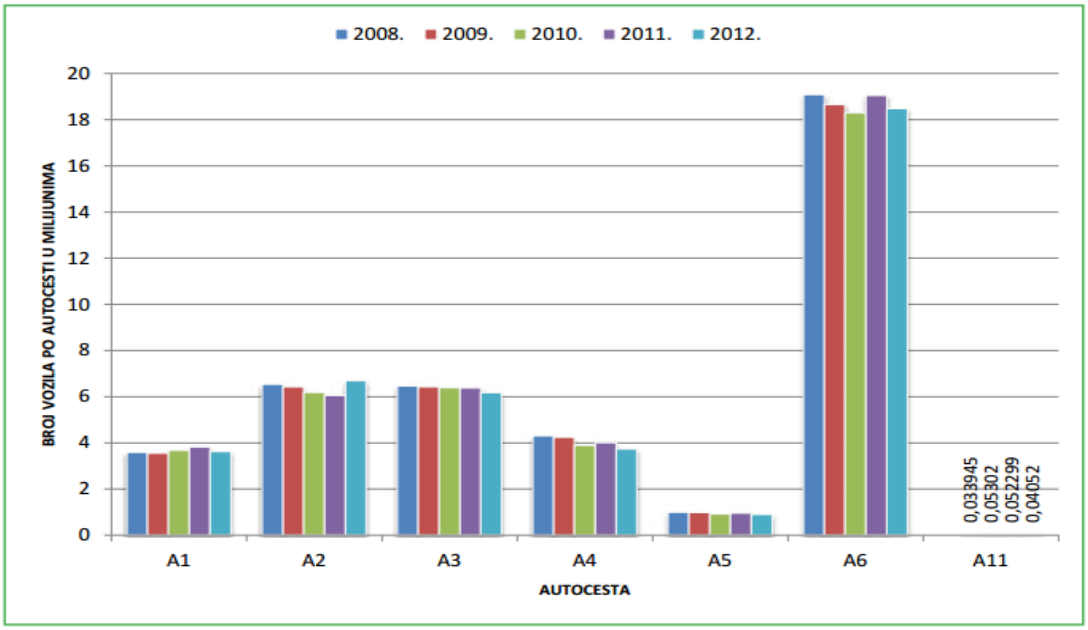
Izvješće o fragmentaciji krajobraza Europske agencije za zaštitu okoliša (EEA, 2011) procjenjuje da će se ovaj proces nastaviti i u budućnosti, a posebice u istočnoj Europi razvojem infrastrukturnih projekata.

## 1.2. Cestovni promet i infrastruktura

U Hrvatskoj 2011. ukupni broj cestovnih vozila iznosio je 1 818 983, od čega su najzastupljenija osobna vozila (81,4 %), a najmanje su zastupljena teška teretna vozila i autobusi (2 %) (DZS, 2013).

U razdoblju 2008. - 2012. uslijedio je trend smanjenja broja svih cestovnih vozila za 4,6 %, a broj osobnih vozila na tisuću stanovnika smanjen je za 2,7 %. (MZOIP, 2013).Ukupna duljina cesta u 2012. godini iznosila je 26 690 km, od čega su prema skupinama razvrstanih cesta najduže županijske ceste (9809 km), a slijede lokalne ceste (9046 km), državne (6581 km) i autoceste (1254 km) (DZS, 2013). Prema podacima iz

Državnog zavoda za zaštitu prirode (DZZP, 2014) najveći broj vozila zabilježen je na autocesti A6 (Rijeka - Zagreb) (Slika 1.).




Slika 1. Broj vozila na autocestama u razdoblju 2008. - 2012. godine (HAC, 2013; ARZ, 2013; AZM, 2013). Oznake autocesta (HUKA, 2004 - 2017): autocesta A1 Zagreb - Split – Dubrovnik, autocesta A2 Zagreb – Macelj, autocesta A3 Bregana - Zagreb – Lipovac, autocesta A4 Zagreb – Goričan, autocesta A5 Beli Manastir - Osijek – Svilaj, autocesta A6 Rijeka – Zagreb, autocesta A11 Zagreb – Sisak.

### 1.3. Željeznički promet i infrastruktura

Djelovanje i utjecaji željeznice slični su onima koje uzrokuju ceste. Glavne razlike željezničkog prometa u odnosu na cestovni su puno veći vremenski razmaci među vlakovima, ali prolazak vlaka puno duže traje. Takva situacija uzrokuje drugačije utjecaje vezane za fragmentaciju/propusnost, a različite su i karakteristike buke. Jačina utjecaja uvelike ovisi o gustoći prometa. Duljina željezničkih pruga u 2006. godine iznosila je 2722 km od čega je 2468 km jednokolosiječnih i 254 km dvokolosiječnih pruga. U 2011. godini elektrificirano je 984 km željezničkih pruga što iznosi 36 % od ukupne duljine pruga (MZOIP, 2013).

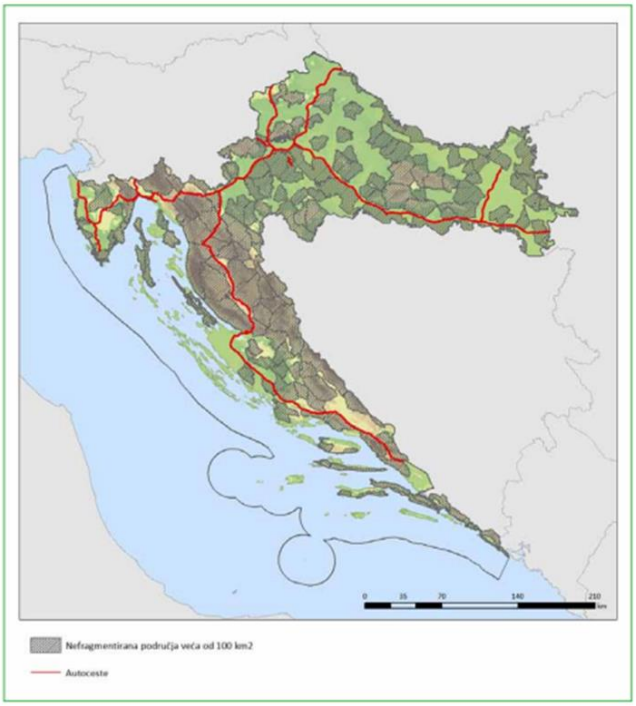
Sve veći problem predstavljaju brzi vlakovi. Zbog njihove brzine životinje ne stignu reagirati i pobjeći na vrijeme.

### 1.4. Fragmentacija područja RH prometnom infrastrukturom

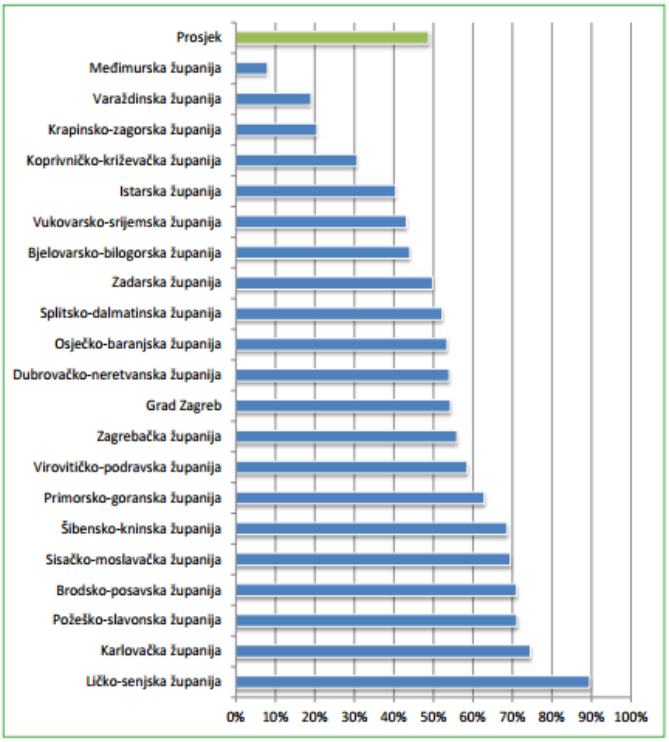
Najznačajniji utjecaj prometne infrastrukture na prirodu očituje se kroz fragmentaciju staništa i stvaranje prepreka kretanju životinja. Ovom procesu u velikoj mjeri doprinosi povećana urbanizacija te intenzivna poljoprivreda.

Fragmentiranost područja RH prikazana je na Slici 2. (CLC, 2012; HAC, 2013; HŽ, 2013), prilikom izrade karte korišten je prilagođeni indikator fragmentacije prometnom infrastrukturom (Weber i Illmann, 2008), te su izdvojena područja veća od 100 $km^2$, a koja nisu presječena autocestama, državnim cestama, županijskim cestama, željezničkim prugama, te urbanim područjima većim od 93 ha. Prosječna površina tih pojedinih nefragmentiranih područja u Hrvatskoj iznosi 240 $km^2$, a njihov ukupni udio u ukupnoj površini kopnenog dijela Hrvatske iznosi 58 %. To ukazuje na znatno manju fragmentiranost prometnicama u odnosu na zemlje zapadnog dijela Europe.

Prema podacima iz Državnog zavoda za zaštitu prirode (DZZP, 2014) prosjek nefragmentiranih područja po županijama je 48 % (Slika 3.). Najveći udio nefragmentiranih područja većih od 100 $km^2$ ima Ličko senjska županija, 89,59 %, a najmanji Međimurska 8,03 %, što odražava veću fragmentaciju površinom manjih sjeverozapadnih županija.




Slika 2. Karta područja većih od 100 km$^2$ koja nisu fragmentirana infrastrukturom (CLC, 2012; HAC, 2013; HŽ, 2013).




Slika 3. Postotak područja većih od 100 km$^2$ koja nisu fragmentirana infrastrukturom u odnosu na površinu županija (CLC, 2012; HAC, 2013; HŽ, 2013).

## 1.5. Ciljevi rada

Budući da je fragmentacija staništa važan ekološki problem današnjice ciljevi ovoga završnog rada bili su navesti:

- negativne utjecaje prometne infrastrukture i prometa na biljni i životinjski svijet
- moguće mjere ublažavanja i zaštite.

# 2. METODE RADA

U ovom radu podaci o fragmentaciji staništa prikupljeni su iz literature, sistematizirani i prikazani u poglavlju Rezultati rada. Posebno su nabrojane i opisane opasnosti odnosno negativni učinci fragmentacije staništa, a posebno su izdvojene i opisane mjere ublažavanja fragmentacije staništa.

# 3. REZULTATI RADA

## 3.1. Općeniti nepovoljni utjecaji prometnica

Iz Tablice 1. mogu se vidjeti neki primjeri fizičkog utjecaja prometnica na krajolik i biološku raznolikost.

Tabela 1. Primjeri fizičkog utjecaja prometnica na krajolik i biološku raznolikost (IGH, 2002).

| | |
|---|---|
| **Mikroklima** | Nasipi mogu zapriječiti ili kanalizirati strujanje zraka<br>Povećana toplina od površine ceste<br>Zračne turbulencije uzrokovane prometom |
| **Hidrologija** | Kanaliziranje obližnjih vodotokova i njihovo produbljivanje zbog bolje drenaže<br>Promjene u režimu podzemnih voda<br>Povećano poplavljivanje nakupljanjem površinskih voda<br>Isušivanje i sprečavanje prirodnih drenažnih tokova<br>Mogućnosti unapređenja staništa |
| **Introdukcija stranih vrsta** | Put kojim se preko kotača vozila prenose sjemenke<br>Razvoj halofilnih vrsta duž rubova prometnice |
| **Efekt barijere** | Nasipi i pomoćne strukture ometaju pogled<br>Ograde, širina prometnice i intenzitet prometa sprečavaju prelaženje<br>Fragmentacija staništa utječe na preživljavanje populacija i povećava rubni efekt<br>Životinje odstupaju od ustaljenih puteva tražeći put kojim će zaobići prepreku |
| **Stradavanje životinja** | Rizik stradavanja životinja u pokušaju da prijeđu prometnicu ali i zato što ih privlače nasipi i rubna područja |
| **Zagađenje vode** | Voda koja otječe sa površine prometnice sadrži ostatke |

