



LIFE Celovito upravljanje in varstvo
DINALP rjavega medveda v severnih
BEAR Dinaridih in Alpah



LIFE13 NAT/SI/000550

VPLIVI SMRTNOSTI MEDVEDOV V PROMETU NA SLOVENSKO- HRVAŠKO POPULACIJO IN NJENO ŠIRJENJE PROTI ALPAM

*Action A.4: Vpliv trkov medvedov z vozili na
populacijo medveda, določitev »črnih točk« in
priprava akcijskega načrta za preprečevanje trkov*

Julij, 2015

Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta





LIFE
DINALP
BEAR



Ime in številka projekta: LIFE DINALP BEAR (LIFE13 NAT/SI/000550)

Naslov poročila: Poročilo o vplivu smrtnosti medvedov v prometu na slovensko-hrvaško populacijo in njeno razširjenje proti Alpam

Izvajalec: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Skupina za varstvo gozdov in ekologijo prostoživečih živali
Večna pot 83, 1000 Ljubljana

Odgovorni nosilec: prof. dr. Klemen JERINA, univ. dipl. inž. gozd.

Avtorji poročila: Tina LIČINA, univ. dipl. biol.
doc. dr. Miha KROFEL, univ. dipl. biol.
Slaven RELJIĆ, dr. med. vet.
prof. dr. sc. Đuro HUBER
Marko JONOZOVIČ, univ. dipl. inž. gozd.
Matija STERGAR, univ. dipl. inž. gozd.
prof. dr. Klemen JERINA, univ. dipl. inž. gozd.

Ključne besede: rjavi medved, *Ursus arctos*, smrtnost, povozi, Slovenija, Hrvaška

Kraj in datum: Ljubljana, julij 2015

KAZALO

1 UVOD.....	1
2 MATERIAL IN METODE DELA	3
2.1 Podatki zaznanega odvzema medvedov.....	3
2.1.1 Območje Slovenije.....	3
2.1.2 Območje Hrvaške	4
2.2 Analiza podatkov	4
2.2.1 Analiza povozov medvedov v slovensko-hrvaški populaciji.....	4
2.2.3 Vpliv povozov na alpski del populacije medvedov	5
3 REZULTATI	7
3.1 VPLIV SMRTNOSTI ZARADI PROMETA V PRIMERJAVI Z DRUGIMI RAZLOGI ZA ODVZEM SLOVENSKO-HRVAŠKE MEDVEDJE POPULACIJE	7
3.1.1 Pregled posameznih vzrokov odvzema medvedov na območju Slovenije in na območju Hrvaške ter primerjava med državama.....	7
3.1.2 Pregled sezonske dinamike povozov na območju Slovenije in na območju Hrvaške ter primerjava med državama	9
3.1.3 Analiza spolne in starostne strukture medvedov odvzetih iz narave na območju Slovenije (2005-2010) in Hrvaške (2005-2010) skupaj.....	11
3.1.4 Analiza starostne in spolne strukture medvedov z zaznano smrtnostjo zaradi povozov na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) skupaj	12
3.1.4.1 Pregled spolne in starostne strukture medvedov z zaznano smrtnostjo zaradi povozov na območju Hrvaške (2005-2010) in Slovenije (2004-2012).....	12
3.1.4.1.1 Povozi na cestah (združene avtoceste in ostale ceste).....	12
3.1.4.1.2 Povozi na železnicah	13
3.1.4.2 Smrtnost samcev zaradi povozov glede na disperzijsko obdobje v primerjavi z ostalimi vzroki odvzema iz narave.....	13
3.1.4.2.1 Zaznana smrtnost samcev zaradi prometnih nezgod na cestah (združeni povozi na avtocestah in ostalih cestah) v primerjavi z ostalimi vzroki odvzema iz narave	13
3.1.4.2.2 Zaznana smrtnost samcev zaradi prometnih nezgod na železnicah v primerjavi z ostalimi vzroki odvzema iz narave	15
3.1.4.3 Odvzem samic zaradi prometnih nezgod	17
3.1.4.3.1 Zaznana smrtnost samic zaradi prometnih nezgod na cestah (združeni povozi na avtocestah in ostalih cestah) v primerjavi z ostalimi vzroki odvzema iz narave	17
3.1.4.3.2 Zaznana smrtnost samic zaradi prometnih nezgod na železnicah (združeni povozi na avtocestah in ostalih cestah) v primerjavi z ostalimi vzroki odvzema iz narave	18
3.2 ANALIZA POVOZOV GLEDE NA OBSTOJEČO DEMOGRAFSKO STRUKTURO MEDVEDOV V POPULACIJI	21
3.2.1 Delež smrtnosti medvedov zaradi povozov	22
3.3 SMRTNOST MEDVEDOV ZARADI POVOZOV NA AVTOCESTI LJUBLJANA-NOVA GORICA TER VPLIV POPULACIJO V ALPSKEM OBMOČJU.....	24
4 DISKUSIJA	25
5 LITERATURA.....	28

POVZETEK

Danes je človek glavni dejavnik smrtnosti medveda. Med te sodijo tudi prometne nezgode medvedov z vozili na cesti ali železnicah, ki so pomemben vzrok smrti medvedov, obenem pa imajo lahko prometnice tudi posredne negativne učinke preko omejevanja genskega pretoka ter zmanjševanja funkcionalne povezljivosti prostora. V pričujočem poročilu predstavljamo analizo povozov slovensko-hrvaškega dela populacije rjavega medveda ter oceno pomena povozov z vidika širjenja medvedje populacije proti Alpam.

Za analizo smrtnosti v prometu zaradi trkov medvedov z vozili na cestah in železnicah smo uporabili podatke o odvzetih medvedih, in sicer za Slovenijo za obdobje 2004-2012, ko je bil registriran odvzem 891 medvedov ter za Hrvaškem za obdobje 2005-2010, ko je bilo odvzetih 535 medvedov. Analizirali smo spolno in starostno strukturo povoženih medvedov ter časovne (letne in sezonske) trende povozov. Za slovenski del populacije smo izračunali tudi delež smrtnosti, glede na rekonstruirano stanje živečih medvedov ter za alpski del s pomočjo poenostavljenega starostno nestrukturiranega modela izračunali demografsko samoobnovljivost tega dela populacije ter vpliv povozov nanj.

V raziskovalnem obdobju 2005-2010 je bilo na območju Slovenije ter Hrvaške skupaj zabeleženih 181 povozov medvedov (povprečno 30 medvedov/leto), kar je predstavljalo 17 % vse zaznane smrtnosti medvedov in je za odstrelom drug najpomembnejši vzrok smrti medvedov v teh dveh državah; 17,7 % povozov se je zgodilo na avtocestah, 40,3 % na ostalih vrstah cest ter 42,0 % na železniških progah.

Število odvzetih medvedov na celotnem območju Slovenije in Hrvaške se v posameznih letih ne razlikuje bistveno, povečan povoz na Hrvaškem v letih 2008-2010 pa bi lahko bila posledica izgradnje novih avtocest v tej državi. Pri sezonski dinamiki povozov smo opazili dva viška, in sicer v pozno-pomladanskem (maj-junij) in zgodnje-jesenskem obdobju (avgust-oktober), kar sovпада z obdobjem paritve in hiperfagije.

Na Hrvaškem je bilo spolno razmerje povoženih medvedov dokaj enakomerno (delež samic: 48,9 %), medtem ko je bilo v Sloveniji v prid samcev (delež samic: 44,9%). V obeh državah je bila mediana starosti samic povoženih na cestah višja (Slovenija: 2,6 leta; Hrvaška: 2,3 leta) kot pri samcih (Slovenija: 1,3 leta; Hrvaška: 1,5 leta). Glede na obstoječo demografsko strukturo medvedov v populaciji smo pri samicah v splošnem opazili upad povozov s starostjo, pri samcih pa smo opazili očitno povečano dovzetnost za povoze pri eno in dvoletnih samcev, kar ustreza obdobju disperzije. Ne izključujemo pa možnosti, da je opažen porast pri smrtnosti zaradi povozov pri eno- in dvo-letnih samcih povezan s povečano rabo antropogenih virov hrane.

Modelni izračuni za severni del slovenske medvedje populacije nakazujejo, da povprečna letna umrljivost (19,6-20,5 % oz. 8,8-9,3 umrlih medvedov/leto) presega povprečno letno rodno (15,8 % oz. 7,1 rojenih medvedov/leto). Povoz predstavlja 24,2-27,7 % evidentirane smrtnosti na tem območju. V primeru zaprte populacije bi ta po rezultatih našega modeliranja vsako leto upadla za 3,7-4,5 %, kar pomeni, da alpski del populacije medvedov demografsko ni samoobnovljiv (predstavlja ponor za populacijo) in da lahko ob trenutni stopnji smrtnosti dolgoročno preživi le ob stalnem dotoku novih osebkov iz osrednjega dela populacije južno od avtoceste. Model je pokazal, da bi bilo možno zagotoviti demografsko samooskrbnost alpskega dela populacije in s tem povečati možnosti za nadaljnje širjenje rjavega medveda v alpski prostor v sosednjih državah, že z preprečitvijo vseh povozov. Vendar bo to v praksi zelo težko doseči, zato bo potrebno zmanjšati tudi druge vzroke

smrtnosti (med katerimi je trenutno najpomembnejši odstrel) ali pa povečati rodnost. Za zmanjšanje odstrela bi bilo ključno najprej zmanjšati pogostnost konfliktov med medvedom in človekom oz. povečati sprejemanje medvedov s strani ljudi. Med odstrelom na območju severno od AC je namreč primerjalno zelo pogost izredni odstrel. Rodnost bi se lahko povečala predvsem s povečanjem deležem samic na tem območju, kar pa je v veliki meri povezano z izboljšanjem povezljivostjo alpskega prostora z jedrom populacije v Dinaridih. Pri tem ima pomebno vlogo trenutno slaba propustnost avtoceste Ljubljana-Nova Gorica.

SUMMARY

Nowadays humans are the main cause of brown bear mortality. Such anthropogenic mortality includes vehicle collisions on roads and railways. Besides causing important part of mortality, transport infrastructure also have indirect negative effects connected with reduced gene flow and reduced functional connectivity of the landscape. In this report we present analysis of vehicle-caused mortality in the Slovene-Croatian part of the Alpine-Dinaric-Pindos brown bear population and evaluation of importance of vehicle collisions on expansion of the bear population into the Alps.

For analysis of mortality we used data of 891 bears removed from population in Slovenia during 2004-2012 and 535 bears removed in Croatia during 2005-2010. We analysed sex and age structure of bears killed in vehicle collisions and temporal (inter-annual and seasonal) trends of this mortality. For Slovenia we also calculated sex- and age-specific vehicle-caused mortality according to the reconstructed structure of the entire population in the country and for the Alpine part we furthermore evaluated demographic self-sustainability of this part of the population and effects of vehicle collisions on it, using simplified age-non-structured model.

During 2005-2010 in total 181 bears were recorded killed in vehicle collisions in Slovenia and Croatia (on average 30 bears/year), which represents 17% of all recorded bear mortality and is, following legal hunting, the second most important cause of bear mortality in these two countries. Overall, 17.7% of vehicle collisions occurred on highways, 40.3% on other types of roads and 42.0% on railways.

We did not detect any obvious inter-annual trends in vehicle collisions in the study area, except for increased mortality in Croatia during 2008-2010, which could be connected with construction of new highways in this country. Seasonal dynamics is characterized by two peaks of vehicle collisions, which occur in late spring (May-June) and early autumn (August-October) and concur with the mating period and period of hyperphagia.

For Croatia, we observed relatively equal sex ratio among bears killed in vehicle collisions (proportion of females: 48.9%), while in Slovenia the ratio was male-biased (proportion of females: 44.9%). In both countries the median age was notably higher in females (Slovenia: 2.6 years; Croatia: 2.3 years) compared to males (Slovenia: 1.3 years; Croatia: 1.5 years). In respect to the reconstructed population demographic structure in Slovenia we noted for females general decrease in vehicle collisions with age, while for males proportion of bears killed by vehicles increased among one- and two-year old animals, which corresponds to the age of dispersal. However, we don't exclude possibility that this increase in one- and two-year olds could be connected with increased use of anthropogenic food sources along the transport infrastructure by this age group.

Model results for the Alpine part of the bear population in Slovenia indicate that average annual mortality (19.6-20.5% or 8.8-9.3 dead bears/year) exceeds average annual reproduction (15.8 % or 7.1 born bears/year). Vehicle collisions represent 24.2-27.7% of recorded mortality in the region. According to the modelling results, Alpine part of the population would in case of closed population decline annually for 3.7-4.5%. This indicates that currently Alpine part of the population is not self-sustainable (i.e. it represents a population sink) and that it can in current situation survive only with constant inflow of new bears from the core area on the other side of the Ljubljana-Nova Gorica highway. Model also suggests that demographic self-sustainability of the Alpine part of the population and thus increased opportunities for natural expansion into the Alps could be attained already by preventing all mortality caused by vehicle collisions. However, this will be difficult to achieve in practice and therefore there is a need to reduce also other causes of mortality (among which the legal hunting is the most important one) or/and increase the reproduction. In order to enable reduction of hunting, which is in this region connected mostly with removal of problem bears, it is first required to reduce human-bear conflicts and improve attitudes towards bears among local inhabitants. Reproduction could be increased mainly with increased proportion of females in the region, which is mostly linked to the connectivity between the Alpine periphery and the core area in Dinaric Mountains. This is primarily connected with improving currently poor permeability of the Ljubljana-Nova Gorica highway.

