

PREGLED PRILAGAJANJA RABE PROSTORA RJAVEGA MEDVEDA (*Ursus arctos*) NA ANTROPOGENE MOTNJE

REVIEW OF BROWN BEAR (*Ursus arctos*) HABITAT SELECTION IN RELATION TO ANTHROPOGENIC DISTURBANCES

Maja MOHOROVIĆ¹, Miha KROFEL², Klemen JERINA³

(1) Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, maja.mohorovic@gmail.com

(2) Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, miha.krofel@bf.uni-lj.si

(3) Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, klemen.jerina@bf.uni-lj.si

IZVLEČEK

Za dolgoročno varstvo velikih zveri je pomembno razumevanje mehanizmov njihovega prilagajanja na prisotnost človeka, vključno z antropogenimi spremembami prostora. Rjavi medved (*Ursus arctos*) je za tovrstne raziskave zaradi holarktične razširjenosti in pojavljanja v različnih okoljih dobra modelna vrsta. S pregledom raziskav s celotnega območja razširjenosti vrste v svetu smo preučevali, kako medvedi prilagajajo rabo prostora intenziteti človekovih posegov v prostor. Medved se v splošnem antropogenim strukturam izogiba, še posebej stalno poseljenim območjem in močnejše obremenjenim prometnicam. Zaznali smo tudi trend, da se medvedi na območjih z večjo gostoto prebivalstva pogosteje izogibajo antropogenim strukturam. Primerjava med Evropo in Severno Ameriko je nakazala večje izogibanje medvedov urbanim površinam v Evropi, pri drugih tipih antropogenih struktur pa so bile razlike med kontinentoma majhne. Pri primerjavi študij je vendarle potrebna previdnost, saj je večina obravnavanih raziskav temeljila na ugotavljanju relativne rabe prostora (t.j. raba glede na razpoložljivo), statistike absolutne rabe pa niso dovolj pogosto podane. Za ovrednotenje dejanske razlike v rabi prostora posameznih populacij medvedov iz okolij z različno stopnjo antropogenih motenj zato predlagamo analizo surovih podatkov.

Ključne besede: *Ursus arctos*, rjavi medved, antropogeni dejavniki, vpliv človeka, posegi v prostor, gostota prebivalstva, prometnice, Evropa, Severna Amerika

ABSTRACT

For successful large carnivore conservation it is important to understand mechanisms how large carnivores adapt to human presence, including anthropogenic environmental modifications. Widespread Holarctic distribution throughout various levels of human-use makes the brown bear (*Ursus arctos*) an appropriate model species for studying response to anthropogenic effects in large carnivores. We reviewed the literature throughout entire species' range to examine how bears modify their habitat use in response to the intensity of anthropogenic modifications of their environment. Results indicate that bears in general avoid human structures, with strongest avoidance observed for permanently inhabited areas and high-traffic roads. We observed their stronger avoidance of human structures in areas with higher human population densities. Comparison between Europe and North America indicate stronger avoidance of urban areas among European bears, while no obvious differences were observed for other types of anthropogenic infrastructure. We suggest caution when comparing responses among study areas, because most bear habitat-use studies reported only relative habitat selection (i.e. use relative to the availability) and there is lack of reported data on absolute habitat use. Therefore we recommend analysis of original data across the species' range in order to advance our understanding of bear habitat-use across a gradient of intensity of human disturbance.

Key words: *Ursus arctos*, brown bear, anthropogenic factors, human influence, habitat encroachment, human density, roads, Europe, North America

GDK 151:149.74*Ursus arctos*(045)=163.6
DOI 10.20315/ASetL.113.2

Prispelo / Received: 30. 9. 2015
Sprejeto / Accepted: 24. 8. 2016

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Človek je danes glavna grožnja biotski raznovrstnosti (Hunter 2007, Kareiva in sod. 2007, Cardinale in sod. 2012). Hitrost izumiranja vrst je od »pradavnine« do sedaj poskočila kar za 50-500-krat (Baillie in sod. 2004). V preteklosti je človek vrste ogrožal predvsem neposredno, npr. s prelovom za hrano in načrtnim uni-

čevanjem, danes pa so pomembnejši posredni vplivi, npr. uničevanje in degradacija habitatov, vnašanje tuje-rodnih vrst in onesnaževanje okolja (IUCN 2015, Mattson 1990). Vplivi človeka so raznovrstni in lahko poleg demografskih sprememb pri vrstah prožijo tudi spremembe socialnega sistema (Lacy in Martins, 2003), rabe prostora (Sawyer in sod. 2009, Cameron in sod. 1992), vzorcev aktivnosti (Barrueto in sod. 2014) ter

genetske (Yang in sod. 2011) in morfološke spremembe (Marnocha in sod. 2011).

Individualna območja aktivnosti (angl. *home range*, kot sinonim v slovenščini se uporablja tudi domači okoliši) velikih zveri merijo od nekaj deset do nekaj tisoč km² in zato pogosto vključujejo tudi vasi, ceste in drugo človekovo infrastrukturo (Tucker in sod. 2014). Interakcije velikih zveri s človekom in njegovimi aktivnostmi so zato neizogibne (Linnell in sod. 2015). Posledično so velike zveri še posebej izpostavljene antropogenim spremembam prostora. Te pa niso pomembne le na ravni osebkov in populacij velikih zveri, temveč neposredno in posredno tudi za druge živalske vrste in na ekosistemski ravni, saj velike zveri v nekaterih ekosistemih opravljajo vlogo ključnih vrst (npr. Ripple in sod. 2014, Estes in sod. 2011).

Velike zveri so sposobne določenega prilagajanja na okoljske spremembe (Sih in sod. 2011), kar jim je omogočilo preživetje ob širjenju človeštva in tudi nedavne vrnitve v okolja s prevladujočim človekovim vplivom, kot so na primer v Evropi (Chapron in sod. 2014, Linnell in sod. 2008). Tipični obliki prilagoditve velikih zveri na človeško aktivnost sta izrazita nočna aktivnost in prostorsko izogibanje človeku (Syverhuset 2015, Odden in sod. 2014, Barretto in sod. 2014, Ordiz in sod. 2011), s katerima se skušajo zveri človeku v prostoru in času izogniti. Toda za preživetje v »kulturni krajini« so morale zveri verjetno razviti tudi določeno neposredno toleranco do človeka (Kaczensky in Knauer 2000, Martin in sod. 2010, McArthur-Jope 1983), kar pa lahko poveča število konfliktov, ki jih človek pogosto najprej skuša rešiti z odstrelom (Mattson 1990, Herrero in sod. 2005). Zato je za dolgoročno varstvo velikih zveri in omogočanje sobivanja ljudi in zveri ključno dobro poznavanje mehanizmov prilagajanja zveri na prisotnost človeka.

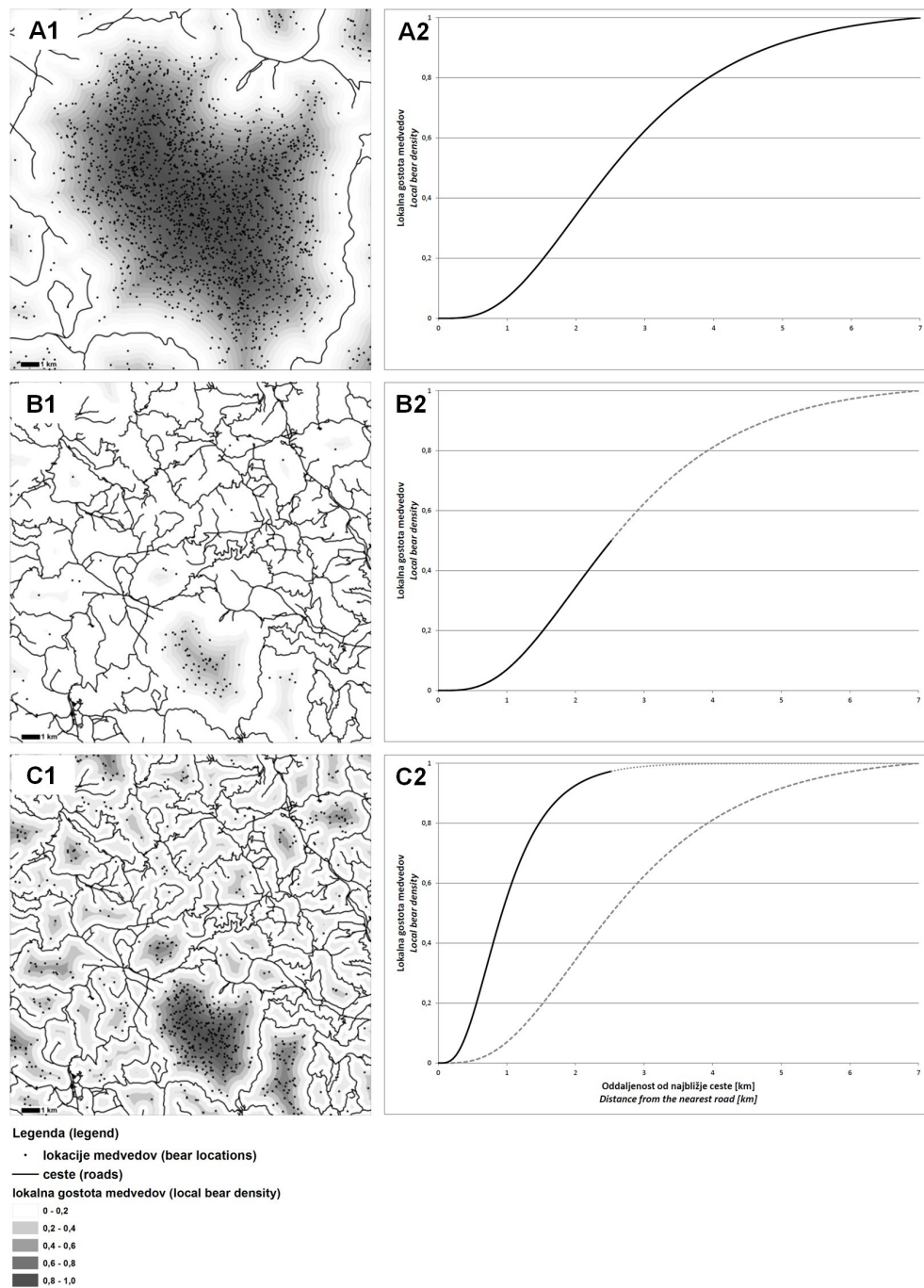
Rjavi medved (*Ursus arctos*) je dobra modelna vrsta za preučevanje mehanizmov prilagajanja velikih zveri na človekove aktivnosti, saj je zaradi velike (holarktične) razširjenosti (IUCN..., 2008) in prilagodljivega vedenja ter vsejede prehrane razširjen v zelo različnih okoljih (Van Daele in sod. 2012, Aune 1994), ki pokrivajo širok gradient intenzitete vplivov (prisotnosti) človeka. Hkrati je vrsta relativno dobro preučena in so zanjo zato na voljo objavljene raziskave iz različnih okolij (Fortin in sod. 2016, Can in sod. 2014, Stein 2000).