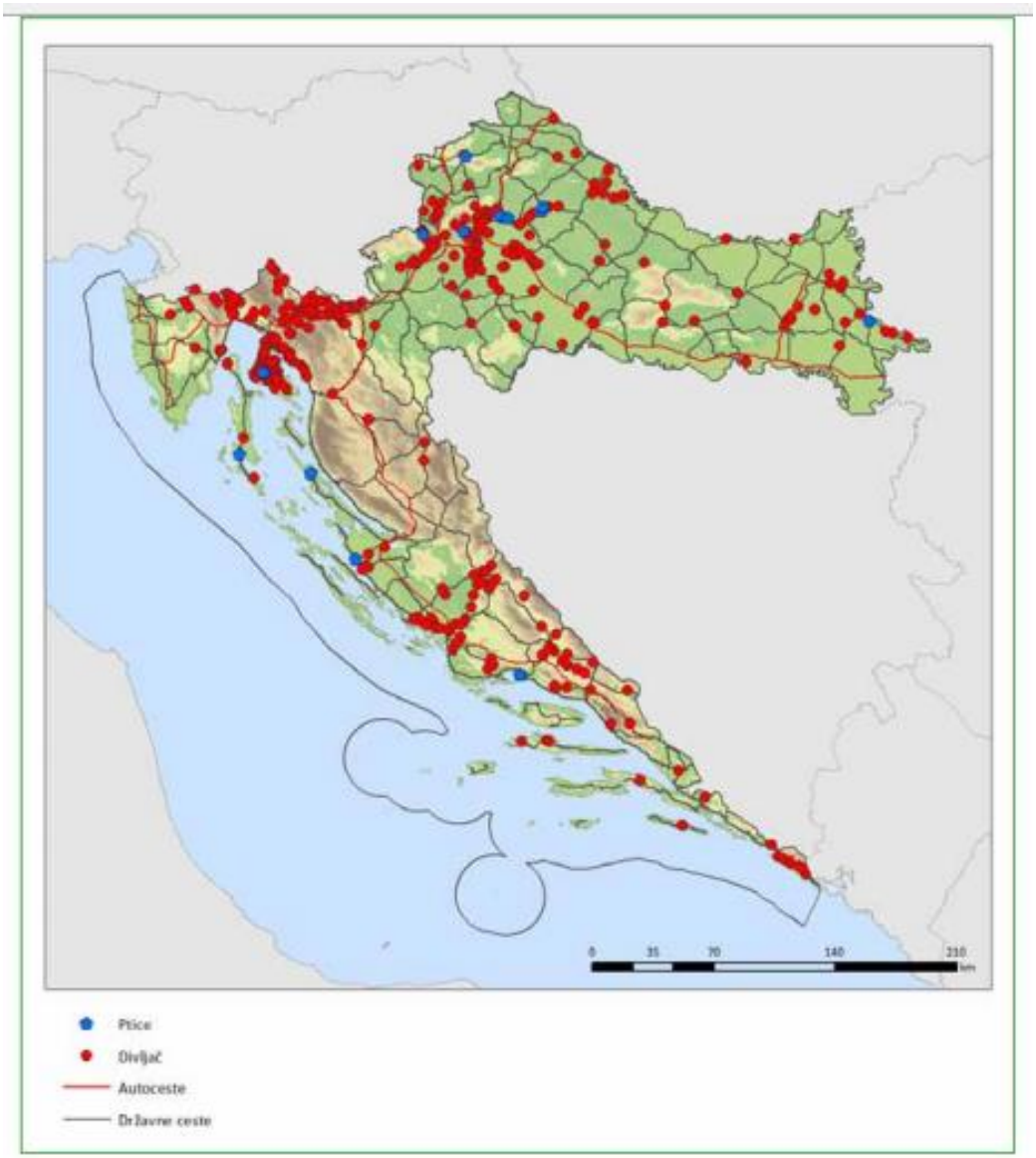
| | |
|---|---|
| | guma, suspendirane čestice i otopljenu sol (za odmrzavanje) |
| **Svjetlost** | Privlači kukce i šišmiše<br>Trajno osvjetljenje tijekom noći<br>Stalno osvjetljenje prometnice od strane vozila<br>Generalno remeti aktivnosti životinja |
| **Buka** | Smeta određenim životinjskim vrstama |
| **Gubitak zemljišta** | Trajno korištenje područja gdje se nalazi prometnica |
| **Promjena izgleda krajobraza** | Brane, mostovi i raskršća mijenjaju izgled krajobraza |
| **Vibracije** | Vibracije najvećim dijelom uzrokuje željeznica<br>Teretna vozila i kamioni ih uzrokuju u relativno malom dosegu |
| **Zagađenje zraka** | Tvari koje onečišćuju zrak ovise o vrsti prometa, preraspodijeli vozila (kamioni, automobili), gustoći prometa, itd. |
| **Zagađenje tla** | Dugotrajno odlaganje dušika već i u malim količinama može dovesti do zakiseljavanje osjetljivih stanišnih tipova |

U daljnjem tekstu opisani su negativni utjecaji fragmentacije staništa na žive organizme.

### 3.1.1. Stradavanje divljih životinja na cestama i prugama

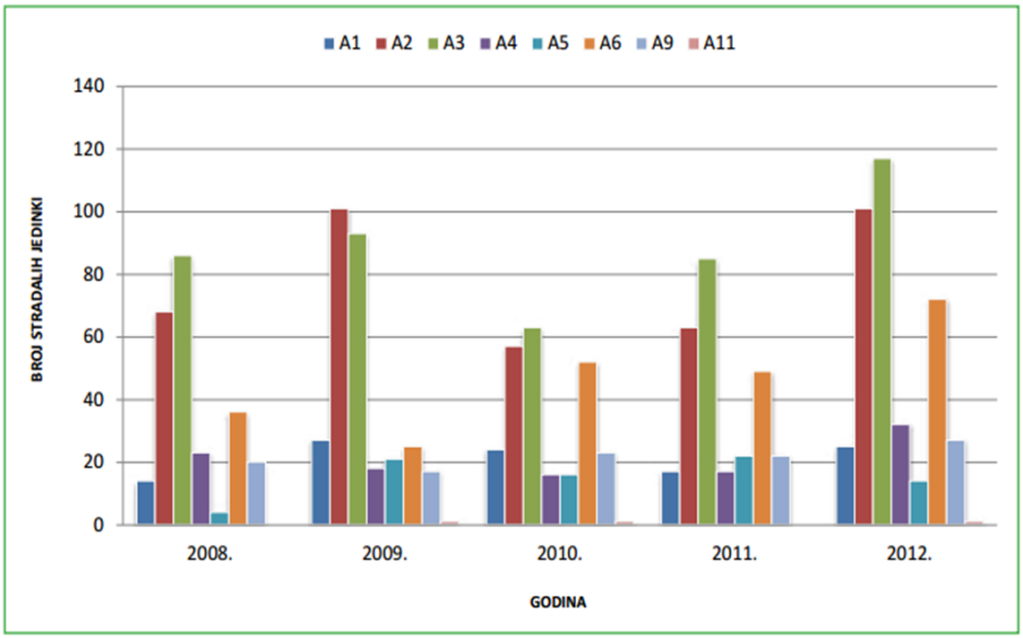
Učinci fragmentacije najvidljiviji su u stradavanju divljih životinja. Glavni razlog stradavanja životinjskih vrsta uglavnom su kolizije (sudari) s vozilima. Iako nepotpuni i nesustavno prikupljani, podaci ukazuju da na cestama i prugama najviše stradava krupna divljač (jeleni, srne), ptice i velike zvijeri (DZZP, 2014).

Najveći broj naleta na divlje životinje zabilježen je na županijskim i lokalnim cestama na području Grada Zagreba i Zagrebačke županije te kontinentalnog dijela Primorsko - goranske i Istarske županije te na autocestama A2 (Zagreb – Macelj) i A3 (Bregana-Zagreb-Lipovac), oko 400 stradalih jedinki godišnje (Slika 4.) (DZZP, 2014).




Slika 4. Lokacije stradavanja divljači i ptica na državnim, županijskim i lokalnim cestama u razdoblju 2010. - 2012. godine (HC, 2013).

Objedinjeni podaci o stradavanju divljih životinja na autocestama u razdoblju 2008. - 2012. godine prikazani su na Slici 5.

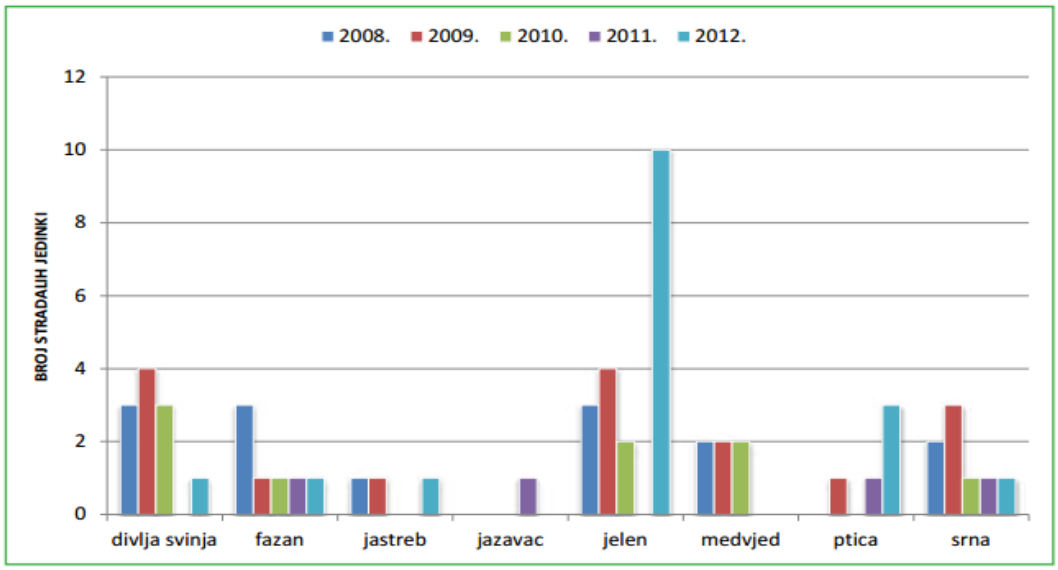



Slika 5. Broj stradalih životinja na autocestama po godinama u razdoblju 2008. - 2012. godine (HAC, 2013; ARZ, 2012; AZM, 2013; BINA, 2013). Oznake autocesta (HUKA, 2004 - 2017): autocesta A1 Zagreb - Split – Dubrovnik, autocesta A2 Zagreb – Macelj, autocesta A3 Bregana - Zagreb – Lipovac, autocesta A4 Zagreb – Goričan, autocesta A5 Beli Manastir - Osijek – Svilaj, autocesta A6 Bosiljevo – Orehovica, autocesta A9 Kaštel – Pula, autocesta A11 Zagreb – Sisak.

Prema podacima ARZ-a (2013) na dionici autoceste Zagreb – Rijeka u razdoblju 2008. - 2012. godine primijećeno je pojačano stradavanje jelena i srna.

Sukladno podacima HŽ-a (DZZP, 2014), najveći broj naleta vlakova na životinje (oko 30 jedinki) zabilježen je na željezničkoj pruzi M301 Državna granica - Beli Manastir - Osijek, odnosno na području kolodvora Osijek, Darda i Beli Manastir.

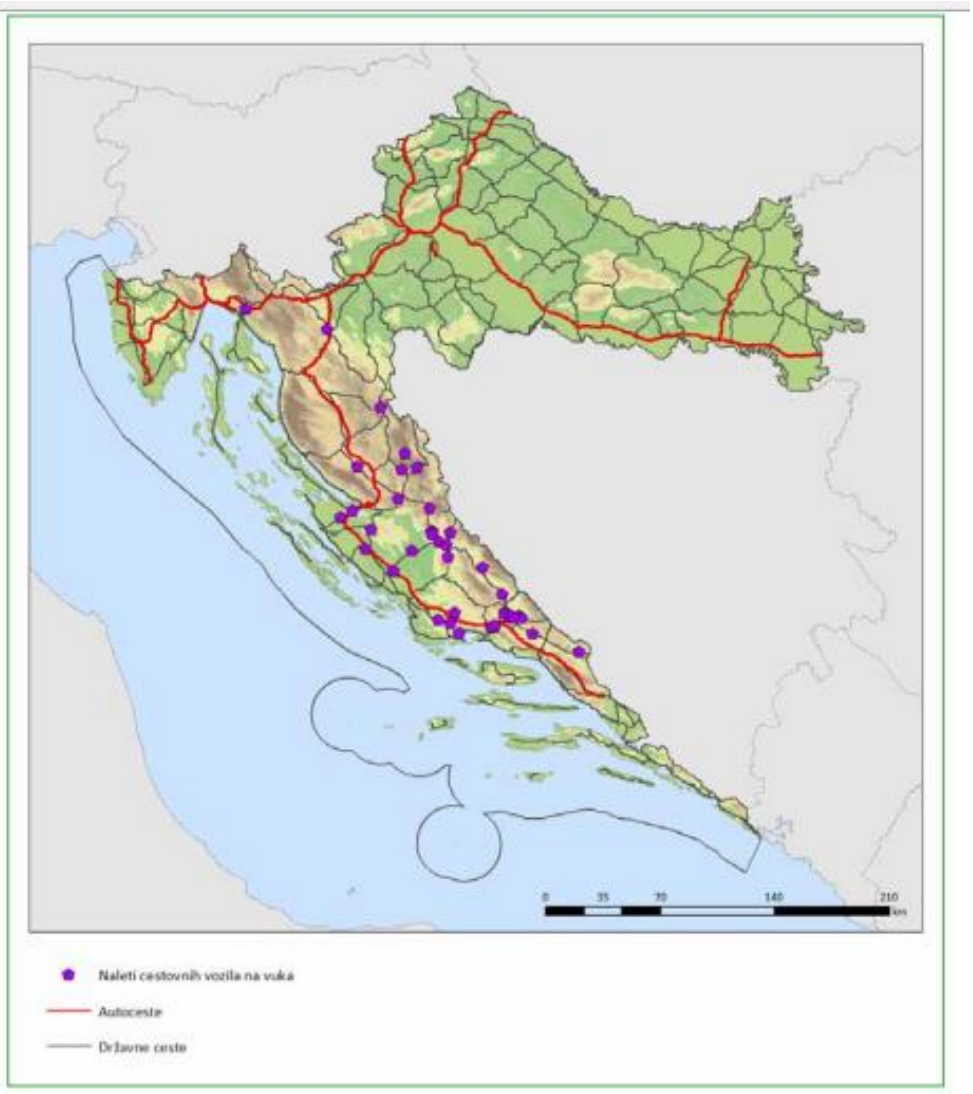
Podaci o stradavanjima divljih životinja na željezničkim prugama ukazuju da najčešće strada tzv. jelenska divljač (Slika 6.).




Slika 6. Stradavanje jedinki pojedinih vrsta životinja na prugama u razdoblju 2008. - 2012. godine (HŽ, 2013).