1 UVOD

Dandanes je večino smrtnosti medvedov povezane s človekom (Swenson, 2000; Jerina & Krofel 2012). Med te sodijo tudi prometne nezgode medvedov z vozili na cesti ali železnicah, ki so pomemben vzrok smrti medvedov tako v Evropi (Huber et al., 1998; Kusak et al., 2000; Kaczensky et al., 2003; Krofel et al., 2012) kot v Severni Ameriki (Wooding & Hardisky, 1994; Gibeau & Herrero, 1998). Na območju Slovenije in Hrvaške so so prometne nezgode, takoj za odstrelom, drugi najpomembnejši vzrok smrti medvedov (Huber et al., 1998; Poročilo Ohranitev velikih zveri v Sloveniji (*Ursus arctos*), Faza 1).

Poleg same smrtnosti imajo lahko povozi tudi posredne negativne učinke na ohranitveni status populacije medvedov, na primer preko omejevanja genskega pretoka ter zmanjševanje funkcionalne povezljivosti prostora zaradi oviranja mladostnega razširjanja medvedov (disperzije) (LIFE III - Nature - poročilo Akcija A2). Prejšnje raziskave na območju Slovenije so, na primer, kot pomembno ovirio prepoznale avtocesto MB-LJ-Razdrto-NG, ki razdeljuje slovensko populacijo medvedov na dve demografski območji - severni del (SZ del Slovenije) z nizko številčnostjo, nizko gostoto in spolnim razmerjem v prid samcem ter južni del (Dinarski del Slovenije) z višjo številčnostjo, gostoto ter spolnim razmerjem v prid samicam (Skrbinšek et al., 2008). To bi lahko oteževalo vzpostavitev vitalne, dobro povezane Alpsko-Dinarsko-Pinske metapopulacije in s tem pomembno vplivala na ohranitveni status rjavega medveda na evropski ravni. Slovenska populacija medvedov je namreč edini vir za naravno rekolonizacijo Alp (Kaczensky et al., 2003).

Kljub temu, da so bile dosedaj na območju Slovenije in Hrvaške že opravljene nekatere raziskave na temo smrtnosti povozov medvedov (Huber et al., 1998; Jerina & Krofel, 2012; Krofel et al., 2012), ni znano, če in kako povozi vplivajo na širjenje rjavega medveda v alpski prostor. Poleg tega so se v času od objave teh raziskav na nekaterih območjih razmere bistveno spremenile (npr. gradnja avtocest na odmočju Gorskega kotarja in Like) ter do sedaj še nobene raziskava ni hkrati analizirala smrtnosti medveda, na širšem (čezmejnem) območju. V zadnjih letih je bilo zbranih tudi precej novih podatkov, kar omogoča natančnejše analize, kot so bile možne kadarkoli prej. Poglobljena analiza povozov na omenjenih območjih z uporabo najnovjših podatkov pa je tudi predpogoj za uspešno izvrševanje akcije C4 tega projekta, ki bo s konkretnimi ukrepi prispevala k zmanjšanju smrtnosti medvedov zaradi prometa.

Namen analize predstavljene v tem poročilu je 1) analizirati obseg smrtnosti slovensko-hrvaške populacije medvedov zaradi trkov z vozili na cestah in železnicah v primerjavi z ostalimi vzroki smrtnosti medvedov, 2) ugotoviti starostno in spolno strukturo povoženih medvedov, 3) raziskati časovne trende (znotraj in med leti) povozov ter 4) preveriti v kolikšni meri so povozi povezani z disperzijo pri mlajših samcih. Poleg tega smo 5) za slovensko populacijo, za katero so

na voljo tudi natančni podatki o velikosti in demografski strukturi obstoječe populacije, ocenili pomen smrtnosti zaradi povozov za posamezne spolno-starostne razrede ter 6) ovrednotili pomen povozov z vidika širjenja medvedje populacije proti Alpam.

2 MATERIAL IN METODE DELA

V raziskavi smo se osredotočili na območje Slovenije in Hrvaške. V poročilu zato pogosto govorimo o slovensko-hrvaški populaciji, čerpav se zavedamo, da so ti medvedi le del večje, alpsko-dinarsko-pindske populacije rjaveag medveda.

V analizo smo vključili samo zaznani odvzem medvedov. Del smrtnosti predstavlja tudi nezaznana smrtnost (neodkrit nezakoniti odstrel in naravna smrtnost), za katero nismo imeli na voljo natančnih podatkov, v večino analiz nismo mogli vključiti. Kljub temu sklepamo, da to ne vpliva pomembno na rezultate naših analiz, saj so podatki pridobljeni v prejšnjih telemetrijskih raziskavah in z modeliranjem pokazali, da je delež nezaznane smrtnosti med medvedi verjetno majhen (Jerina & Krofel 2012; Krofel et al., 2012). V nekatere analize pa smo vključili tudi oceno deleža neevidentirane smrtnosti v Sloveniji (27 %; Jerina & Krofel 2012).

2.1 Podatki zaznanega odvzema medvedov

2.1.1 Območje Slovenije

Za analizo smrtnosti v prometu zaradi trkov medvedov z vozili na cestah in železnicah v Sloveniji smo uporabili podatke o odvzetih medvedih iz Osrednjega registra velikih zveri za Slovenijo in sicer za obdobje 2004-2012, ko je bil registriran odvzem 891 medvedov. Med njimi za 21 (2,4 %) medvedov nismo imeli na voljo zanesljivega podatka o spolu, tako smo v analize vključili podatke o 870-ih odvzetih medvedov. Za analizo letne dinamike povozov za skupno slovensko-hrvaško populacijo smo uporabili podatke o 603 odvzetih medvedih v obdobju 2005-2010, kar se ujema z obdobjem z dostopnimi podatki za Hrvaško.

Glede na tip odvzema smo podatke razdelili v tri skupine: odstrel (redni, izredni, neupravičen), povoz (železnice, avtoceste, ostale ceste) in ostalo (bolezni, pogin, odlov živih medvedov in drugo).

Glede na območje smo lokacije povozov razdelili glede na avtocesto MB-LJ-NG, ki predstavlja pomembno oviro za prehajanje medvedov in ločuje slovenski del populacije medvedov na dve demografski območji. Pod kategorijo osrednje območje smo smatrali območje medvedov izločenih južno od avtoceste, pod kategorijo alpsko območje pa območje medvedov severno od avtoceste in pod kategorijo AC medvedi izločeni na sami avtocesti.

Starost odvzetih medvedov smo izračunali na predpostavki, da so bili vsi medvedje rojeni 1. februarja, pri samem izračunu pa smo uporabili podatke iz analize na podlagi štetja letnic na zbruskih medvedjih zob (Jerina & Krofel, 2012).

2.1.2 Območje Hrvaške

Za analizo smrtnosti v prometu zaradi trkov medvedov z vozili na cestah in železnicah na Hrvaškem smo uporabili podatke o odvzetih medvedih v letih 2005-2010, ko je bilo odvzetih 535 medvedov. Zaradi pomankljivih podatkov o spolu (N=26) in starosti (N=5) smo v analizo odvzemov medvedov na območju Hrvaške v obdobju 2005-2010 ter v analizo letne dinamike povozov za skupno slovensko-hrvaško populacijo vključili podatke o 504 odvzetih medvedov.

Združevanje podatkov v skupine in računanje starosti medvedov smo za Hrvaško opravili na enak način kot za Slovenijo.

2.2 Analiza podatkov

2.2.1 Analiza povozov medvedov v slovensko-hrvaški populaciji

Pri analizi povozov smo podatke o tipu prometnic prikazali na dva načina. Najprej smo prikazali prometne nezgode na vseh treh tipih prometnic - avtocestah, magistralnih cestah in železnicah, nato pa smo združili povoze na magistralnih cestah in avtocesta v enotno kategorijo cest. Vse tri tipe prometnic smo prikazali pri informativnem pregledu prometnih nezgod medvedov z vozili ter pri sezonski dinamiki povozov. Pri analizi spolne in starostne strukture pa smo uporabili združene podatke o povozih na cestah, saj sklepamo, da je bil vzrok povoza medvedov (disperzija) na cestah in avtocestah enak, večji vzorec v enotni kategoriji, pa je dal bolj zanesljive rezultate.

Pri analizi spolne in starostne strukture smo preverili tudi, ali se vzorci povozov spreminjajo glede na obdobje disperzije. Za ta namen smo medvede razdelili v tri starostne kategorije: preddisperzija (do, z vključno 15-imi meseci starosti), disperzija (začetek 16-tega meseca do konca 39-tega meseca starosti) in podisperzija (po 40-ih mesecih starosti). Pri medvedih so večinoma samci tisti, ki v iskanju primernega življenjskega prostora dispergirajo stran od materinega območja aktivnosti, medtem ko samice pogosto vzpostavijo lastno območje aktivnosti znotraj ali v neposredni bližini materinega (Støen et al. 2006). Zato smo opravili analizo ločeno za oba spola in na ta način poskusili razlikovati vpliv disperzije na pogostost povozov.

Starost odvzetih medvedov je znašala od 0 in 25 let. Leta predstavljajo starost medvedov ob smrti, npr. medvedje v starosti 0 so medvedi do dopolnjenega 1. leta. Zaradi majhnega števila medvedov nad starostjo 8 let smo medvede nad to starostjo združili v tri kategorije: 9-10 let, 11-12 let in > 13 let. Vpliv starostne strukture medvedov z zaznano smrtnostjo zaradi povozov smo primerjali med obema spoloma.

Za slovenski del populacije medvedov (2004-2012) smo izračunali delež smrtnosti zaradi povozov, glede na rekonstruirano stanje živečih medvedov v populaciji po spolu in starosti. Rekonstrukcija številčnosti, spolne in starostne sestave, smrtnosti in rodnosti dela populacije medvedov je bila opravljena v okviru poročila Monitoring odvzema rjavega medveda iz narave v Sloveniji (Jerina & Krofel, 2012). Podatke o stanju živečih medvedov v populaciji smo preračunali na absolutno število medvedov $N=500$ z uporabljenim spolnim razmerjem ocenjenim v okviru genetske analize (delež samic: 56 %; Skrbinšek et al., 2008). V sklopu analize deleža smrtnosti zaradi povozov smo uporabili vse razpoložljive podatke o povozih medvedov na območju Slovenije v obdobju med leti 2004-2014 ($N=142$) ter za posamezno demografsko kategorijo medvedov izračunali deleže smrtnosti medvedov zaradi povozov glede na rekonstruirano strukturo populacije. Zaradi majhnega zaradi števila povozov osebkov starih nad 5 let smo tvorili dve starostni kategoriji, v katere smo združili a.) povožene medvede v starosti 6-10 let, b.) medvede nad 10 let. Podatke o medvedih starih med 0 in 5 let smo prikazali za vsako leto posebej - leta predstavljajo starost medvedov ob smrti, npr. medvedje v starosti 0 so medvedje < 1 leta starosti.

2.2.3 Vpliv povozov na alpski del populacije medvedov

Pri analizi smrtnosti medvedje populacije zaradi prometnih nezgod na avtocesti MB-LJ-NG in njenem vplivu na razširitev medvedje populacije smo uporabili vse razpoložljive podatke odvzetih medvedov za Slovenijo v obdobju med leti 2004-2012.

Za izračun demografske samoobnovljivosti alpskega dela medvedje populacije v Sloveniji smo najprej predpostavili, da je ta del populacije izolirana od preostale medvedje populacije v osrednjem območju in ob teh predpostavki modelirali populacijsko dinamiko. Na ta način smo želeli preveriti, v kolikšni meri je alpski del populacije odvisen od priseljevanja iz Dinaridov. Pri izračunu smo uporabili podatke o stopnji populacijske rodnosti in umrljivosti na nivoju cele populacije (Jerina & Krofel, 2012) ob upoštevanju lokalne spolne strukture medvedje populacije na tem območju (Skrbinšek et al., 2008). Jerina & Krofel (2012) sta z modeliranjem (modeli z dodano neevidentirana naravno smrtnostjo medvedov) ugotovila, da je povprečna letna populacijska rodnost samic (letna nataliteta) medvedov v Sloveniji 28 %. Skrbinšek s sodelavci (2008) je s pomočjo neinvazivne genetske raziskave na podlagi gostote populacije ob koncu vzorčenja izračunal, da je spolno razmerje medvedov na območje Slovenije pomaknjeno v prid samica (delež samic=56 %; $N_{total}=434$), na alpskem območju pa v prid samcev (delež samic=30 %).

Številčnost medvedov za SZ del Slovenije smo pridobili iz ocene absolutne gostote medvedje populacije v Sloveniji (pri oceni $N=500$; Jerina et al. 2013) ter ocenili, da se 91 % ($N=455$)

medvedje populacije na območju Slovenije nahaja južno od avtoceste, 9 % (N=45) pa severno od avtoceste.