Interakcije med rjavim medvedom in človekom so pogoste, saj človek na različne načine posega tudi v primarni habitat medveda. Na primer, ceste so v gozdnem prostoru pogoste, raznovrstne človekove dejavnosti (npr. rekreacija, nabiralništvo, gozdarska in lovska de-

javnost) so razširjene tudi na bolj odročnih območjih (Fortin in sod. 2016). Obenem človek privablja medveda v svojo bližino s hrano, ki jo pušča ob naseljih, prometnicah in drugi antropogeni infrastrukturi (Jerina in sod. 2012). Posledično prihaja medved relativno pogosto v stik s človekom in se ob izostanku negativnih dražljajev lahko navaja nanj – tj. pride do habituacije medveda na človeka (Herrero in sod. 2005). Ta poteka na nivoju osebkov, kar pa se verjetno postopno kaže tudi na nivoju populacije.

Ker je razvoj tolerance postopen proces v času, ga je na populacijskem nivoju praktično nemogoče neposredno spremljati. Pa vendar lahko mehanizme vzpostavljanja tolerance medvedov do človeka vsaj deloma opazujemo tako, da čas nadomestimo s prostorom in primerjamo odzive medvedov na človeka iz območij s kontrastno gostoto antropogenih motenj. Pričakujemo, da se bo razlika v toleranci medveda na človeka pokazala tudi v odzivih na rabo prostora v bližini antropogenih struktur. Kot približek gradienta gostote antropogenih motenj smo v pričujoči raziskavi uporabili gostoto prebivalstva (Woodroffe 2000) in temu ustrezno skušali preučiti, kako se medvedi odzivajo na bližino antropogenih struktur v gradientu gostote prebivalstva.

Za polno razumevanje mehanizmov prilagajanja velikih zveri na človeka bi bilo pomembno poznati absolutne in relativne vplive antropogenih struktur na rabo prostora medveda v gradientu gostot antropogenih motenj, npr. kako absolutno široka so vplivna območja neke antropogene strukture, ki se je medved izogiba (absoluten vpliv), in kako pomembni so relativni vplivi te strukture v primerjavi z drugimi dejavniki, ki vplivajo na rabo prostora medveda (relativen pomen strukture). Če medved postopno razvije toleranco do človeka, lahko namreč pričakujemo, da se bodo s povečevanjem urbanizacije prostora širine vplivnih območij okoli antropogenih struktur, ki se jih medved izogiba, zmanjševale, obenem pa se bo relativni pomen spremenljivk, ki opisujejo vplive antropogenih struktur na medveda, povečeval, saj bo razpoložljivost dovolj »mirnih« območij postajala vse večji omejitveni faktor. Kot alternativa, če ni razvoja tolerance, pa vplivna območja ostajajo enako široka, medtem ko se relativni pomen spremenljivk antropogenih struktur povečuje (glej tudi sliko 1). Pri pregledu raziskav smo zato skušali pridobiti podatke tako o relativnih kot absolutnih vplivih obravnavanih spremenljivk. V diskusiji opozarjamo na pomanjkljivosti dosedanjega poročanja podatkov za opravljanje meta-analiz habitatnih raziskav iz okolij z različno stopnjo vpliva človeka.



Slika 1: Idejni prikaz možnih odzivov medveda na povečanje urbanizacije prostora (B in C vs. A). Spreminjanje lokalnih gostot medveda glede na oddaljenost od cest smo v vseh treh primerih ponazorili z logistično funkcijo. Na sliki A1 in grafu A2 je prikazana razporeditev medveda glede na oddaljenost od glavnih cest v neki razmeroma malo fragmentirani krajini (osnovni scenarij). Povečevanje fragmentacije lahko po prvem skrajnem scenariju vodi do proporcionalne povečane tolerance medveda. Tako na koncu medved v relativno enaki porazdelitvi (kot pri malofragmentiranem prostoru) poseljuje bolj fragmentiran prostor (slika C1 in graf C2 – optimistični scenarij), če pa tolerance ne razvije, se njegove gostote v fragmentiranih okoljih drastično zmanjšajo (slika B1 – pesimistični scenarij). Grafoma B2 in C2 smo za lažjo primerjavo dodali sivo črtkano krivuljo, ki prikazuje razporeditev medvedov pri osnovnem scenariju v manj fragmentirani krajini A2.

Fig. 1: Conceptual design of possible responses of bears to increasing land urbanization (B and C vs. A). In all three cases changes in local bear density are illustrated with logistic function. On Figure A1 and Graph A2 the distribution of bears is shown in relation to the distance from main roads in a low-fragmented landscape (baseline scenario). In more fragmented landscape, two extreme scenarios are possible. In first, there is proportional increase in bear tolerance towards people with increasing fragmentation of landscape, thus relative distribution of bears stays the same as in less-fragmented landscape (Figure C1 and Graph C2 – optimistic scenario). In scenario when bears do not increase tolerance towards people with increasing fragmentation of landscape, bear densities drastically decline in more fragmented landscapes (Figure B1 – pessimistic scenario). A grey dotted curve which shows the distribution of bears in less-fragmented landscape (A2) is added to Graphs B2 and C2 for easier comparison.

2 METODE

2 METHODS

Vire o rabi prostora medveda v povezavi z antropogenimi dejavniki smo iskali na svetovnem spletu, in sicer z različnimi kombinacijami ključnih besed (preglednica 1). Zadetke smo izbrali po relevantnosti in jih nato pregledovali po naslovi in izvlečkih. Tako smo zbrali potencialno pomembne objave za našo raziskavo. Sledila sta podrobnejši pregled in nadaljnje iskanje virov prek seznamov uporabljene literature v izbranih objavah.

Glavni kriterij pri ocenjevanju ustreznosti objav za raziskavo je bil obravnavanje (in poročanje) vsaj enega od štirih skupin antropogenih dejavnikov oziroma struktur, ki vplivajo na medveda: (i) urbane površine (v to skupino smo šteli naselja, vasi in druge urbane površine s stalno strnjeno poselitvijo), (ii) posamezne stavbe in začasne oblike nastanitve (sem smo prištevali posamezne hiše in koče, kampe, letovišča in druge

oblike začasne nastanitve), (iii) bolj prometne ceste (sem smo prištevali asfaltne in druge prometnejše ceste) in (iv) manj prometne ceste in poti (v to kategorijo smo šteli manj prometne ceste, gozdne ceste in gozdne pohodniške poti).

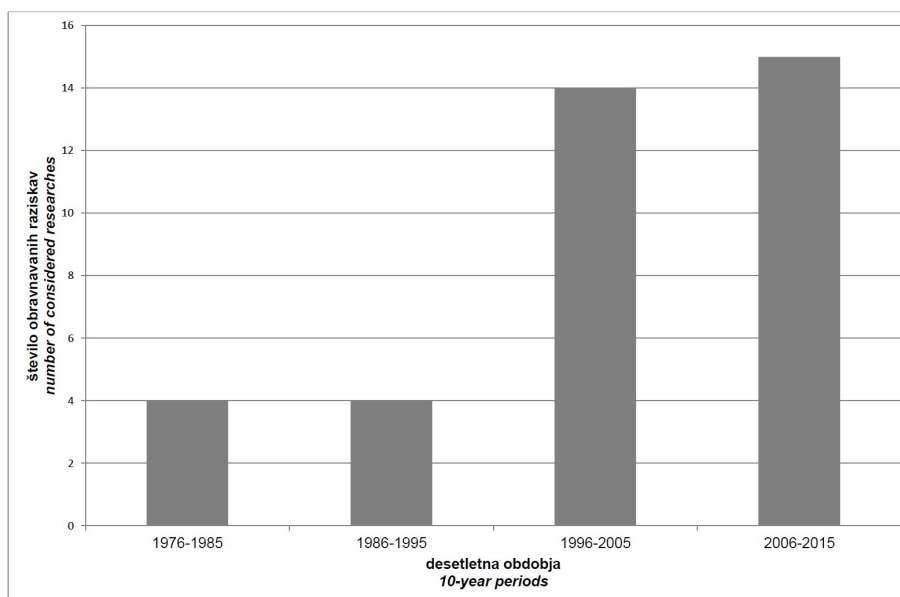
Med vsemi zadetki smo izbrali 37 objav, ki so ustrezale našim kriterijem (priloga 1, slika 3), pri čemer je bila večina obravnavanih raziskav objavljena v zadnjih 20 letih (slika 2).