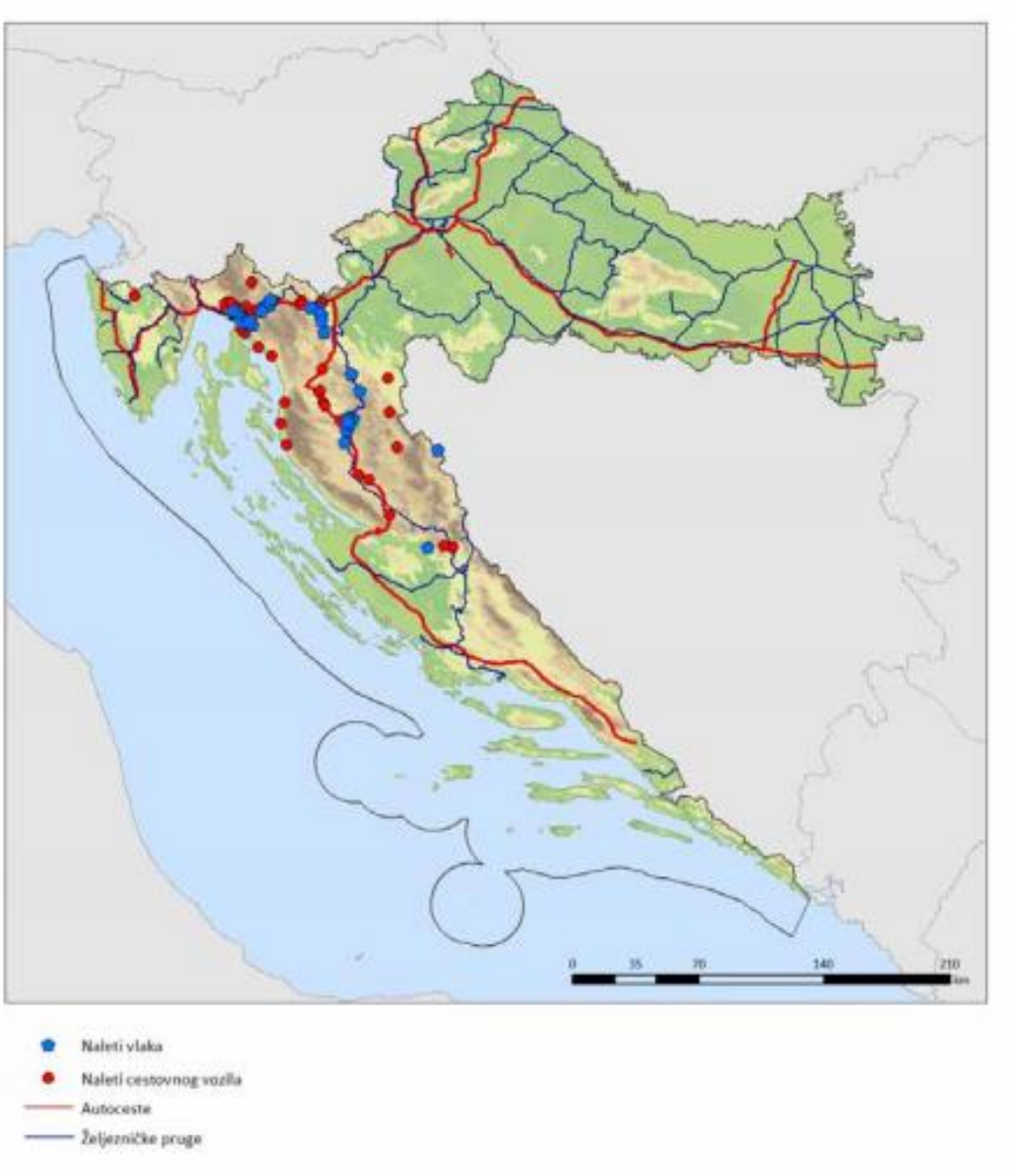
Vrste ptica koje najviše stradavaju na autocestama, prema podacima HAC-a (2013) su fazan te ptice grabljivice i sove. Nažalost, ne postoji sustavni način bilježenja i dojave stradavanja svih vrsta ptica (osobito malih pjevica), već se uglavnom bilježe veće vrste tj. slučajevi u kojima nastaje materijalna šteta na vozilima. Ovakvo stanje potkrepljuju i evidencije od nadležnog Ministarstva ovlaštenih nacionalnih centara za skrb o stradalim strogo zaštićenim i zaštićenim vrstama životinjama koji su u razdoblju 2008. - 2012. zaprimili ukupno 49 jedinki ptica stradalih u prometu od kojih su najbrojnije bile jedinke škanjca (*Buteo buteo* Linnaeus, 1758) i sove ušare (*Bubo bubo* Linnaeus, 1758) (DZZP, 2014).

Stradavaju i velike zvijeri. Prema podacima DZZP-a (2014) ukupno poznata smrtnost vuka (*Canis lupus* Linnaeus, 1758), zbog stradavanje od prometa iznosi 27 % i na drugom je mjestu uzroka smrtnosti vuka u Hrvatskoj. Također, najviše stradavanja zabilježeno je na lokalnim, odnosno državnim cestama (Slika 7.). Podaci o stradanju vuka u izvještajnom razdoblju ukazuju da svake godine od cestovnog prometa u prosjeku strada gotovo 9 jedinki, a najveće stradavanje zabilježeno je u razdoblju 2010. - 2011. godine (13 jedinki) (DZZP, 2014).



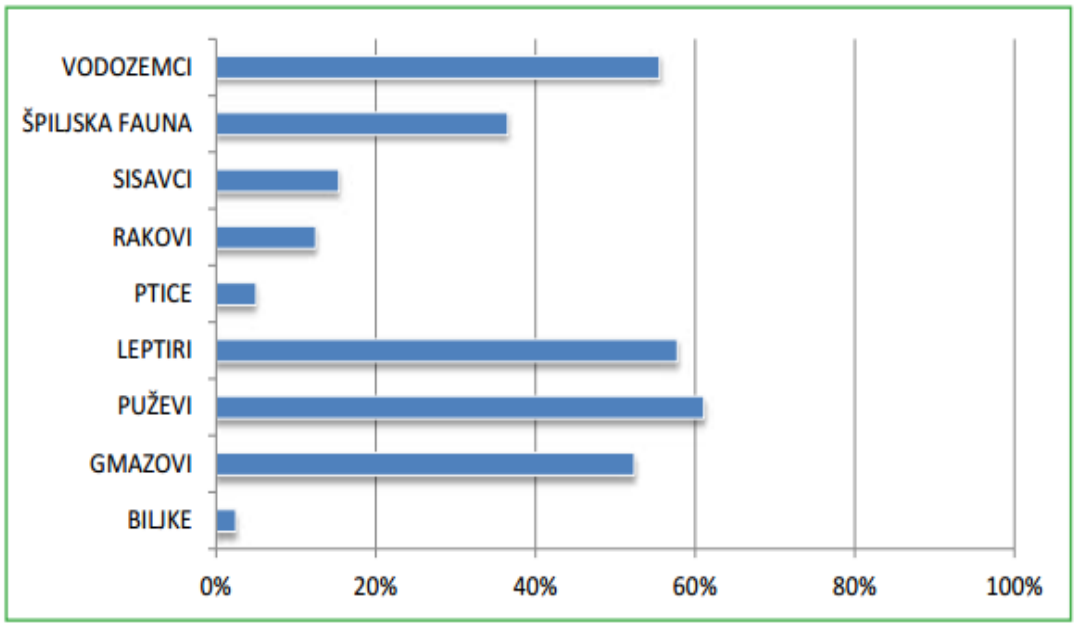

Slika 7. Lokacije stradavanja jedinki vuka od cestovnog prometa u razdoblju 2008. - 2012. godine (DZZP, 2013a).

Od ukupno poznate smrtnosti medvjeda (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758 ), stradavanje od cestovnog i željezničkog prometa iznosi 16 % i na drugom je mjestu uzroka smrtnosti medvjeda u Hrvatskoj (Slika 8.) (VEF, 2013; DZZP, 2013a). Medvjedi najčešće stradavaju na željezničkim prugama.




Slika 8. Lokacije stradavanja jedinki medvjeda od cestovnog i željezničkog prometa u razdoblju 2008. - 2012. godine (VEF, 2013).

Analiza utjecaja prometne infrastrukture (cesta i željeznica) kao uzroka ugroženosti vrsta iz Crvenih popisa i Crvenih knjiga pokazuje da su najviše ugrožene sljedeće skupine: puževi, leptiri, vodozemci i gmazovi (Slika 9.) (DZZP, 2013).




Slika 9. Udio procijenjenih vrsta po skupinama na koje utječe prometna infrastruktura (DZZP, 2013)

U daljnjem tekstu navedene su neke vrste i skupine životinja koja često stradavaju u prometu. Podaci su najvećim djelom preuzeti iz DZZP-a (2015).

a) Jazavci su noćne životinje koje prate utvrđene staze tijekom svakodnevnog kretanja između jazbine (u šumskim i grmovitim područjima) i područja hranjenja (pašnjaci). Ako moraju prijeći preko prometnice kako bi došli do područja hranjenja često stradavaju, što može dovesti do istrebljenja cijelih skupina (klanova).
b) Vidre žive na staništima uz vodotoke te se često kreću obalom, a odrasli mužjaci mogu prijeći 20 km u jednoj noći. Stoga ih stradavanje u prometu jako ugrožava ako prometnice prelaze preko vodotoka.
c) Vodozemci sezonski migriraju između staništa gdje žive i lokvi u kojima se razmnožavaju, te ukoliko se između tih staništa nalaze prometnice podložni su stradavanju. Prelaskom preko prometnica vodozemci nisu samo u opasnosti da ih pregaze vozila što uvelike ovisi o gustoći prometa, već pogibaju i zbog tlaka i vjetra kojeg razvijaju vozila u kretanju (ovisno o brzini kretanja). Ako migracije vodozemaca uključuju prelazak preko željezničke pruge, preživljavanje uvelike ovisi o konstrukciji same pruge. Nekad su pruge bile građene na način da je

ostavljeno dovoljno prostora za kretanje ispod samih pruga. Danas su pruge izravno povezane sa šljunčanom podlogom što prelaženje čini puno opasnijim.

d) Gmazovi također mogu biti ugroženi tijekom svojih prirodnih navika kretanja. Utjecaji su slični onima kod vodozemaca.

e) Podložnost šišmiša utjecajima prometa razlikuju se ovisno o ponašanju tijekom leta različitih vrsta. S obzirom na način ponašanja tijekom letenja, šišmiši se mogu podijeliti u tri glavne skupine: šišmiši vezani uz strukture, šišmiši vezani uz vodu i neovisni o strukturama. Strukture mogu biti šumski pojas ili vodotok. Prometnice i promet uglavnom utječu na vrste iz prve skupine jer im sijeku orijentacijske strukture koje prate tijekom leta (npr. cesta koja siječe šumski pojas ili vodotok) te stoga povećavaju stradavanje u prometu zbog kolizije s vozilima. Vrlo široke prometnice također mogu predstavljati prepreku, jer šišmiši izbjegavaju let preko njih ako nisu prisutne glavne orijentacijske strukture (npr. šumski pojasevi). Rute letenja vrsta koje se orijentiraju prema vodenim tokovima mogu omesti preuski propusti za vodotoke ili mostovi. Stopa mortaliteta u prometu ovisi o brzini i gustoći prometa (Limpens i sur., 2005). Gust promet više odvraća šišmiše nego pojedinačna vozila, a što se vozilo brže kreće šišmišima je teže izbjeći ga. Redoslijed smanjenja mogućnosti stradavanja šišmiša je: brza pojedinačna vozila → brzi gusti promet → spora pojedinačna vozila → spori gusti promet.

f) Ptice su također izložene riziku u prometu vozila i vlakova. Ptice grabljivice se često zadržavaju na prometnicima kako bi se nahranile pregaženim životinjama te su stoga u opasnosti od kolizije s vozilima. Ovo može uzrokovati značajne utjecaje posebice na populacije s malim brojem jedinki. Postoje dvije skupine vrsta s visokim rizikom stradavanja u prometu:

- vrste koje obično nisu osjetljive na uznemiravanje, a koje se razmnožavaju u blizini prometnica (npr. crvendać) i duž vodotoka (npr. divlja patka) te
- vrste koje ciljano prilaze prometnicama, ponekad i s velikih udaljenosti (strvinari). Vrste ptica s iznimno visokim rizikom od stradavanja u prometu su sove, crvena lunja, crna lunja, orao štekavac, orao kliktaš, sokol, vjetruša, škanjac, leganj (Garniel i Mierwald, 2010).

### 3.1.2. Prometnice kao prepreke i zamke

Podaci za čitavo podpoglavlje preuzeti su od DZZP-a (2015), ukoliko nije drugačije navedeno.

Nepovoljan utjecaj na životinje može uzrokovati prometna infrastruktura. Ako su prometnice ograđene radi prometne sigurnosti, one predstavljaju prepreku mnogim migratornim vrstama. Ograde uglavnom utječu na veće sisavce, s obzirom da uobičajena ograda za zaštitu životinja ne može zaustaviti male životinje. Ograde protiv buke povećavaju efekt prepreke i ako su postavljene duž većih dionica prometnice stvaraju potpunu i neprohodnu prepreku većini vrsta. Čak i ako nije ograđena, linearna prometna infrastruktura može predstavljati neprohodnu prepreku zbog velike gustoće prometa. Efekt prepreke koju prometnice predstavljaju ne utječe samo na vrste koje žive na tlu poput sisavaca, vodozemaca ili gmazova, nego i na vrste ptica i šišmiša, kao i kukaca.

Vezano uz efekt prepreke potrebno je razlikovati radi li se o stradavanju koje značajno utječe na populacije zbog malog broja jedinki ili velikog utjecaja na protok gena, ili stradavanju koje ne utječe značajno na populacije jer se radi o populacijama vrsta s velikim brojem jedinki.