Pri analizi vpliva povozov na alpski del populacije smo združili vse trke medvedov z vozili (ceste, avtoceste, železnice) v eno kategorijo (povozi). Za izračun celotnega (evidentiranega in neevidentiranega) odvzema medvedov na območju Slovenije smo uporabili podatke o evidentiranem odvzemu medvedov med leti 2004-2012 ter oceno deleža neevidentiranega odvzema v Sloveniji (27 %; Jerina & Krofel 2012).

V obdobju 2004-2012 je bilo na avtocesti LJ-NG evidentiranih 5 primerov povozov medvedov. Za te povežene medvede ne vemo, iz katerega dela Slovenije so izvirali oziroma ali je šlo za medvede v disperziji, ki so bili verjetno v procesu odseljavanja na severno stran avtoceste, ali pa za rezidentne medvede na tem območju. Zato smo naredili dve analizi, ki pokrijeta obe možna skrajna scenarija. Najprej smo predpostavili, da je so bili vsi ti povoženi medvedvi dispergenti iz juga na sever (v tem primeru smo za smrtnost medvedov na alpskem območju uporabili vrednost 54), druga ocena pa je temeljila na predpostavki, da so bili vsi medvedje povoženi na avtocesti lokalni rezidentje ožjega območja obeh strani avtoceste, pri čemer smo predpostavili, da so enako časa živeli južno in severno od AC (v tem primeru smo za smrtnost medvedov na alpskem območju uporabili vrednost 51,5).

Demografsko samoobnovljivosti alpskega dela medvedje populacije smo izračunali s pomočjo poenostavljenega starostno nestrukturiranega modela spremembe velikosti populacije. Ob predpostavki geometrijske rasti smo na podlagi podatkov o potencialni stopnji rodnosti (b_t) ter umrljivosti (d_t) v populaciji izračunali neto spremembo (prirastek) velikosti populacije (R) v enem letu ter tako ocenili samoobnovljivost tega dela populacije. R izračunamo kot razliko med številom rojenih in številom poginulih osebkov v populaciji v enem letu. Da bi ocenili pomen smrtnosti zaradi povozov za širjenje rjavega medveda v alpskem prostoru smo neto prirastek medvedje populacije SZ dela Slovenije izračunali tudi za primer, če bi lahko vse smrtnosti medvedov zaradi prometnih nezgod preprečili.



3 REZULTATI

3.1 VPLIV SMRTNOSTI ZARADI PROMETA V PRIMERJAVI Z DRUGIMI RAZLOGI ZA ODVZEM SLOVENSKO-HRVAŠKE MEDVEDJE POPULACIJE

3.1.1 Pregled posameznih vzrokov odvzema medvedov na območju Slovenije in na območju Hrvaške ter primerjava med državama

Najpomembnejši vzrok zaznane smrtnosti medvedov na območju Slovenije (za obdobje 2004-2012) kot tudi na območju Hrvaške (za obdobje 2005-2010) je bil z 78,4 % odstrel ($N_{\text{odstrel}} = 1077$). V istem obdobju je bilo na območju Slovenije in Hrvaške skupaj evidentiranih 234 povozov medvedov, kar predstavlja 17,0 % zabeležene smrtnosti.

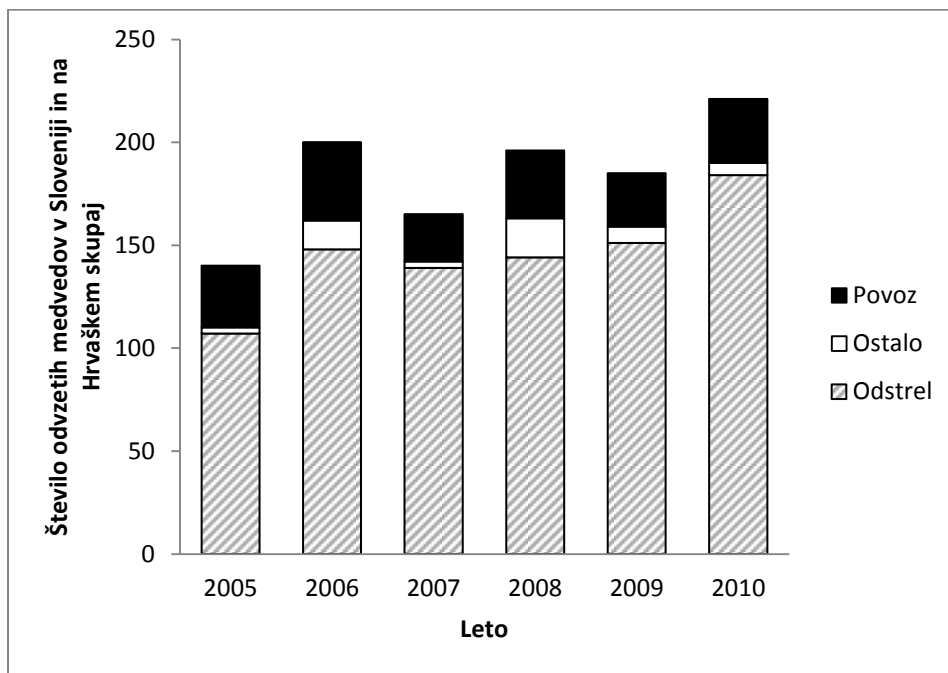
Preglednica 1: Pregled povprečnega števila letno evidentiranih vzrokov smrtnosti medvedov za območje Slovenije (2004-2012) ter za območje Hrvaške (2005-2010).

	Število izločitev na leto SLOVENIJA	Delež (%)	Število izločitev na leto HRVAŠKA	Delež (%)	Število vseh izročitev SLO & HR	Delež (%)
Odstrel	87,5	80,6	75,4	74,8	1077	78,38
Ostalo	3,5	3,22	7	6,94	63	4,59
Povoz	17,75	16,32	18,4	18,25	234	17,03
<i>Ceste</i>	10	9,2	9,8	9,72	129	9,39
<i>Železnice</i>	7,75	7,12	8,6	8,53	105	7,64
Skupaj	108,7	100	100,8	100	1374	100

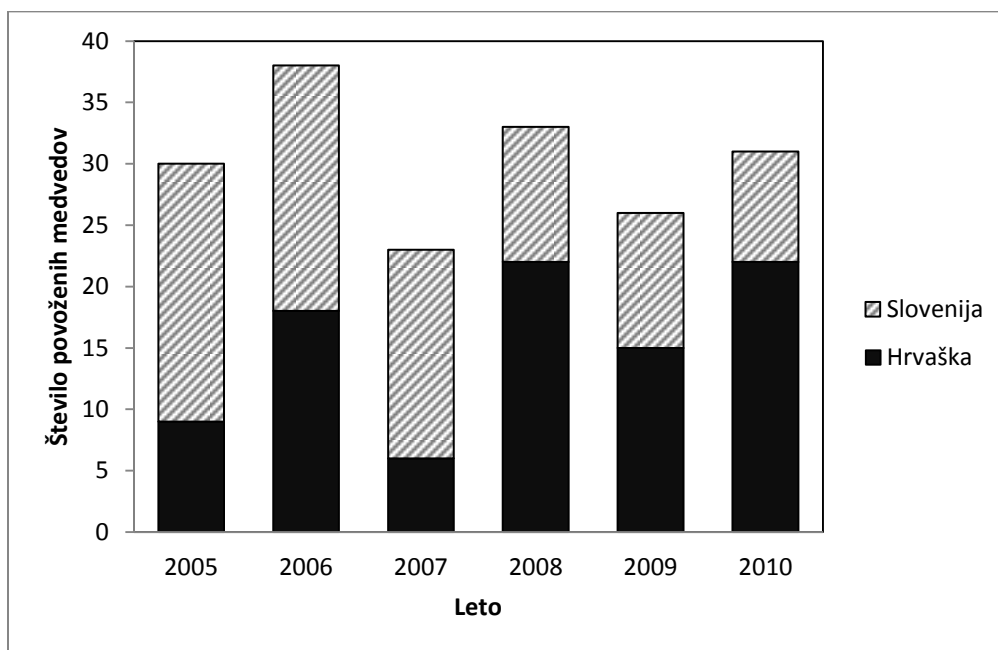
V raziskovalnem obdobju 2005-2010 je bilo na območju Slovenije ter Hrvaške skupaj zabeleženih 181 povozov medvedov. Na območju Slovenije se je največ, od skupno 89 primerov zaznane smrtnosti medvedov zaradi prometnih nezgod v obdobju med leti 2005 in 2010 pripetilo na cestah, od tega 53,9 % ($N=48$) na magistralnih in ostalih vrstah cest ter 9,0 % ($N=8$) na avtocestah. Na železniških progah je bilo od začetka leta 2005 do konca leta 2010 evidentiranih 37,1 % ($N=33$) poginov medvedov zaradi prometnih nezgod. Na območju Hrvaške, se je večina, 53,3 % ($N=49$), od skupno 92 primerov zaznane smrtnosti medvedov v obdobju 2005-2010 zaradi prometnih nezgod pripetila na cestah, od tega 26,1 % na avtocestah ($N=24$) in 27,2 % na magistralnih in ostalih vrstah cest ($N=25$). Ostali delež, 46,7 % ($N=43$) primerov zaznane smrtnosti se je pripetilo na železniških progah.

Na območju Slovenije in Hrvaške je bilo v obdobju 2005-2010 iz narave odvzetih 1107 medvedov, na letni ravni povprečno 185 medvedov. Najvišje število odvzetih medvedov je bilo leta 2010 ($N=221$, delež samic = 37,6 %; Slika 1). V povprečju je bilo letno odvzetih 146 osebkov

zaradi odstrela (povprečen delež samic = 35,5 %) in približno 30 osebkov zaradi povozov (povprečen delež samic = 45,5 %). Leta 2006 je bilo na območju Slovenije in Hrvaške povoženih največ medvedov (N=38), ravno tako je bil leta 2006, delež povoženih samic v primerjavi z ostalimi leti v obdobju 2005-2010 najvišji (delež samic=63,2 %). (Sliki 1 in 2)



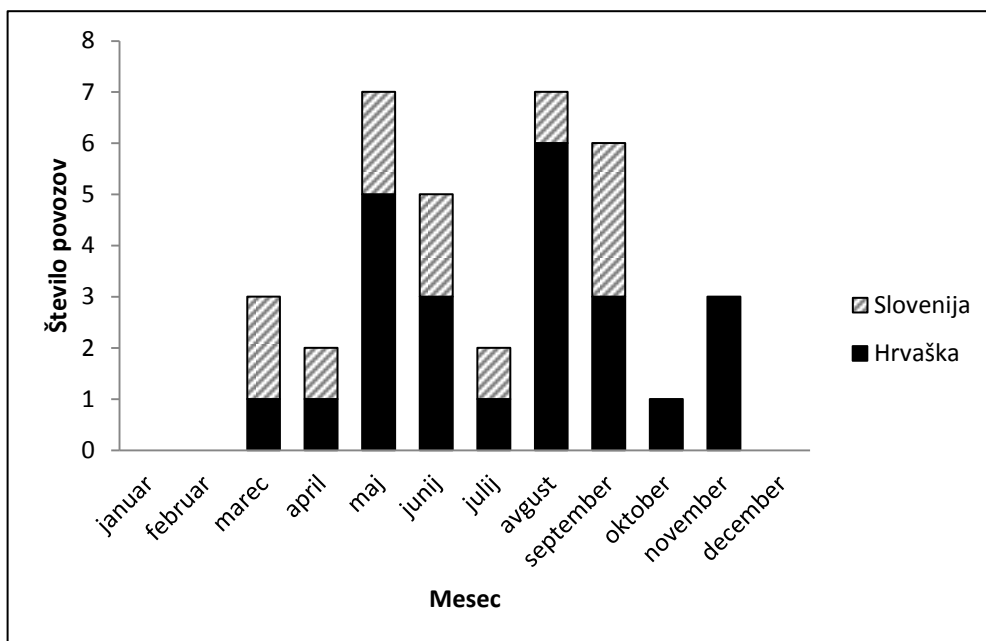
Slika 1: Prikaz števila odvzetih medvedov na območju Slovenije in Hrvaške za posamezno kalendarско leto v obdobju 2005-2010 za tri kategorije odvzema.



Slika 2: Prikaz števila povoženih medvedov za posamezno kalendarско leto v obdobju 2005-2010 za območje Slovenije in Hrvaške.

