

# Utvrđivanje stupnja funkcionalnosti zelenog mosta Ivačeno brdo

---

**Popović, Ratko**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac  
University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:632552>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-22**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied  
Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE  
STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**

**RATKO POPOVIĆ**

**UTVRĐIVANJE STUPNJA FUNKCIONALNOSTI ZELENOG  
MOSTA IVAČENO BRDO**

**ZAVRŠNI RAD**

**KARLOVAC, 2015.**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE  
STUDIJ LOVSTVA I ZAŠTITE PRIRODE**

**RATKO POPOVIĆ**

**UTVRĐIVANJE STUPNJA FUNKCIONALNOSTI ZELENOG  
MOSTA IVAČENO BRDO**

**ZAVRŠNI RAD**

**Mentor:**

**Dr. sc. Matija Franković, vpred.**

**KARLOVAC, 2015.**

## **PREDGOVOR**

Zahvaljujem se tvrtki Oikon d.o.o. – Institutu za primijenjenu ekologiju na pruženoj mogućnosti mogega sudjelovanja na projektu praćenja prijelaza životinja preko zelenog mosta Ivačeno brdo kao i na ustupljenim podacima koji su prikupljeni tijekom tog projekta te obrađeni u ovom radu. Također se zahvaljujem obitelji, roditeljima, braći, sestrama, prijateljima i svima koji su me podržavali tijekom studiranja. Posebno se zahvaljujem Goranu Gužvici, Lidiji Šver i Zoranu Grguriću na nesebičnom pomaganju tijekom terenskih istraživanja i prilikom izrade ovog rada

## **SAŽETAK:**

U posljednjih petnaestak godina u staništima divljih životinja u Hrvatskoj izgrađena je mreža prometnica (autoceste) koje fragmentiraju staništa te otežavaju migracije životinja. Jedan od osnovnih kriterija prihvatljivosti zahvata izgradnje autoceste s aspekta faune u studijama utjecaja na okoliš je stupanj propusnosti autoceste za prolaz, odnosno prijelaz divljih životinja. U ovisnosti o konfiguraciji terena većem stupnju propusnosti znatno doprinose strukture kao što su tuneli i vijadukti. Međutim, tamo gdje njihova izgradnja nije potrebna ili moguća, izgrađuju se umjetni tuneli, zeleni mostovi da bi se umanjio negativan utjecaj autocesta na populacije divljih životinja. U Hrvatskoj je do sada izgrađeno jedanaest zelenih mostova. Cilj ovog rada bio je procijeniti stupanj funkcionalnosti zelenog mosta Ivačeno brdo na autocesti A1 na osnovi podataka prikupljenih tijekom 10 mjeseci praćenja. Podaci su prikupljeni metodama infracrvenih senzora, metodom praćenja tragova na kontrolnoj pješčanoj traci i snijegu te metodom fotozamki. Na osnovi dobivenih rezultata moguće je zaključiti da je stupanj funkcionalnosti zelenog mosta Ivačeno brdo na zadovoljavajućoj razini. Također je moguće pretpostaviti da će se funkcionalnost povećavati rastom i razvojem vegetacije koja još uvijek nije dosegla razvijenost okolnih staništa.

Ključne riječi: zeleni most, funkcionalnost, divlje životinje, autocesta, Ivačeno brdo

## **ABSTRACT:**

In the last fifteen years in the wild animal's habitats in Croatia a network of roads (highways) has been built which fragments the habitat and hinders the migration of animals. In environmental impact studies, one of the main criteria for acceptability of the highway's construction project in terms of fauna is the degree of permeability of the highway for the wildlife. Depending on the configuration of the field, structures such as tunnels and viaducts significantly contribute to a higher level of highway permeability. However, where their construction is not necessary or possible artificial overpasses, green (landscape) bridges are built to mitigate the negative impact of highways on wildlife populations. So far, eleven green bridges have been built in Croatia. The aim of this study was to assess the effectiveness of green bridge Ivačeno brdo on the A1 motorway according to data collected during

10 months of monitoring. Data were collected by indirect monitoring methods: track-pads, camera traps and active infrared (IR) trail monitoring system. Based on the obtained results it can be concluded that the degree of effectiveness of green bridge Ivačeno brdo is at a satisfactory level. It is also possible to assume that the effectiveness will increase with growth and density of plant vegetation on green bridge that has not yet reached the level of development of the surrounding habitat, i.e. there is no continuity of the habitat.

Key words: green bridge, effectiveness, wild animals, highway, Ivačeno brdo

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Mjesto istraživanja.....	3
2. MATERIJAL I METODE .....	5
3. REZULTATI .....	10
3.1. Rezultati praćenja prijelaza divljih životinja metodom IC senzora .....	10
3.2. Rezultati praćenja učestalosti prijelaza divljih životinja metodom fotozamki .....	13
3.3. Rezultati praćenja učestalosti prijelaza divljih životinja metodom kontrolne pješčane trake.....	18
4. RASPRAVA .....	22
5. ZAKLJUČCI .....	25
6. LITERATURA .....	27



## POPIS PRILOGA

### Popis tablica:

**Tablica br. 1** Broj prekida IC zrake na zelenom mostu Ivačeno brdo zabilježenih metodom IC senzora u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine ..... 11

**Tablica br. 2** Broj fotografija pojedinih vrsta životinja i čovjeka zabilježenih metodom fotozamki na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine ..... 14

**Tablica br. 3** Broj tragova pojedinih vrsta životinja i čovjeka zabilježenih metodom kontrolne pješćane trake na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od ožujka 2013. do veljače 2014. godine..... 19

**Tablica br. 4** Broj tragova zabilježenih metodom kontrolne pješćane trake na zelenom mostu Ivačeno u razdoblju od ožujka 2013. do veljače 2014. godine .... 20

### Popis grafikona:

**Grafički prikaz br. 1** Dnevna raspodjela broja prekida IC zrake na zelenom mostu Ivačeno brdo..... 10

**Grafički prikaz br. 2** Dnevna raspodjela broja prekida IC zrake na zelenom mostu Ivačeno brdo u ljetnom i zimskom razdoblju..... 11

**Grafički prikaz br. 3** Broj prijelaza zabilježenih metodom IC senzora po odsječcima zelenog mosta Ivačeno brdo u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine..... 12

**Grafički prikaz br. 4** Broj prijelaza zabilježenih metodom IC senzora po mjesecima na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine ..... 12

**Grafički prikaz br. 5** Učestalost životinja i čovjeka određenih metodom fotozamki na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine ..... 15

**Grafički prikaz br. 6** Broj fotografija zabilježenih metodom fotozamki po odsječcima na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine ..... 15

**Grafički prikaz br. 7** Raspodjela korištenja odsječaka zelenog mosta Ivačeno brdo izražena u postocima za pojedine vrste životinja ..... 16

**Grafički prikaz br. 8** Broj fotografija zabilježenih metodom fotozamki po mjesecima na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine ..... 16

**Grafički prikaz br. 9** Učestalost pojedinih vrsta životinja i čovjeka utvrđena na osnovi tragova zabilježenih metodom kontrolne pješćane trake na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od ožujka 2013. do veljače 2014. godine ..... 19

**Grafički prikaz br. 10** Broj tragova zabilježenih metodom kontrolne pješčane trake po odsječcima na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od ožujka 2013. do veljače 2014. godine ..... 20

**Grafički prikaz br. 11** Broj tragova zabilježenih metodom kontrolne pješčane trake po mjesecima na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od ožujka 2013. do veljače 2014. godine ..... 21

## **Popis slika:**

**Slika br. 1** Geografski položaj zelenog mosta Ivačeno brdo ..... 3

**Slika br. 2** Zeleni most Ivačeno brdo izgrađen na autocesti A1 ..... 4

**Slika br. 3** Put IC zrake od predajnika do prijamnika ..... 6

**Slika br. 4** Smještaj kontrolne pješčane trake (sivo), betonskih cijevi s IC uređajima (crvene točke) i fotozamki (strelica ukazuje smjer kamere) na zelenom mostu Ivačeno brdo. Preuzeto iz GUŽVICA i sur., 2014. .... 6

**Slika br. 5** IC senzor smješten u zaštitnoj betonskoj cijevi ..... 7

**Slika br. 6** Kontrolna pješčana traka i fotozamke na zelenom mostu Ivačeno brdo 8

**Slika br. 7** Brisanje tragova i rahljenje kontrolne pješčane trake. .... 9

**Slika br. 8** Fotografije divljih životinja zabilježenih metodom fotozamki na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine ..... 17

**Slika br. 9** Tragovi zabilježeni metodom kontrolne pješčane trake na zelenom mostu Ivačeno brdo ..... 18

## 1. UVOD

U posljednjih petnaestak godina u staništima divljih životinja u Hrvatskoj pojavio se je čitav niz struktura kao posljedica antropogenog djelovanja. Najznačajnije su mreža prometnica, a posebice autoceste, koje fragmentiraju staništa te otežavaju migracije životinja (DAMAS & SMITH LTD., 1982; MECH i sur., 1988; CLEVINGER i WALTHO, 2000; CLEVINGER i sur., 2001; HUBER, 2001; KUSAK i sur., 2000; 2009; SINGLETON i sur., 2002; HUBER i KUSAK, 2005), odnosno protok gena, ali i direktno utječu na mortalitet divljih životinja stradavanjem od prometa (FRKOVIĆ i sur., 1987; HUBER i sur., 1998; 2002a). Navedeni antropogeni utjecaj direktno utječe na brojnost populacija divljih životinja.

Jedan od osnovnih kriterija prihvatljivosti zahvata izgradnje autoceste s aspekta faune u studijama utjecaja na okoliš je stupanj propusnosti autoceste za prolaz, odnosno prijelaz divljih životinja (HUBER i sur., 2002c). U ovisnosti o konfiguraciji terena većem stupnju propusnosti znatno doprinose strukture kao što su tuneli i vijadukti. Međutim, tamo gdje njihova izgradnja nije predviđena ili su smještaj i dimenzije neodgovarajuće nužno je projektiranje i izgradnja posebnih struktura u obliku umjetnih tunela tzv. zelenih mostova (KOBLER i ADAMIC, 1999; HUBER i sur., 2002c).