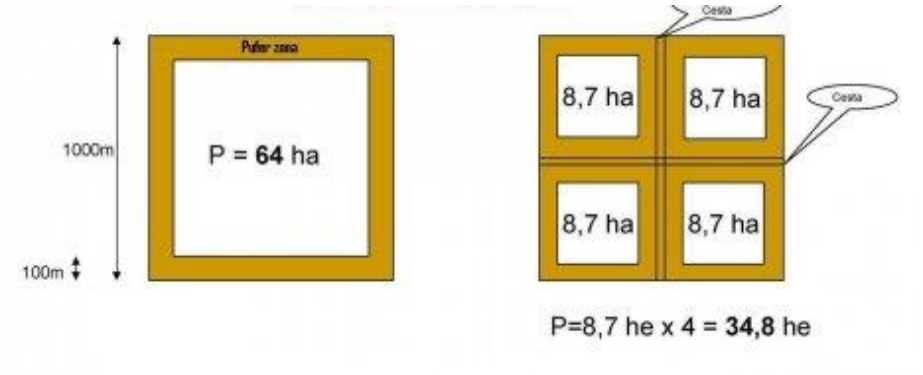
Fragmentacija i efekti prepreke mogu utjecati na razdvajanje različitih staništa potrebnih vrstama (npr. vodozemci koji migriraju iz područja razmnožavanja u staništa gdje žive), ali i staništa iste kvalitete i namjene i na taj način spriječiti lokalne migracije i/ili migracije na veće udaljenosti i prekinuti protok gena. Naime, time se prekidaju dnevna i sezonska kretanja, kao i širenje populacija te migracije, što dovodi do prekida izmjene gena i dugoročno može dovesti do pada broja jedinki i narušavanja povoljnog stanja populacija (Iuell i sur., 2003).

Prije samog zahvata potrebno je ocijeniti ponašanje ciljnih vrsta, stanišne tipove i migracijske rute. Negativni utjecaji mortaliteta pojedinih ciljnih vrsta mogu dovesti do pada populacije, a prvenstveno su ugrožene populacije s malim brojem jedinki gdje gubitak od samo nekoliko jedinki predstavlja značajan utjecaj na cijelu populaciju.

### 3.1.3. Fragmentacija staništa

Podaci za čitavo ovo podpoglavlje preuzeti su od Kajtezovića (2013).Jako problematična posljedica fragmentacije je rubni efekt. Radi se o promjenama na rubovima nekog staništa. Dobar primjer su rubovi šume; u njima su mikroklimatski uvjeti (vlažnost, količina svjetlosti, brzina vjetra itd.) drugačiji nego u unutrašnjosti što može dovesti do jačih oštećenja šume (npr. rušenje stabala kao posljedica olujnih nevremena, veća sklonost šumskim požarima na rubovima šume zbog smanjene vlažnosti, intenzivnija erozija itd.). Biološke posljedice vidljive su u rasporedu, raznolikosti i brojnosti biljnih i životinjskih vrsta. Stabilnost biljnih zajednica se može očitovati u otpornosti na invazivne vrste (npr. ambrozija, danas vrlo problematična invazivna biljka, puno je manje uspješna u zauzimanju teritorija stabilnog ekosustava).

Najbolji način za objašnjavanje fragmentacije staništa je pojednostavljeni prikaz. Na Slici 10. prikazan je jedan ekosustav površine 64 ha. Iako bi se moglo pretpostaviti da je cijela ta površina stabilan i homogen ekosustav, to u prirodi nije slučaj. On je okružen zonom od 100 m (tzv. zaštitna zona) u kojoj biotički (brojnost, raspored i gustoća organizama itd.) i abiotički čimbenici (temperatura, vlažnost, prodiranje svjetlosti, itd.) jako odudaraju od originalnog ekosustav u kojem je postojala ravnoteža u kruženju tvari i energije. Kada takvo područje presiječemo dvjema cestama, stanje se rapidno pogoršava jer svaki od četiri nastala fragmenta dobije svoju pufer zonu od 100 m te se promatrani ekosustav, od početnih 64 ha, smanjio na četiri fragmenta od samo 8,7 ha. Što je površina nekog ekosustava manja, manja je i vjerojatnost da će on moći održavati svoju prirodnu stabilnost. Zbog toga je od izuzetne važnosti izbjegavati presijecanje netaknutih dijelova prirode s različitim barijerama.




Slika 10. Primjer fragmentacije staništa (Martinko, 2008).

Fragmentacija staništa je proces koji je neminovan kada je u pitanju izgradnja novih prometnica, osobito najviše kategorije prometnica – autocesta. Najbolje što se može učiniti kako bi se smanjile posljedice fragmentacije je da se planiranje izgradnje prometnica vrši u suradnji sa stručnjacima kako bi se posljedice svele na minimum. Svakom zahvatu u prirodi (osobito onima velikog opsega) trebalo bi pristupati s oprezom i prvo provesti temeljita istraživanja jer se štetne posljedice nastale uništenjem nekog ekološkog sustava uglavnom ne mogu ispraviti.

### 3.2. Tehničke mjere ublažavanja negativnog utjecaja prometa i prometne infrastrukture

Postoje nekoliko skupina rješenja koja omogućavaju životinjama da prijeđu prometnicu (IGH, 2002; FSV, 2007):

1. prijelazi - zeleni mostovi,
2. prolazi za životinje,
    a. prolazi i prijelazi za šišmiše,
    b. tunelski prolazi za vodozemce,
    c. cijevni i podzemni kanali za sitne sisavce i druge kralješnjake,
3. ograde za zaštitu životinja.

### 3.2.1. Zeleni mostovi za prelazak divljih životinja preko autocesta

Izgradnja prvog zelenog mosta u Hrvatskoj započela je još krajem 1990. godine (AZO, 2014). Naime, u okviru procjene utjecaja na okoliš, koja je provedena tijekom izgradnje autoceste Zagreb - Rijeka, propisana je izgradnja zelenog mosta i ostale infrastrukture koje omogućuju prelazak autocesta za velike sisavce i druge životinje, kao mjere za smanjenje fragmentacije staništa (AZO, 2014). Važan doprinos da se uopće prihvati izgradnja ovakve infrastrukture dali su znanstvenici i stručnjaci koji se bave problematikom velikih zvijeri u Hrvatskoj. Važno je napomenuti da je Hrvatska jedna od prvih država u Europi koja je počela graditi zelene mostove i na taj način rješavati problem utjecaja prometnica na divlje životinje, posebice velike zvijeri. Prvi izgrađeni zeleni most – „Dedin" (Slika 11. i 12.) u funkciji je od 1998. godine (VEF, 2013). Širina tog zelenog mosta iznosi 100.5 m (IGH, 2002) (Slika 12.) što omogućava veću sigurnost prolaska divljih životinja. Izgradnja ove "zelene" infrastrukture nastavila se i prilikom izgradnje autoceste Bosiljevo - Ravča. Tako da je dosad u RH izgrađeno 11 zelenih mostova za prijelaz divljih životinja (VEF, 2013) (Slika 13.).



Slika 11. Zeleni most Dedin kod Delnica (IGH, 2002).



Slika 12. Površina zelenog mosta Dedin (IGH, 2002).



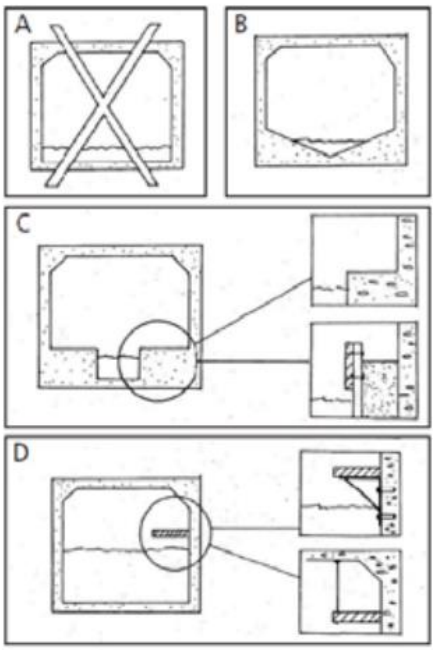

Slika 13. Zeleni mostovi na cestovnoj infrastrukturi izgrađeni za prijelaz divljih životinja u Hrvatskoj (VEF, 2013). Objašnjenje oznaka: 1. Ivačeno Brdo, 2. Rasnica, 3. Medina Gora, 4. Varošna, 5. Dedin, 6. Osmakovac, 7. Rošca, 8. Konščica, 9. Vrankovića ograda, 10. Srednja gora i 11. Lendići. Crvena linija na karti prikazuje pružanje autoceste.

Uporaba zelenih mostova prati se više ili manje kontinuirano te predlažu mjere za poboljšanje funkcionalnosti. Prema rezultatima dosadašnjih istraživanja, općenito se može reći da divlje životinje koriste ovakve prijelaze (AZO, 2014). U razdoblju od 2008. do 2012. na šest od sedam zelenih mostova na kojima su zabilježeni prelasci vukova utvrđeno je kontinuirano smanjenje učestalosti prelaska vukova (Gužvica i Šver, 2013). Nadalje prema AZO (2014) primijećeno je korištenje zelenih mostova od strane ljudi, iako postoji zakonska zabrana kretanja, a postavljene su i table. Tako je fotozamkama zabilježeno kretanje stočara, motorista, sakupljača šumskih plodova i lovaca na zelenim mostovima. Kod zelenog mosta Rasnica navezeno je dodatno kamenje kako bi se spriječio prolaz ljudima i vozilima. Na prijelazu Varošna u fazi izgradnje napravljena je makadamska ograda , a kasnije i asfaltirana cesta, tako da je zeleni most u potpunosti izgubio svoju svrhu. Kod vijadukta Raščane navezen je plastični i metalni otpad te nije posađena vegetacija dok je kod prijelaza Dedin primijećeno krčenje šume. Ukoliko se to ne ispravi, zeleni mostovi će izgubiti svoju svrhu i neće služiti za prijelaz divljih životinja.

### 3.2.2. Prolazi

Prolazi za male sisavce sastoje se od cijevi ili malih pravokutnih tunela. Promjer cijevi od 1,5 m, odnosno širine 1 – 1,5 m pravokutnog tunela odgovara različitim vrstama. Promjer 0,3 – 0,5 m prihvatljiv je za jazavce, ali nije prikladan za ostale vrste. Za jazavce i vidre mali tuneli u kombinaciji sa zaštitnim ogradama smatraju se odgovarajućim mjerama. Veličina propusta za vodotoke i prolaza varira ovisno o važnosti područja za pojedine vrste. Tuneli bi uvijek trebali biti (djelomično) suhi iznutra ili imati izbočeni rub i površinu za kretanje jazavca i vidri, koje bi trebalo postaviti iznad razine desetogodišnjih voda. Zaštitne ograde potrebno je kombinirati s prolazima. Dužina ovisi o području, a preporuka je postavljanje ograda u dužini 20 m sa svake strane prolaza. Propuste za vodotoke, koji su prvenstveno izgrađeni kako bi omogućili protok vode, moguće je adaptirati tako da budu prikladni i za prolazak životinja. Isti princip se primjenjuje na mostove. Ako su propusti često puni vode, potrebno ih je prilagoditi kako bi se dio održao suhim u svim uvjetima. To se može

postići postavljanjem lateralnih obalnih struktura ili izbočina (npr. drvene daske) iznad razine vode (Slika 14.). Podaci za čitav odlomak preuzeti su od DZZP (2015).




Slika 14. Oblici prolaza za male kopnene životinje (Iuell i sur., 2003). Objašnjenje oznaka: A- nije prikladno za kopnene životinje jer voda prekriva cijelo dno propusta, B i C- izgrađena staza iznad razine vode, D- drvena daska iznad razine vode, pričvršćena za bočni zid.

#### 3.2.2.1. Mogućnost uporabe prijelaza i prolaza za šišmiše

Podaci za čitavo podpoglavlje preuzeti su od DZZP-a (2015).

Svijest o mogućim utjecajima prometnica na šišmiše pojavila se tek u posljednjem desetljeću. Provedena su mnoga istraživanja. Međutim, učinkovitost mjera ublažavanja koje se preporučuju još uvijek nije potpuno dokazana u praksi. Hoće li neka mjera ublažavanja biti prikladna uvelike ovisi o pojedinoj vrsti, odnosno njihovom ponašanju.

Šišmiši također mogu koristiti prolaze ispod prometnica. Potrebne dimenzije ovise o vrstama: patuljasti šišmiš (*Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1774) može koristiti prolaze veličine 4x4 m, kasni noćnjak (*Eptesicus serotinus* Schreber, 1774) zahtijeva

veće prolaze visine 6-7 m i širine 5-7 m, resasti šišmiš (*Myotis nattereri* Kuhl, 1817) koristi i manje prolaze. Ključno je imati dobru vodeću strukturu koja će pomoći šišmišima pronaći ulaz u prolaz. Prolazi i tuneli ne smiju biti osvijetljeni.

Zeleni mostovi kao prijelazi također mogu usmjeriti šišmiše da sigurno prijeđu na drugu stranu prometnice. Preporučuju se široki zeleni mostovi s visokom vegetacijom na obje strane i zaštitom od svjetla, kako svjetlo vozila u kretanju ne bi ometalo životinje.

#### 3.2.2.2. Tunelski prolazi za vodozemce

Podaci za čitavo podpoglavlje uglavnom su preuzeti od IGH-a (2002).

Tunelski prolazi za vodozemce koriste se u Europi: u Engleskoj, Njemačkoj, Švicarskoj, Nizozemskoj i Francuskoj. Uz te tunele dolaze i posebna upozorenja vozačima u obliku znakova uz prometnice koji ih upozoravaju na mogućnost vodozemaca na cesti. Tunelski prolazi se postavljaju (lociraju) ciljano za žabe i vodenjake koji žive s jedne strane ceste, a u proljeće radi parenja, prelaze tu cestu kako bi došli do bare ili močvare gdje će se pariti. Radi se o velikom broju životinja koji u kratkom vremenskom periodu pokušavaju preći preko ceste i u tom pokušaju veliki broj stradava pod kotačima vozila. U nekim slučajevima istraživanja su pokazala da smrtnost na prometnici značajno utječe na smanjenje čitave populacije (Langton, 1989).