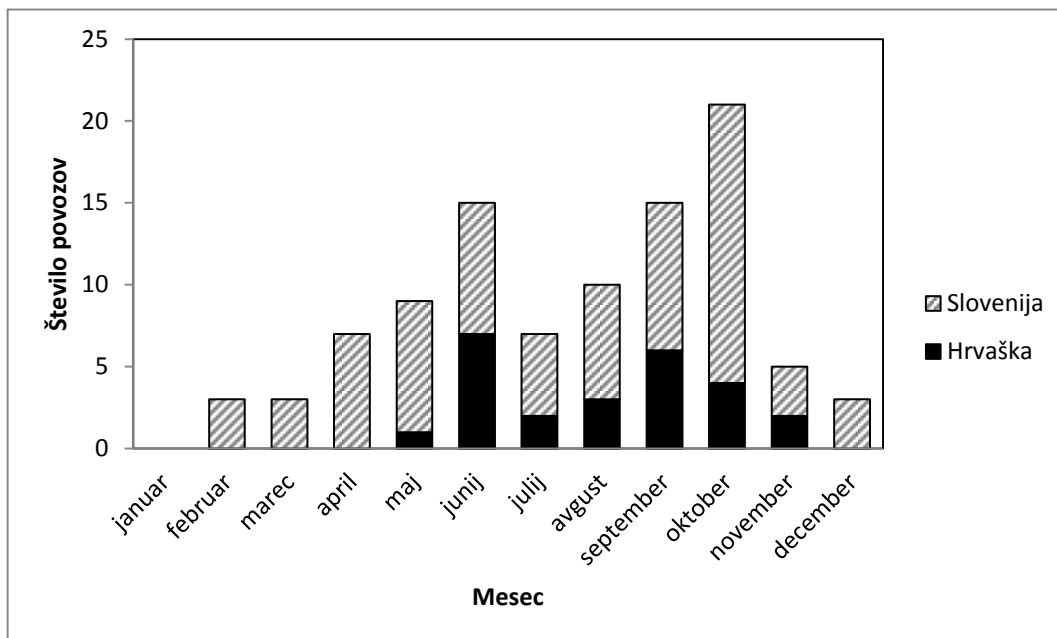
3.1.2 Pregled sezonske dinamike povozov na območju Slovenije in na območju Hrvaške ter primerjava med državama

Na območju Hrvaške je bilo med leti 2005-2010 na avtocestah zaznanih več povozov v primerjavi s Slovenijo (obdobje 2004-2012). Največ povozov na avtocestah na Hrvaškem in v Sloveniji skupaj se je pripetilo v mesecu maju in avgustu (oba meseca: 19,5 %; N=7), sledi jima mesec september (16,7 %, N=6). (Slika 3)



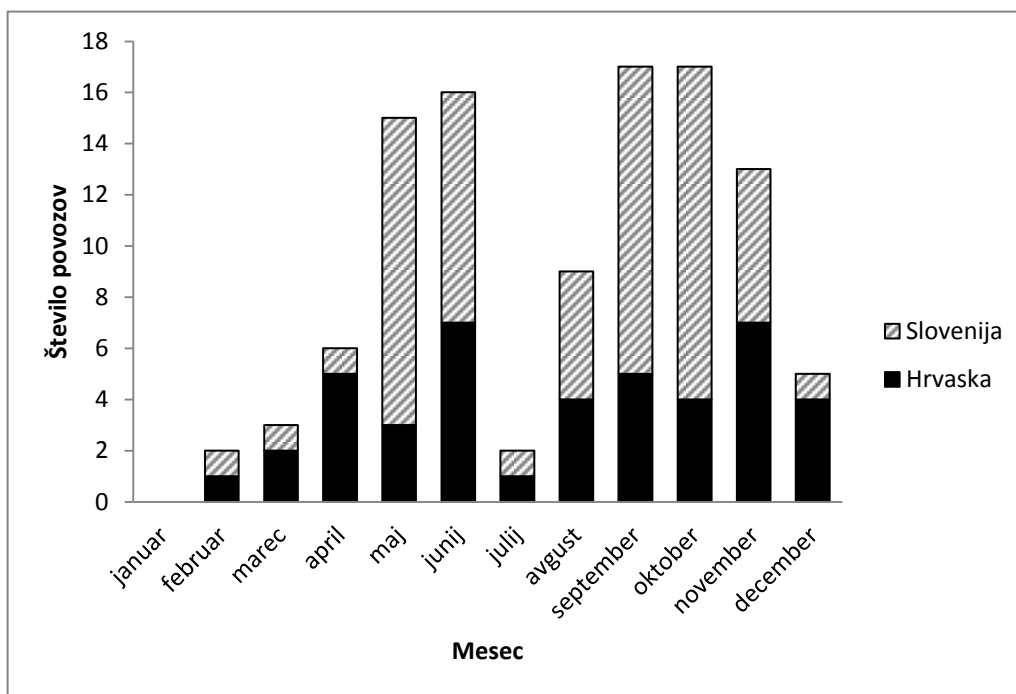
Slika 3: Prikaz števila povoženih medvedov na avtocestah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010). Prikazano je število povoženih medvedov za posamezen mesec v koledarskem letu.

Na območju Slovenije je bilo med leti 2004-2012 na cestah (magistralne in ostale ceste) zaznanih občutno več povozov v primerjavi z Hrvaško. Največ povozov na cestah na Hrvaškem in v Sloveniji skupaj se je pripetilo v mesecu oktobru (21,4 %, N=21), sledita mu mesec junij in september (oba meseca: 15,3 %, N=15) (Slika 4).



Slika 4: Prikaz števila povozenih medvedov na magistralnih in ostalih cestah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010). Prikazano je število povozenih medvedov za posamezen mesec v koledarskem letu.

Najvišje število vseh zaznanih povozov na železnicah na območju Slovenije in Hrvaške skupaj je bilo v mesecih september in oktober (oba meseca: 16,19 %, N=17), sledita jima meseca junij (15,23 %, N=16) in maj (14,28 %, N=15). (Slika 5)



Slika 5: Prikaz števila povozenih medvedov na železnicah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010). Prikazano je število povozenih medvedov za posamezen mesec v koledarskem letu.



3.1.3 Analiza spolne in starostne strukture medvedov odvzetih iz narave na območju Slovenije (2005-2010) in Hrvaške (2005-2010) skupaj

Med odvzetimi medvedi v obdobju 2005-2010 so tako na Hrvaškem kot v Sloveniji prevladovali samci. Razlika med spoloma je bila na območju Slovenije (delež samic: 44,4 %) nižja v primerjavi z Hrvaško (29,8 %). Največja razlika v spolnem razmerju odvzetih medvedov med državama je bila v kategoriji odstrela, kjer so na Hrvaškem (delež samic: 23,9 %) odstrelili manj samic kot v Sloveniji (delež samic: 43,8 %).

Srednja vrednost (mediana) starosti odstreljenih medvedov je bila na Hrvaškem višja (samice: mediana=4,8 let, N=90; samci: mediana=4,7 let, N=287) kot v Sloveniji (samice: mediana=2,7 let, N=217; samci: mediana=2,7 let, N=279). Delež izločitev samcev znotraj kategorije ostalo je višji na Hrvaškem (delež samic na Hrvaškem: 42,85 %; delež samic v Sloveniji: 61,11 %) kot v Sloveniji.

Medtem, ko je med povozi na Hrvaškem (delež samic: 48,9 %) odvzetih primerljivo število samic in samcev iz populacije, smo v Sloveniji zabeležili spolno razmerje v prid samcev (delež samic: 44,9%). Srednji vrednosti starosti povoženih samcev in samic sta med državama podobni in v obeh državah je starost povoženih medvedov nižja od starosti medvedov odvzetih iz drugih razlogov (Preglednica 2).

Preglednica 2: Pregled spolne in starostne strukture evidentiranih medvedov odvzetih iz narave v obdobju med letoma 2005 in 2010 na območju Slovenije in Hrvaške. Vrednosti v oklepajih prikazujejo mediano starosti medvedov. Deleži predstavljajo spolno razmerje za posamezen tip odvzema za posamezno državo.

	Hrvaška (N=504, 100 %)				Slovenija (N=603, 100 %)			
	SAMICA	delež (%)	SAMEC	delež (%)	SAMICA	delež (%)	SAMEC	delež (%)
Odstrel	90 (4,8)	23,9	287 (4,7)	76,1	217 (2,7)	43,75	279 (2,7)	56,25
Ostalo	15 (4,5)	42,85	20 (1,9)	57,14	11 (3,7)	61,11	7 (3,6)	38,88
Povoz	45 (2,3)	48,91	47 (1,5)	51,08	40 (2,6)	44,94	49 (1,3)	55,05
<i>Železnica</i>	20 (1,83)	46,51	23 (2,41)	53,48	13 (2,66)	39,39	20 (1,41)	60,60
<i>Cesta</i>	25 (2,58)	51,02	24 (1,37)	48,97	27 (2,41)	48,21	29 (1,33)	51,78
Skupaj	150	29,76	354	70,24	268	44,44	335	55,56

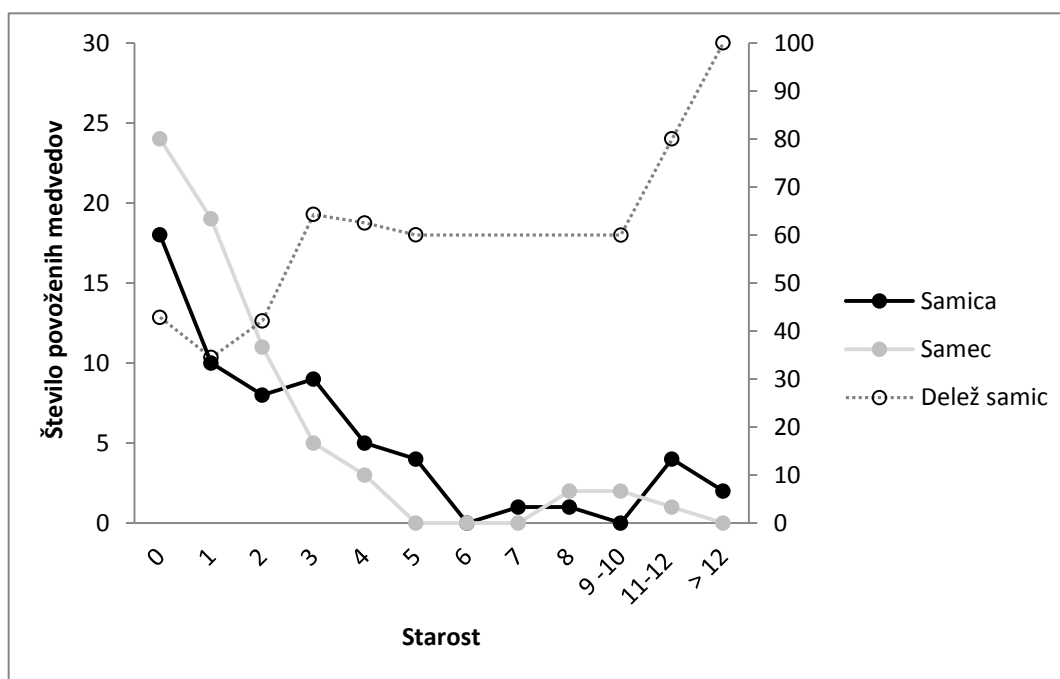
Iz preglednice 2 je tudi razvidno, da je bil glavni evidentiran tip povozov v Sloveniji povoz na cestah. Delež slednjega se med spoloma ni bistveno razlikoval, se pa je razlikovala srednja vrednost starosti med spoloma - za samce je bila 1,3 leta, za samice 2,4 leta. Podoben trend je prisoten tudi na Hrvaškem - mediana starosti samic povoženih na cestah je bila višja kot pri samcih. V obeh državah je vlak povozil večji delež samcev kot samic, se pa državi razlikujeta po mediani starosti. Na Hrvaškem so bili med medvedi, ki jih je povozil vlak, starejši samci, v Sloveniji pa samice.

3.1.4 Analiza starostne in spolne strukture medvedov z zaznano smrtnostjo zaradi povozov na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) skupaj

3.1.4.1 Pregled spolne in starostne strukture medvedov z zaznano smrtnostjo zaradi povozov na območju Hrvaške (2005-2010) in Slovenije (2004-2012)

3.1.4.1.1 Povozi na cestah (združene avtoceste in ostale ceste)

Najvišji delež medvedov z zaznano smrtnostjo zaradi povozov na cestah (N=129) na območju Slovenije (2004-2012; N=80) in Hrvaške (2005-2010; N=49) skupaj, je bilo starih manj kot 1 leto (32,6 %, N=42). Delež povozov je padel z naraščajočo starostjo medvedov, s tem, da je bil delež povozov samic od starosti > 3 leta večinoma višji od deleža samcev iste starosti (izjema - medvedje v starosti med 8-11 letom) (Slika 6).