Ceste so bile v raziskavah večkrat uporabljene kot kazalec človekovih vplivov na prostoživeče živali (npr. Trombulak in Frissell 2000), zato smo jih ločeno obravnavali tudi v naši raziskavi. Ker so nekatere dosedanje raziskave pokazale ali vsaj nakazale, da lahko na medvedovo rabo vpliva tudi tip ceste (npr. Roever in sod. 2010, Mace in sod. 1996, Gibeau 2000), smo ločeno obravnavali prometnejše ceste ter manj prometne ceste in poti.

Preglednica 1: Število zadetkov pri iskanju virov na svetovnem spletu

Table 1: Number of returns as a result of literature search via web databases

iskalna kombinacija ključnih besed	Iskalnik		
	Web of Science	Scopus	Science Direct
brown bear (OR <i>Ursus arctos</i> or grizzly bear) AND (road OR railway OR highway OR settlement OR infrastructure OR cabin OR wellsite OR camp OR houses OR lodge OR cottage)	157	171	114
brown bear (OR <i>Ursus arctos</i> or grizzly bear) AND (habitat use OR habitat selection) AND (human OR anthropogenic)	113	61	6
brown bear (OR <i>Ursus arctos</i> or grizzly bear) AND (habitat degradation OR habitat fragmentation)	41	46	6
brown bear (OR <i>Ursus arctos</i> or grizzly bear) AND (human OR anthropogenic) AND (influence OR avoidance OR selection OR preference)	128	131	18

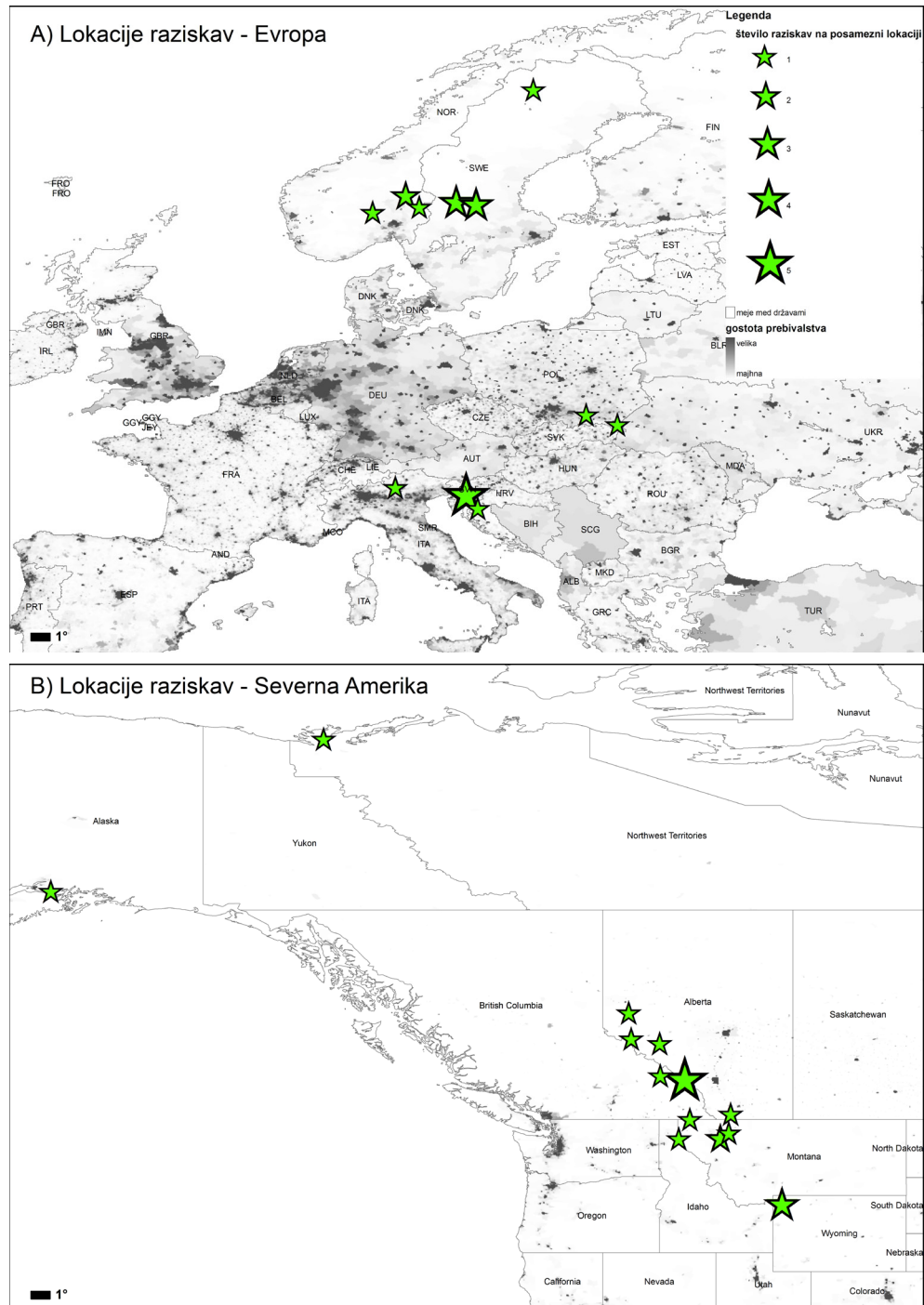


Slika 2: Število v tej raziskavi obravnavanih objav o učinkih antropogenih struktur na rabo prostora rjavega medveda glede na leto objave

Fig. 2: Number of studies on anthropogenic effects on brown bear habitat use included in this review according to year of publication

Poleg cest ima na medvedovo rabo prostora pomemben vpliv tudi človekova poselitve (Frąckowiak in sod. 2014, Martin 2009, Nelleman in sod. 2007, Suring in sod. 1998). Predvidevamo, da različne oblike človekove nastanitve različno vplivajo na rabo prostora medveda, in sicer, da so strnjene skupine stalno nase-

ljenih stavb (naselja in vasi) za medveda večja motnja kot začasne nastanitve (npr. kampi in počitniške hiše) in posamezni osamljeni objekti (stalno ali začasno naseljene posamezne hiše ter kočje). Zato smo ta dva tipa človekove poselitve obravnavali ločeno.



Slika 3: Prostorska razporeditev evropskih (A) in severno-ameriških (B) raziskav o učinkih človeških posegov v prostor na rabo prostora rjavega medveda, ki smo jih vključili v raziskavo. Velikost zvezdice ponazarja število obravnavanih raziskav na posamezni lokaciji. Viri podatkov: CIESIN 2005 (gostota prebivalstva, raster), Natural Earth 2015 (meje držav in meje nacionalnih parkov).

Fig. 3: Spatial distribution of European (A) and North American (B) studies on effects of human land-use on brown bear habitat selection included in this review. Size of the stars corresponds to the number of studies conducted on each location. Grey tones represent human density, (darker tones mean higher human density and vice versa). Data sources: CIESIN 2015 (human density, raster), Natural Earth 2015 (country borders and national park borders)..

Za vsako od obravnavanih štirih skupin antropogenih struktur smo skušali iz člankov povzeti opažen odziv medvedov, upošteva je naslednje kategorije (priloga 1): (i) izogibanje medvedov (tj. kadar so medvedi bližino antropogenih struktur uporabljali manj, kot bi pričakovali glede na razpoložljivost, oziroma je modeliranje bližino posameznih antropogenih struktur in območja z več antropogenimi strukturami opredelilo kot manj primeren ali neprimeren habitat za medveda), (ii) privlačnost za medvede (tj. večja raba bližine antropogenih struktur, kot bi bilo pričakovati glede na razpoložljivost), (iii) mešan oz. nejasen vpliv (tj. kadar iz objavljenih rezultatov ni bilo mogoče narediti splošnega zaključka o vplivu antropogenih struktur na medvedovo rabo prostora, npr. ker so bili rezultati za različne spolne in starostne kategorije medvedov različni), (iv) vpliva na medvedovo rabo prostora ni bilo zaznati.