Migracijski putovi vodozemaca su veoma uski tako da je lociranje tunela od izuzetne važnosti za njegovo funkcioniranje. Dimenzije tunela uvelike ovise o vrstama vodozemaca za koje se tunel postavlja kao i o dužini samog tunela. Dijelovi od kupovnog polimer betona unutrašnjih dimenzija 30x30 cm (Slika 15.). lako se umeću u cestu tako da gornji rub tunela bude u ravnini s cestom tako da kroz otvore tunela ulazi svijetlo, zrak i voda.



Slika 15. AT200 tunel za vodozemce od polimer betona koji apsorbira manje vode od običnog betona (IGH, 2002).

#### 3.2.2.3. Cijevni i podzemni kanali za sitne sisavce i druge kralješnjake

Podaci za čitavo podpoglavlje preuzeti su od IGH-a (2002).

Cijevi i podzemni kanali za sitne sisavce postavljaju se ciljano za određene ugrožene životinje.

Cijevi za sitne sisavce obično su 30-40 cm u promjeru i smještaju se ispod nove ceste ili se ugrađuju u već postojeće. Kod odabira lokacije važno je da voda ne ulazi u cijevi osim u slučaju velike poplave. Najbolje usmjeravanje postiže se linijski posađenom vegetacijom koja vodi do cijevi; a uz rub treba biti i zaklon (ograda, zid) visok najmanje 1,5 m kako životinje ne bi mogle izaći na cestu i kako bi se smanjilo uznemiravanje od strane ljudi i vozila. Cijevi, osim jazavaca, koristi i veliki broj sitnih do srednje velikih životinja: ježevi, kunići, zečevi, lisice, kune, lasice, zmije, kornjače, ostali. Podzemni kanali za životinje imaju centralnu udubinu kroz koju teče voda i staze za životinje sa obije strane. Samo u razdoblju visokih voda odnosno poplava životinje se ne mogu njima služiti. Ne postoji neka optimalna veličina; ali u pravilu što su veći više će se životinja moći njima koristiti. Postoje i nadzemni kanali koji povezuju močvarno tlo s nekom visoravni, dvije visoravni ili dva močvarna područja, a što je izuzetno važno za vodozemce, vodene kornjače i vodene zmije. Pokazalo se da životinje više vole pravokutne kanale od okruglih, dok je za vodozemce važno da takvi kanali odozgo imaju otvore kroz koje može ući svjetlost i vlaga.

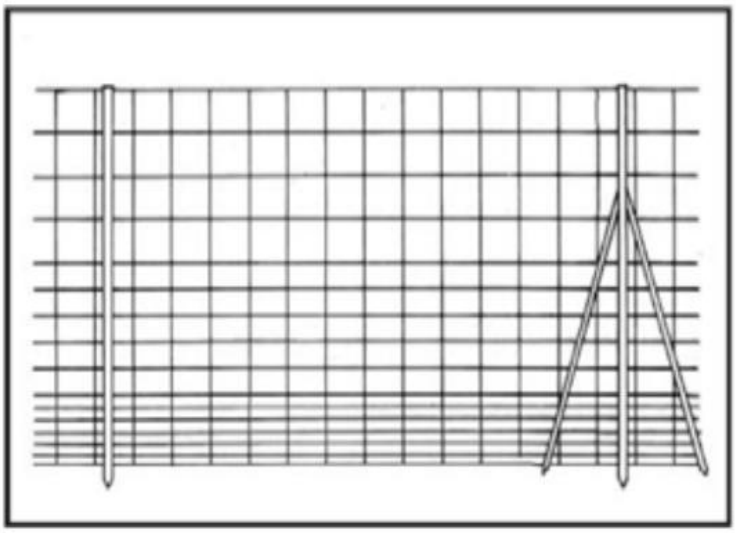
### 3.2.3. Ograde za zaštitu životinja

Ograde su važne konstrukcije za sprječavanja prelaska životinja preko prometnica te su također glavni alat za usmjeravanje na prolaze i ostale konstrukcije. Dizajn i izvedba ograda uvelike ovise o vrstama.

Prema austrijskim smjernicama (FSV, 2007) primjenjuju se sljedeće visine i gustoće mreže:

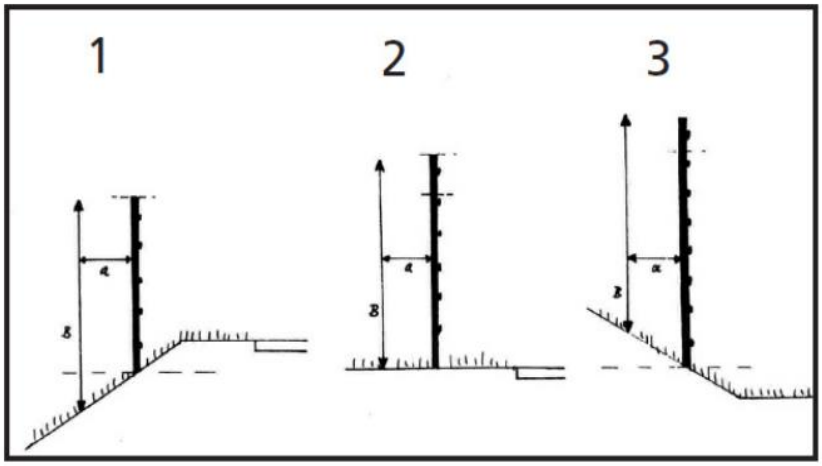
a) za sprječavanje prolaska malih sisavaca poput zečeva kroz donji dio ograde, mreža mora biti gušća na donjem dijelu, najmanje 6 cm razmaka između horizontalnih i ne više od 15 cm između vertikalnih žica, sve do 80 cm visine,

ograda mora doticati tlo u kojem ne smije biti rupa ili praznog prostora kako bi se spriječilo provlačenje životinja (Slika 16.);



Slika 16. Na donjem dijelu ograde za divljač mreža je gušće postavljena kako manje životinje ne bi prolazile kroz ogradu (Ieull i sur., 2003).

b) za srne (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758.) ograda mora biti minimalne visine 160 cm, za obične jelene minimalno 2 m, Europski priručnik preporučuje visinu od čak 2,20 m za obične jelene i jelene lopatare;
c) za vidre (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758.) potrebno je postaviti dodatnu mrežu veličine oko 7 x 7 cm do 80 cm visine i pažljivo je pričvrstiti na spoju s tlom;
d) za jazavce (*Meles meles* Linnaeus, 1758) mreža ne smije biti gustoće veće od 4 x 4 cm, a ograda mora biti ukopana u zemlju na dubinu 20-30 cm, gdje to nije moguće, alternativa je raširiti donji dio ograde na tlo i dobro ga pričvrstiti;
e) u područjima rasprostranjenosti divljih svinja potrebno je primijeniti posebne mjere kako bi se spriječilo prokopavanje prolaza ispod ograde, npr. ukopavanje dva reda bodljikave žice;
f) na mjestima gdje životinje mogu ostati zarobljene na cesti, potrebno je osigurati izlaze koji će im omogućiti bijeg;
g) visinu ograde potrebno je prilagoditi terenu i izmjeriti je sa strane s koje životinje prilaze ogradi, ako životinje prilaze sa strane koja je na nizbrdici, ogradu je potrebno prilagoditi (Slika 17.).




Slika 17. Minimalna veličina ograde mjeri se sa strane s koje životinje prilaze prometnici (Müller i Berthoud, 1994/6). Objašnjenje: situacija 1: ako je prometnica na nasipu, ograda može biti postavljena niže nego na ravnoj površini (situacija 2); situacija 3: ako je prometnica u usjeku, ograda mora biti postavljena više nego na ravnoj površini (situacija 2).

Korisno je kombinirati ograde za zaštitu divljači i zaštitu vodozemaca, ako je oboje potrebno na nekom području. Održavanje (košnja) je jednostavnije ako su strukture povezane i između njih nema praznog prostora (Slika 18. i 19.). Navedene slike prikazuju ispravne načine održavanja; trava je nisko pokošena sa strane s koje prilaze vodozemci te im na taj način visoka trava ne može pomoći pri prelaženju ograde (DZZP, 2015).



Slika 18. Kombinirana ograda za zaštitu divljači i vodozemaca (LACON, 2014).



Slika 19. Kombinirana ograda za zaštitu divljači i vodozemaca (LACON, 2014).

#### 3.2.3.1. Privremene ograde za zaštitu vodozemaca

Podaci za čitavo ovo podpoglavlje preuzeti su od DZZP-a (2014, 2015).

Za istraživanje kretanja vodozemaca i utvrđivanje migracijskih putova, gdje nisu moguće trajne mjere ublažavanja (npr. zbog financijskih ograničenja) ili za zaštitu vodozemaca tijekom faze izgradnje prometnice, koristi se metoda postavljanja ograde s

lovnim posudama. Postavlja se privremena ograda od čvrste neprozirne plastične folije visine 40 cm, zajedno s mrežom gustoće oka 1 x 1 mm, kako bi se spriječio prelazak preko ili kroz ogradu, uključujući i mlade jedinke (Slika 20.).

Lovne posude potrebno je ukopati svakih 10 do 20 m i na krajevima ograde tako da životinje upadnu u njih (Slika 21.). Idealno bi bilo kada bi ograda završavala u obliku slova U kako bi se sve preostale životinje usmjerilo u posljednju lovnu posudu (Slika 22.). Lovne posude je potrebno redovito prenašati na drugu stranu prometnice i ručno isprazniti. Ako se postupak provodi u svrhu istraživanja, prije puštanja životinja potrebno je zabilježiti vrste i broj jedinki.

Ekološko društvo Koprivnica među prvima je u proljeće 1999. godine pokrenulo akciju spašavanja vodozemaca u Hrvatskoj na prometnici Koprivnica - Đelekovec. Proteklih godina u provođenju ovakvih aktivnosti pridružile su se i udruge iz drugih županija, primjerice u Međimurskoj županiji (Ekološka udruga ”Platana” iz Nedelišća), Krapinsko-zagorskoj županiji, Istarskoj županiji i drugima.

U sklopu akcije zaštite i spašavanja izrađeni su i postavljeni prvi prometni znakovi “žaba na cesti” (Slika 23.), a uz rub prometnica svakog se proljeća postavljaju mreže koje u večernjim i noćnim satima obilaze volonteri i prebacuju žabe na drugu stranu, gdje se nalaze vodeni ekosustavi. S obzirom da su slučajevi stradavanja žaba na prometnicama česta pojava, potrebno je sustavno sakupljati podatke o “crnim točkama” te provoditi akcije postavljanja mreža na svim takvim mjestima i/ili izgraditi prolaze za vodozemce.



Slika 20. Privremena ograda za zaštitu vodozemaca od čvrste neprozirne plastične folije visine 40 cm, zajedno s gustom mrežom (LACON, 2014).



Slika 21. Ukopana lovna posuda za vodozemce (LACON, 2014).



Slika 22. Završetak privremene ograde za vodozemce u obliku slova U i zadnja lovna posuda kako bi se sve preostale životinje usmjerile u nju (LACON, 2014).



Slika 23. Prometni znak upozorenja o nazočnosti žaba na prometnicama (DZZP, 2014).

#### 3.2.3.2. Trajne ograde za zaštitu vodozemaca

Podaci za čitavo ovo podpoglavlje preuzeti su od DZZP-a (2015).

Za izgradnju trajnih ograda koriste se izdržljivi materijali poput betona ili metala. Gotovi elementi ograda dostupni su kod raznih proizvođača. Glavna vertikalna struktura mora biti visine najmanje 40 cm i površine gornjeg ruba najmanje 2 cm kako bi se spriječilo prelaženje životinja preko ograde (Slika 24.). Završetak ograde mora biti izgrađen u obliku slova U, koji će usmjeravati životinje natrag kako ne bi prelazile prometnicu iza završetka ograde.



Slika 24. Metalna ograda za zaštitu vodozemaca od prometnica s vertikalnim i horizontalnim dijelovima (LACON, 2014).

Održavanje usmjeravajućih struktura (ograda) i propusta ključni su za njihovu učinkovitost. Vegetacija ih ne smije prerasti jer bi u suprotnom vodozemci mogli iskoristiti vegetaciju za prelazak preko usmjeravajuće strukture kao što je prikazano na Slici 25.



Slika 25. Ograda za zaštitu vodozemaca koju je prerasla vegetacija (LACON, 2014).