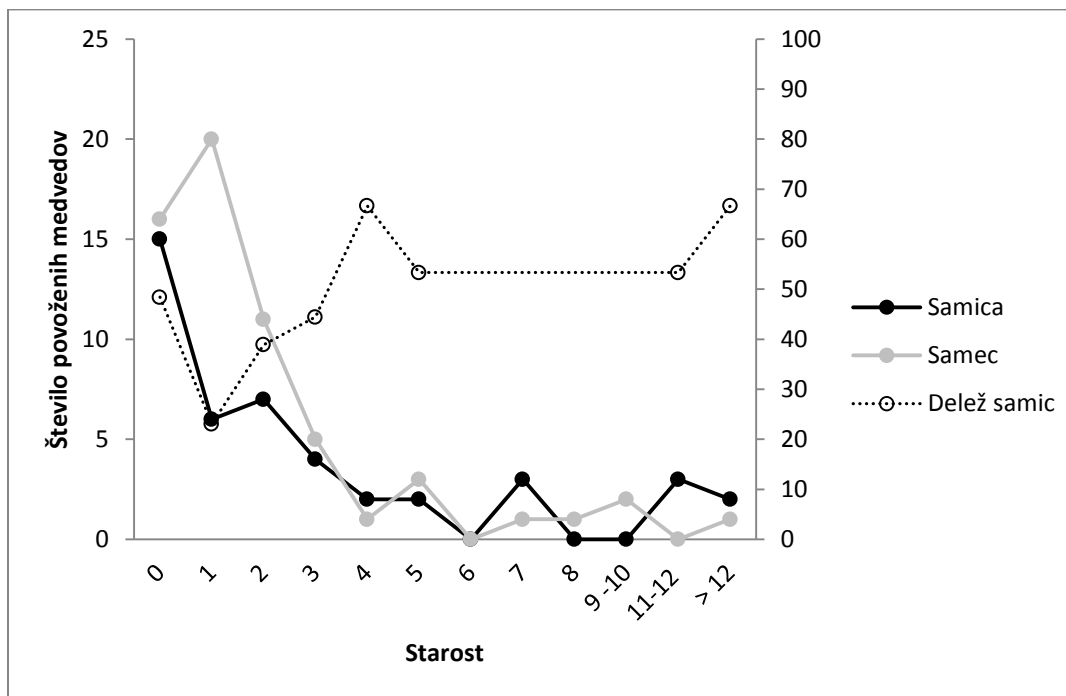


Slika 6: Število zaznane smrtnosti samcev in samic medvedov glede na njihovo starost zaradi povozov na cestah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010). Leta predstavljajo starost medvedov ob smrti, npr. medvedi v starosti 0 so medvedje < 1 leta starosti. Starost > 12 vključuje starost medvedov med 13-im in 25-im letom starosti. Prikazan je tudi delež zaznane smrtnosti samic v posamezni starosti. Zaradi majhnega števila povozov samic v starosti med 5 in 10 let smo za boljši prikaz deleža samic tvorili kategorijo samice (5-10 let) v katero smo vključili vse samice stare med 5 in 10 let.



3.1.4.1.2 Povozi na železnicah

Večji del medvedov z zaznano smrtnostjo zaradi povozov na železnicah (N=105) na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) je bilo starih manj kot 1 leto (29.5 %, N=31). Delež povozov na železnicah je padal z naraščajočo starostjo medvedov s tem, da je po starosti 11 let delež samic presegal delež povozenih samcev. (Slika 7)



Slika 7: Zaznana smrtnost samcev in samic medvedov glede na njihovo starost zaradi povozov na železnicah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010). Leta predstavljajo starost medvedov ob smrti, npr. medvedi v starosti 0 so medvedje < 1 leta starosti. Starost > 12 vključuje starost medvedov med 13-im in 25-im letom starosti. Prikazan je tudi delež zaznane smrtnosti samic v posamezni starosti. Zaradi majhnega števila povozenih samic v starosti med 5 in 12 let smo za boljši prikaz deleža samic tvorili kategorijo samice (5-12 let) v katero smo vključili vse samice stare med 5 in 12 let.

3.1.4.2 Smrtnost samcev zaradi povozov glede na disperzijsko obdobje v primerjavi z ostalimi vzroki odvzema iz narave

3.1.4.2.1 Zaznana smrtnost samcev zaradi prometnih nezgod na cestah (združeni povozi na avtocestah in ostalih cestah) v primerjavi z ostalimi vzroki odvzema iz narave

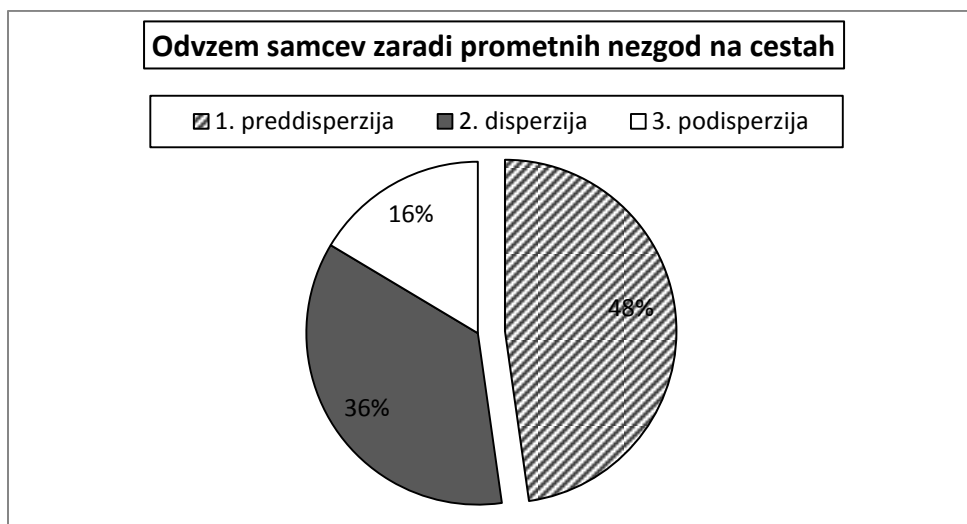
Na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) je bilo največ zaznamovanih odvzemov medvedov, ne glede na disperzijsko obdobje, posledica odstrela. Samci z najvišjim deležom smrtnosti zaradi odstrela so glede na starost spadali v po-disperzijsko obdobje (N=312, 89,1 %), samci z najnižjim deležem smrtnosti, 46,5 % (N=59), pa so pripadali pred-disperzijski skupini. Od 67 zaznanih smrtnosti samcev zaradi povozov na cestah, so imeli samci v pred-

disperzijskem obdobju najvišji delež smrtnosti - glede na ostale vzroke odvzema - v primerjavi z ostalima dvema obdobjema disperzije. (Preglednica 3, Preglednica 4)

Preglednica 3: Prikaz števila zaznanih smrtnosti zaradi povozov na cestah v posamezni kategoriji samcev na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) glede na obdobje disperzije: pred-disperzijsko (do 15 mesecev starosti), disperzijsko (med 16 -39 mesecev starosti), po-disperzijsko (po 40-tem mesecu starosti). Delež odvzema glede na ostale vzroke odvzema prikazuje delež vseh evidentiranih povozov medvedov na cestah glede na ostale vzroke (odstrel, ostalo, povoz na železnicah) znotraj posamezne kategorije disperzije. Prikazan je tudi najvišji delež odvzema.

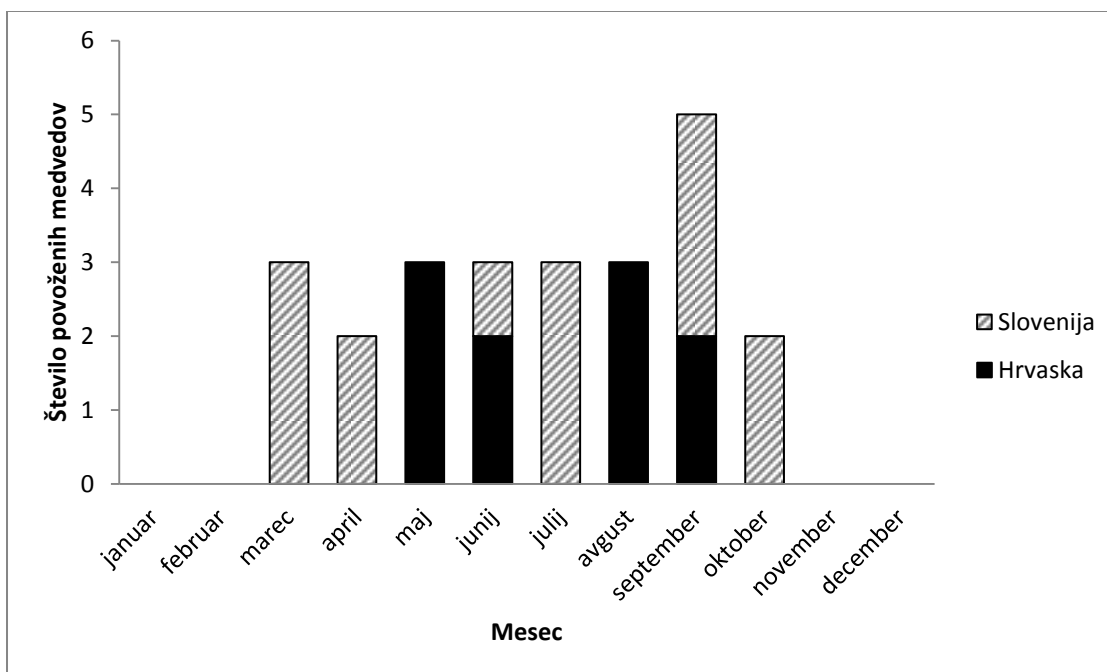
Obdobje SAMCEV:	Hrvaška (N)	Slovenija (N)	Skupaj	Delež odvzema glede na ostale vzroke odvzema	
1. pred-disperzija	12	20	32	25,19 %;	odstrel: 46,45 %
2. disperzija	10	14	24	6,53 %;	odstrel: 85,83 %
3. po-disperzija	2	9	11	3,14 %;	odstrel: 89,14 %
Skupaj	24	43			

Največji delež samcev z zaznamovano smrtnostjo zaradi povozov na cestah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) (N=67) je bilo v pred-disperzijskem obdobju (48 %, N=32). (Slika 8)



Slika 8: Delež odvzema samcev zaradi povozov na cestah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) glede na obdobje disperzije: pred-disperzijsko (do 15 mesecev starosti), disperzijsko (med 16-39 mesecev starosti), po-disperzijsko (po 40-tem mesecu starosti).

Najvišji delež zaznane smrtnosti medvedov v obdobju disperzije zaradi povozov na cestah na območju Hrvaške (2005-2010) in Slovenije (2004-2012) se je pripetil v mesecu septembru (20,8 %) (Slika 9).



Slika 9: Povozi medvedov v obdobju disperzije (med 16-39 mesecev starosti) na cestah v Sloveniji (2004-2012) in Hrvaški (2005-2010). Prikazano je število povoženih medvedov za posamezen mesec v koledarskem letu.

3.1.4.2.2 Zaznana smrtnost samcev zaradi prometnih nezgod na železnicah v primerjavi z ostalimi vzroki odvzema iz narave

Od 61 zaznanih smrtnosti samcev zaradi povozov na železnicah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) so imeli samci v pred-disperzijskem obdobju najvišji delež smrtnosti - glede na ostale vzroke odvzema - v primerjavi z ostalima dvema obdobjema disperzije (Preglednica 4).

Preglednica 4: Zaznana smrtnost zaradi povozov na železnicah v posamezni kategoriji samcev na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) glede na obdobje disperzije: pred-disperzijsko (do 15 mesecev starosti), disperzijsko (med 16 -39 mesecev starosti), po-disperzijsko (po 40-tem mesecu starosti). Delež odvzema glede na ostale vzroke odvzema prikazuje delež vseh evidentiranih povozov medvedov na železnicah glede na ostale vzroke (odstrel, ostalo, povoz na cestah) znotraj posamezne kategorije disperzije. Prikazan je tudi najvišji delež odvzema.

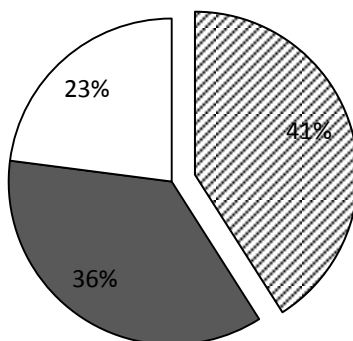
Obdobje SAMCEV:	Hrvaška (N)	Slovenija (N)	Skupaj	Delež odvzema glede na ostale vzroke odvzema	
1. pred-disperzija	9	16	25	19,7 %;	odstrel: 46,4 %
2. disperzija	6	16	22	6,0 %;	odstrel: 85,8 %
3. po-disperzija	8	6	14	4,0 %;	odstrel: 89,1 %
Skupaj	23	38			

Največji delež samcev z zaznano smrtnostjo zaradi povozov na železnicah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) (N=61) je bilo v pred-disperzijskem obdobju (41 %, N=25). (Slika 10)



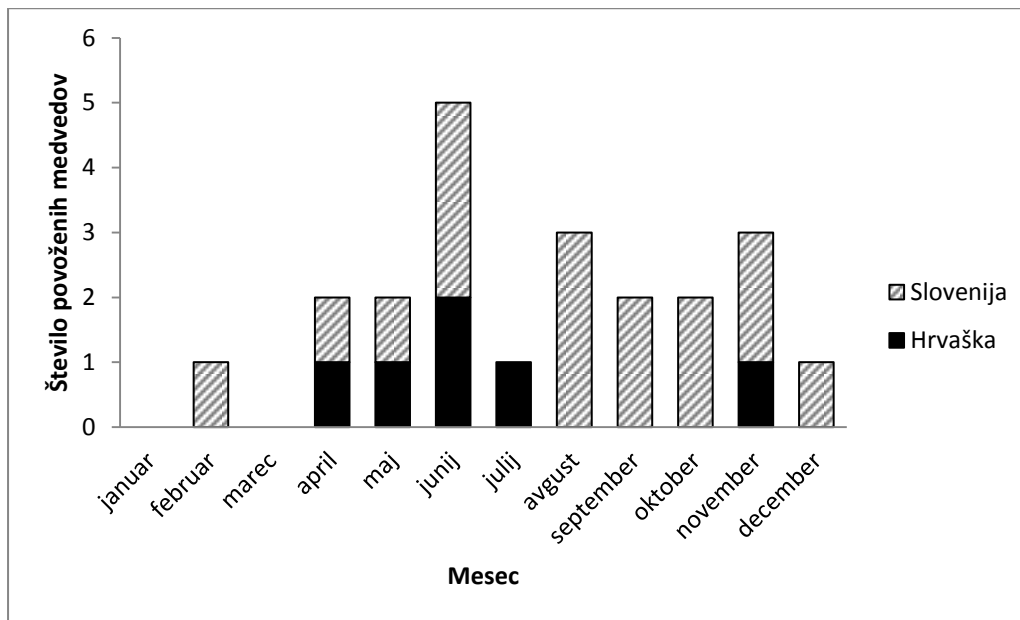
Izločitev samcev zaradi prometnih nezgod na železnicah

☐ 1. preddisperzija ■ 2. disperzija □ 3. podisperzija



Slika 10: Delež odvzema samcev zaradi povoza na železnicah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) glede na obdobje disperzije: pred-disperzijsko (do 15 mesecev starosti), disperzijsko (med 16-39 mesecev starosti), po-disperzijsko (po 40-tem mesecu starosti).