Poleg tega smo v primeru ugotovljenega izogibanja neki strukturi skušali iz članka povzeti tudi, kako široko je območje, ki se mu medved izogiba (absoluten

Preglednica 2: Število obravnavanih raziskav po posameznih skupinah antropogenih struktur in glede na način vpliva na medvedovo rabo prostora. Podrobnejši rezultati po posameznih raziskavah so podani v prilogi 1.

vpliv strukture). V primerih, ko so v posamezni raziskavi v gradientu oddaljenosti od antropogenih struktur zaznali različen odziv (npr. izogibanje 500 m pasu okoli cest, izbiranje pasu 500-1000 m okoli cest in izogibanje oddaljenostim <1 km okoli cest), smo upoštevali le ugotovitve za najbližji preučevani pas okoli antropogenih struktur.

V naši raziskavi smo želeli tudi ugotoviti, kateremu tipu antropogenih struktur se medvedi najbolj izogibajo. Zato smo iz zbranih podatkov o vplivu posameznih skupin antropogenih struktur na medvedovo rabo prostora za vsako skupino posebej izračunali delež raziskav, ki so pokazale izogibanje (preglednica 2).

Za vsako od obravnavanih skupin antropogenih struktur smo preverili, ali se stopnja izogibanja spreminja v gradientu gostote prebivalstva (preglednica 2, slika 4). Podatek o gostoti prebivalstva na območju raziskave je bil podan le za nekatere vire. Za vse druge smo v programu ArcMap 10.1 izračunali povprečno gostoto prebivalstva v krogu s polmerom 30 km okoli podane lokacije raziskave, kar okvirno ustreza najve-

Table 2: Number of studies included in this review according to the type of anthropogenic structure and their influence on bear habitat use. Detailed results for each research are presented in Annex 1.

	SUM	OBMOČJE		GOSTOTA PREBIVALSTVA		
		Evropa	S.A.	velika	srednja	majhna
URBANE POVRŠINE						
število raziskav, ki so poročale o vplivu te skupine antropogenih struktur	16	13	3	7	6	3
število raziskav, ki so pokazale izogibanje	13	12	1	7	5	1
število raziskav, ki so pokazale privlačnost	0	0	0	0	0	0
število raziskav, kjer ni bilo zaznanega vpliva	1	0	1	0	0	1
število raziskav, ki so pokazale mešan vpliv (? in 0+)	2	1	1	0	1	1
POSAMEZNE STAVBE IN ZAČASNE OBLIKE NASTANITVE						
število raziskav, ki so poročale o vplivu te skupine antropogenih struktur	11	7	4	1	6	4
število raziskav, ki so pokazale izogibanje	8	5	3	1	4	3
število raziskav, ki so pokazale privlačnost	1	1	0	0	0	1
število raziskav, kjer ni bilo zaznanega vpliva	0	0	0	0	0	0
število raziskav, ki so pokazale mešan vpliv (? in 0+)	2	1	1	0	2	0
BOLJ PROMETNE CESTE						
število raziskav, ki so poročale o vplivu te skupine antropogenih struktur	24	7	17	2	10	12
število raziskav, ki so pokazale izogibanje	16	4	12	1	8	7
število raziskav, ki so pokazale privlačnost	1	0	1	0	0	1
število raziskav, kjer ni bilo zaznanega vpliva	2	1	1	1	0	1
število raziskav, ki so pokazale mešan vpliv (? in 0+)	5	2	3	0	2	3
MANJ PROMETNE CESTE IN POTI						
število raziskav, ki so poročale o vplivu te skupine antropogenih struktur	19	7	12	2	8	9
število raziskav, ki so pokazale izogibanje	7	2	5	1	3	3
število raziskav, ki so pokazale privlačnost	6	2	4	0	4	2
število raziskav, kjer ni bilo zaznanega vpliva	0	0	0	0	0	0
število raziskav, ki so pokazale mešan vpliv (? in 0+)	6	3	3	1	1	4

čjim območjem aktivnosti rjavih medvedov (Bradley, 2014). Kadar v viru ni bilo navedenih koordinat območja, smo, glede na opis in prikaz raziskovalnega območja v članku zarisali okvirni poligon območja raziskave in zanj izračunali povprečno gostoto prebivalstva. Za izračun povprečnih gostot prebivalstva smo uporabili rastrske podatke o gostoti prebivalstva (CIESIN, 2005). Raziskovalna območja smo po vrednosti gostot prebivalstva razvrstili v tri kontrastne skupine: (i) območja z majhno gostoto prebivalstva (<2 prebivalca/km²), (ii) območja s srednjo (vključno 2-10 prebivalcev/km²) in (iii) območja z veliko (>10 prebivalcev/km²) gostoto prebivalstva.

Stopnjo izogibanja medvedov antropogenim strukturam smo primerjali tudi med Evropo in Severno Ameriko (slika 5). V Evropi se je zgodovinsko medveda preganjalo precej bolj intenzivno kot v Severni Ameriki, zato naj bi bili medvedi v Evropi bolj občutljivi za človeka kot medvedi v Severni Ameriki (Mattson 1990, Herrero 2002).

3 REZULTATI

3 RESULTS

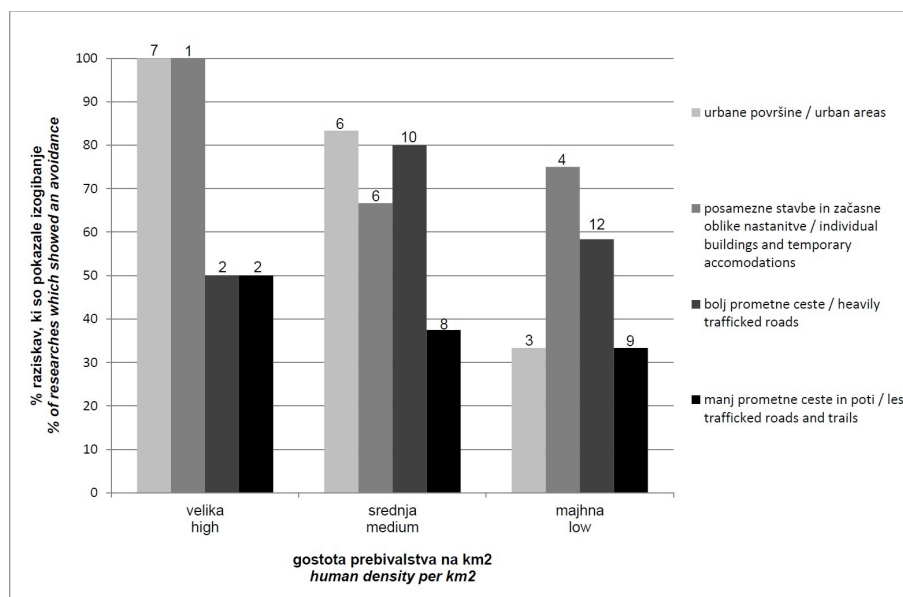
Skupaj smo našli 37 primernih raziskav o rabi prostora rjavega medveda glede na antropogene strukture. Velika večina (89 %) jih je temeljila na ugotavljanju relativne rabe prostora rjavega medveda glede na razpoložljivost posameznih tipov habitata in le 8 % na ugotavljanju absolutne rabe prostora medveda. Za eno raziskavo ni bilo mogoče določiti tipa raziskave (priloga 1).

Od vseh 37 obravnavanih raziskav jih je 65 % poročalo o vplivu prometnejših cest na medvedovo rabo prostora, 51 % o vplivu manj prometnih cest in poti, 43 % o vplivu stalno poseljenih urbanih površin in 30 % o vplivu posameznih stavb in začasnih oblik nastanitve (preglednica 2, priloga 1).

Raziskave dokaj enotno kažejo, da se medvedi antropogenim strukturam tudi pri upoštevanju drugih vplivnih okoljskih dejavnikov (npr. vegetacije) praviloma izogibajo, kar je še posebej izrazito za stalno poseljene urbane površine in prometnejše ceste. Od raziskav, ki so poročale o vplivu stalno poseljenih urbanih površin na rabo prostora medveda, jih je 81 % pokazalo, da se temu tipu struktur medvedi izogibajo. Med raziskavami vplivov posameznih stavb in začasnih oblik nastanitve jih je o izogibanju poročalo 73 %. Od raziskav, ki so poročale o vplivu bolj prometnih cest na rabo prostora medveda, jih je izogibanje pokazalo 67 %, med raziskavami vplivov manj prometnih cest in poti pa jih je o izogibanju poročalo 37 %. Hkrati je 32 % raziskav, ki so poročale o vplivu manj prometnih cest in poti, pokazalo izbiranje habitatov v bližini tega tipa struktur (preglednica 2, priloga 1).

Skladno s pričakovanji smo ugotovili, da je izogibanje poseljenim območjem in prometnicam bolj izrazito oziroma bolj konsistentno pri medvedih iz območij z večjo gostoto ljudi (slika 4).

Primerjava med Evropo in Ameriko nakazuje, da se evropski medvedi bolj izogibajo stalno poseljenim urbanim površinam kot medvedi v Severni Ameriki,



Slika 4: Delež raziskav, ki so pokazale izogibanje medvedov poseljenim predelom in prometnicam glede na gostoto prebivalstva in tip antropogenih struktur. Številke nad stolpci ponazarjajo število raziskav, ki so poročale o vplivu posameznega tipa antropogenih struktur na rabo prostora medveda.