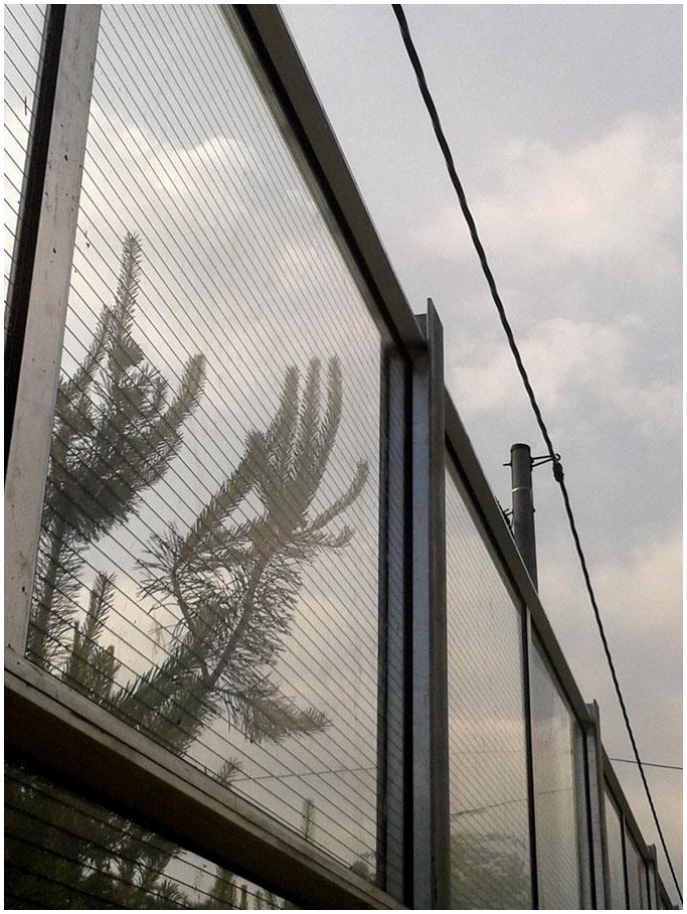
#### 3.2.3.3. Ograde za zaštitu ptica

Tijekom izgradnje prometnica moguća su ograničenja rada ovisno o sezoni ili dobu dana kako bi se smanjio rizik od kolizije za ptice, te je u jako osjetljivim područjima ponekad potrebno postaviti zaštitne ograde. Tijekom korištenja prometnice opasnost od kolizije uzrokuje sam promet. Kako bi se rizik smanjio ili minimalizirao, preporuka je ne stvarati staništa za hranjene ili odmor ptica duž prometnice. U slučajevima kada prometnica presijeca šumu i područja koja ptice često koriste (npr. jer se kreću između dva staništa) vrlo su korisne zaštitne ograde (Garniel i Mierwald, 2010).

Što su bolje provedene mjere za sprječavanje kolizije životinja i vozila, prometnice će manje privlačiti i ptice grabljivice. Stoga bi bilo poželjno što češće uklanjati pregažene životinje. Visoki rizik od kolizija za ptice predstavljaju prozirne ograde protiv buke uz prometnice. Kako bi se taj rizik uklonio ili smanjio moguće je primijeniti mjere koje povećavaju vidljivost ograda (DZZP, 2015).

Vezano uz smanjenje rizika od kolizije s prozirnim ogradama protiv buke u Austriji su provedena istraživanja koja su pokazala da je markiranjem staklenih pregrada rizik smanjen, ali ne i u potpunosti uklonjen (Rössler i sur., 2007). Postavljanje naljepnica sa siluetama ptica grabljivica na ograde nije umanjilo rizik od kolizije. Testirano je osam

različitih sustava, uglavnom se radilo o postavljanju vertikalnih i horizontalnih pruga različite širine i na različitim udaljenostima. Rezultati su pokazali da nema razlike između crnih i bijelih pruga, a najuspješnijim se pokazao sustav pod nazivom Plexiglas® Soundstop kojeg čine 2 mm široke crne horizontalne pruge međusobno udaljene 28 mm (Slika 26.). Drugi su sustavi također značajno smanjili kolizije, poput sustava 10v, kojeg čine 2 cm široke bijele horizontalne pruge međusobno udaljene 10 cm. Istraživanje je također pokazalo da pozadinsko osvjetljenje utječe na uspješnost više nego sam raspored pruga; pri lošem osvjetljenju rezultati svih sustava bili su značajno lošiji (DZZP, 2015).



Slika 26. PLEXIGLAS® Soundstop sustav za smanjenje rizika od kolizije s pticama (Tomasz Chyra, CALVERO Sp. z o.o. Sp.k.).

### 3.3. Propisi i konvencije

#### 3.3.1. Hrvatski propisi (zakoni i pravilnici)

Većina podataka za ovo podpoglavlje preuzeta je od IGH-a (2002); AZO (2008).

Republika Hrvatska sustavno skrbi o svojim najvrjednijim dijelovima prirode, te zaštita prirode i okoliša dobiva sve važnije mjesto u razvoju društva i održivog gospodarskog razvoja.

Problematika koja dodiruje pitanja propusnosti cesta za životinje, a kroz zaštitu životinja kao i očuvanje cjelovitosti i povezanosti njihovih staništa je regulirana Zakonom o zaštiti prirode kao krovnim zakonom, podzakonskim aktima i međunarodnim konvencijama.

Profesionalni rad na području zaštite prirode započinje osnivanjem Zavoda za zaštitu prirodnih rijetkosti 1946. godine. Kasnije Zavod djeluje pod nazivom Republički zavod za zaštitu prirode sve do 1990. kada postaje sastavni dio tijela državne uprave nadležnog za zaštitu prirode.

Zakon o zaštiti prirode proglašen je u lipnju 2013. godine (NN 80/13). Ovim se Zakonom uređuje sustav zaštite i cjelovitog očuvanja prirode i njezinih dijelova te druga pitanja s tim u vezi.

Propusnost autoceste za divlje životinje prati se u suradnji Hrvatskih autocesta i stručnjaka Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom 2002. godine izrađena je studija sa smjernicama za prijelaze za životinje. Početkom 2007. godine donesen je i Pravilnik o prijelazima za divlje životinje (NN 5/07). Tim su Pravilnikom propisane mjere zaštite te utvrđeni obveznici zaštite i način održavanja prijelaza za divlje životinje preko javnih cesta, drugih prometnica ili građevina koje prelaze preko poznatih putova kretanja divljih životinja.

#### 3.3.2. Međunarodne konvencije

Podaci za čitavo ovo podpoglavlje preuzeti su od IGH-a (2002); AZO (2014a).

Međunarodnopravni sustav zaštite dijelova prirode uređen je nizom međunarodnih konvencija, preporuka i rezolucija, kao i bilateralnim i multilateralnim ugovorima,

kojima se sustavno uređuju, imajući u vidu svoje i zajedničke potrebe i interese, pojedina pitanja zaštite prirode, odnosno biološke i krajobrazne raznolikosti.

Međunarodne konvencije koje je potpisala Republika Hrvatska, a koje se odnose i na problematiku obrađenu u ovom radu su slijedeće:

1. Konvencija o zaštiti svjetske kulturne i prirodne baštine

   Donesena je u Parizu 1972. godine.

   Potpisana (Sl. list SFRJ - Međunarodni ugovori, br. 56/74).

   Provedena sukcesija (NN - Međunarodni ugovori, br. 12/93).

   Regulira zaštitu nacionalne kulturne i prirodne baštine, vrednovanje i upis najvrjednijih područja u Popis svjetske kulturne i prirodne baštine.

2. Konvencija o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa

   Donesena je u Bernu 1979. godine.

   Stupila na snagu u RH 2000. godine (NN 6/2000).

   Ciljevi Bernske konvencije su očuvanje europske divlje flore i faune, te očuvanje njihovih prirodnih staništa, kao i osiguranje provođenja mjera zaštite prirode od strane svih relevantnih sektora. Potrebno je osigurati minimalnu zaštitu za najveći broj divljih životinjskih vrsta kao i osigurati posebnu zaštitu za određene ugrožene vrste.

3. Konvencija o zaštiti migratornih vrsta divljih životinja

   Donesena je u Bonnu 23. lipnja 1979. godine.

   Stupila na snagu u RH 2000. godine (NN 6/2000).

   Konvencija regulira međudržavnu suradnju na zaštiti ugroženih migratornih životinjskih vrsta, te predviđa sklapanje posebnih međudržavnih sporazuma za zaštitu pojedinih vrsta.

4. Konvencija o biološkoj raznolikosti

Donesena je u Rio de Janeiro 1992. godine. na Konferenciji Ujedinjenih naroda o okolišu i razvoju. U Republici Hrvatskoj je stupila na snagu 7. listopada 1996. godine.

Regulira područje očuvanja i održivog korištenja vrsta, populacija i staništa, te predstavlja općeniti okvir za uređenje područja zaštite biološke raznolikosti.

5. Direktiva o zaštiti prirodnih staništa i divlje flore i faune

   Direktiva o zaštiti prirodnih staništa i divlje flore i faune br. 92/43/EEC, jedan je od temeljnih propisa koji regulira zaštitu prirode u državama Europske Unije. Članice Europske Unije obvezne su odredbe ove direktive ugraditi u svoje zakonodavstvo.

   Ona uvodi slične mjere zaštite europske flore i faune. Obuhvaća 1000 vrsta (biljaka, sisavaca, gmazova, vodozemaca, riba, određenih skupina beskralješnjaka) te više od 230 stanišnih tipova (nekih močvarnih, travnjačkih, šumskih, morskih i drugih staništa) (DZZP, 2010).

6. IUCN Crvena lista

   IUCN (World Conservation Union) donosi kriterije o statusu ugroženosti pojedinih životinjskih vrsta na temelju čega su vrste stavljene u određene kategorije. Kategorizirane vrste stavljene su (u suradnji sa stručnjacima za pojedine skupine i područja) na tzv. Crvene liste. Crvena lista ima za glavnu ulogu usmjeravanje pažnje svekolike javnosti, NVO-a, stručnih, vladinih i drugih službi, na vrste koje se smatraju ugroženim, te koje zahtijevaju stanovite programe zaštite ili drugu aktivnost u svrhu njihova očuvanja. Osim Crvenih lista koje donose samo popis vrsta i kategoriju ugroženosti, postoje i tzv. Crvene knjige (Red Data Books) u kojima se nalaze opisi vrsta, podaci o rasprostranjenosti, uzroci ugroženosti i potrebne mjere zaštite.

### 3.4. Smjernice za iduće razdoblje

Podaci za ovo podpoglavlje preuzeti su od DZZP-a (2008).

Navedene smjernice propisane su do strane DZZP-a.

a) ugraditi smjernice za prijelaze za životinje u sve studije utjecaja na okoliš za zahvate koji mogu imati utjecaj na divlje životinje.
b) sustavno pratiti utjecaj prometnica na divlje životinje, posebice u područjima velikih zvijeri.
c) osigurati protok informacija između prometnog sektora/gospodarskih subjekata prometnog sektora i sektora zaštite prirode radi uspostave kvalitetnog praćenja (monitoringa) te provođenja mjera zaštite.

# 4. DISKUSIJA

Fragmentacija staništa je skup procesa kojima čovjek neku prirodnu cjelinu podijeli na manje dijelove (fragmente). Najčešće to postiže izgradnjom cestovne infrastrukture, željezničke infrastrukture, kanala, građevina i sl. Poznata je činjenica da se broj vrsta i stabilnost nekog ekološkog sustava smanjuje smanjenjem površine pa to predstavlja značajnu prijetnju biološkoj raznolikosti (Kajtezović, 2013).

Prometnica može značajno utjecati na biološke potrebe životinja, sastav flore i faune, gubitak određenih vrsta, stradavanje životinja na cestama, sama prometnica izvor je buke i svjetlosti, uzrokuje zagađenje okoliša i mijenja hidrološki režim površinskih i podzemnih voda (IGH, 2002).

U svijetu je trend porasta razumijevanja za probleme izazvane prometnicama i to prate brojni lokalni i međunarodni propisi. Izrađuju se sve detaljnije studije utjecaja na okoliš sa stručnjacima iz različitih područja i analizom krajobraza radi prepoznavanja "zona spajanja" (IGH, 2002).

Ovaj rad obrađuje skupine životinja koje žive u Hrvatskoj i koje zbog svojih i bioloških potreba mogu biti utjecanje izgradnjom prometnica. Prikazani su mogući načini smanjivanja negativnih utjecaja cesta na populacije životinja koje studije o utjecaju na okoliš trebaju uzimati u obzir.

Hrvatska je jedna od posljednjih zemalja u Europi gdje još žive sve tri vrste velikih zvijeri: smeđi medvjed (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758), sivi vuk (*Canis lupus* Linnaeus, 1758) i Euroazijski ris (*Lynx lynx* Linné, 1758). Procjenjuje se da je populacija medvjeda 400 do 500 jedinki, vukova 100 do 150, a risova 80 do 100 (Huber, 1995/96, 1998).

Velike zvijeri (ris, vuk i medvjed) su primjer osjetljivih vrsta na utjecaj prometnica. Sve ove životinje trebaju veliki prostor radi pronalaženja plijena pa fragmentacija staništa čini veliku prijetnju za budućnost populacija. Jedan ili samo nekoliko čopora ne smiju biti izolirani od drugih čopora. U suprotnom bi došlo do prekida protoka gena, parenja u srodstvu i smanjenja populacije. Problem još predstavlja neadekvatna žičana ograda uz

autoceste, koje omogućava prolazak ispod ili iznad ograde te predstavlja opasnost za životinje i ljude u smislu sigurnosti u prometu (IGH, 2002).

Velike zvijeri zahtijevaju veliki prostor za kretanje i izbjegavanje susreta s čovjekom. Izgradnja prometnica prisiljava ih na približavanje čovjeku i/ili njegovim objektima što ograničava njihovo biološku potrebu. Također prometnice ih privlače zbog krutih organskih otpadaka koji su ostavljeni na stajalištima autocesta te pregažene životinje na samim prometnicama. Sve to čini antropogeni izvor hrane (IGH, 2002).

Iskustvo govori da svaka jedinka koja se navikne na život uz antropogene izvore hrane ubrzo strada od prometa ili mora biti odstrijeljena (Huber i sur., 1994).

Veliku pažnju također treba posvetiti i vodozemcima koji u rano proljeće započinju sezonu razmnožavanja i migracije pri čemu vrlo često stradavaju u prometu. Gradnjom prometnica ljudi su na nekim mjestima presjekli višestoljetne putove vodozemaca. Tu onda nastaje problem jer prilikom migracije s kopna u vodu, ali i kasnije nakon završetka parenja, iz vode natrag na kopno, vodozemci prelaze preko tih prometnica, i veliki broj ih stradava pod kotačima automobila. Prilikom jednog istraživanja zabilježeno je da 75 % odraslih jedinki, prije nego ostavi potomstvo u vodi strada (Hyla, 1997). Mjesta na prometnicama na kojima dolazi do masovnih stradavanja vodozemaca zovu se "Crne točke" (Hyla, 1997).