Najvišji delež zaznane smrtnosti medvedov v obdobju disperzije zaradi povožov na železnicah na območju Hrvaške (2005-2010) in Slovenije (2004-2012) se je pripetil v mesecu juniju (22,72 %). (Slika 11)



Slika 11: Prikaz števila povoženih medvedov v obdobju disperzije (med 16-39 mesecev starosti) na železnicah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010). Prikazano je število povoženih medvedov za posamezen mesec v kolendarskem letu.

3.1.4.3 Odvzem samic zaradi prometnih nezgod

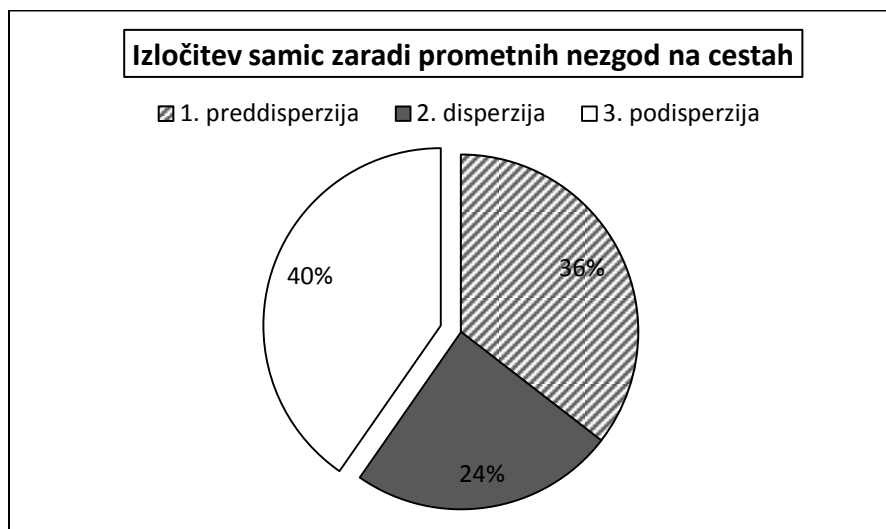
3.1.4.3.1 Zaznana smrtnost samic zaradi prometnih nezgod na cestah (združeni povozi na avtocestah in ostalih cestah) v primerjavi z ostalimi vzroki odvzema iz narave

Na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) je bilo največ zaznamovanih odvzemov medvedk, ne glede na disperzijsko obdobje, posledica odstrela. Samice z najvišjim deležom smrtnosti zaradi odstrela so glede na starost spadale v disperzijsko obdobje (N=199, 85,04 %), samice z najnižjim deležem smrtnosti, 50 % (N=46), pa so pripadale pred-disperzijski skupini. Od 62 zaznanih smrtnosti samic zaradi povozov na cestah, so imeli samice v pred-disperzijskem obdobju najvišji delež smrtnosti - glede na ostale vzroke odvzema - v primerjavi z ostalima dvema obdobjema disperzije. (Preglednica 5, Preglednica 6)

Preglednica 5: Prikaz zaznane smrtnosti zaradi povozov na cestah v posamezni kategoriji samic na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) glede na obdobje disperzije: pred-disperzijsko (do 15 mesecev starosti), disperzijsko (med 16 -39 mesecev starosti), po-disperzijsko (po 40-tem mesecu starosti). Delež odvzema glede na ostale vzroke odvzema prikazuje delež vseh evidentiranih povozov medvedk na železnicah glede na ostale vzroke (odstrel, ostalo, povozi na cestah) znotraj posamezne kategorije disperzije. Prikazan je tudi najvišji delež odvzema.

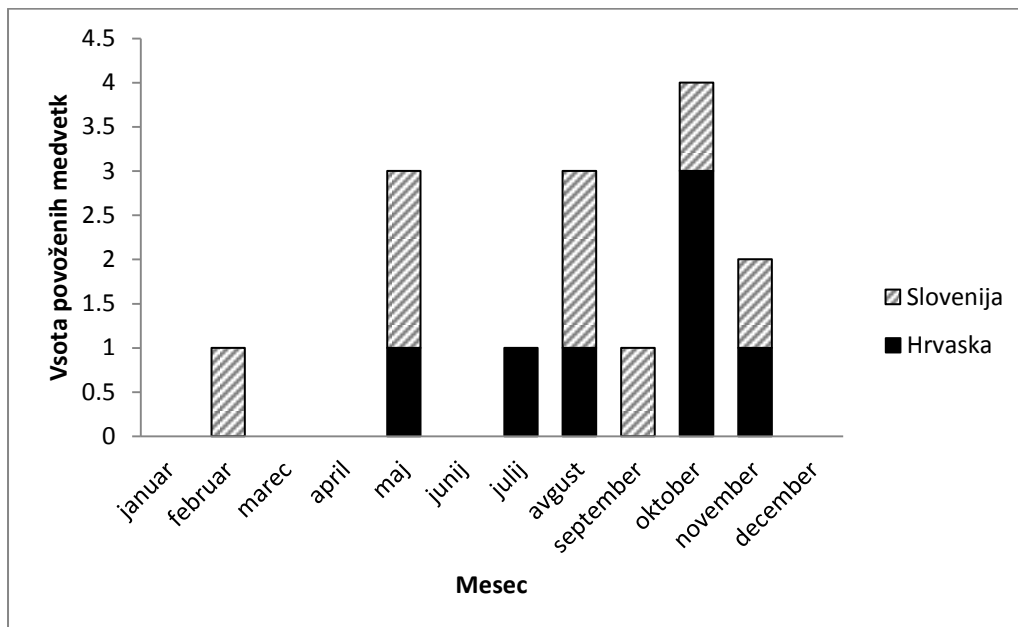
Obdobje SAMIC:	Hrvaška (N)	Slovenija (N)	Skupaj	Delež odvzema glede na ostale vzroke odvzema	
1. pred-disperzija	6	16	22	24,0 %;	odstrel:50,0 %
2. disperzija	7	8	15	6,4%;	odstrel:85,0 %
3. po-disperzija	12	13	25	12,3%;	odstrel: 71,6 %
Skupaj	25	37			

Največji delež samic z zaznano smrtnostjo zaradi povozov na cestah v Sloveniji (2004-2012) in Hrvaškem (2005-2010) (N=62) je bilo v po-disperzijskem obdobju (40 %, N=25). (Slika 12)



Slika 12: Delež odvzema samic zaradi povozov na cestah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) glede na obdobje disperzije: pred-disperzijsko (do 15 mesecev starosti), disperzijsko (med 16 -39 mesecev starosti), po-disperzijsko (po 40-tem mesecu starosti).

Najvišji delež zaznane smrtnosti medvedk v obdobju disperzije zaradi povozov na cestah na območju Hrvaške (2005-2010) in Slovenije (2004-2012) se je pripetil v mesecu oktobru (26,7 %, N=4). Sledita mu meseca maj in avgust (oba 20 %, N=3) (Slika 13).



Slika 13: Prikaz števila povoženih medvedk v obdobju disperzije (med 16-39 mesecev starosti) na cestah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010). Prikazano je število povoženih medvedk za posamezen mesec v kolendarskem letu.

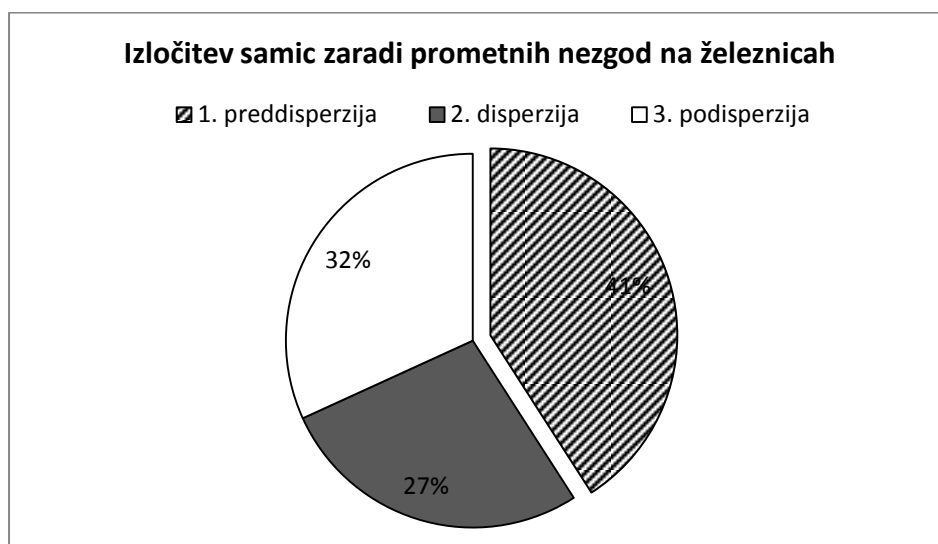
3.1.4.3.2 Zaznana smrtnost samic zaradi prometnih nezgod na železnicah (združeni povozi na avtocestah in ostalih cestah) v primerjavi z ostalimi vzroki odvzema iz narave

Od 44 zaznanih smrtnosti samic zaradi povozov na železnicah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010), so imele samice v pred-disperzijskem obdobju najvišji delež smrtnosti - glede na ostale vzroke odvzema - v primerjavi z ostalima dvema obdobjema disperzije (Preglednica 6).

Preglednica 6: Zaznana smrtnost zaradi povozov na železnicah v posamezni kategoriji samic na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) glede na obdobje disperzije: pred-disperzijsko (do 15 mesecev starosti), disperzijsko (med 16 -39 mesecev starosti), po-disperzijsko (po 40-tem mesecu starosti). Delež odvzema glede na ostale vzroke odvzema prikazuje delež vseh evidentiranih povozov medvedk na železnicah glede na ostale vzroke (odstrel, ostalo, povozi na cestah) znotraj posamezne kategorije disperzije. Prikazan je tudi najvišji delež odvzema.

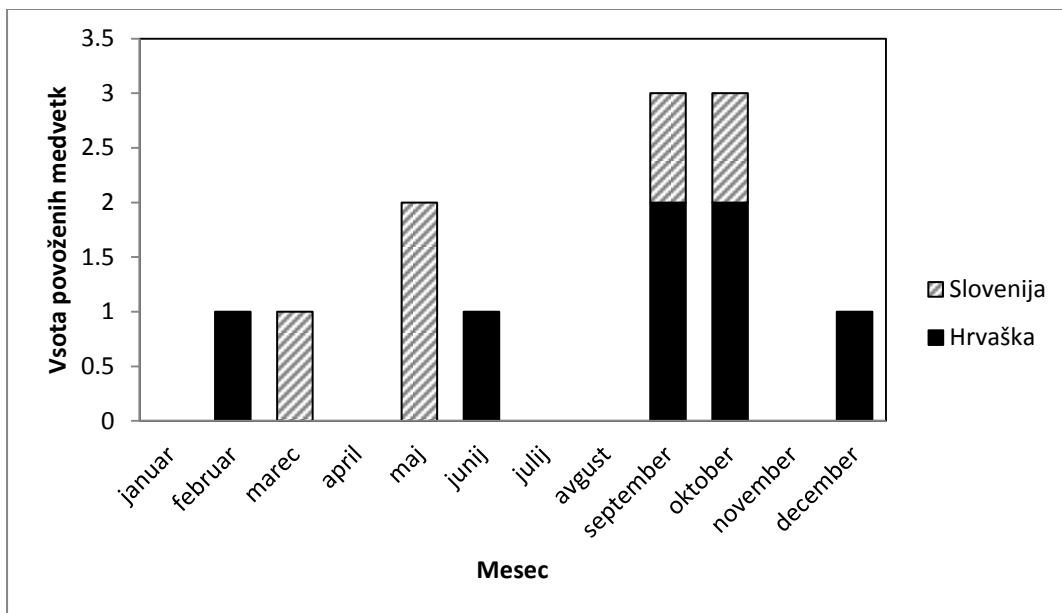
Obdobje SAMIC:	Hrvaška (N)	Slovenija (N)	Skupaj	Delež odvzema glede na ostale vzroke odvzema	
1. pred-disperzija	7	11	18	19,6 %;	odstrel:50,0 %
2. disperzija	7	5	12	5,1 %;	odstrel:85,4 %
3. po-disperzija	6	8	14	6,7 %;	odstrel: 71,6 %
Skupaj	20	24			

Največji delež samic z zaznamovano smrtnostjo zaradi povoza na železnicah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) (N=62) je bilo v pred-disperzijskem obdobju (41 %, N=18). (Slika 14)



Slika 14: Delež odvzema samic zaradi povoza na cestah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010) glede na obdobje disperzije: pred-disperzijsko (do 15 mesecev starosti), disperzijsko (med 16 -39 mesecev starosti), po-disperzijsko (po 40-tem mesecu starosti).