Zeleni most je umjetno nadsvođeni dio prometnice čija je betonska struktura nasipana zemljom tako da izgrađeni prijelaz bude što ravniji s okolnim terenom, te da sloj nasipane zemlje omogućava rast stabala do srednje visine. Mikrolokacija zelenog mosta određuje se tako da po mogućnosti bude što bliže prirodnom pošumljenom brdskom hrptu s kojega se životinje ljevasto usmjeravaju na zeleni most što slijedi i zaštitna ograda autoceste. Nakon izgradnje, zeleni most se ozelenjava tj. pošumljava autohtonom vegetacijom tako da se potpuno uklopi u krajolik, te da nema otvorenih prostora preko kojih bi divlje životinje trebale prelaziti. Da bi uspješno povezali obje strane autoceste, vegetacijski koridori vode, više ili manje neprekidno, preko zelenog mosta i nastavljaju se uklapajući se u obližnji okoliš (HUBER i sur., 2002c). Prema Pravilniku o prijelazima za divlje životinje (NN 5/07) na zelenim mostovima zabranjene su ljudske aktivnosti (lovne,

gospodarske, rekreacijske i dr.) koje privremeno ili trajno mijenjaju namjenu prijelaza.

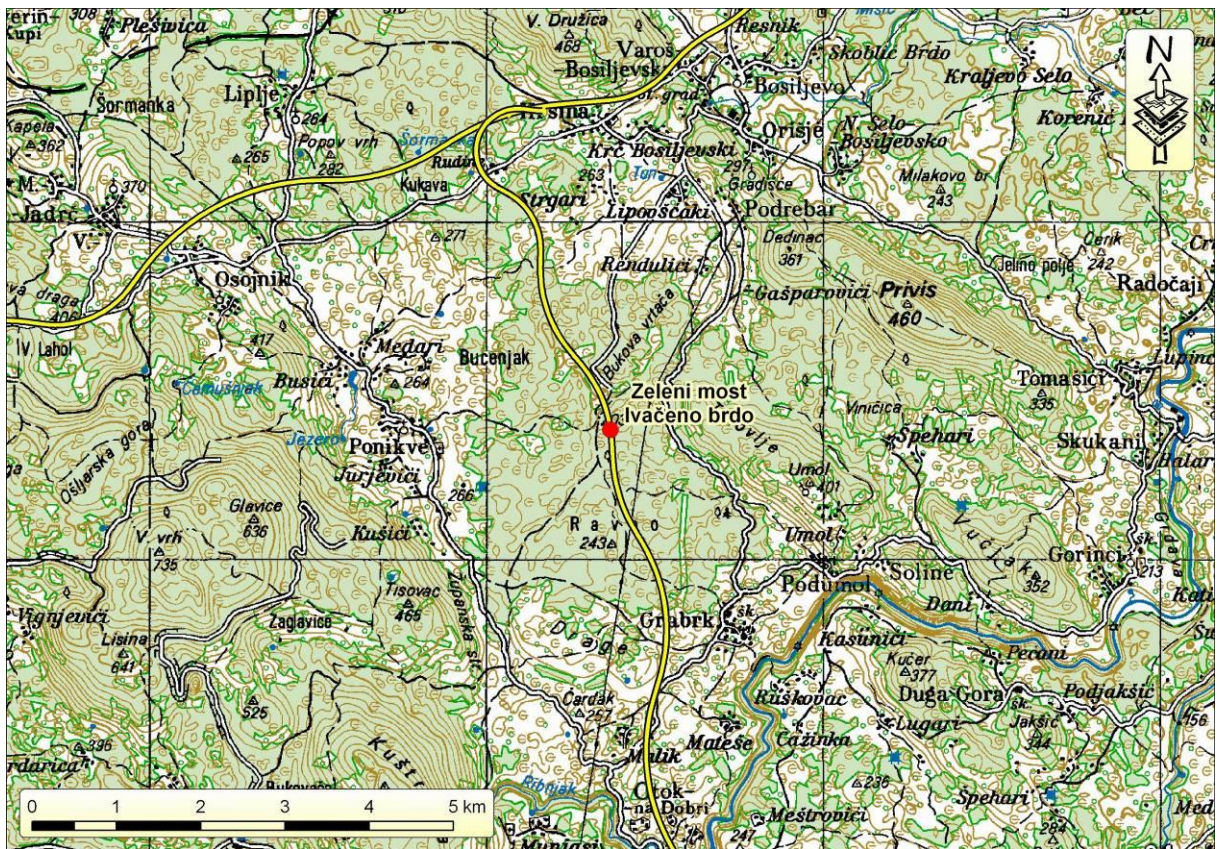
U Hrvatskoj je do sada izgrađeno jedanaest zelenih mostova namijenjenih za prelaženje divljih životinja preko autoceste kako bi se umanjio negativan utjecaj autocesta na njihove populacije. Zeleni mostovi spadaju u visoko vrijedne prolaze za divlje životinje preko autoceste, odnosno u prijelaze prve kategorije prema Pravilniku o prijelazima za divlje životinje (NN 5/07). Svrha tih prijelaza je omogućavanje nesmetane komunikacije divljih životinja preko autoceste, odnosno dnevne i sezonske migracije što je osnovni uvjet održavanja cjelovitih i stabilnih populacija većine divljih životinja. Da bi zeleni mostovi ispunjavali svoju osnovnu funkciju posebice je važno da su smješteni na posebno odabranim mjestima i da zadovoljavaju kriterije koji određuju njihov oblik i veličinu, a u skladu s Prijedlogom smjernica za projektiranje (HUBER i sur., 2002c). Za određivanje lokacije za izgradnju zelenih mostova od presudne je važnosti poznavanje biologije divljih životinja koje će koristiti te prijelaze, načina njihovog života, obrazaca kretanja, aktivnosti i korištenja staništa. Da bi zeleni most bio funkcionalan te da bi pružio sigurnost prilikom prijelaza divljih životinja s jedne na drugu stranu prometnice, mora biti zadovoljavajuće veličine i krajobraznim uređenjem uklopljen u prirodno stanište.

Prvi zeleni most u Hrvatskoj izgrađen je 1999. godine na autocesti A6 Rijeka - Zagreb kod mjesta Dedin. Na njemu je više godina vršen monitoring prijelaza divljih životinja, a posebno srednjih i velikih sisavaca (HUBER i sur., 2000; 2002b). U tom istraživanju primijenjene su metoda infracrvenih (IC) senzora i kontrolne pješčane trake. Sustavno praćenje prelaženja divljih životinja preko zelenih mostova na autocesti A1 Bosiljevo - Split - Dubrovnik provodi se od 2006. godine u okviru više projekata koje je provodila tvrtka Oikon d.o.o. – Institut za primijenjenu ekologiju. Osim metoda infracrvenih (IC) senzora i kontrolne pješčane trake, prvi puta je primijenjena je i metoda fotozamki koja omogućava vrlo točno prebrojavanje prelaska nekih vrsta životinja koje žive u skupinama.

Cilj ovoga rada je utvrđivanje stupnja funkcionalnosti zelenog mosta Ivačeno brdo na autocesti A1 na osnovi podataka prikupljenih tijekom 10 mjeseci praćenja.

## 1.1. Mjesto istraživanja

Istraživani zeleni most Ivačeno brdo nalazi se na autocesti A1, dionici Bosiljevo – Split, nedaleko Bosiljeva u Karlovačkoj županiji, koordinate 45.373768 N 15.269352 E (Slika br. 1). Autocesta (i zeleni most) su granica dva lovišta: na istočnoj strani autoceste je lovište „Ravno“ (IV/124), a sa zapadne strane A1 je lovište „Ravno zapad“ (IV/153) koje trenutno nije u lovozakupu već se provode mjere uzgoja i zaštite divljači.



Slika br. 1 Geografski položaj zelenog mosta Ivačeno brdo

Ovo područje kontinentalne Hrvatske ima umjerenu kontinentalnu klimu i povoljne edafske uvjete za uspješavanje šumske vegetacije pa su stoga šumske zajednice bujna izgleda i bogate florinom sastavom. Područje oko zelenog mosta Ivačeno brdo obraštaju mješovite šume hrasta kitnjaka i običnog graba što je u Hrvatskoj široko rasprostranjena klimazonalna zajednica značajna za brežuljkasti vegetacijski pojas. Osim toga, nalazimo i mješovite šume hrasta kitnjaka i obične breze. Kao rubni, zaštitni pojas uz šumske sastojine, kao živica između

poljoprivrednih površina, uz rubove cesta i putova također nalazimo mezofilne živice i šikare kontinentalnih krajeva. U širem području zelenog mosta nalaze se različiti tipovi travnatih staništa, na čiji sastav značajno utječu kako način gospodarenja tako i edafski faktori (GUŽVICA i sur., 2009).

Zeleni most Ivačeno brdo građevinski je izveden kao dvosmjerni umjetni tunel duljine 120 m (Slika br. 2), nasipan je zemljom i ozelenjen vegetacijom koja još uvijek nije postigla optimalan razvoj da bi se zeleni most uklopio u okolna staništa.



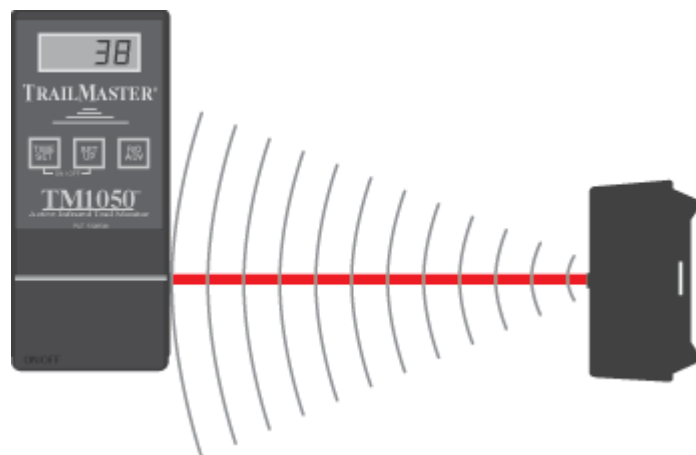
**Slika br. 2** Zeleni most Ivačeno brdo izgrađen na autocesti A1

## 2. MATERIJAL I METODE

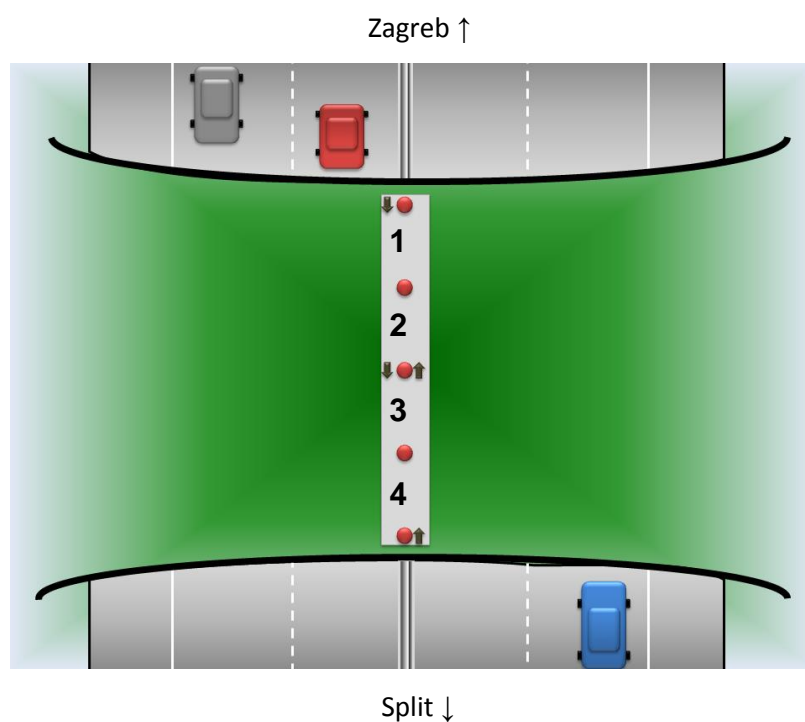
Za praćenje prijelaza divljih životinja preko zelenog mosta Ivačeno brdo korištene su metoda praćenja prijelaza IC sensorima, metoda fotozamki i metoda kontrolne pješćane trake.