Dobar način kojim se smanjuje fragmentacija staništa čine zeleni mostovi. Preko njih prelaze svi pripadnici faune od velikih sisavaca do kukaca. Nakon završetka gradnje zeleni most treba pošumiti autohtonom vegetacijom tako da se potpuno uklopi u krajolik.

Na zelenom mostu može biti i više različitih tipova staništa: malih bara, travnjaka i nizova niskog drveća na rubovima. Da bi uspješno povezali suprotne strane autoceste, vegetacijski koridori vode, više ili manje neprekidno, preko zelenog mosta i nastavljaju se uklapajući se u obližnji okoliš. Takovi zeleni mostovi predstavljaju veoma važne veze unutar regionalnih mreža staništa (IGH, 2002).

Loše strane zelenih mostova su što ih je premalo, oko prijelaza je navezeni otpad, primijećeno je krčenje šuma te je primijećeno korištenje zelenih mostova od strane ljudi. Ti svi negativnu učinci vrlo nepovoljno djeluju na kretanje životinja i njihovu orijentaciju u prostoru.

Kvaliteta izgradnje autocesta je jako napredovala tako da danas imamo puno sigurnije i kvalitetnije autoceste na kojima postoje vrlo složeni sustavi (npr. kanalizacija, nadzorni sustav, ograde itd.) koji, osim omogućavanja kvalitetnije vožnje, služe i očuvanju prirode, odnosno smanjenju štetnih posljedica na prirodu. Prednost Hrvatske je što se razvoj infrastrukture događa u novije vrijeme u kojem je jako porasla svijest o važnosti zaštite prirode te smo tu u prednosti nad mnogim razvijenijim zemljama koje su ranije izgradile svoje autoceste. Izgradnja zelenih mostova (ali i drugih prijelaza za životinje) u Republici Hrvatskoj regulirana je Pravilnikom o prijelazima za divlje životinje (NN 5/07) (Kajtezović, 2013).

Osim u Hrvatskoj, i u razvijenim zemljama Europe vodi se briga o ublažavanju fragmentacije staništa. Tako u istočnoj Švicarskoj, postoje dva ekodukta (Aspiholz i Fuchswies) iznad četvero tračne autoceste koji se u literaturi često navode kao primjeri (Magnin, 1994). Oba su izgrađena da bi se spriječila fragmentacija i razdvajanje većeg, kontinuiranog šumskog kompleksa.

U Nizozemskoj i Švicarskoj intenzivno se razmatraju planovi o spuštanju prometnica u tunele, tamo gdje je to moguće. Radi se o tunelima širokim1.5 odnosno 1.7 kilometara s ciljem da bi se održala životinjska, krajobrazna i kulturološka povezanost (IGH, 2002).

U Nizozemskoj je postavljeno nekoliko stotina cijevi da bi se spriječilo stradavanje jazavca na cestama što je i uspjelo te se populacija oporavlja. Cijevi, osim jazavaca, koriste i druge životinje: ježevi, nutrije, kunići, zečevi, lisice, kune, lasice (IGH, 2002).

Informiranje šire javnosti i ciljanih skupina ne provodi se sustavno, već sporadično, u sklopu različitih projekata zaštite prirode ili primjerice obilježavanja važnih datuma poput Dana zaštite prirode, Dana močvarnih staništa, promocija novih stručnih izdanja, povremenog održavanja tematskih okruglih stolova, konferencija za novinare i sl. Uglavnom se tiskaju različite publikacije. Informiranje javnosti važan je korak u uključivanje i sudjelovanje u zaštiti prirode. Tako primjerice, sve više građana dojavljuje informacije o pronalasku ozlijeđenih ili usmrćenih zaštićenih životinja, zloupotrjebu zelenih mostova. Mogućnost je to dojave o nepravilnostima i kršenjima propisa zaštite prirode, koje nadležna inspekcija zbog premalog broja zaposlenika ne može pratiti. Stoga je u tom segmentu od presudne važnosti informiranje javnosti (DZZP, 2008).

Obrazovanje u zaštiti prirode još uvijek ne predstavlja prioritet, iako bi mlađe generacije trebale preuzeti brigu o zaštiti prirode u budućnosti. Iako je suradnja vrlo dobra na razini strukovnih organizacija, suradnju na razini državnih uprava nadležnih za prosvjetu i zaštitu prirode potrebno je poboljšati. Upravo je ova suradnja nužna za donošenje strategije obrazovanja o zaštiti prirode i odgovarajućih promjena postojećih školskih programa. Iako se godišnje održavaju tematski stručni skupovi djelatnika u prosvjeti, nedovoljna pažnja se pridaje stručnom usavršavanju o zaštiti prirode. Kako bi se potaknuo interes za zaštitu prirode i potrebu njenog očuvanja, postojeće školske programe bi trebalo nadopuniti terenskom nastavom i staviti naglasak na obrazovanje o prirodnim vrijednostima koje se nalaze na području osnovne ili srednje škole. Sljedeći korak je aktivno uključivanje u praćenje pojedinih biljnih, životinjskih vrsta, vrsta gljiva, staništa i geoloških lokaliteta. (AZO, 2008).

Pravilnik o ocjeni prihvatljivosti zahvata za prirodu donesen je u srpnju 2007. godine (NN 76/07) uz suglasnost Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, ali se nije primjenjivao do donošenja Uredbe o ekološkoj mreži. Navedenim pravilnikom propisana je obveza ocjene prihvatljivosti za prirodu i za planove gospodarenja prirodnim dobrima, kroz postojeće instrumente Zakona o zaštiti prirode. Unatoč pozitivnoj legislativi u RH se posebno u zadnjem desetljeću događa intenzivno korištenje i neselektivno ‘zauzimanje’ ruralnih prostora i obalnog prostora. Stoga se više nego ikad prije nameće potreba zaštite prirode ne samo u obliku reprezentativne zaštite (ugrožene vrste, osjetljiva staništa i/ili koridori, kategorizirana zaštićena područja) nego i u obliku zaštite pojedinih prirodnih prostornih cjelina (AZO, 2008).

Izgradnja i korištenje prometnica imaju različite utjecaje na stanišne tipove te biljne i životinjske vrste. Stoga moraju biti pažljivo ocijenjeni, a očekivane utjecaje i predložene mjere ublažavanja potrebno je detaljno opisati i dokumentirati na cjelovit način. Utjecaji se razlikuju u fazi izgradnje i fazi korištenja prometnice te stoga moraju biti ocijenjeni i opisani odvojeno. Utjecaji u fazi izgradnje uglavnom su kratkotrajni dok utjecaji u fazi korištenja prometnice traju puno duže (DZZP, 2015).

Rezultati ovog istraživanja upućuju da izgradnja prometnih infrastruktura i drugih objekata ne moguće izbjeći, već se s tom problematikom moraju posvetiti i educirati mnogi budući inženjeri mnogih struka (inženjeri građevine, inženjeri prometa,

agronomi, itd.). Između ostalog i inženjerstva okoliša jer je od uvelike važnosti da se izgradi sigurna i kvalitetna prometna infrastruktura ne samo za sigurnost ljudi već i za biljni i životinjski svijet. Pa prema tome, spajanjem i sudjelovanjem i drugih multidisciplinarnih struka omogućuje se stvaranje sigurnih prometnih infrastruktura.

# 5. ZAKLJUČCI

Fragmentacija staništa je skup procesa kojima čovjek velike prirodne cjeline koje se sastoje od jednog ili najčešće više ekoloških sustava, podijeli na manje dijelove (fragmente).

Fragmentacija staništa prometnom infrastrukturom prepoznata je kao jedan od najznačajnijih čimbenika koji utječu na pad bioraznolikosti u Europi.

Ovaj rad je nastao sakupljanjem i sistematiziranjem podataka iz literatura te su navedeni neki osnovni zaključci rada:

- Nepovoljni utjecaji prometnica su: fragmentacija staništa, stradavanje životinja, nemogućnost migracije životinja (efekt barijere), introdukcija egzotičnih vrsta, promjena mikroklime, promjena hidrološkog režima, onečišćenje i zagađenje okoliša, svjetlosno onečišćenje, utjecaj buke.
- Nepovoljni utjecaji fragmentacije staništa uslijed prometne infrastrukture: dijeljenje staništa na manje dijelove (fragmente), smanjenje biološke raznolikosti.

Prema podacima iz literature u Hrvatskoj na cestama najviše stradavaju krupne divljači, ptice i velike zvijeri, a na prugama jelenska divljač i medvjedi.

- Tehničke mjere ublažavanja čine nekoliko skupina rješenja koji omogućavaju životinjama da prijeđu prometnicu, a to su: zeleni mostovi - prijelazi, prolazi za životinje (prolazi i prijelazi za šišmiše, tunelski prolazi za vodozemce, cijevni i podzemni prolazi za sitne sisavce i druge kralješnjake), ograde za zaštitu životinja.

Do sada je izgrađeno 11 zelenih mostova za prijelaz divljih životinja. Zeleni mostovi pokazali su se kao dobra mjera za smanjenje fragmentacije staništa.

- U Hrvatskoj je veliki problem nedovoljne informiranosti javnosti o problemima fragmentacije staništa vezenih uz prometnice. Ističe se velika potreba za suradnju s vlastima kako bi se pospješilo smanjenje fragmentacije staništa.

Ukoliko se o tom problemu u budućnosti ne posveti pažnja, može dovesti do ozbiljnog narušavanja kvalitete staništa i degradacije. Prometnice treba shvatiti kao dio šireg krajolika kako bi se ustanovili i ublažili njeni ekološki utjecaji.

# 6. LITERATURA

ARZ (Autocesta Rijeka Zagreb) (2013): Izvadak iz baze podataka, Autocesta Rijeka Zagreb d.o.o. U: DZZP (2014): Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012. Dostupno na: http://www.dzzp.hr/analiza-stanja-prirode-u-republici-hrvatskoj/razdoblje-2008-2012/analizastanja-prirode-u-republici-hrvatskoj-za-razdoblje-2008-2012-1379.html, [31.08.2017.].

AZM (Autocesta Zagreb Macelj) (2013): Izvadak iz baze podataka 2013, Autocesta Zagreb - Macelj d.o.o. Zagreb. U: DZZP (2014): Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012. Dostupno na: http://www.dzzp.hr/analiza-stanja-prirode-u-republici-hrvatskoj/razdoblje-2008-2012/analizastanja-prirode-u-republici-hrvatskoj-za-razdoblje-2008-2012-1379.html, [31.08.2017.].

AZO (Agencija za zaštitu okoliša) (2008): Strategija i akcijski plan zaštite biološke i krajobrazne raznolikosti Republike Hrvatske, Zagreb. Dostupno na: http://www.azo.hr/Propisi, [27.08.2017.].

AZO (Agencija za zaštitu okoliša) (2014): Izvješće o stanju okoliša dodatak u Republici Hrvatskoj, Zagreb. Dostupno na: www.azo.hr/lgs.axd?t=16&id=5462, [28.02.2017.].

AZO (Agencija za zaštitu okoliša) (2014a): Međunarodni pravni propisi na području zaštite prirode, Zagreb. Dostupno na: http://www.azo.hr/MedunarodniPravniPropisi?dm=2, [27.08.2017.].

BINA (Bina-Istra) (2013): Izvadak iz baze podataka 2013, Bina-Istra, d.d. Zagreb. U: DZZP (2014): Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012. Dostupno na: http://www.dzzp.hr/analiza-stanja-prirode-u-republici-hrvatskoj/razdoblje-2008-2012/analizastanja-prirode-u-republici-hrvatskoj-za-razdoblje-2008-2012-1379.html, [31.08.2017.].

CLC (Corine Land Cover) (2012): European Environmental Agency. U: DZZP (2014): Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012. Dostupno na: http://www.dzzp.hr/analiza-stanja-prirode-u-republici-hrvatskoj/razdoblje-2008-

2012/analizastanja-prirode-u-republici-hrvatskoj-za-razdoblje-2008-2012-1379.html, [31.08.2017.].

Damarad, T. i Bekker, G. J. (2003): COST 341 – Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure: Findings of the COST Action 341. Sweden.

Direktiva 92/43/EEZ Vijeća od 21. svibnja 1992. o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore. Dostupno na: http://www.voda.hr/hr/direktiva-o-ocuvanju-prirodnih-stanista-divlje-flore-faune [06.09.2017.].

DZS (Državni zavod za statistiku) (2013): Statistički ljetopis Republike Hrvatske za 2013. godinu. Zagreb. U: DZZP (2014): Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012. Dostupno na: http://www.dzzp.hr/analiza-stanja-prirode-u-republici-hrvatskoj/razdoblje-2008-2012/analizastanja-prirode-u-republici-hrvatskoj-za-razdoblje-2008-2012-1379.html, [31.08.2017.].

DZZP (Državni zavod za zaštitu prirode) (2008): Izvješće o stanju prirode i zaštite prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2000. - 2007., Zagreb. Dostupno na: https://vlada.gov.hr/UserDocsImages//Sjednice/Arhiva//46_12_a.pdf, [31.08.2017.].

DZZP (Državni zavod za zaštitu prirode) (2010): EU direktive: Direktiva o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore, Zagreb. Dostupno na: http://www.dzzp.hr/ekoloska-mreza/natura-2000/eu-direktive-718.html, [27.08.2017.].

DZZP (Državni zavod za zaštitu prirode) (2013): Baza podataka. Državni zavod za zaštitu prirode. Zagreb. U: DZZP (2014): Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012. Dostupno na: http://www.dzzp.hr/analiza-stanja-prirode-u-republici-hrvatskoj/razdoblje-2008-2012/analizastanja-prirode-u-republici-hrvatskoj-za-razdoblje-2008-2012-1379.html, [31.08.2017.].