Najvišja deleža zaznane smrtnosti medvedk v obdobju disperzije zaradi povozov na železnicah na območju Hrvaške (2005-2010) in Slovenije (2004-2012) sta se pripetila v mesecih september in oktober (oba 25 %, N=3) (Slika 15).



Slika 15: Prikaz števila povoženih medvedov v obdobju disperzije (med 16-39 mesecev starosti) na železnicah na območju Slovenije (2004-2012) in Hrvaške (2005-2010). Prikazano je število povoženih medvedk za posamezen mesec v kolendarskem letu.



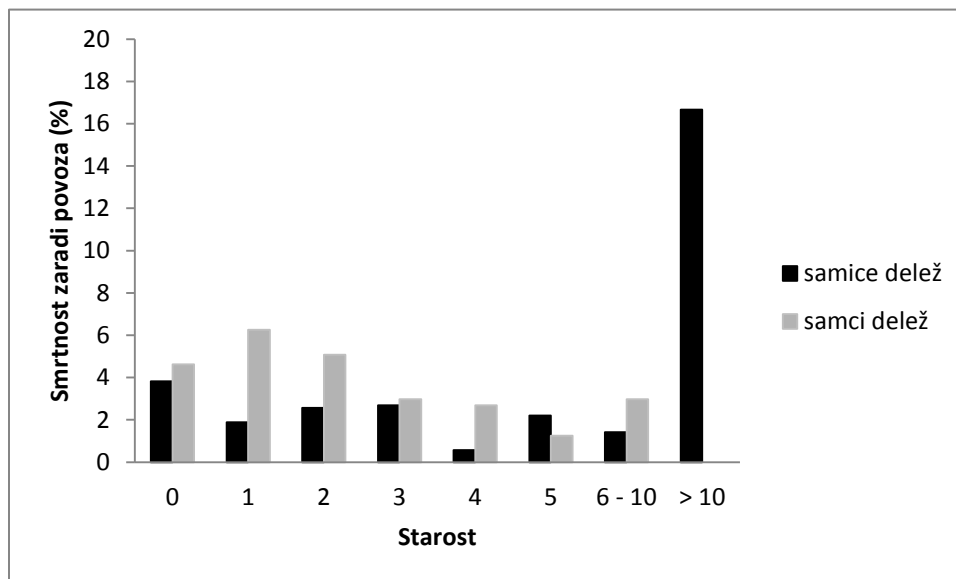
3.2 ANALIZA POVOZOV GLEDE NA OBSTOJEČO DEMOGRAFSKO STRUKTURO MEDVEDOV V POPULACIJI

Preglednica 7: Struktura živečih medvedov v populaciji po spolu in starosti po deležu in ocenjeno število živali ob predpostavki velikosti populacije (N=500) (Jerina & Krofel, 2012).

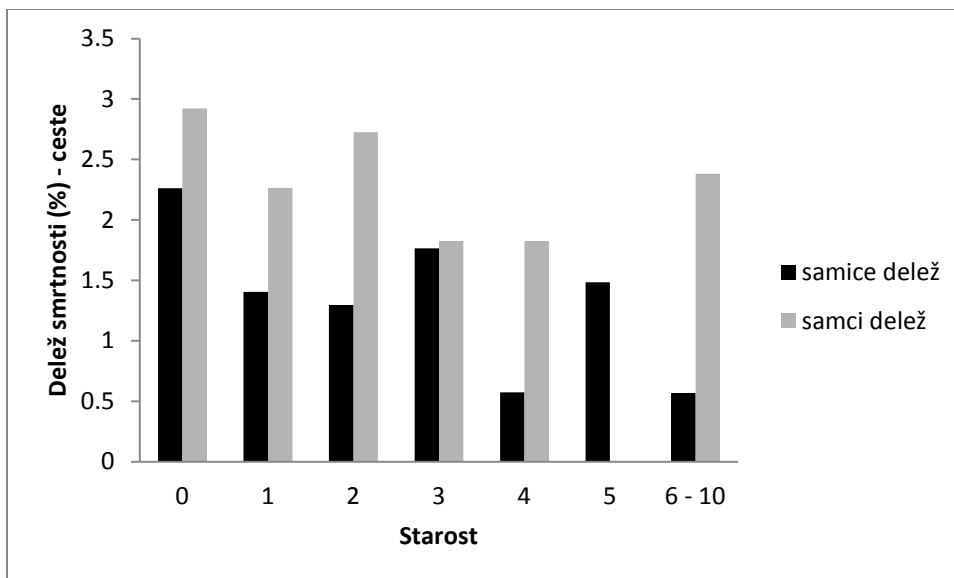
Starost	delež samcev %	delež samic %	samci abs	samice abs	
0	0.146	0.144	73	72	145
1	0.099	0.107	50	53	103
2	0.064	0.077	32	39	71
3	0.041	0.057	21	28	49
4	0.027	0.044	14	22	35
5	0.020	0.034	10	17	27
6	0.015	0.027	7	14	21
7	0.010	0.021	5	11	16
8	0.008	0.016	4	8	12
9	0.006	0.011	3	6	9
10	0.003	0.009	2	5	6
11	0.001	0.007	0	3	4
12	0.000	0.004	0	2	2
13	0.000	0.002	0	1	1
14	0.000	0.001	0	0	0
15	0.000	0.000	0	0	0
	44 %	56 %	220	280	500

3.2.1 Delež smrtnosti medvedov zaradi povozov

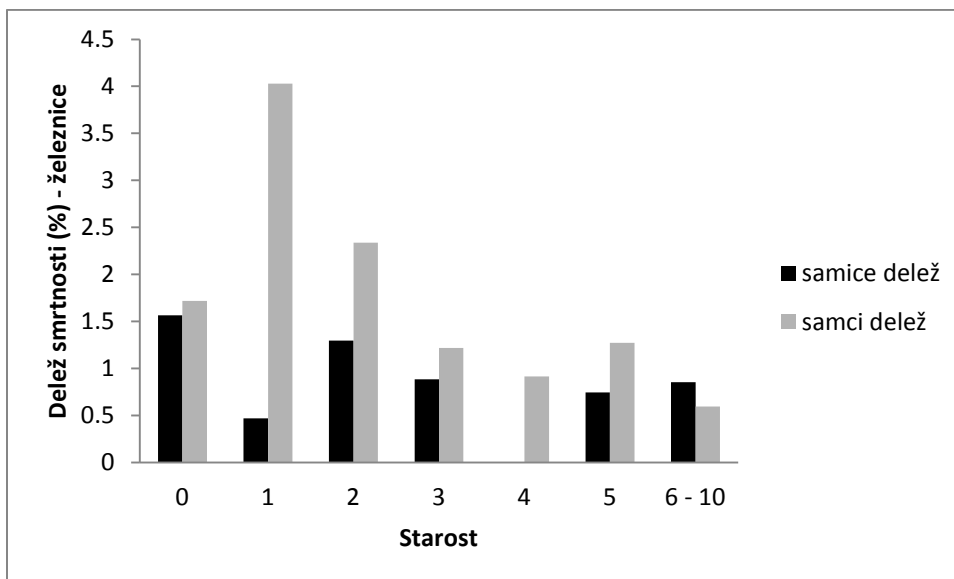
Najbolj občutljiv demografski del populacije so starejše samice, pri čemer pa je treba upoštevati, da je za to skupino ocena številčnosti verjetno manj zanesljiva in morda podcenjena (posledično je delež smrtnosti verjetno precenjen). Sicer pri samicah smrtnost zaradi povozov v splošnem s starostjo upada, tako pri povozih na cestah kot na železnici. Drugačen vzorec opazimo pri samcih, kjer je očitna povečano dovzetnost za povoze pri eno in dvoletnih samcev, kar ustreza obdobju disperzije. To še posebej velja za povoze na železnicah. (Slike 16-18)



Slika 16: Delež populacije medvedov, ki v povprečju letno umre zaradi povozov na območju Slovenije (2004-2012), za posamezno starostno in spolno kategorijo glede na rekonstruirano stanje števila živečih medvedov v populaciji. Leta predstavljajo starost medvedov ob smrti. Zaradi majhnega števila povoženih medvedov v starosti nad 6 let, smo za te medvede podatke združili v kategoriji 6-10 let in > 10 let.



Slika 17: Delež populacije medvedov, ki v povprečju letno umre zaradi povozov na cestah (združene ceste in avtoceste) na območju Slovenije (2004-2012), za posamezno starostno in spolno kategorijo glede na rekonstruirano stanje števila živečih medvedov v populaciji. Leta predstavljajo starost medvedov ob smrti. Starost medvedov > 10 zaradi preglednejšega pregleda in manj zanesljivih podatkov v ta pregled nismo vključili.



Slika 18: Delež populacije medvedov, ki v povprečju letno umre zaradi povozov na železnicah na območju Slovenije (2004-2012), za posamezno starostno in spolno kategorijo glede na rekonstruirano stanje števila živečih medvedov v populaciji. Leta predstavljajo starost medvedov ob smrti. Starost medvedov > 10 zaradi manj zanesljivih podatkov v ta pregled nismo vključili.

3.3 SMRTNOST MEDVEDOV ZARADI POVOZOV NA AVTOCESTI LJUBLJANA-NOVA GORICA TER VPLIV POPULACIJO V ALPSKEM OBMOČJU

V Sloveniji je bilo v obdobju med leti 2004-2012 zaznanih 9 primerov smrtnosti medvedov zaradi trkov z vozili na avtocestah, od tega je bilo 5 primerov smrtnosti medvedov na avtocesti Ljubljana-Nove Gorica. Vsi ti osebki so bili moškega spola, mediana njihove starosti pa je znašala 2,2 leti.

Ocenjena povprečna rodnost populacije (b_t) severno od AC LJ- NG je znaša 15,8 % oziroma v povprečju 7,1 rojenih medvedov na leto.

V obdobju 2004-2012 je bilo na alpskem območju (t.j. severno od AC LJ-NG, upoštevajoč tudi povoze na sami AC) evidentiranih 54 odvzemov medvedov, od tega 15 pvozov (51,5 odvzemov in 12,5 pvozov, če upoštevamo polovico pvozov na AC). Povoz tako predstavlja 24,2-27,7 % evidentirane smrtnosti, delež pvoženih samic znaša 20-24 %, mediana starosti pa 2,2 leti. Vse pvožene samice na severnem delu Slovenije so bile pvožene na magistralnih in ostalih cestah (N=3; mediana starosti=2,2 leti). Največji delež smrtnosti na tem območju je sicer predstavljal odstrel z 38 odstrelnimi medvedi (70,3-73,8 % evidentirane smrtnosti; delež samic: 18,5 %; mediana starosti: 2,75 let). Z upoštevanjem, da neevidentirana umrljivosti medvedov znaša 27 % vse smrtnosti, celoten odvzem medvedov (neevidentiran ter evidentiran) na severnem delu Slovenije v obdobju 2004-2012 znašal 70-74 medvedov. V povprečju na tem območju ob upoštevanju zgornjih predpostavk pogine 8,8-9,2 medvedov na leto, kar predstavlja 19,6-20,5 % smrtnost (d_t).

Izračuni za severni del slovenske medvedje populacije nakazujejo, da povprečna letna umrljivosti presega povprečno letno rodnost. Ob predpostavki zaprte populacije je tako letni neto prirastek populacije (R) negativen, in sicer tako v primeru, če k smrtnosti prištejemo vseh pet medvedov pvoženih na avtocesti ($b_t=0,158$, $d_t=0,205$, $R= -0,046$, $\lambda=0,954$), kot v primeru, da jih upoštevamo le polovico ($b_t=0,158$, $d_t=0,195$, $R= -0,037$, $\lambda=0,963$). V primeru zaprte populacije bi ta vsako leto upadla za 3,7-4,5 %. To pomeni, da alpski del populacije medvedov v Sloveniji demografsko ni samoskrben (predstavlja ponor za populacijo) in da lahko dolgoročno preživi le ob stalnem dotoku novih osebkov iz osrednjega dela populacije južno od avtoceste.

Če bi na alpskem območju preprečili vso smrtnost medvedov zaradi prometnih nezgod, se bi evidentirana smrtnost zmanjšala na 39 odvzemov medvedov. Ob upoštevanju neevidentirane stopnje smrtnosti bi celoten odvzem štel 53,4 medvedov oziroma 6,7 poginulih medvedov na leto ter stopnja smrtnosti (d_t) 14,8 %. Povprečna letna populacijska umrljivost v tem primeru ne bi presegla povprečne letne populacijske rodnosti ($b_t=0,16$) in posledično bi bil letni neto prirastek populacije pozitiven ($R=0,01$, $\lambda=1,01$), območje pa ne bi več predstavljal ponora in bi postalo demografsko samooskrbno.