Fig. 4: Proportion of studies that confirmed bear avoidance to specified types of human infrastructure in respect to local human density. Number above each bar indicates number of studies which reported the effect of single anthropogenic type on bear habitat use.

medtem ko je bil odziv na druge antropogene strukture na obeh območjih podoben oziroma so bili medvedi v Severni Ameriki nekoliko bolj »občutljivi« (slika 5). Medtem ko se v Evropi medvedi najbolj izogibajo urbanih površin in je bil vpliv urbanih površin pogosto preučevan, je v Severni Ameriki število raziskav in delež raziskav s potrjenim izogibanjem temu strukturnemu tipu majhen. So se pa medvedi v Severni Ameriki pogosto izogibali posameznim stavbam oziroma začasnim oblikam nastanitve in prometnim cestam. Posameznim stavbam in začasnim oblikam nastanitve so se medvedi v Severni Ameriki izogibali v 75 % raziskav, ki so poročale o vplivu tega tipa antropogenih struktur na rabo prostora medvedov v Severni Ameriki, prometnim cestam pa so se izogibali v 71 %.

Poročanja o absolutnih vplivih obravnavanih antropogenih struktur je bilo premalo za izvedbo načrtanih primerjav, kako se v okoljih z različno intenziteto človekovih posegov v prostor razlikujejo širine območij okoli antropogenih struktur, ki se jim medvedi izogibajo.

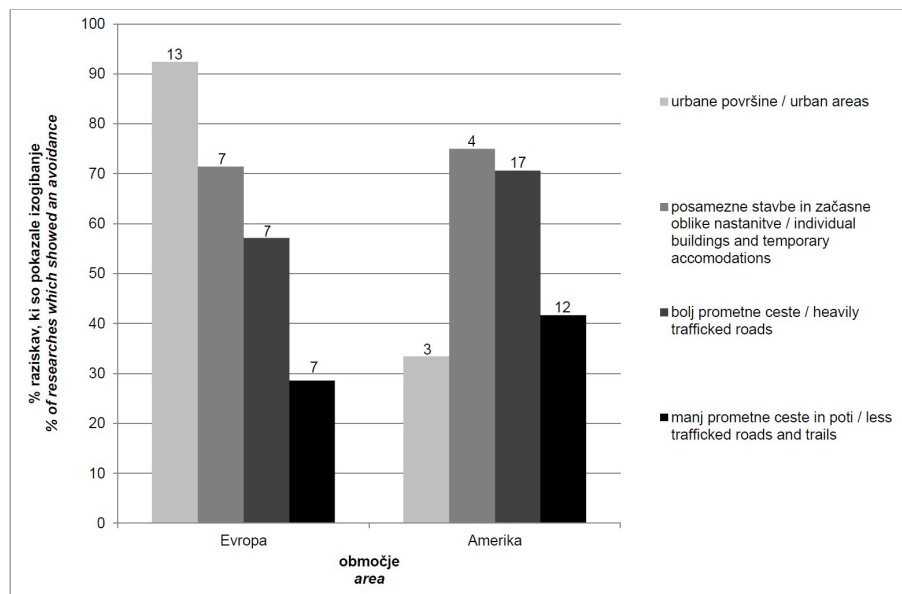
4 RAZPRAVA

4 DISCUSSION

Skupaj smo našli 37 primernih raziskav o rabi prostora rjavega medveda glede na antropogene strukture. Z njihovim pregledom smo skladno s pričakovanji ugotovili, da se medvedi antropogenim strukturam praviloma izogibajo. Vplivi antropogenih struktur na rabo prostora medveda so bili pogosteje prepoznani

kot pomembni na območjih z večjo gostoto ljudi, kot je na primer Evropa. Potrdili smo tudi domnevo, da so prometnejše ceste za medveda večja motnja kot manj prometne ceste in poti. Medvedi so približno v tretjini primerov celo preferenčno izbirali habitate v bližini manj prometnih cest in poti, kar je verjetno posledica prostorske korelacije bližine cest z drugimi pozitivnimi vplivnimi dejavniki, na primer z dostopnostjo medvedu privlačne hrane (Nielsen in sod. 2004, Mace in sod. 1996).

S primerjavo rezultatov iz območij s kontrastnimi gostotami ljudi smo pokazali, da antropogene strukture pomembneje vplivajo na prostorsko razporeditev medveda na območjih, kjer so gostote ljudi večje, kar je skladno z našimi pričakovanji. Manjši odklon od tega vzorca smo zaznali le za kategorijo posameznih stavb in začasnih oblik nastanitve ter za prometnejše ceste (slika 4). Primerjava med Evropo in Ameriko je pokazala izrazito izogibanje evropskih medvedov naseljem in vasem, nasprotno pa smo za območje Severne Amerike našli le eno raziskavo, ki je poročala o vplivu naselij na rabo prostora medvedov. To je verjetno delno povezano z dejstvom, da so obravnavane raziskave iz območja Severne Amerike pretežno potekale v tamkajšnjih naravnih rezervatih ali v njihovi bližini (slika 3B), kjer prevladujejo posamezne stavbe (večinoma kočje) in začasne oblike nastanitve, prometnice in pohodniške poti. Za vse te tri kategorije antropogenih struktur za Severno Ameriko beležimo podobno oziroma malen-



Slika 5: Primerjava deleža raziskav, ki so pokazale izogibanje medvedov antropogeni infrastrukturi, med Evropo in Severno Ameriko, glede na tip antropogenih struktur. Številke nad stolpci ponazarjajo število raziskav, ki so poročale o vplivu posameznega tipa antropogenih struktur na rabo prostora medveda.

Fig. 5: Comparison between Europe and North America in the proportion of studies that confirmed bear avoidance of human infrastructure in respect to type of infrastructure. Number above each bar indicates the number of studies which reported the effect of single anthropogenic type on bear habitat use.

stno izrazitejše izogibanje kot za Evropo (slika 5). Večje izogibanje urbanim površinam pri evropskih medvedih je skladno s predvidevanji, da se medvedi v Evropi zaradi dolgotrajnejšega in intenzivnejšega lova oziroma preganjanja skozi zgodovino človeka bolj bojijo in se mu bolj izogibajo (npr. Mattson 1990, Herrero 2002).

Pri prej navedenih zaključkih pa je potrebna previdnost, saj so bili razpoložljivi vzorci (število raziskav) relativno majhni. Poleg tega je bila otežena primerjava rezultatov, saj je večina obravnavanih raziskav temeljila na ugotavljanju relativne rabe prostora medveda glede na razpoložljivost posameznih tipov habitata, pri čemer lahko pričakujemo, da se je ta razpoložljivost med raziskovalnimi območji precej razlikovala. Raziskave so hkrati premalo poročale o rezultatih o absolutni rabi prostora medvedov za izvedbo začrtanih primerjav med območji z različno intenziteto človekovih posegov v prostor. Poleg tega so raziskave uporabljale različne metode in različne nabore obravnavanih vplivnih dejavnikov. Osnovni namen večine dosedanjih (tj. relativnih) habitatnih raziskav je bil lokalno raziskati rabo prostora medveda in tam preučiti glavne vplivne dejavnike. Ker se o absolutni rabi ni dovolj pogosto poročalo, je onemogočen celosten vpogled v odzive medveda primerjaje med območji, kjer je antropogenih motenj (struktur) veliko, in območji, kjer jih je malo. Na primer v Severni Ameriki so raziskave potekale večinoma v velikih naravnih rezervatih, kjer je gostota antropogenih motenj relativno majhna, kar medvedom omogoča več prostora za umik človeku kot v Evropi, kjer je funkcionalna razdrobljenost krajine bistveno večja in imajo medvedi zelo omejene prostorske možnosti za izogibanje človeku.

Potreba po poznavanju vplivov okoljskih dejavnikov (vključno z antropogenimi strukturami) na rabo prostora medveda narašča. Vse pomembnejše namreč postaja boljše razumevanje mehanizmov vzpostavljanja tolerance medveda in drugih zveri na človeka, kar je pomembno za zagotovitev dolgoročnega preživetja velikih zveri v vse bolj poseljeni in antropogeno spremenjeni krajini. Pregled objavljenih raziskav je nakazal določene razlike v intenzivnosti odziva medvedov na različne tipe antropogenih struktur in med različnimi območji. Vendar zaradi zgoraj navedenih omejitev pri primerjavi študij o relativni rabi prostora priporočamo, da se opravi analiza surovih podatkov iz različnih območij v gradientu gostot antropogenih motenj, kar bo omogočalo boljše razumevanje vplivov človeških in drugih okoljskih dejavnikov na razporejanje medvedov v prostoru. Za primerljivost med območji bi bilo nujno tudi poročanje rezultatov absolutne in ne le relativne rabe prostora.

5 SUMMARY

Anthropogenic environmental modifications affect species at the population and individual levels and may in some cases even lead to extinctions. Carnivores with large home ranges are particularly vulnerable to such modifications. Understanding mechanisms how they adapt to these modifications and human presence in general is important for their long-term conservation. Widespread Holarctic distribution throughout various levels of human-use makes the brown bear (*Ursus arctos*) an appropriate model species for studying response to anthropogenic effects in large carnivores.

Bear-human interactions are fairly common in areas with a stronger human impact on bear habitats and in response bears may become habituated to people. Habituation at the population level cannot be monitored directly because it is a gradual process over a longer period of time. Thus we tried to observe the process of developing bear tolerance towards humans (on population level) indirectly. Specifically, we reviewed the literature throughout entire species range to examine how bears modify their habitat use in response to the intensity of anthropogenic modifications in the environment.