DZZP (Državni zavod za zaštitu prirode) (2013a): Izvješće o stanju populacije vuka u 2012. godini, Državni zavod za zaštitu prirode. Zagreb. Dostupno na: www.dzzp.hr/dokumenti_upload/20121001/dzzp201210011056250.pdf, [31.08.2017.].

DZZP (Državni zavod za zaštitu prirode) (2014): Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012. Dostupno na: http://www.dzzp.hr/analiza-stanja-prirode-u-republici-hrvatskoj/razdoblje-2008-2012/analizastanja-prirode-u-republici-hrvatskoj-za-razdoblje-2008-2012-1379.html, [27.02.2017.].

DZZP (Državni zavod za zaštitu prirode) (2015): Stručne smjernice - prometna infrastruktura, Zagreb. Dostupno na: http://www.dzzp.hr/dokumenti_upload/20160525/dzzp201605251320590.pdf, [28.02.2017.].

EEA (European Environment Agency) (2011): Landscape Fragmentation in EUROPE, Landscape fragmentation in Europe, Joint EEA-FOEN report, Copenhagen. Dostupno na: https://www.eea.europa.eu/publications/landscape-fragmentation-in-europe, [31.08.2017.].

FSV (Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene – Verkehr) (2007): RVS 04.03.12 Wildschutz / Wildlife Protection, Environmental Examination. Wien. Dostupno na: http://www.fsv.at, [26.05.2017.].

Garniel, A. i Mierwald, U. (2010): Arbeitshilfe Vögel und Straßenverkehr. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Germany. Dostupno na: www.kifl.de/pdf/ArbeitshilfeVoegel.pdf, [26.08.2017.].

Gužvica, G. i Šver, S. (2013): Rezultati praćenja prijelaza i prolaza vukova preko zelenih mostova i vijadukata na dionici Bosiljevo - Šestanovac autoceste u Izvješća o stanju populacije vuka u 2012. godini, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb. Dostupno na: www.dzzp.hr/dokumenti_upload/20140205/dzzp201402050953590.pdf, [31.08.2017.].

HAC (Hrvatske autoceste) (2013): Izvadak iz baze podataka 2013. Zagreb. U: DZZP (2014): Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012. Dostupno na: http://www.dzzp.hr/analiza-stanja-prirode-u-republici-hrvatskoj/razdoblje-2008-2012/analizastanja-prirode-u-republici-hrvatskoj-za-razdoblje-2008-2012-1379.html, [31.08.2017.].

HC (Hrvatske ceste) (2013): Izvadak iz baze podataka, Hrvatske ceste d.o.o. Zagreb. U: DZZP (2014): Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012. Dostupno na: http://www.dzzp.hr/analiza-stanja-prirode-u-republici-hrvatskoj/razdoblje-2008-2012/analizastanja-prirode-u-republici-hrvatskoj-za-razdoblje-2008-2012-1379.html, [31.08.2017.].

Huber, D., Dabanović, V., Kusak, J., A. Frković, A. (1994): Reintroduction of hand-reared brown bears into the wild: experiences, problems, chances. International conference on aspects of bear conservation. Bursa: 179-186. Germany.

Huber, Đ. (1995/1996): Opis velikih sisavaca. Large mammals. Grosssäugetiere. pp. 173-179 u D. Zdunić ed.: Prirodna baština hrvatske. The natural heritage of Croatia (odvojena izdanja na hrvatskom, engleskom i njemačkom jeziku). Buvina d.o.o., Zagreb.

Huber, Đ. (1998): Kopnene životinje - razlozi ugroženosti, istraživanje i pristupi zaštiti. str. 75-93 u H. Gomerčić ed.:Etika u odnosu čovjeka i životinja. Zagreb: HAZU.

HUKA (Hrvatske udruge koncesionara za autoceste s naplatom cestarine) (2004 - 2017): Mreža autocesta, Zagreb. Dostupno na: http://www.huka.hr/mreza-autocesta [27.7.2017.].

Hyla **(**Hrvatsko herpetološko društvo**)** (1997): Razlozi ugroženosti vodozemaca, Zagreb. Dostupno na: http://www.hhdhyla.hr/**,** [26.08.2017.].

HŽ (Hrvatske željeznice) (2013): Analiza izvanrednih događaja u kojima je došlo do stradanja životinja u periodu 2008 - 2012, HŽ Infrastruktura d.o.o., Zagreb. U: DZZP (2014): Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012. Dostupno na: http://www.dzzp.hr/analiza-stanja-prirode-u-republici-hrvatskoj/razdoblje-2008-2012/analizastanja-prirode-u-republici-hrvatskoj-za-razdoblje-2008-2012-1379.html, [31.08.2017.].

IGH (Institut građevinarstva Hrvatske d.d.) (2002): Propusnost cesta za životinje - Prijedlog smjernica za projektiranje, Zagreb. Dostupno na: http://bib.irb.hr/datoteka/138626.zivotinje4.doc [13.05.2017.].

Iuell, B., Bekker, H., Cuperu, R., Dufek, J., Fry, G., Hick, C., Hlavác, H., Keller, V., Rosell, C., Sangwine, T., Torslov N. i Wandall, B. (2003): Wildlife and Traffic. A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. KNNV Publishers, Worcester, United Kingdom.

Kajtezović, N. (2013): Utjecaj izgradnje autocesta na fragmentaciju staništa, Zagreb. Dostupno na:

http://www.geografija.hr/hrvatska/utjecaj-izgradnje-autocesta-na-fragmentaciju-stanista/ [19.05.2017.].

Konvencija o zaštiti svjetske kulturne i prirodne baštine, Pariz, 1972, ("Službeni list SFRJ" – Međunarodni ugovori, br. 56/74).

LACON (2014): Fledermäuse und Straße, Annahmewahrscheinlichkeit von Querungshilfen für Fledermäuse. Wien. Dostupno na: http://www.bmvit.gv.at/verkehr/strasse/umwelt/downloads/studie_fledermaus.pdf, [31.08.2017.].

Langton, T.E.S. (ed) 1989: Amphibians and Roads, proceedings of the toad tunnel conference. ACO Polymer Products, Shefford. England.

Limpens, H.J.G.A., Twist, P. i Veenbaas, G. (2005): Bats and Road Construction - Brochure about bats and the ways in which practical mesures can be taken to observe the legal duty of care for bats in planning, constructing, reconstructing and managing roads. Netherlands. Dostupno na: http://publicaties.minienm.nl/documenten/bats-and-road-construction, [26.08.2017.].

Magnin, B. 1994: Damit Rehe und Wildshweine weiterhin wander konnen: Grunbrucken uber Autobahnen. BUWAL Bulletin (Bundesamt fur Umwelt, Wald und Landschaft, Switzerland) 1/94: 16-18.

Martinko, M. (2008): Fragmentacija staništa i rubni efekt. Zagreb. Dostupno na: http://www.geografija.hr/hrvatska/utjecaj-izgradnje-autocesta-na-fragmentaciju-stanista/, [26.08.2017.].

Müller, S. i Berthoud, G. (1994/6). Sécurité faune/trafics; Manuel pratique à l'usage des ingénieurs civils. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Département de génie civil, LAVOC. Lausanne.

MZOIP (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike) (2013): Šesto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema okvirnoj konvenciji UN-a o promjeni klime (UNFCC), nacrt. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode. Zagreb. Dostupno na: mzoip.hr/doc/nacrt_sestog_nacionalnog_izvjesca.pdf, [31.08.2017.].

Odluka o objavljivanju mnogostranih međunarodnih ugovora kojih je Republika Hrvatska stranka na temelju notifikacija o sukcesiji. Narodne novine (NN) 12/1993.

Dostupno na: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/1993_10_12_27.html [04.09.2017.].

Pravilnik o prijelazima za divlje životinje. Narodne novine (NN) 5/2007. Dostupno na: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_01_5_278.html [04.09.2017.].

Rössler, M., Laube, W. i Weihs, P. (2007): Vermeidung von Vogelanprall an Glasflächen. Experimentelle Untersuchungen zur Wirksamkeit von Glasmarkierungen unternatürlichen Lichtbedingungen im Flugtunnel II. Wiener Umweltanwaltschaft, pp. 56. Wien.

Tomasz Chyra, CALVERO Sp. z o.o. Sp.k . Dostupno na: http://calvero.hr/galerija/page/24/, [22.05.2017.].

VEF (Veterinarski fakultet) (2013): Izvadak iz inertne baze podataka, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb. U: DZZP (2014): Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012. Dostupno na: http://www.dzzp.hr/analiza-stanja-prirode-u-republici-hrvatskoj/razdoblje-2008-2012/analizastanja-prirode-u-republici-hrvatskoj-za-razdoblje-2008-2012-1379.html, [31.08.2017.].

Weber, H. i Illmann, J., ur. (2008): Nature Data 2008, Federal Agency for Nature Conservation (BfN), Bonn, Germany. Dostupno na: https://www.bfn.de/01_wir_ueber_uns+M52087573ab0.html, [31.08.2017.].

Zakon o potvrđivanju Konvencije o biološkoj raznolikosti. Narodne novine (NN) 6/1996. Dostupno na: http://narodne novine.nn.hr/clanci/medunarodni/1996_05_6_39.html [06.09.2017.].

Zakon o potvrđivanju Konvencije o zaštiti europskih divljih vrsta i prirodnih staništa (Bernska konvencija). Narodne novine (NN) 6/2000. Dostupno na: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/2000_05_6_66.html [04.09.2017.].

Zakon o potvrđivanju Konvencije o zaštiti migratornih vrsta divljih životinja (Bonnska konvencija). Narodne novine (NN) 6/2000. Dostupno na: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/2000_05_6_67.html [06.09.2017.].

Zakon o prostornom utvrđenju i gradnji. Narodne novine (NN) 76/2007. Dostupno na: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_07_76_2395.html [04.09.2017.].

Zakon o zaštiti prirode. Narodne novine (NN) 80/2013. Dostupno na: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_80_1658.html [04.09.2017.].

# POPIS SLIKA

Slika 1. Broj vozila na autocestama u razdoblju 2008. - 2012. godine (HAC, 2013; ARZ, 2013; AZM, 2013). ..... 2

Slika 2.Karta područja većih od 100 $km^2$ koja nisu fragmentirana infrastrukturom (CLC, 2012; HAC, 2013; HŽ, 2013). ..... 4

Slika 3. Postotak područja većih od 100 $km^2$ koja nisu fragmentirana infrastrukturom u odnosu na površinu županija (CLC, 2012; HAC, 2013; HŽ, 2013). ..... 4

Slika 4. Lokacije stradavanja divljači i ptica na državnim, županijskim i lokalnim cestama u razdoblju 2010.- 2012. godine (HC, 2013). ..... 9

Slika 5. Broj stradalih životinja na autocestama po godinama u razdoblju 2008. - 2012. godine (HAC, 2013; ARZ, 2012; AZM, 2013; BINA, 2013). ..... 10

Slika 6. Stradavanje jedinki pojedinih vrsta životinja na prugama u razdoblju 2008. - 2012. godine (HŽ, 2013)..... 11

Slika 7. Lokacije stradavanja jedinki vuka od cestovnog prometa u razdoblju 2008. - 2012. godine (DZZP, 2013a). ..... 12

Slika 8. Lokacije stradavanja jedinki medvjeda od cestovnog i željezničkog prometa u razdoblju 2008. - 2012. godine (VEF, 2013). ..... 13

Slika 9. Udio procijenjenih vrsta po skupinama na koje utječe prometna infrastruktura (DZZP, 2013)..... 14

Slika 10. Primjer fragmentacije staništa (Martinko, 2008)..... 18

Slika 11. Zeleni most Dedin kod Delnica (IGH, 2002). ..... 19

Slika 12. Površina zelenog mosta Dedin (IGH, 2002)..... 20

Slika 13. Zeleni mostovi na cestovnoj infrastrukturi izgrađeni za prijelaz divljih životinja u Hrvatskoj (VEF, 2013).. ..... 20

Slika 14. Oblici prolaza za male kopnene životinje (Iuell i sur., 2003)..... 22

Slika 15. AT200 tunel za vodozemce od polimer betona koji apsorbira manje vode od običnog betona (IGH, 2002). ..... 23

Slika 16. Na donjem dijelu ograde za divljač mreža je gušće postavljena kako manje životinje ne bi prolazile kroz ogradu (Ieull i sur., 2003). ..... 25

Slika 17. Minimalna veličina ograde mjeri se sa strane s koje životinje prilaze prometnici (Müller i Berthoud, 1994/6). ..... 26

Slika 18. Kombinirana ograda za zaštitu divljači i vodozemaca (LACON, 2014)..... 27

Slika 19. Kombinirana ograda za zaštitu divljači i vodozemaca (LACON, 2014)..... 27

Slika 20. Privremena ograda za zaštitu vodozemaca od čvrste neprozirne plastične folije visine 40 cm, zajedno s gustom mrežom (LACON, 2014)..... 29

Slika 21. Ukopana lovna posuda za vodozemce (LACON, 2014) ..... 29

Slika 22. Završetak privremene ograde za vodozemce u obliku slova U i zadnja lovna posuda kako bi se sve preostale životinje usmjerile u nju (LACON, 2014)..... 30

Slika 23. Prometni znak upozorenja o nazočnosti žaba na prometnicama (DZZP, 2014) ..... 30

Slika 24. Metalna ograda za zaštitu vodozemaca od prometnica s vertikalnim i horizontalnim dijelovima (LACON, 2014) ..... 31

Slika 25. Ograda za zaštitu vodozemaca koju je prerasla vegetacija (LACON, 2014). . 32

Slika 26. PLEXIGLAS® Soundstop sustav za smanjenje rizika od kolizije s pticama (Tomasz Chyra, CALVERO Sp. z o.o. Sp.k.) ..... 33

# POPIS TABLICA

Tabela 1. Primjeri fizičkog utjecaja prometnica na krajolik i biološku raznolikost (IGH, 2002). ..... 7