4 DISKUSIJA

Smrtnost slovensko-hrvaške medvedje populacije zaradi prometnih nezgod je visoka (17,0 %) in za odstrelom (78,4 %), drug najpomembnejši vzrok evidentirane smrtnosti medvedov. Kljub visokemu deležu smrtnosti zaradi povozov pa je potrebno poudariti, da je slednji načeloma upoštevan pri določitvi letne kvote odstrela medvedov, tako da sta obe obliki smrtnosti kompenzirani po principih načrtovanja s pomočjo kontrolne metode.

V obdobju 2005-2010 je bilo na območju Slovenije ter Hrvaške zabeleženih 181 povozov medvedov. Na območju Slovenije so tako kot v preteklosti prevladovali povozni na magistralnih in ostalih cestah, na Hrvaškem pa je bil delež povozov na magistralnih cestah primerljiv z povozom na avtocestah. Občutno višji delež povozov na avtocesti na Hrvaškem v primerjavi s Slovenijo, bi lahko bil povezan z večjo dostopnostjo antropogenih virov hrane na avtocestnih postajališčih na območju Gorskega Kotarja, ki privabljajo medvede v bližino avtocest in so povezani s tretjino vseh trkov medvedov z vozili na hrvaških avtocestah (Huber et al. 1998). Hranjenje z antropogenimi viri hrane ob cestah je bilo zabeleženo tudi v Sloveniji (npr. na magistralnih cestah na Notranjskem; Jerina et al. 2012), vendar očitno ni tako pogosto kot na avtocestah na Hrvaškem. Na Hrvaškem je bil delež povozov višji tudi na železniških. Podobno kot povozni na hrvaških avtocestah naj bi bili povozni medvedov na železniških progah povezani z iskanjem hrane (predvsem z mrhovino povoženih živali in s koruzo in drugih tovorom odpadlim iz vagonov) (Kaczensky et al., 2002).

Število odvzetih medvedov na celotnem območju Slovenije in Hrvaške se v posameznih letih ne razlikuje bistveno (vsa večja odstopanja med leti so posledica razlik v letnih kvotah odstrela). Smo pa opazili določene spremembe v letih med obema državama. V letih 2005-2007 so prevladovali povozni na območju Slovenije, v letih 2008-2010 pa je bil delež povozov višji na Hrvaškem. Ta sprememba bi lahko bila vsaj delno posledica izgradnje novih avtocest na Hrvaškem.

Zanimiva je tudi primerjava deleža samcev in samic v povozih med obema državama. Delež samcev med povoženimi osebki je na Hrvaškem manjši kot v Sloveniji, kar je verjetno posledica vpliva močno v prid samcev pomaknjene odstrela na Hrvaškem, ki spreminja spolno sestavo populacije v prid samic. Dodatno k tej razliki lahko prispeva spolno specifična disperzija. Med daljinskimi dispergenti namreč prevladujejo mlajši samci. Ker Slovenija pokriva robni del populacije, kjer je delež dispergentov povečan, lahko to vpliva na primerjalno večji delež samcev v naravi, kar se odraža tudi med povoženimi medvedmi.

Pregled sezonske dinamike trkov vozil z medvedmi je razkril, da je bilo na avtocestah na območju Hrvaške in Slovenije največ trkov spomladi (maj) in pozno poleti (avgust), na magistralnih cestah pa pozno jeseni (mesec oktober). Na železniških progah na območju Slovenije in Hrvaške je bilo

največ zaznanih povozov medvedov spomladi (maj in junij) ter jeseni (september, oktober). Podobni rezultati sezonske dinamike trkov vozil z medvedi - spomladanski in jesenski višek - so bili dobljeni tudi v prejšnjih raziskavah na Hrvaškem in v Sloveniji (Huber et al., 1998; Kaczensky et al., 2003). Te rezultati lahko pojasnimo predvsem z dvema dejavnikoma. Pomladanski višek povozov je najverjetneje povezan s sezonsko dinamiko gibalne aktivnostjo medvedov. Po podatkih iz telemetričnega spremljanja medvedov v Sloveniji (Jerina et al., 2012) je gibalna aktivnost medvedov najvišja v maju in juniju, kar sovpada z viškom obdobja parjenja. Nasprotno pa gibalna aktivnost upada v jesenskem času (še posebej v septembru), kar pa se ne ujema z dinamiko povozov. Jesenski višek povozov je zato najverjetneje povezan z intenzivnim iskanjem hrane v tem času (t.i. hiperfagija, ki je povezana s kopičenjem maščobnih zalog za zimski dremež) in že omenjenim približevanjem prometnic zaradi iskanja človeških virov hrane in povežene divjadi.

V primerjavi z ostalimi vzroki smrtnosti so za povoze bolj dovzetni mlajši medvedi in samice. Glede na absolutno število povozov je pri obeh spolih največje število poveženih medvedov med mladiči, število pa nato s starostjo postopoma upada. Vendar to je predvsem posledica strukture živeče populacije, ki je pod močnim lovnim pritiskom, zato le manjši delež medvedov preži do odrasle starosti (Jerina & Krofel, 2012; Krofel et al. 2012). Tudi delež samic med poveženimi medvedi, ki s starostjo močno narašča, je povezan predvsem s stanjem v populaciji. Le-to je zaradi večjega lovnega pritiska na odrasle samce v primerjavi z odraslimi samicami (reproduktivnih samic se v okviru rednega odstrela ne strelja) med odraslimi medvedi močno v prid samic.

Z vidika posameznega medveda nam boljši vpogled v dovzetnost posamezne demografske kategorije za povoze nam dajo podatki o deželu smrtnosti zaradi povozov za posamezno kategorijo medvedov. Ti nakazujejo na velik porast smrtnosti med starejšimi samicami, vendar sklepamo, da to predvsem posledica slabših podatkov o številčnosti medvedov te kategorije iz narave, ki je bila v modelih verjetno podcenjena. Poleg tega je številčnost v tej kategoriji majhna, zato lahko že majhna napaka v absolutni vrednosti veliko vpliva na končni rezultat. Za starosti do 10 let, za kar so podatki bolj zanesljivi, pri samicah smrtnost zaradi povozov s starostjo dokaj enakomerno upada, kar si lahko najverjetneje razlagamo z naraščajočimi izkušnjami starejših medvedk, deloma pa morda tudi s samo selekcijo zaradi povozov. Drugačen vzorec pa opazimo pri samcih, kjer s starostjo dovzetnost za povoze najprej naraste, kar je verjetno povezano z disperzijo.

V kolikšni meri so povozi povezani z disperzijskim vedenjem (t.j. odseljevanje samcev iz rodnega območja in vzpostavljanje postdisperzijskega območja aktivnosti) smo najprej preverili z absolutnim številom poveženih medvedjih samcev v starosti, ki je značilna za disperzijo, in s

sezonsko dinamika povozov teh medvedov. Ti podatki ne dajejo podpore, da bi bili povozni pomembno povezani z disperzijo. Drugače pa kažejo podatki o deležu smrtnosti zaradi povozov glede na obstoječo strukturo populacije. Kot že omenjeno, so ti podatki pokazali na porast povozov med samci v starosti disperzije, česar pa ni opaziti pri enako starih samicah. Rezultati tako niso nedvoumni, vendar smatramo, da so pomembnejši podatki o deležu smrtnost po kategorijah glede na živo populacijo. Zato predvidevamo, da je vsaj v manjši meri del povozov povezan tudi z disperzijo. Ne izključujemo pa možnosti, da je opažem porast pri smrtnosti zaradi povozov pri eno- in dvo-letnih samcih povezan s povečano rabo antropogenih virov hrane, saj je porast v povozih precej bolj izrazit pri železnicah kot pri cestah.

Alpski del medvedje populacije v populacije (t.j. območje severno od avtoceste Ljubljana-Nova Gorica) obsega le majhen delež medvedov v Sloveniji in za razliko od ostalih območji je v tem delu populacije spolno razmerje močno v prid samcev (Skrbinšek et al. 2008). Zaradi tega smo predpostavili, da je ta del populacije še toliko bolj ogrožen zaradi smrtnosti povezane s prometom ter zaradi manjše reprodukcije odvisen od osrednjega dela populacije. Rezultati so to domnevo potrdili in pokazali, da bi bil brez povozov, ta del populacije demografsko samooskrben; ob trenutnem stanju je tam umrljivost višja od rodnosti. Smrtnost sicer ni bistveno drugačna od tiste v osrednjem delu, vendar je rodnost bistveno manjša zaradi nižjega deleža samic v populaciji. Zato to območje predstavlja ponorni del populacije in je dolgoročno odvisen od stalnega dotoka osebkov iz osrednjega dela populacije.

Če se bo želela zagotoviti demografska samooskrbnost alpskega dela populacije v Sloveniji in s tem povečati možnosti za nadaljnje širjenje rjavega medveda v alpski prostor v sosednjih državah, bo (poleg ukrepov v sosednjih državah) nujno zmanjšanje smrtnosti in/ali povečanje rodnosti na tem območju. Model je pokazal, da bi bilo to možno že samo z zmanjšanjem smrtnosti zaradi prometa. Vendar bi bilo za to potrebno preprečiti vse povoze, kar pa bo v praksi nemogoče doseči. Zato bo potrebno zmanjšati tudi druge vzroke smrtnosti (med katerimi je trenutno najpomembnejši odstrel) ali pa povečati rodnost. Za zmanjšanje odstrela bi bilo ključno najprej zmanjšati pogostnost konfliktov med medvedom in človekom oz. sprejemanje medvedov s strani ljudi. Med odstrelom na območju severno od AC je namreč primerjalno zelo pogost izredni odstrel. Rodnost bi se lahko povečala predvsem s povečanjem deležem samic na tem območju, kar pa je (poleg upravljanja populacije južno od AC) v veliki meri povezano z izboljšanjem povezljivosti alpskega prostora z jedrom populacije v Dinaridih. Pri tem ima pomembno vlogo propustnost avtoceste Ljubljana-Nova Gorica.

5 LITERATURA

- Benn Bryon, Herrero Stephen. 2002. Grizzly bear mortality and human access in Banff and Yoho national parks, 1971-98. *Ursus*, 13: 213-221
- Gibeau L. Michael, Herrero Stephen. 1998. Roads, rails and grizzly bears in the Bow River Valley, Alberta. proceedings International Conference on Ecology and Transportation, Florida, Department of Transportation, Tallahassee.
- Huber Djuro, Kusak Josip, Frkovic Alojzije. 1998. Traffic kills of brown bears in Gorski Kotar, Croatia. *Ursus*, 10: 167-171
- Jerina & Krofel. 2012. Monitoring odvzema rjavega medveda iz narave v Sloveniji na osnovi starosti določene s pomočjo brušenja zob: obdobje 2007-2010. Končno poročilo. Naročnik: Ministrstvo RS za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, 35 str.
- Jerina Klemen, Krofel Miha, Stergar Matija, Videmšek Uroš. 2012. Preučevanje dejavnikov habituacije rjavega medveda na človeka u uporabo GPS telemetrije. Končno poročilo. Univerua v Ljubljani, BF, 18 str.
- Kaczensky Petra, Knauer Felix, Krže Blaž, Jonozovič Marco, Adamič Miha, Gossow Hartmut. 2003. The impact of high speed, high volume traffic axes on brown bears in Slovenia. *Biological Conservation*, 111: 191-204
- Krofel Miha, Jonozovič Marko, Jerina Klemen. 2012. Demography and mortality patterns of removed brown bears in a heavily exploited population. *Ursus*, 23 (1):91-103
- Kusak Josip, Huber Djuro, Frkovic Alojzije. 2000. The effects of traffic on large carnivore populations in Croatia. *Biosfere Conservation* 3 (1): 35-39
- Mills Scott. 2007. *Conservation of Wildlife Populations: Demography, Genetics and Management*. Blackwell publishing, 424 str.
- Skrbinšek Tomaž, Jelenčič Maja, Potočnih Hubert, Trontelj Peter, Kos Ivan. 2008. Analiza medvedov odvzetih iz narave in genetsko-molekularne raziskave populacije medveda v Sloveniji. Zaključno poročilo, 1.del: Varstvena genetika in ocena številčnosti medveda 2007. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 79 str.
- Støen OG, Zedrosser A, Saebo S, Swenson JE (2006) Inversely density-dependent natal dispersal in brown bears *Ursus arctos*. *Oecologia* 148, 356-364.
- Swenson E. Jon, Gerstl Norbert, Dahle Bjørn, Zedrosser Andreas. 2000. Action Plan for the conservation of the Brown Bear (*Ursus arctos*) in Europe. Convention of the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Bern Convention). *Nature and environment*, No.114. Council of Europe Publishing, 68 pages
- Wooding B. John, Hardisky S. Thomas. 1994. Home range, habitat use, and mortality of black bears in North Central Florida. *Bears: their Biology and Management*, Vol. 9 (1): 349-356