Human density was used as a proxy for human disturbance intensity. We reviewed available literature and extracted from each considered article reported response of bears to the proximity of four categories of anthropogenic structures: (i) urban areas (i.e. settlements, villages and other areas with permanent accommodation for people), (ii) isolated buildings and temporary accommodations (i.e. individual houses and lodges, camp sites, holiday resorts and other temporary accommodation), (iii) heavily trafficked roads (i.e. paved roads and other heavily used roads), (iv) less trafficked roads and trails (i.e. minor roads, non-paved forest roads, forest trails). Four types of bear response to the proximity of anthropogenic structures were considered: (i) avoidance (i.e. when bears used the proximity of anthropogenic structures less than available, or when modelling identified proximity of anthropogenic structures and areas with higher density of anthropogenic structures as less- or non-suitable habitat for bears), (ii) attraction (i.e. bears used the proximity of anthropogenic structures more than available), (iii) mixed or unclear influence (i.e. when it was not possible to make a general conclusion out of published results, e. g. because results differed for different sex- and age categories of bears), (iv) no detected effect of proximity of anthropogenic structures on bear habitat use. From the extracted data we tested if avoidance of anthropogenic structures changes with human density.

For this purpose we formed three categories with contrasting human densities: (i) study areas with low (<2 humans/km²), (ii) medium (2-10 humans/km²) and (iii) high (>10 humans/km²) human densities. We also compared European and North American bears due to assumptions that European bears are more afraid of humans. Our goal was also to identify the type of anthropogenic structures bears avoid the most.

In cases when avoidance was observed we also tried to extract information how large is the avoidance zone around anthropogenic structures (i.e. absolute influence of anthropogenic structure on bear habitat use) throughout the gradient of human disturbance. This was done due to the importance of understanding both relative (i.e. how important is relative influence of anthropogenic structure in comparison with other factors which also affect bear habitat use) and absolute effects of anthropogenic structures on bear habitat use in order to gain comprehensive insights into the adaptation process of bears towards humans. For example, if bears gradually become tolerant towards humans in strongly fragmented landscape, we may expect narrowing of the avoidance zones around anthropogenic structures, but at the same time relative importance of variables (i.e. variables which describe effects of anthropogenic effect on bears) would be increasing as a consequence of decreasing availability of undisturbed areas. Alternatively, in case that bears do not develop tolerance towards humans regardless of the level of fragmentation, we can expect that avoidance zones would remain the same, but the relative importance of variables would increase (see Figure 1 for conceptual framework).

In total we identified 37 peer-reviewed publications relevant for our study (see Figures 2 and 3). Results indicate that bears in general avoid human structures, with strongest avoidance observed for permanently inhabited areas and high-traffic roads. We observed more consistent avoidance of human structures in areas with higher human population densities (Figure 4). Comparison between Europe and North America indicate stronger avoidance of urban areas among European bears, while no obvious differences were observed for other types of anthropogenic infrastructure (Figure 5).

We suggest caution when comparing behavioural responses of bears among study areas, because: (i) small sample size (i.e. number of available studies), (ii) most bear habitat-use studies reported only on relative habitat selection (i.e. use according to the availability; see Annex 1) and since habitat availability probably differed considerably among study areas, (iii) lack of reported data on absolute habitat use, which prevent-

ed comparisons of the absolute size of avoidance zones around anthropogenic infrastructures in the gradient of human-use intensity, and (iv) researchers used different methods and different sets of environmental factors to study bear habitat use. Therefore we recommend analysis of original data across the species' range in order to advance our understanding of bear habitat-use across a gradient of intensity of human disturbance. We also urge researchers to consistently report also absolute data about bear habitat use.

6 ZAHVALA

6 ACKNOWLEDGEMENT

Ta članek je nastal v sklopu doktorskega študija, ki je sofinanciran prek Inovativne sheme. Operacijo delno financira Evropska Unija, in sicer iz Evropskega socialnega sklada, ter Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport. Operacija poteka v okviru operativnega programa razvoja človeških virov 2007–2013, razvojna prioriteta 1. »Spodbujanje podjetništva in prilagodljivosti« prednostna usmeritev 1.3 Štipendijske sheme.

7 VIRI

7 REFERENCES

- Apps C.D., McLellan B.N., Woods J.G., Proctor M.F. 2004. Estimating grizzly bear distribution and abundance relative to habitat and human influence. *Journal of Wildlife Management*, 68, 1: 138-152.
- Aune K. E. 1994. Comparative ecology of black and grizzly bears on the Rocky Mountain Front, Montana. *International Conference for Bear Research and Management*, 9: 365-374.
- Baillie J.E.M., Hilton-Taylor C., Stuart N.S. 2004. A Global Species Assessment. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. The IUCN Species Programme, Gland, Switzerland: xxi str. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/RL-2004-001.pdf> (3. 8. 2015)
- Barrueto M., Ford A.T., Clevenger A.P. 2014. Anthropogenic effects on activity patterns of wildlife at crossing structures. *Ecosphere*, 5, 3: 1-19.
- Bradley M. 2014. Bears in the Mountain National Parks – Grizzly bears. Parks Canada. <http://www.pc.gc.ca/eng/pn-np/mtn/ours-bears/generaux-basics/grizzli-grizzly.aspx> (dostopno 20.9.2015).
- Cameron R.D., Reed D.J., Dau J.R., Smith W.T. 1992. Redistribution of Calving Caribou in Response to Oil Field Development on the Arctic Slope of Alaska. *Arctic*, 45, 4: 338-342.
- Can Ö. E., D’Cruze N., Garshelis D. L., Beecham J., Macdonald D. 2014. Resolving human-bear conflict: a global survey of countries, experts and key factors. *Conservation Letters*, 7, 6: 501–513.
- Cardinale B.J., Duffy J.E., Gonzales A., Hooper D.U., Perrings C., Venail P., Narwani A., Mace G.M., Timlan D., Wardle D.A., Kinzig A.P., Daily G.C., Loreau M., Grace J.B., Larigauderie A., Srivastava D.S., Naeem S. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486: 59-67. doi:10.1038/nature11148
- Chapron G., Kaczensky P., Linnell J.D.C.,... 2014. Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. *Science*, 346, 6216: 1517-1519.