Ustaljena i učinkovita metoda praćenja divljih životinja prilikom prelaska preko zelenih mostova je upotreba IC senzora. Komplet senzora sastoji se od predajnika koji emitira infracrvenu zraku te prijamnika koji registrira i bilježi svaki prekid emitirane zrake prilikom bilo kakvog prelaska (životinja, čovjek, itd.), pridružujući mu podatke o vremenu do razine sekunde kada je zraka prekinuta (Slika br. 3). Udaljenost između predajnika i prijamnika iznosi najviše 25 m. Ovom metodom dobivaju se podaci samo o broju prijelaza bez mogućnosti određivanja taksonomske pripadnosti životinja. Radi kontrole i odjeljivanja srednjih i velikih sisavaca od manjih, IC senzori postavljeni su na visinu 0,4 m iznad tla tako da životinje manje od zeca, lisice i jazavca mogu proći nezabilježene. Podešavanjem broja impulsa zrake moguće je eliminirati registriranje prekida zrake preletom leptira, ptice i slično te su, na zelenom mostu Ivačeno brdo, IC senzori bili programirani da registriraju prekid zrake u trajanju od 0,5 sekundi tj. -P 10. Prostor između predajnika i prijamnika potrebno je održavati u smislu visine vegetacije koja neželjeno može utjecati na prekid zrake. Korišteni su IC senzori tipa Trailmaster TM1550 (Goodson & Associates, Inc. Kansas, SAD), a prikupljanje zabilježenih podataka vršeno je uređajem TM Data Collector u kombinaciji sa software-om TM STAT PACK za Windows 98, NT, 2000, ME, XP. S obzirom na efektivnu duljinu zelenog mosta (100 m) postavljena su četiri kompleta IC senzora čime je zeleni most podijeljen na četiri odsječka (Slika br. 4). IC senzori smješteni su u betonske cijevi s metalnim poklopcima (Slika br. 5). Na betonskim cijevima nalaze se rupe kroz koje prolaze infracrvene zrake (Slika br. 6). Prijamnik korištenog modela IC senzora može zabilježiti u memoriju do 1800 prekida zrake. S obzirom na to, prikupljanje zabilježenih podataka izvodilo se u intervalima u pravilu od mjesec dana pri čemu se vrši kontrola izvora električnog napajanja. Ova metoda koristi se u kombinaciji s kontrolnom pješćanom trakom koja na osnovi

tragova omogućuje taksonomsku odredbu životinje, odnosno procjenu učestalosti pojedinih vrsta životinja koje prijelaze zelenim mostom.



**Slika br. 3** Put IC zrake od predajnika do prijamnika



**Slika br. 4** Smještaj kontrolne pješčane trake (sivo), betonskih cijevi s IC uređajima (crvene točke) i fotozamki (strelica ukazuje smjer kamere) na zelenom mostu Ivačeno brdo. (Preuzeto iz GUŽVICA i sur., 2014.)





**Slika br. 5** IC senzor smješten u zaštitnoj betonskoj cijevi

Osim IC senzora za praćenje prijelaza divljih životinja preko zelenog mosta Ivačeno brdo korištena je i metoda fotozamki. Fotozamka je sustav fotoaparata i senzora koji se aktivira prilikom svakog prolaska životinje. Osim klasičnih, postoje i infracrvene fotozamke koje noću ne emitiraju zrake u vidljivom spektru te ne utječu na aktivnosti i kretanje životinja. U novije vrijeme postoje i fotozamke koje omogućuju slanje zabilježenih fotografija putem GSM mreže što, u pravilu, pojeftinjuje primjenu ove metode. Fotozamkama određuje se učestalost prijelaza pojedinih vrsta te procjena broja jedinki unutar vrste (fotoidentifikacija na razini jedinke) (O'CONNELL i sur., 2011). Ta metoda daje najpotpunije rezultate praćenja migracija divljih životinja jer osim učestalosti prolazaka i taksonomske pripadnosti u nekim slučajevima omogućuje i fotoidentifikaciju na razini jedinke (posebice za jelena, srnjaka, risa, divlju mačku) što omogućuje utvrđivanje broja različitih jedinki iste vrste koje koriste istraživano područje.

Na zelenom mostu Ivačeno brdo korištene su digitalne fotozamke s pasivnim infracrvenim (PIR) sensorom i diodama koje emitiraju infracrveni snop svjetlosti (NoFlash, Cuddeback, SAD). Fotozamke su bile postavljene u metalna kućišta (BearSafe metal cage, Cuddeback, SAD) neposredno uz betonske cijevi s IC senzorima (Slika br. 6), na visini od približno 0,5 m i usmjerene okomito na smjer prolaza životinja (Slika br. 4). Tjelesna toplina jedinki u pokretu unutar detekcijske zone fotozamki aktivira kameru da snimi jednu sliku i videoodsječak u trajanju od 30 sekundi što omogućuje prebrojavanje životinja koje žive i kreću se u skupinama (primjerice divlje svinje, srne i vukovi).

Fotozamke su bile kontinuirano aktivne tijekom 24 sata, njihov PIR senzor je bio podešen na najveću osjetljivost te na automatsko prilagođavanje razine osjetljivosti za dan i noć. Mogućnost ponovne aktivacije kamere između dva događaja (prijelaza životinja) bila je programirana na najmanje moguću, odnosno pauza između okidanja bila je programirana na 59 s. Intenzitet IR osvjetlivača bio je programiran na najveću moguću udaljenost.



**Slika br. 6** Kontrolna pješčana traka i fotozamke na zelenom mostu Ivačeno brdo

Praćenje i bilježenje tragova životinja na zelenom mostu Ivačeno brdo korišteno je u kombinaciji s IC senzorima i fotozatkama. Tijekom snježne sezone tragovi su praćeni u snijegu, a ostali dio godine na kontrolnoj pješčanoj traci srednje granulacije, širine 1,5 m, duljine sukladne duljini zelenog mosta. Sustavnim obilascima mjesta praćenja (u pravilu svakih 30 dana) od IC senzora dobiven je podatak o broju prijelaza, a prema brojnosti i taksonomskoj pripadnosti životinja koje su ostavile trag na snijegu ili pijesku (otisak i/ili izmet), izračunat je postotni udio pojedinih svojti te procijenjen apsolutni broj prijelaza pojedinih vrsta životinja. Prilikom svakog obilaska zelenog mosta izbrisani su tragovi te je razrahljen sloj pijeska na kontrolnoj pješčanoj traci (Slika br. 7).



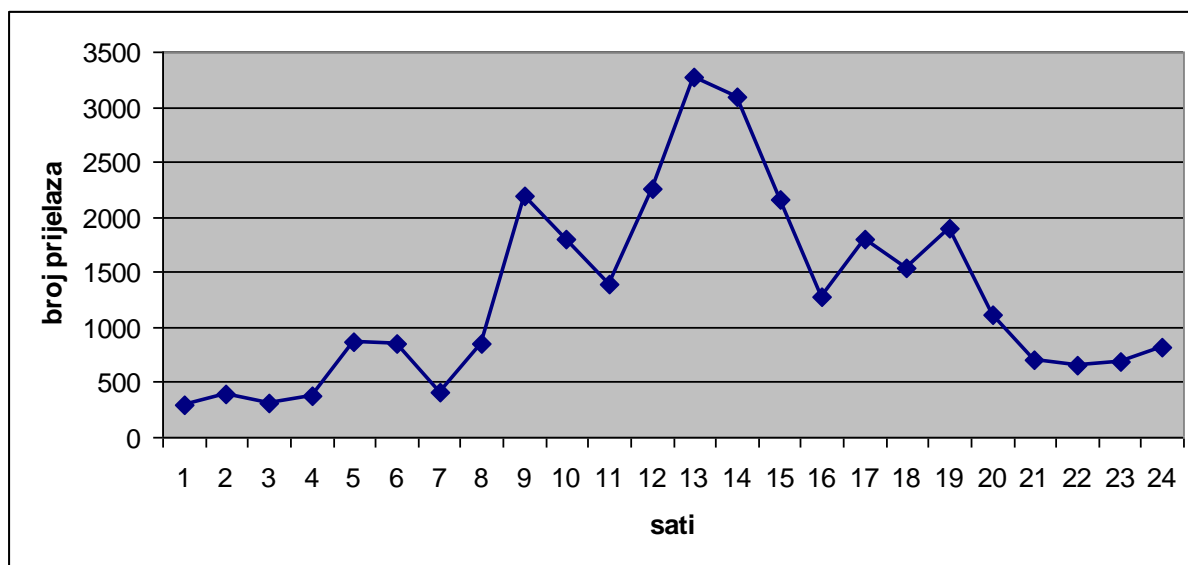
**Slika br. 7** Brisanje tragova i rahljenje kontrolne pješčane trake.

Smještaj kontrolne pješčane trake, betonskih cijevi s IC uređajima i fotozamki na zelenom mostu Ivačeno brdo prikazan je na Slici br. 4. Takvim rasporedom uređaja, most je podijeljen na četiri odsječka koji su označeni rednim brojevima počevši od sjevernog dijela mosta (iz smjera Zagreba) prema južnom dijelu (prema Splitu).

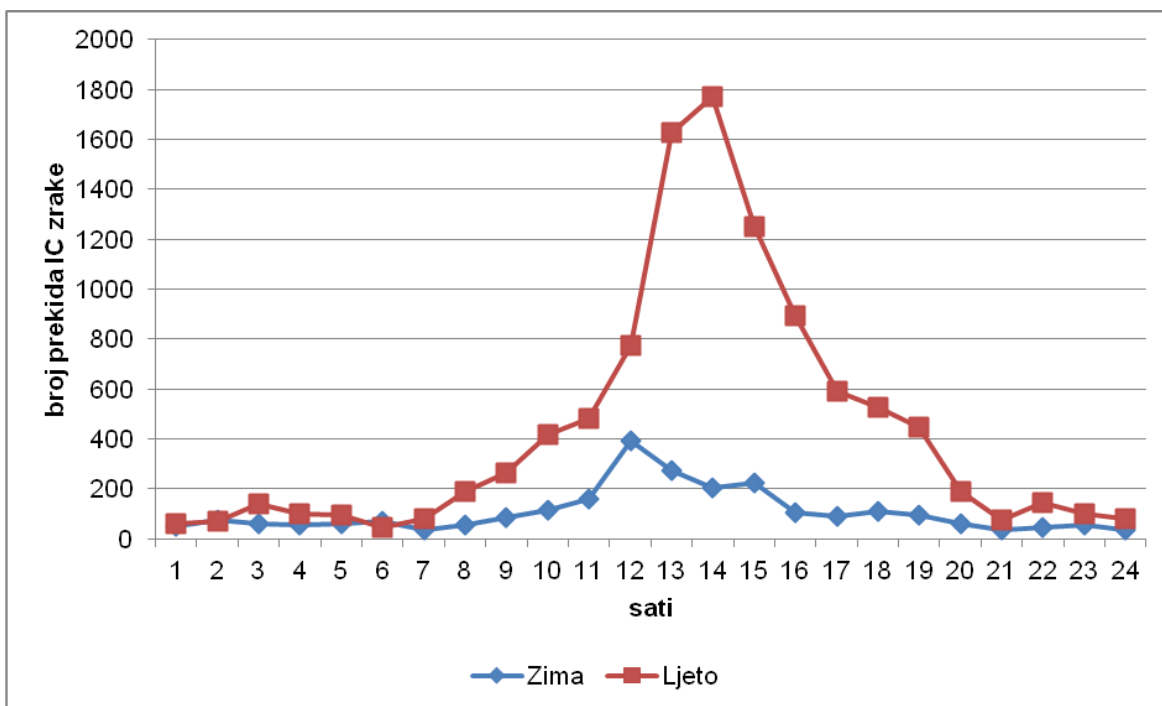
### 3. REZULTATI

#### 3.1. Rezultati praćenja prijelaza divljih životinja metodom IC senzora

Tijekom istraživanja provedenog u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine pomoću četiri kompleta IC senzora postavljenih na zelenom mostu Ivačeno brdo zabilježeno je ukupno 30963 prekida infracrvene zrake tj. prijelaza zelenim mostom. Od tog broja 8949 prekida zrake zabilježeno je tijekom noći što čini 28,9 % prijelaza životinja. Dnevna raspodjela broja prekida IC zrake prikazana je na Grafičkom prikazu br.1 te u Grafičkom prikazu br. 2 tijekom ljetnih i zimskih mjeseci. Broj prekida IC zrake po svakom od četiri odsječaka zelenog mosta Ivačeno brdo i po mjesecima prikazan je u Tablici br. 1. Odsječak s najvećim sveukupnim brojem prekida IC zrake je odsječak 1, a najmanje frekventan je odsječak 4 (Grafički prikaz br. 3). S obzirom na broj prekida IC zrake tijekom pojedinih mjeseci uočava se trend smanjenja tijekom zimskih mjeseci i trend povećanja tijekom proljetnih/ljetnih mjeseci. Najveći broj prekida IC zrake zabilježen je tijekom srpnja, a najmanji tijekom studenog (Grafički prikaz br. 4).



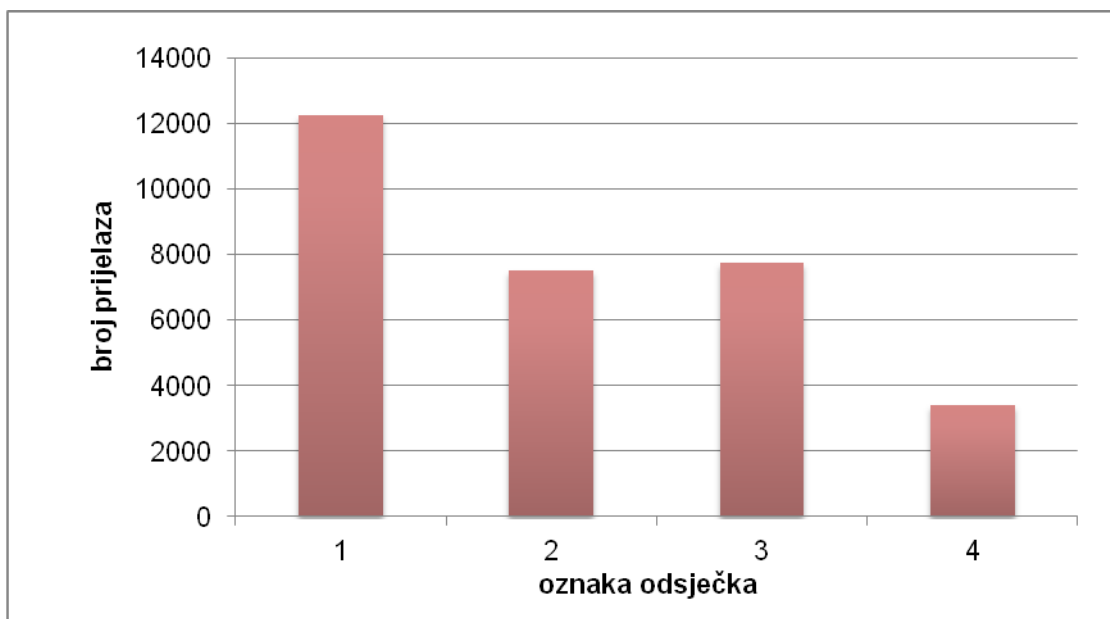
**Grafički prikaz br. 1** Dnevna raspodjela broja prekida IC zrake na zelenom mostu Ivačeno brdo



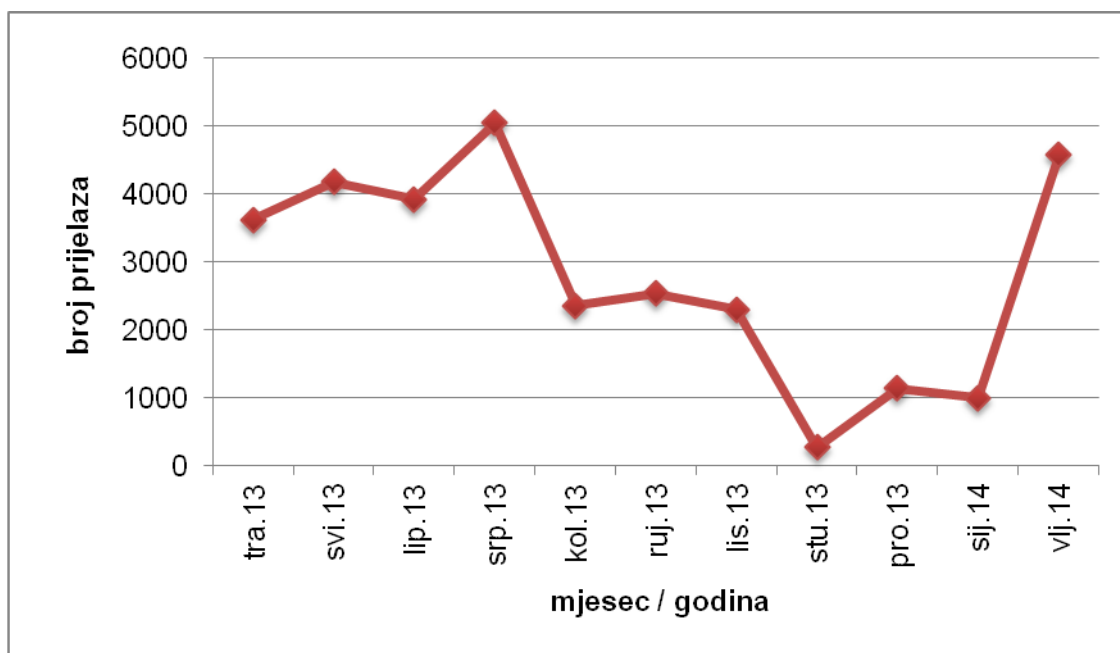
**Grafički prikaz br. 2** Dnevna raspodjela broja prekida IC zrake na zelenom mostu Ivačeno brdo u ljetnom i zimskom razdoblju

**Tablica br. 1** Broj prekida IC zrake na zelenom mostu Ivačeno brdo zabilježenih metodom IC senzora u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine

	Odsječak 1	Odsječak 2	Odsječak 3	Odsječak 4	Ukupno
4 / 2013.	0	1836	1310	479	3625
5 / 2013.	1795	158	569	1663	4185
6 / 2013.	1906	226	1796	0	3928
7 / 2013.	1618	1670	1763	0	5051
8 / 2013.	1898	133	137	187	2355
9 / 2013.	1751	227	338	219	2535
10 / 2013.	1338	163	246	555	2302
11 / 2013.	0	103	86	81	270
12 / 2013.	0	841	181	120	1142
1 / 2014.	0	236	761	0	997
2 / 2014.	1961	1940	560	112	4573
Ukupno	12267	7533	7747	3416	30963



**Grafički prikaz br. 3** Broj prijelaza zabilježenih metodom IC senzora po odsječcima zelenog mosta Ivačeno brdo u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine



**Grafički prikaz br. 4** Broj prijelaza zabilježenih metodom IC senzora po mjesecima na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine

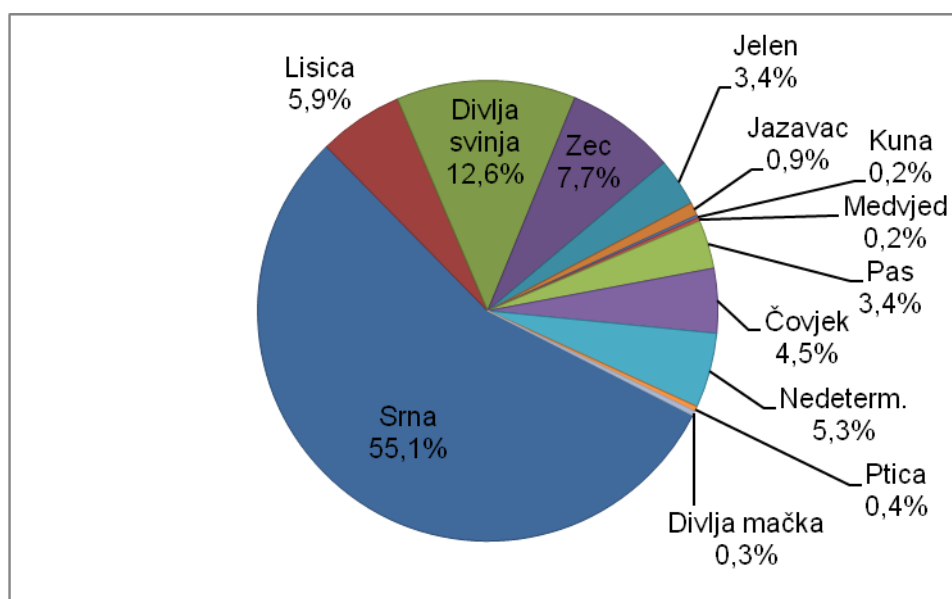
### 3.2. Rezultati praćenja učestalosti prijelaza divljih životinja metodom fotozamki

U razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine na zelenom mostu Ivačeno brdo metodom fotozamki zabilježeno je ukupno 1615 fotografija od kojih na 245 nije zabilježena nijedna jedinka (prazna fotografija; nema ništa) (Tablica br. 2). Determinacija taksonomske pripadnosti vrsta određivana je na 1370 fotografija i videoisječaka, na 85 nije bilo moguće izvršiti taksonomsku determinaciju, dok je na 1285 fotografija i videoisječaka zabilježeno ukupno 1634 prijelaza životinja i ljudi. Determinacijom taksonomske pripadnosti vrsta zabilježenih na fotografijama utvrđeno je da preko zelenog mosta Ivačeno brdo prelaze sljedeće vrste životinja: srna (*Capreolus capreolus*), jelen (*Cervus elaphus*), zec (*Lepus europaeus*), divlja svinja (*Sus scrofa*), jazavac (*Meles meles*), kuna (*Martes* sp.), lisica (*Vulpes vulpes*), divlja mačka (*Felis silvestris*), medvjed (*Ursus arctos*) te različite vrste ptica. Osim divljih životinja na zelenom mostu Ivačeno brdo zabilježene su i domaće životinje tj. psi te ljudi. Broj fotografija pojedinih vrsta životinja zabilježenih metodom fotozamki na zelenom mostu Ivačeno brdo tijekom istraživnog razdoblja po mjesecima prikazan je u tablici. br. 2, a učestalost na osnovi broja zabilježenih prijelaza u grafičkom prikazu br. 5. Najzastupljenija vrsta divljih životinja je srna s udjelom od 55,1 %, a sve ostale vrste zastupljene su s puno manjim postotnim udjelom: divlja svinja – 12,6 %, zec – 7,7 %, lisica – 5,9 %, jelen – 3,4 %, dok je učestalost ostalih vrsta divljih životinja zabilježenih na fotografijama manja od 1 % (Grafički prikaz br. 5). Najveći broj fotografija snimljen je na drugom odsječku, a najmanji na prvom (Grafički prikaz br. 6). Osim divljih životinja (Slika br. 8) metodom fotozamki zabilježeni su i prijelazi pasa i ljudi preko zelenog mosta Ivačeno brdo. Raspodjela korištenja odsječaka zelenog mosta Ivačeno brdo izražena u postocima za pojedine vrste životinja prikazana je na Grafičkom prikazu br. 7. S obzirom na broj fotografija zabilježenih tijekom pojedinih mjeseci u razdoblju praćenja uočava se trend smanjenja tijekom zimskih mjeseci i trend povećanja tijekom ljetnih/jesenskih mjeseci. Najveći broj fotografija zabilježen je tijekom lipnja i listopada, a najmanji tijekom travnja 2013. godine (Grafički prikaz br. 8).

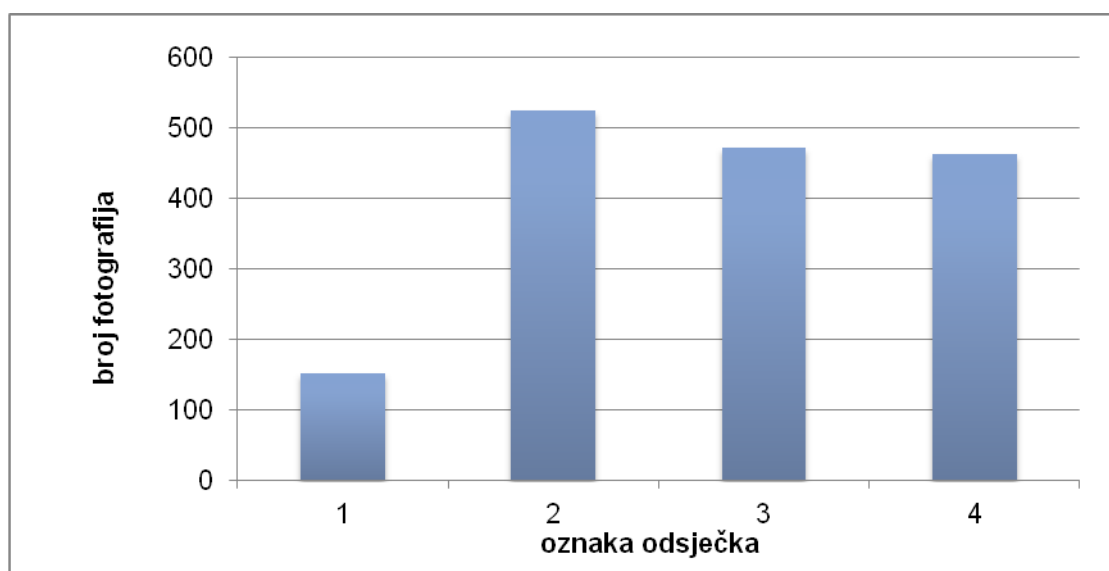
**Tablica br. 2** Broj fotografija pojedinih vrsta životinja i čovjeka zabilježenih metodom fotozamki na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine

Vrsta	Mjesec / godina											Ukupno
	4/13	5/13	6/13	7/13	8/13	9/13	10/13	11/13	12/13	1/14	2/14	
Srna	27	175	187	57	76	83	69	63	52	27	16	832
Lisica	7	5	7	8	8	8	11	6	17	12	5	94
Divlja svinja	1	5	2	0	18	17	20	17	6	3	1	90
Zec	15	9	4	4	17	0	3	7	19	37	1	116
Jelen	1	8	3	1	2	6	12	0	6	8	0	47
Jazavac	1	1	4	3	1	2	0	1	1	1	0	15
Kuna	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Divlja mačka	0	2	0	1	0	0	1	0	0	1	0	5
Medvjed	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3
Ptica	1	1	0	0	0	0	2	1	0	1	0	6
Pas	3	0	6	7	9	3	1	2	3	7	0	41
Čovjek	1	0	1	0	0	19	4	0	0	8	0	33
Nedeterm.	9	6	1	4	5	12	9	7	12	15	5	85
Nema ništa	15	37	31	11	13	27	27	9	30	31	14	245
<b>Ukupno</b>	<b>82</b>	<b>249</b>	<b>247</b>	<b>96</b>	<b>150</b>	<b>177</b>	<b>159</b>	<b>115</b>	<b>146</b>	<b>152</b>	<b>42</b>	<b>1615</b>

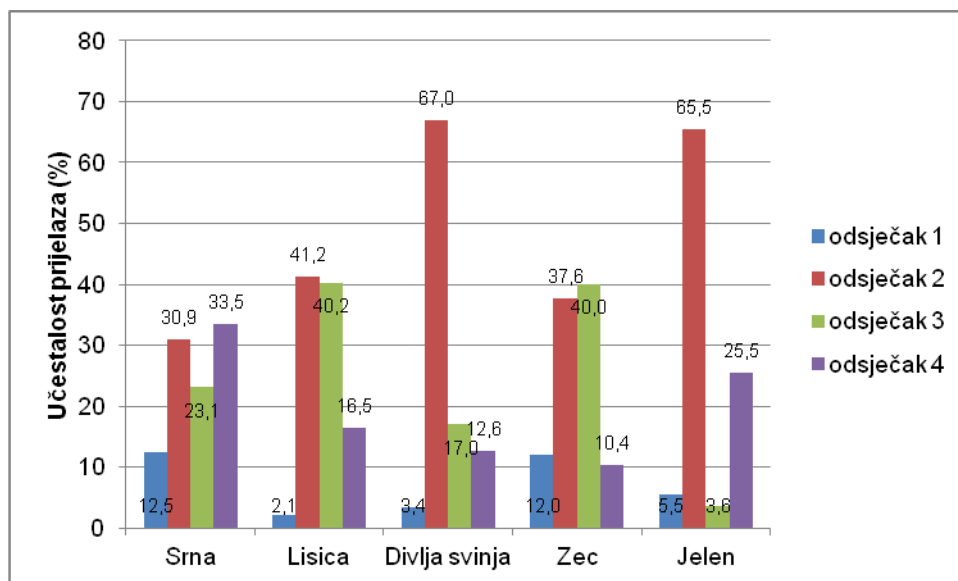




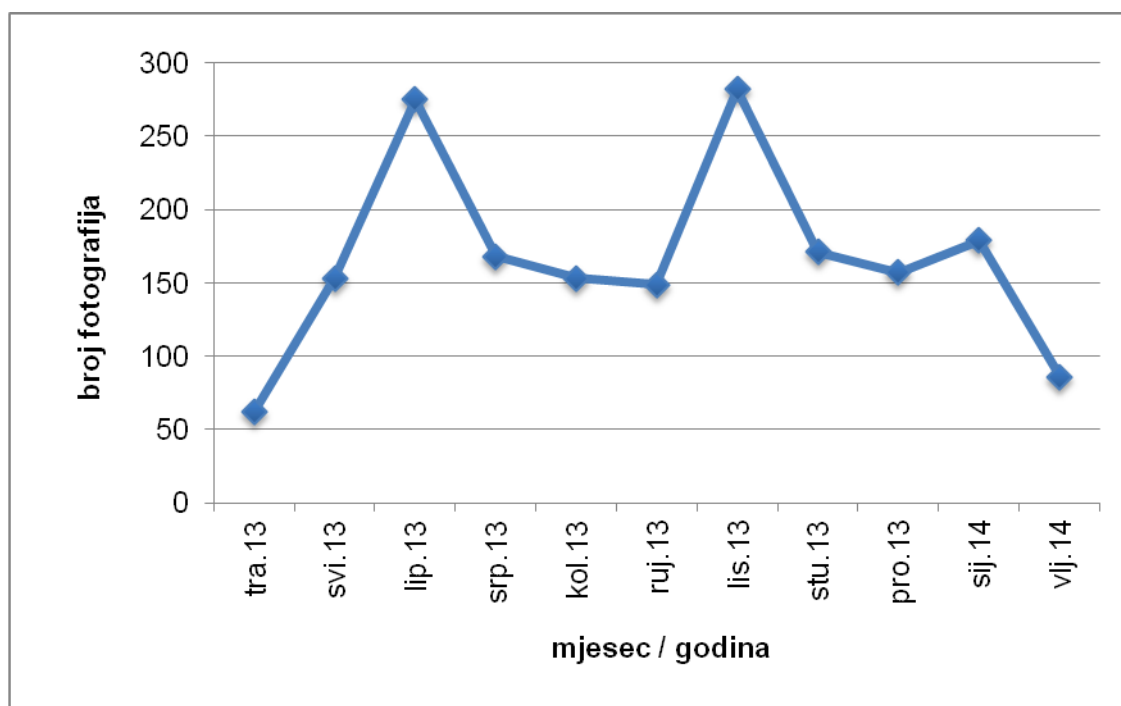
**Grafički prikaz br. 5** Učestalost životinja i čovjeka određenih metodom fotozamki na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine



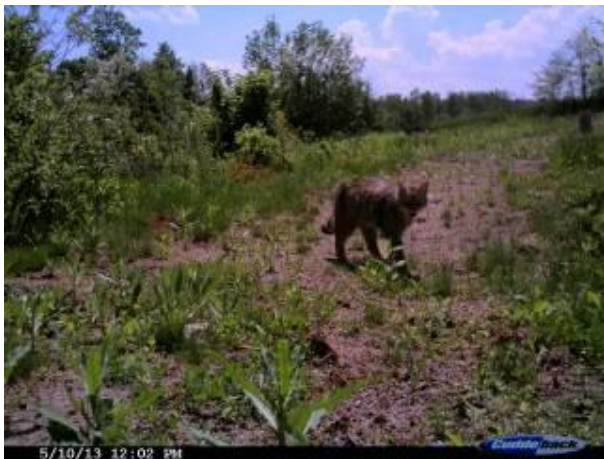
**Grafički prikaz br. 6** Broj fotografija zabilježenih metodom fotozamki po odsječcima na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine



**Grafički prikaz br. 7** Raspodjela korištenja odsječaka zelenog mosta Ivačeno brdo izražena u postocima za pojedine vrste životinja



**Grafički prikaz br. 8** Broj fotografija zabilježenih metodom fotozamki po mjesecima na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine



Divlja mačka (*Felis silvestris*)



Divlja svinja (*Sus scrofa*)



Srna (*Capreolus capreolus*)



Zec (*Lepus europaeus*)



Srna (*Capreolus capreolus*)



Pas (*Canis familiaris*)

**Slika br. 8** Fotografije divljih životinja zabilježenih metodom fotozamki na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine

### 3.3. Rezultati praćenja učestalosti prijelaza divljih životinja metodom kontrolne pješčane trake

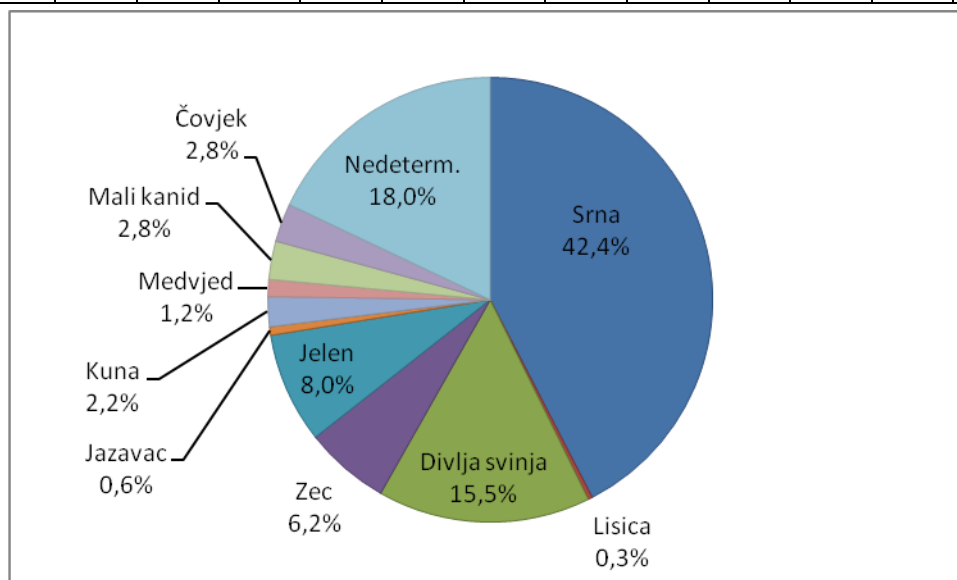
U razdoblju od travnja 2013. do veljače 2014. godine na kontrolnoj pješčanoj traci zelenog mosta Ivačeno brdo uočena su ukupno 323 traga različitih životinja (Slika br. 9), čovjeka te dio tragova koje nije bilo moguće determinirati. Broj tragova pojedinih zastupljenih vrsta i ukupni broj tragova na svakom od četiri odsječaka po mjesecima tijekom razdoblja praćenja prikazan je u tablicama br. 3 i 4. Najzastupljeniji su tragovi srne (42,4 %), a vrlo često se pojavljuju i tragovi divlje svinje (15,5 %), jelena (8,0%) i zeca (6,2 %) (Grafički prikaz br. 9). Premda razlike u ukupnom broju tragova uočenih na pojedinom odsječku zelenog mosta nisu velike, najveći broj tragova zabilježen je na prvom odsječku, a najmanji na četvrtom (Grafički prikaz br. 10). S obzirom na broj tragova uočenih tijekom pojedinih mjeseci u razdoblju praćenja uočava se trend smanjenja tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci te trend povećanja tijekom jesenskih i zimskih mjeseci. Najveći broj tragova uočen je tijekom ožujka i listopada, a najmanji tijekom srpnja i veljače (Grafički prikaz br. 11).



**Slika br. 9** Tragovi zabilježeni metodom kontrolne pješčane trake na zelenom mostu Ivačeno brdo

**Tablica br. 3** Broj tragova pojedinih vrsta životinja i čovjeka zabilježenih metodom kontrolne pješčane trake na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od ožujka 2013. do veljače 2014. godine

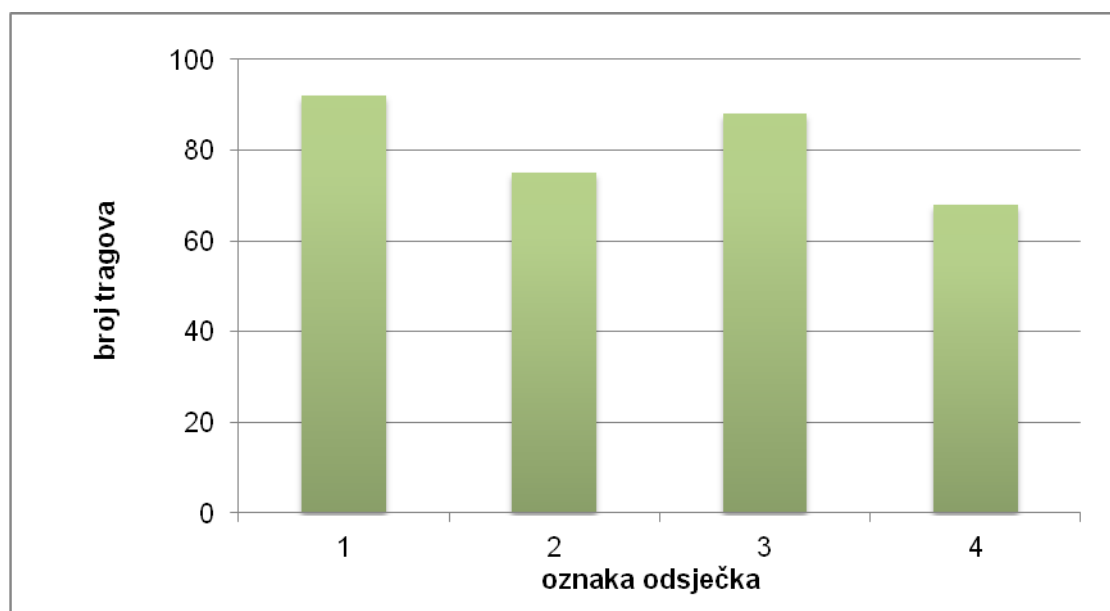
Vrsta	Mjesec / godina												Ukupno
	3/13	4/13	5/13	6/13	7/13	8/13	9/13	10/13	11/13	12/13	1/14	2/14	
Srna	16	9	14	10	5	8	19	22	15	9	10	0	137
Lisica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Divlja svinja	19	0	2	0	0	1	4	7	6	8	3	0	50
Zec	0	1	4	0	1	5	0	1	0	1	1	6	20
Jelen	1	1	1	3	0	1	0	4	4	1	10	0	26
Jazavac	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
Kuna	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	7
Medvjed	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	4
Mali kanid	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	6	0	9
Čovjek	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Nedeterm.	8	2	0	7	5	3	5	8	8	4	0	8	58
<b>Ukupno</b>	<b>46</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>29</b>	<b>42</b>	<b>33</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>323</b>