- Chruszcz B., Clevenger A.P., Gunson K.E., Gibeau M.L. 2003. Relationships among grizzly bears, highways, and habitat in the Banff-Bow Valley, Alberta, Canada. *Canadian Journal of Zoology*, 81: 1378-1391.
- CIESIN - Center for International Earth Science Information Network, Columbia University, and Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. 2005. Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3): Population Density Grid. NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC), Palisades, NY. <http://dx.doi.org/10.7927/H4XK8CG2>. <http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/gpw-v3-population-density/data-download> (downloaded 15.9.2015)
- Coleman T.H., Schwartz C.C., Gunther K.A., Creel S. 2013. Influence of overnight recreation on grizzly bear movement and behavior in Yellowstone National Park. *Ursus*, 24, 2: 101-110.
- Elfström M., Swenson J.E., Ball J.P. 2008. Selection of denning habitats by Scandinavian brown bears (*Ursus arctos*). *Wildlife Biology*, 14, 2: 176-187.
- Elgmork K., 1978. Human impact on a brown bear population (*Ursus arctos* L.). *Biological Conservation*, 13: 81-103.
- Estes J.A., Terborgh J., Brashares J.S., Power M.E., Berger J., Bond W.J., Carpenter S.R., Essington T.E., Holt R.D., Jackson J.B.C., Marquis R.J., Oksanen L., Oksanen T., Paine R.T., Pickett E.K., Ripple W.J., Sandin S.A., Scheffer M., Schoener T.W., Shurin J.B., Sinclair A.R.E., Soulé M.E., Virtanen R., Eardle D.A. 2011. Trophic Downgrading of Planet Earth. *Science*, 333: 301-306.
- Fernández N., Selva N., Yuste C., Okarma H., Jakubiec Z. 2012. Brown bears at the edge: Modelling habitat constraints at the periphery of the Carpathian population. *Biological Conservation*, 153: 134-142.
- Fortin J.K., Rode K.D., Hilderbrand G.V., Wilder J., Farley S., Jorgensen C., Marcot B.G. 2016. Impacts of Human Recreation on Brown Bears (*Ursus arctos*): A Review and New Management Tool. *PLoS ONE* 11(1): e0141983. doi:10.1371/journal.pone.0141983
- Frąckowiak W., Theuerkauf J., Pirga B., Gula R. 2014. Brown bear habitat selection in relation to anthropogenic structures in the Bieszczady Mountains, Poland. *Biologia*, 69, 7: 926-930.
- Ghoddousi A. 2010. Habitat suitability modelling of the Brown Bear *Ursus arctos* in Croatia and Slovenia using telemetry data. Thesis, Imperial College London: 5, 34 str.
- Gibeau M.L. 2000. A Conservation Biology Approach to Management of Grizzly Bears in Banff National Park, Alberta. PhD. University of Calgary, Calgary, Alberta.
- Gibeau M.L., Clevenger A., Herrero S., wierzchowski J. 2002. Grizzly bear response to human development and activities in the Bow River Watershed, Alberta, Canada. *Biological Conservation*, 103: 227-236.
- Gibeau M.L., Herrero S. 1998. Roads, rails and grizzly bears in the Bow River Valley, Alberta. Proceedings International Conference on Ecology and Transportation, Florida, Department of Transportation, Tallahassee. In press.
- Goldstein M.I., Poe A.J., Suring L.H., Nielson R.M., McDonald T.L. 2010. Brown Bear Den Habitat and Winter Recreation in South-Central Alaska. *Journal of Wildlife Management*, 74, 1: 35-42.
- Griffin S.C., Valois T., Taper M.L., Scott Mills L. 2007. Effects of tourists on behavior and demography of Olympic marmots. *Conservation Biology*, 21, 4: 1070-1081
- Gunther K. 1990. Visitor impact on grizzly bear activity in Pelican Valley, Yellowstone national park. *Bears: their biology and management*, 8: 73-78.
- Harding L., Nagy J.A. 1980. Responses of Grizzly Bears to Hydrocarbon Exploration on Richards Island, Northwest Territories, Canada. International Conference on Bear Research and Management, 4: 277-280.
- Herrero S. 2002. Bear attacks: Their causes and avoidance. *Druga izdaja. The Lyons Press, USA*: 194-195, 237 str.
- Herrero S., Smith T., DeBruyn T.D., Gunther K., Matt C.A. 2005. From the field: brown bear habituation to people - safety, risk and benefits. *Wildlife society bulletin*, 33, 1: 362-373.
- Hunter P. 2007. The human impact on biological diversity. How species adapt to urban challenges sheds light on evolution and provides clues about conservation. *EMBO Reports*, 8, 4 :316-318. doi: 10.1038/sj.embor.7400951.
- IUCN and Wildlife Conservation Society. 2008. *Ursus arctos*. The IUCN Red List of Threatened Species, Version 2015.2. <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=41688> (20.6.2015)
- IUCN. 2015. Species Extinction - The Facts. https://cmsdata.iucn.org/downloads/species_extinction_05_2007.pdf (29. 7. 2015)
- Jerina K., Debeljak M., Džeroski S., Kobler A., Adamič M. 2003. Modeling the brown bear population in Slovenia - A tool in the conservation management of a threatened species. *Ecological Modelling*, 170: 453-469.
- Jerina, K., Krofel, M., Stergar, M., Videmšek, U. 2012. Preučevanje dejavnikov habituacije rjavega medveda na človeka z uporabo GPS telemetrije. Končno poročilo - povzetek za uporabnike. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- Kaczynsky P., Knauer F. 2000. Habitat use of bears in a multi-use landscape in Slovenia. In: Co-existence of brown bear and men in Slovenia. PhD. Technische Universität München. Pg 89-136.
- Kareiva P., Watts S., McDonald R., Boucher T. 2007. Domesticated Nature: Shaping Landscapes and Ecosystems for Human Welfare. *Science*, 316, 5833: 1866-1869. DOI: 10.1126/science.1140170
- Kasworm W.F., Manley T.L. 1990. Road and trail influences on grizzly bears and black bears in northwest Montana. *Bears: Their biology and management*, 8: 79-84.
- Katajisto J., Moilanen A., Swenson J. 2006. Landscape-level habitat use by brown bears (*Ursus arctos*) in relation to human distribution in Scandinavia. V: Habitat use and population dynamics of brown bears (*Ursus arctos*) in Scandinavia. Katajisto J. Finland, University of Helsinki, Department of Biological and Environmental Sciences: 25-35.
- Kobler A., Adamič M. 2000. Identifying brown bear habitat by a combined GIS and machine learning method. *Ecological Modelling*, 135: 291-300.
- Lacy K.E., Martins E.P. 2003. The effect of anthropogenic habitat usage on the social behaviour of a vulnerable species, *Cyclura nubila*. *Animal Conservation*, 6: 3-9.
- Linke J., McDermid G.J., Fortin M.-J., Stenhouse G.B. 2013. Relationships between grizzly bears and human disturbances in a rapidly changing multi-use forest landscape. *Biological Conservation*, 166: 54-63.
- Linnell J.D.C., Swenson J.E., Andersen R., Barnes B. 2000. How vulnerable are denning bears to disturbance? *Wildlife Society Bulletin*, 28, 2: 400-413.
- Linnell J., Salvatori V., Boitani L. 2008. Guidelines for population level management plans for large carnivores in Europe. A Large Carnivore Initiative for Europe report prepared for the European Commission (contract 070501/2005/424162/MAR/B2): 5, 45, 52-56 str.
- Linnell J.D.C., Kaczynsky P., Wotschikowsky U., Lescureux N., Boitani L. 2015. Framing the relationship between people and nature in the context of European conservation. *Conservation Biology*, 0: 1-8. DOI: 10.1111/cobi.12534
- Mace R.D., Waller J.S., Manley T., Lyon L.J., Zuuring H. 1996. Relationships among grizzly bears, roads and habitat in the Swan Mountains, Montana. *Journal of Applied Ecology*, 33: 1395-1404.
- Marnocha E., Pollinger J., Smith T.B. 2011. Human-induced morphological shifts in an island lizard. *Evolutionary Applications*, 4, 2: 388-396.

- Martin J. 2009. Habitat selection and movement by brown bears in multiple-use landscapes. Doktorska disertacija. Ås, Université Claude Bernard Lyon 1 (Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive) & Norwegian University of Life Sciences (Dept. of Ecology and Natural Resource Management): 49 str.
- Martin J., Basille M., Van Moorter B., Kindberg J., Allainé D., Swenson J.E. 2010. Coping with human disturbance: spatial and temporal tactics of the brown bear (*Ursus arctos*). *Canadian Journal of Zoology*, 88: 875-883. (to je sicer tudi v PhD od Jodie, 99-118).
- Mattson D.J., Knight R.R., Blanchard B.M. 1987. The effects of developments and primary roads on grizzly bear habitat use in Yellowstone national park, Wyoming. *Bears: their research and management*, 7: 259-273.
- Mattson, D.J. 1990. Human impacts on bear habitat use. *International Conference on Bear Research and Management*, 8: 33-56.
- May, R., van Dijk, J., Wabakken, P., Swenson, J.E., Linnell, J.D.C., Zimmermann, B., Odden, J., Pedersen, H.C., Andersen, R., Landa, A., 2008. Habitat differentiation within the large-carnivore community of Norway's multiple-use landscapes. *J. Appl. Ecol.* 45, 1382-1391.
- McArthur-Jope K.L. 1983. Habituation of grizzly bears to people: a hypothesis. *International Conference of Bear Research and Management*, 5: 322-327.
- McKay T., Sahlén E., Støen O.-G., Swenson J.E., Stenhouse G.B. 2014. Wellsite selection by grizzly bears *Ursus arctos* in west-central Alberta. *Wildlife Biology*, 20: 310-319.
- McLellan B.N., Shackleton, D.M. 1988. Grizzly bears and resource-extraction industries: effects of roads on behaviour, habitat use and demography. *Journal of Applied Ecology*, 25: 451-460.
- Moe, T.F., Kindberg, J., Jansson, I., Swenson, J.E. 2007. Importance of diel behaviour when studying habitat selection: examples from female Scandinavian brown bears (*Ursus arctos*). *Canadian Journal of Zoology*, 85: 518-525.
- Mueller C., Herrero S., Gibeau M.L. 2004. Distribution of subadult grizzly bears in relation to human development in the Bow River Watershed, Alberta. *Ursus*, 15, 1: 35-47.
- Mysterud I. 1983. Characteristics of summer beds of European brown bears in Norway. *International Conference of Bear Research and Management*, 5: 208-222.
- Natural Earth. 2015. Free vector and raster map data. <http://www.naturalearthdata.com/downloads/10m-cultural-vectors/> (dostopno 15.9.2015)
- Nellemann C., Støen O.-G., Kindberg J., Swenson J.E., Vistnes I., Ericsson G., Katajisto J., Kaltenborn B.P., Martin J., Ordiz A. 2007. Terrain use by an expanding brown bear population in relation to age, recreational resorts and human settlements. *Biological Conservation*, 138: 157-165.
- Nielsen S. E., Munro R. H. M., Bainbridge E. L., Stenhouse G. B., Boyce M.S. 2004. Grizzly bears and forestry II. Distribution of grizzly bear foods in clearcuts of west-central Alberta, Canada. *Forest Ecology and Management*, 199: 67-82.
- Northrup J.M., Pitt J., Muhly T.B., Stenhouse G.B., Musiani M., Boyce M.S. 2012. Vehicle traffic shapes grizzly bear behaviour on a multiple-use landscape. *Journal of Applied Ecology*, 49: 1159-1167.
- Odden M., Athreya V., Rattan S., Linnell J.D.C. 2014. Adaptable Neighbours: Movement Patterns of GPS-Collared Leopards in Human-Dominated Landscapes in India. *PLoS ONE*, 9, 11: e112044. doi:10.1371/journal.pone.0112044.
- Ordiz A., Støen O.-G., Delibes M., Swenson J.E. 2011. Predators or prey? Spatio-temporal discrimination of human-derived risk by brown bears. *Oecologia*, 166, 1: 59-67.
- Petram W., Knauer F., Kaczensky P. 2004. Human influence on the choice of winter dens by European brown bears in Slovenia. *Biological Conservation*, 119: 129-136.
- Preatoni D., Mustoni A., Martinoli A., Carlini E., Chiarenzi B., Chiozzini S., Van Dongen S., Wauters L.A., Tosi G. 2005. Conservation of brown bear in the Alps: space use and settlement behavior of reintroduced bears. *Acta Oecologica*, 28: 189-197.
- Ridlington E., Rumpler J. 2013. Fracking by the Numbers: Key Impacts of Dirty Drilling at the State and National Level. *Environment America Research & Policy Center*.
- Ripple W.J., Estes J.A., Beschta R.L., Wilmers C.C., Ritchie E.G., Hebblewhite M., Berger J., Elmhagen B., Letnic M., Nelson M.P., Schmitz O.J., Smith D.W., Wallach A.D., Wirsing A.J. 2014. Status and Ecological Effects of the World's Largest Carnivores. *Science*, 343. DOI: 10.1126/science.1241484
- Roever L.R., Boyce M.S., Stenhouse G.B. 2010. Grizzly bear movements relative to roads: application of step selection functions. *Ecography*, 33: 1113-1122.
- Sawyer H., Kauffman M.J., Nielson R.M., Horne J.S. 2009. Identifying and prioritizing ungulate migration routes for landscape-level conservation. *Ecological Applications*, 19, 8: 2016-2025. <http://dx.doi.org/10.1890/08-2034.1>
- Sih A., Ferrari M.C.O., Harris D.J. 2011. Evolution and behavioural responses to human-induced rapid environmental change. *Biological Conservation*, 4: 367-387.
- Stein J.T. 2000. The Effects of Roads on Wolves and Bears Worldwide. Chapter 4 in Stein, J.T., From Extinction to Reintroduction: A Snapshot of North American Large Carnivore Conservation at the Millennium. Unpublished Master's Thesis, Yale School of Forestry and Environmental Studies, New Haven.
- Stewart B.P. 2011. Quantifying grizzly bear habitat selection in a human disturbed landscape. Thesis. University of Victoria.
- Steyaert S.M.J.G., Støen O.-G., Elfström M., Karlsson J., Van Lammeren R., Bokdam J., Zedrosser A., Brunberg S., Swenson J.E. 2011. Resource selection by sympatric free-ranging dairy cattle and brown bears *Ursus arctos*. *Wildlife Biology*, 17: 389-403.
- Suring L.H., Barber K.R., Schwartz C.C., Bailey T.N., Schuster W.C., Tetreau M.D. 1998. Analysis of cumulative effects on brown bears on the Kenai Peninsula, southcentral Alaska. *Ursus* 10: 107-117.
- Syverhuse A.O. 2015. GPS collared leopard becomes movie star. *Science Nordic* (27.6.2015).
- Trombulak S.C., Frissell C. A. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, 14, 1: 18-30.
- Tucker M.A., Ord T.J., Rogers T.L. 2014. Evolutionary predictors of mammalian home range size: body mass, diet and the environment. *Global Ecology and Biogeography*, 23: 1105-1114.
- Van Daele L. J., Barnes Jr V. G., Belant J. L. 2012. Ecological flexibility of brown bears on Kodiak Island, Alaska. *Ursus*, 23, 1: 21-29. doi: <http://dx.doi.org/10.2192/URSUS-D-10-00022.1>
- Waller J.S., Servheen C. 2005. Effects of transportation infrastructure on grizzly bears in northwestern Montana. *Journal of wildlife management*, 69, 3: 985-1000.
- Woodroffe R. 2000. Predators and people: using human densities to interpret declines of large carnivores. *Animal Conservation*, 3: 165-173.
- Yang J., Jiang Z., Zeng Y., Turghan M., Fang H., Li C. 2011. Effect of Anthropogenic Landscape Features on Population Genetic Differentiation of Przewalski's Gazelle: Main Role of Human Settlement. *PLoS ONE*, 6, 5: e20144. DOI: 10.1371/journal.pone.0020144
- Zager P., Jonkel C., Habeck J. 1983. Logging and wildfire influence on grizzly bear habitat in northwestern Montana. *International Conference on Bear Research and Management*, 5: 124-132.