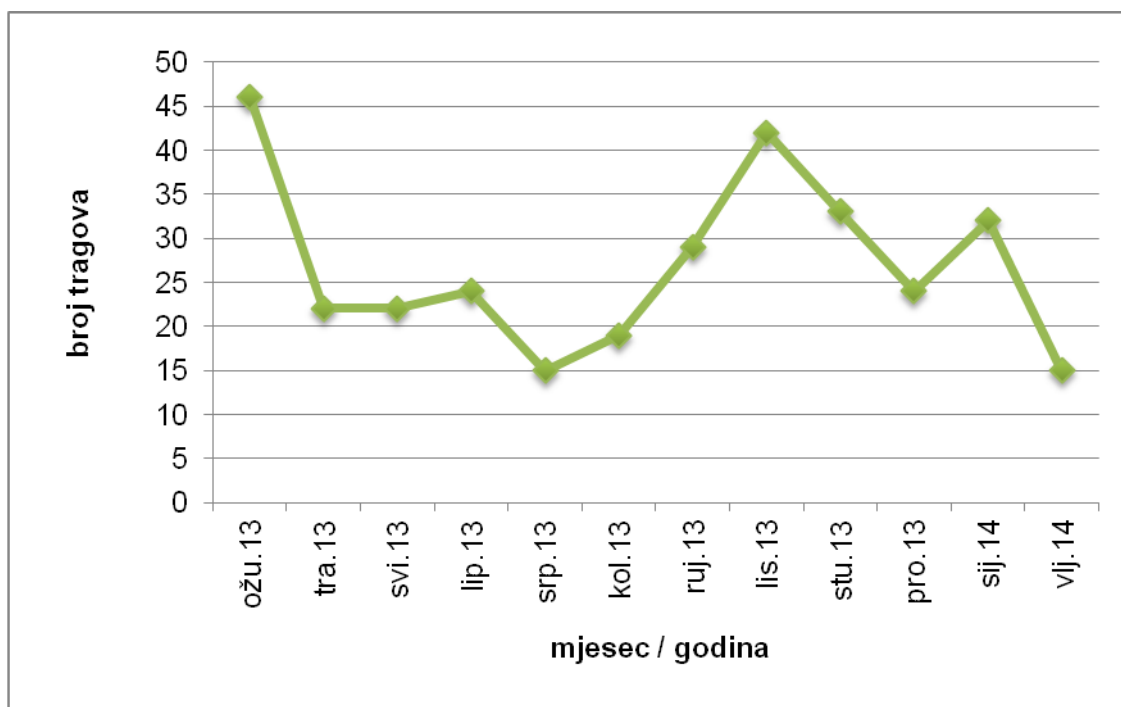
**Grafički prikaz br. 9** Učestalost pojedinih vrsta životinja i čovjeka utvrđena na osnovi tragova zabilježenih metodom kontrolne pješčane trake na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od ožujka 2013. do veljače 2014. godine

**Tablica br. 4** Broj tragova zabilježenih metodom kontrolne pješčane trake na zelenom mostu Ivačeno u razdoblju od ožujka 2013. do veljače 2014. godine

	Odječak 1	Odsječak 2	Odsječak 3	Odsječak 4	Ukupno
3 / 2013.	10	11	19	6	46
4 / 2013.	3	5	11	3	22
5 / 2013.	8	5	3	6	22
6 / 2013.	9	7	5	3	24
7 / 2013.	7	5	2	1	15
8 / 2013.	3	4	8	4	19
9 / 2013.	11	5	6	7	29
10 / 2013.	13	7	9	13	42
11 / 2013.	11	9	7	6	33
12 / 2013.	5	5	8	6	24
1 / 2014.	10	5	7	10	32
2 / 2014.	2	7	3	3	15
Ukupno	92	75	88	68	323



**Grafički prikaz br. 10** Broj tragova zabilježenih metodom kontrolne pješčane trake po odsječcima na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od ožujka 2013. do veljače 2014. godine



**Grafički prikaz br. 11** Broj tragova zabilježenih metodom kontrolne pješčane trake po mjesecima na zelenom mostu Ivačeno brdo u razdoblju od ožujka 2013. do veljače 2014. godine

## 4. RASPRAVA

Analizom rezultata dobivenih metodom IC senzora na zelenom mostu Ivačeno brdo utvrđen je veći udio dnevnih prekida IC zrake od noćnih. Slični podaci dobiveni su i za zeleni most Osmakovac što je objašnjeno nazočnošću domaćih životinja koje prolaze i borave tijekom dana na zelenom mostu, te prilikom svakog boravka višekratno aktiviraju postavljeni sustav praćenja prijelaza (GUŽVICA i ŠVER, 2006). Međutim, analizom tragova na kontrolnoj pješčanoj traci i fotografija zabilježenih fotozamkama utvrđeno je da su na zelenom mostu Ivačeno brdo domaće životinje zastupljene vrlo malim postotkom (3,4 %). Razlog većeg broja dnevnih prekida IC zrake moguće je povezan s uočenim slučajevima uzastopnog prekidanja IC zrake svakih nekoliko sekundi koje realno vrlo vjerojatno ne odgovara prelaženju životinja preko zelenog mosta. Međutim, također je uočeno da se u betonskim cijevima u kojima se nalaze IC senzori vrlo često nastanjuju ose i gušteri koji prolaze kroz otvor za IC zraku kojom prilikom je prekidaju. Budući da su i ose i gušteri aktivni tijekom dana, a ne noći te da pogotovo u slučaju nastanjivanja osa dolazi do vrlo čestog prekidanja IC zrake radi njihovog izlijetanja i ulijetanja, broj dnevnih prekida IC zrake je znatno povećan (Grafički prikaz br. 1). Tome u prilog govori i razlika u dnevnoj raspodjeli prekida IC zrake u ljetnom i zimskom razdoblju (Grafički prikaz br. 2). Rezultati dobiveni IC sensorima za zeleni most Dedin pokazuju veći udio noćnih prekida IC zrake nego dnevnih, ali je prilikom određivanja broja prijelaza napravljena korekcija na način da je sedam prekida IC zrake uzeto kao maksimalan broj prekida tijekom jednog sata te su svi ostali zabilježeni prekidi unutar istog sata eliminirani (HUBER i sur., 2000; HUBER i SCHWADRERER, 2001; HUBER i sur., 2002b; KUSAK i sur., 2009). Najnovija metoda korekcije broja prekida IC zraka da bi se dobio što realniji broj prijelaza životinja izvedena je na temelju istovremene primijene i usporedbe metode IC senzora i metode fotozamki sustavnim monitoringom na četiri zelena mosta tijekom tri godine (GUŽVICA i sur., 2014). Pokazalo se da je korekcija u smislu eliminacije svih prekida IC zrake iznad broja četiri u jednom satu najbliža realnom broju prijelaza životinja, odnosno, da se time eliminira najveći broj lažno pozitivnih prekida IC zrake. Osim navedenih primjera lažno pozitivnih prekida IC



zrake uzrokovanih osama i gušterima, prekid IC zrake može biti uzrokovan njihanjem vegetacije na vjetru, padanjem gustog snijega, jakog pljuska itd (RICE i sur., 1995; GARRISON i sur., 1999; GRAY, 2009; HUIJSER i sur., 2009).

Usporedbom rezultata dobivenih determinacijom taksonomske pripadnosti tragova uočenih prilikom redovitih obilazaka zelenog mosta Ivačeno brdo na kontrolnoj pješčanoj traci i taksonomskom odredbom životinja snimljenih na fotografijama metodom fotozamki uočen je visoki stupanj podudaranja učestalosti pojedinih vrsta (Grafički prikazi br. 5 i 9). Razlike u udjelima pojedinih vrsta životinja mogu se objasniti time što su rezultati dobiveni metodom fotozamki sustavniji jer se tom metodom svakodnevno prikupljaju podaci o prelaženju životinja tijekom 24 sata, dok su rezultati dobiveni metodom kontrolne pješčane trake slučajni jer se tragovi očitavaju jednom mjesečno. Na uočavanje i determinaciju tragova na kontrolnoj pješčanoj traci prilikom redovitog obilaska zelenog mosta utječu različiti faktori kao što su karakteristike samog traga pojedine vrste/skupine životinja i vremenske prilike. Primjerice, neke vrste/skupine životinja kao što je divlja mačka, kuna i sl. u izuzetno rijetkim slučajevima ostavljaju tragove koji se nedvojbeno mogu determinirati, dok ih fotozamka vrlo često zabilježi. Pritom treba napomenuti da je determinaciju za neke vrste životinja moguće izvršiti i na temelju izmeta pronađenih na kontrolnoj pješčanoj traci, npr. kunu, dok divlju mačku ne možemo determinirati na taj način jer ona svoj izmet zakopava. S druge strane, kiša, a posebice jaki pljusak uništavaju tragove životinja, ali i tu postoje određene razlike jer se tragovi manjih životinja unište brže nego tragovi većih životinja, a dodatan faktor je i dubina traga. Primjerice, životinje kao što su jelen, srna i divlja svinja ostavljaju znatno dublje tragove od ostalih životinja pa će se oni najduže zadržati na kontrolnoj pješčanoj traci. Osim navedenog, na uspješnost determinacije tragova životinja utječu i značajke pijeska od kojega je napravljena kontrolna pješčana traka, granulacija i udio pojedinih frakcija (GUŽVICA i sur., 2014). Međutim, nakon dužeg razdoblja provođenja monitoringa prelaženja divljih životinja preko zelenog mosta objema metodama dobiveni rezultati bili bi međusobno sličniji, odnosno, njihova podudarnost povećavala bi se s duljinom provođenja monitoringa.

Rezultati dobiveni na osnovi svih triju metoda monitoringa prelaženja divljih životinja preko zelenog mosta Ivačeno brdo analizirani su i na mjesečnoj razini tj. prikazan je broj prijelaza za svaki mjesec tijekom razdoblja provođenja

monitoringa na Grafičkim prikazima br. 4, 8 i 11. Usporedbom tih grafičkih prikaza uočava se određeni stupanj podudarnosti pri čemu je uočena veća podudarnost grafova koji prikazuju rezultate dobivene metodama fotozamki i kontrolne pješčane trake (Grafički prikazi br. 8 i 11), dok grafički prikaz koji prikazuje rezultate dobivene metodom IC senzora (Grafički prikaz br. 4) pokazuje najveće odstupanje. Razlozi toga mogu se protumačiti s obzirom na karakteristike pojedine metode praćenja prijelaza životinja preko zelenog mosta, a najveći utjecaj imaju lažno pozitivni prekidi IC zrake. Dakle, usporedba broja prijelaza po mjesecima dobivenih na osnovi sve tri metode potvrđuju ranije navedene pretpostavke.

Usporedbom broja tragova zabilježenih metodom kontrolne pješčane trake na zelenim mostovima Ivačeno brdo (323 traga tijekom 12 obilazaka tj. prosječno 26,9 tragova mjesečno), Dedin (324 traga tijekom 12 obilazaka tj. prosječno 27 tragova mjesečno; HUBER i sur., 2000) i Osmakovac (145 tragova tijekom 3 obilaska tj. prosječno 48,3 tragova mjesečno; GUŽVICA i ŠVER, 2006) možemo zaključiti da je učestalost prijelaza životinja preko zelenog mosta Ivačeno brdo na razini učestalosti prijelaza životinja preko zelenog mosta Dedin, ali istovremeno na razini 55,7 % od učestalosti prijelaza životinja preko zelenog mosta Osmakovac. Međutim, zaključak da je zeleni most Osmakovac gotovo dvostruko frekventniji na mjesečnoj razini od zelenog mosta Ivačeno brdo teško je sa sigurnošću izvesti, jer da bismo to utvrdili trebalo bi usporediti razdoblja praćenja koja su približno jednakog trajanja i obuhvaćaju ista godišnja doba jer na podatke dobivene metodom kontrolne pješčane trake utječu brojni čimbenici od kojih su najizraženiji vremenske prilike. Osim toga, radi se o zelenim mostovima različite duljine (Ivačeno brdo – 120 m, Dedin – 80 m, Osmakovac – 200 m) i različitih klimatskih područja. Ivačeno brdo i Dedin pripadaju kontinentalnom području dok se Osmakovac nalazi u mediteranskom klimatskom području što podrazumijeva različite faunističke zajednice i gustoće populacija pa se može izvesti općeniti zaključak da učinkovitosti i funkcionalnosti zelenog mosta značajno doprinosi njegova duljina.

## 5. ZAKLJUČCI

Tijekom 10 mjeseci praćenja prijelaza životinja na zelenom mostu Ivačeno brdo, metodom IC senzora utvrđen je velik broj prekida IC zrake od kojih je 71,1% dnevnih. Većina dnevnih prekida IC zrake dogodila se tijekom ljetnih mjeseci, najvjerojatnije kao posljedica lažno pozitivnih prekida.

Veliki udio dnevnih prekida IC zrake ne podudara s rezultatima dobivenim metodom fotozamki što ukazuje na nužnost provođenja korekcije podataka dobivenih metodom IC senzora kako bi se eliminirali lažno pozitivni prekidi IC zrake uzrokovani prisustvom osa i guštera, njihanjem vegetacije na vjetru, padanjem gustog snijega, ili jakog pljuska i dr.

Metodom fotozamki utvrđeno je da preko zelenog mosta Ivačeno brdo prelaze sljedeće vrste životinja: srna (*Capreolus capreolus*), jelen (*Cervus elaphus*), zec (*Lepus europaeus*), divlja svinja (*Sus scrofa*), jazavac (*Meles meles*), kuna (*Martes sp.*), lisica (*Vulpes vulpes*), divlja mačka (*Felis silvestris*), medvjed (*Ursus arctos*) te različite vrste ptica. Osim divljih životinja zelenim most Ivačeno brdo za prijelaz preko autoceste koriste i domaće životinje tj. psi te ljudi.

Najzastupljenija vrsta divljih životinja je srna s udjelom od 55,1%, a sve ostale vrste zastupljene su s puno manjim postotnim udjelom (divlja svinja – 12,6%, zec – 7,7%, lisica – 5,9%, jelen – 3,4%, dok je učestalost ostalih vrsta divljih životinja zabilježenih na fotografijama manja od 1%).

Determinacijom taksonomske pripadnosti tragova na kontrolnoj pješčanoj traci zelenog mosta Ivačeno brdo uočen je visoki stupanj podudarnosti s rezultatima dobivenim metodom fotozamki. Najzastupljeniji su tragovi srne (42,4%), a vrlo često se pojavljuju i tragovi divlje svinje (15,5%), jelena (8,0%) i zeca (6,2%).

Analizom broja prijelaza tijekom pojedinih mjeseci u razdoblju praćenja uočen je trend smanjenja tijekom zimskih mjeseci i trend povećanja tijekom ljetnih mjeseci.

Vegetacija posađena zelenom mostu Ivačeno brdo još uvijek nije dosegla razvijenost okolnih staništa pa taj dio još uvijek predstavlja vegetacijski diskontinuitet. Daljnjim rastom i razvojem vegetacije očekuje se povećanje funkcionalnost zelenog mosta.

Rezultati monitoringa prelaženja životinja preko zelenog mosta Ivačeno brdo u usporedbi s drugim sličnim objektima ukazuju na zadovoljavajući stupanj funkcionalnosti zelenog mosta Ivačeno brdo kao posebno izgrađene strukture za prijelaz divljih životinja preko autoceste.

## 6. LITERATURA

1. CLEVINGER, A.P., B. CHRUSZEZ, K.E. GUNSON (2001): Highway migration fencing reduces wildlife-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin* 29 (2), 646-653.
2. CLEVINGER, A.P., N. WALTHO (2000): Factor influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. *Conservation Biology* 14, 47-56.
3. DAMAS AND SMITH LIMITED (1982) *Wildlife Mortality in Transportation Corridors in Canada's National Parks: Impact and Mitigation*. Volume 1. Main Report submitted to Parks Canada, Ottawa, Ontario, Canada, pp. 397.
4. FRKOVIĆ, A., R.L. RUFF, L. CIGNJAK, Đ. HUBER (1987): Brown bear mortality during 1946-85 in Gorski kotar, Yugoslavia. *Int. Conf. Bear Res. and Manage* 7, 87-92.
5. GARRISON, B.A., R.L. WACHS, T.A. GILES, M.L. TRIGGS (1999) A mounting technique for Trailmaster™ camera systems to monitor deer. *Transactions of the Western Section of the Wildlife Society* 35, 50-56.
6. GRAY, M. (2009): *Advances in Wildlife Crossing Technologies*. *Public Roads* 73, 1-14.
7. GUŽVICA G., M. MAZIJA, Z. MESIĆ, M. PISTOTNIK (2009): Studija propusnosti prijelaza i prolaza za životinje na autocesti Zagreb – Split – Dubrovnik, dionica Bosiljevo – Sveti Rok. Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, pp. 91.
8. GUŽVICA, G., I. BOŠNJAK, A. BIELEN, D. BABIĆ, B. RADANOVIĆ-GUŽVICA, L. ŠVER (2014): Comparative Analysis of Three Different Methods for Monitoring the Use of Green Bridges by Wildlife. *PLoS ONE* 9 (8), e106194. doi:10.1371/journal.pone.0106194
9. GUŽVICA, G., L. ŠVER (2006): Preliminarni rezultati praćenja prijelaza životinja zelenim mostom Osmakovac u Dalmaciji.- *Drypis – Časopis za primijenjenu ekologiju*, 2/1, 2 [www.drypis.info](http://www.drypis.info)

10. GUŽVICA, G., T. GOMERČIĆ, L. ŠVER, Đ. HUBER (2005): Praćenje kretanja divljih životinja korištenjem foto-zamki.- Drypis – Časopis za primijenjenu ekologiju, 1/2, 1 [www.drypis.info](http://www.drypis.info)
11. GUŽVICA, G., T. GOMERČIĆ, L. ŠVER, Đ. HUBER (2006): Primjena foto zamki u praćenju kretanja divljih životinja u Gorskom kotaru. Knjiga sažetaka, II. znanstveni skup s međunarodnom sudjelovanjem «Prirodoslovna istraživanja riječkog područja», Rijeka, 14. – 17. 06. 2006, 79-80.
12. HUBER, Đ. (2001): Utjecaj prometa na divlje životinje u Hrvatskoj, str. 28-38. U: JELČIĆ I. (ur.): Ekologija i medicina u prometu, HAZU, Zagreb.
13. HUBER, Đ., G. SCHWADRERER (2001): Bedeutung von Querungshilfen für Grossraubtiere am Beispiel der Autobahn Karlovac – Rijeka in Kroatien.- str. 55-60. U: FRED-GERHARD (ur.): Ein Bruckenschlang für Wildtiere, Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg, Baden-Württemberg.
14. HUBER, Đ., J. KUSAK (2005): Praćenje stanja okoliša (monitoring) – propusnost autoceste Zagreb – Split za životinje. Veterinarski fakultet, Zavod za biologiju, str. 1-241.
15. HUBER, Đ., J. KUSAK, A. FRKOVIĆ (1998): Traffic kills of brown bears in Gorski kotar, Croatia. Ursus 10, 167-171.
16. HUBER, Đ., J. KUSAK, A. FRKOVIĆ, G. GUŽVICA, T. GOMERČIĆ (2002a) Causes of wolf mortality in Croatia in the period 1986-2001. Veterinarski arhiv 72 (3), 131-139.
17. HUBER, Đ., J. KUSAK, G. GUŽVICA (2000): Wildlife crossings over green bridge near Dedin in Gorski kotar.- Proceedings of Abstracts of the Papers of the Seventh Congress of Croatian Biologists, (Hvar, 24. - 29. 9. 2000.), 200-201.
18. HUBER, Đ., J. KUSAK, G. GUŽVICA, T. GOMERČIĆ, G. SCHWADRERER (2002b): The effectiveness of green bridge Dedin in Gorski kotar (Croatia) for brown bears, str. 73. U: KVAM i SORENSEN (ur.): Fourteen international conference on bear research and management, International association for bear research and management, Steinkjer, Švedska.
19. HUBER, Đ., N. TVRTKOVIĆ, A. DUŠEK, Ž. ŠTAHAN, I. PAVLINIĆ, V. KRIVAK OBADIĆ, D. BUDAK RAJČIĆ (2002c): Propusnost cesta za

- životinje (Prijedlog smjernica za projektiranje). Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb, str. 1-67.
20. HUIJSER, M.P., T.D. HOLLAND, M. BLANK, M.C. GREENWOOD, P.T. MCGOWEN, B. HUBBARD, S. WANG (2009): The Comparison of Animal Detection Systems in a Test-bed a Quantitative Comparison of System Reliability and Experiences with Operation and Maintenance: Final Report. pp. 123.
21. KOBLER, A., M. ADAMIC (1999): Brown bears in Slovenia: identifying locations for constructions of bridges across highways, str. 29-38. U: EVINK i sur. (ur.): Proceedings of the third international conference on wildlife ecology and transportation. Report No. FL-ER-73-99, Florida Department of Transportation, Tallahassee, Florida, SAD.
22. KUSAK, J., D. HUBER, T. GOMERČIĆ, G. SCHWADERER, G. GUŽVICA (2009): The permeability of highway in Gorski kotar (Croatia) for large mammals. *European Journal of Wildlife Research* 55 (1), 7-21.
23. KUSAK, J., Đ. HUBER, A. FRKOVIĆ (2000): The effects of traffic on large carnivore populations in Croatia. *Biosphere Conservation* 3 (1), 35-39.
24. MECH, L.D., S.H. FRITTS, G.L. RADDE, W.J. PAUL (1988): Wolf distribution and road density in Minnesota. *Wildlife Society Bulletin* 16, 85-87.
25. O'CONNELL, A.F., J.D. NICHOLS, K.U. KARANTH (2011): Camera traps in animal ecology. *Methods and Analyses*, Springer.
26. RICE, C.G., T.E. KUCERA, R.H. BARRETT (1995): Trailmaster® camera system. *Wildlife Society Bulletin* 23 (1), 110-113.
27. SINGLETON, P.H., W.L. GAINES, J.F. LEHMKUHL (2002): Landscape permeability for large carnivores in Washington: a geographic information system weighed-distance and least cost corridor assessment. Res. Pap. PNW-RP-549. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, pp. 89.