PRILOGA 1

Odziv medvedov na štiri skupine antropogenih struktur. Izbrani kriteriji za uvrstitev preučevanega območja v tri skupine glede na gostoto poselitve so: gostota poselitve <2 ljudi/km² = majhna, gostota poselitve vključno 2-10 ljudi/km² = srednja, gostota poselitve >10 ljudi/km² = velika.

ANNEX 1

Bear response to four types of anthropogenic structures. Study areas were separated into three categories according to local human density: low (>majhna) human density <2 people/km², medium (>srednja) human density from 2 to 10 people/km², and high (>velika) human density >10 people/km² = high human density.

vir	območje	tip raziskave	gostota ljudi na raziskovalnem območju	urbane površine	posamezne stavbe inčasne oblike nastanitve	bolj prometne ceste	manj prometne ceste in poti
Jerina in sod. 2003	E. (Slo.)	abs	velika	-		0	
Kobler in Adamič 2000	E. (Slo.)	abs	velika	-			
Kaczensky in Knauer 2000	E. (Slo.)	rel	velika	-	-	-	?
Petram in sod. 2004	E. (Slo.)	rel	velika	-			-
Ghoddousi 2010	E. (Slo., Hrv.)	rel	velika	-			
Frąckowiak in sod. 2014	E. (Pol.)	rel	srednja	-		-	
Fernández in sod. 2012	E. (Pol.)	rel	velika	-			
Preatoni in sod. 2005	E. (Ita.)	rel	velika	-			
Mysterud 1983	E. (Skand.)	rel	srednja		-	-	+
Elfström in sod. 2008	E. (Skand.)	rel	srednja			-	+
Nellemann in sod. 2007	E. (Skand.)	rel	srednja	-	-		
Elgmork 1978	E. (Skand.)	rel	srednja		-		
Katajisto in sod. 2006	E. (Skand.)	rel	srednja	-			
Martin in sod. 2010	E. (Skand.)	rel	srednja	?	?	?	?
Steyaert in sod. 2011	E. (Skand.)	rel	srednja	-	-		-
May in sod. 2008	E. (Skand.)	rel	majhna		+	?	?
Moe in sod. 2007	E. (Skand.)	rel	srednja	-			
Mace in sod. 1996	S.A.	rel	majhna			-	0+
Chruszcz in sod. 2003	S.A.	rel	majhna			0	+
McLellan in Shackleton 1988	S.A.	rel	majhna			-	-
Waller in Servheen 2005	S.A.	rel	majhna			-	-
Kasworm in Manley 1990	S.A.	rel	majhna			-	-
Mattson in sod. 1987	S.A.	rel	majhna	0		-	-
Goldstein in sod. 2010	S.A.	rel	srednja			-	-
Coleman in sod. 2013	S.A.	rel	majhna		-		

Harding in Nagy 1980	S.A.	abs	majhna	-	?	+
Gibeau 2000 & Gibeau in sod. 2002	S.A.	rel	srednja	?		
Apps in sod. 2004	S.A.	rel	majhna	-		
Barruetto in sod. 2014	S.A.	rel	srednja			
Gibeau in Herrero 1998	S.A.	?	srednja			
Gunther 1990	S.A.	rel	majhna	-		
Linke in sod. 2013	S.A.	rel	majhna			-
Mueller in sod. 2004	S.A.	rel	majhna		?	?
Roever in sod. 2010	S.A.	rel	majhna		+	+
Zager 1983	S.A.	rel	srednja		-	-
Stewart 2011	S.A.	rel	majhna	?	?	?
Northrup in sod. 2012	S.A.	rel	srednja		-	+
% raziskav, ki so poročale o načinu vpliva posameznega tipa antropogenih struktur				43,2	29,7	64,9
% raziskav, ki so pokazale izogibanje				35,1	21,6	43,2
% raziskav, ki so pokazale izogibanje glede na število raziskav, ki so obravnavale in poročale o načinu vpliva posameznega tipa antropogenih struktur				81,3	72,7	66,7
% raziskav, ki so pokazale privlačnost				0	2,7	2,7
% raziskav, kjer ni bilo zaznanega vpliva				2,7	0	5,4
% raziskav, ki so pokazale mešan vpliv (? in 0+)				5,4	5,4	13,5
						51,4
						18,9
						36,8
						16,2
						0
						16,2

Pomen oznak in znakov: E.: Evropa (v oklepaju je kratica, za kateri del Evrope gre), S.A.: Severna Amerika, rel: raziskava temelji na ugotavljanju rabe različnih tipov habitata glede na njihovo razpoložljivost, abs: raziskava rabe prostora v absolutnem smislu, 0: ni vpliva na rabo prostora medveda oziroma je raba skladna z razpoložljivostjo, -: opaženo izogibanje, +: izbiranje, 0+: nekateri medvedi so izbirali bližino cest oziroma poti, na druge pa prometnice niso imele vpliva, ?: primeri, ko iz rezultatov ni mogoče narediti splošnega zaključka.

Meaning of symbols: E.: Europe (in bracket: detailed part of Europe), S.A.: North America, rel: study focused on studying habitat selection relatively in relation to availability of different habitat types, abs: study of habitat use in an absolute manner, 0: no influence was detected (habitat use is in accordance with availability), -: observed avoidance, +: selection, 0+: some bears selected habitats near roads and trails, while no effect was detected for other bears, ?: cases when it was not possible to make general conclusion.