

Pregled rodnosti populacij rjavih medvedov (*Ursus arctos* L.) v Evropi

*Overview of relative natality in brown bear populations (*Ursus arctos* L.) in Europe*

Luka Capuder¹, Klemen Jerina²

¹ Rožna dolina cesta V/10a, 1000 Ljubljana; luka.capuder@gmail.com

² Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana; klemen.jerina@gmail.com

Izveček

Rjavi medved (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) je največja evropska zver, ki pogosto prihaja v konflikt s človekom, kar je velik izziv pri upravljanju. Podatki o relativni rodnosti rjavih medvedov so lahko neposredno vodilo za upravljanje s populacijo (načrtovanje odstrela), vendar so rodnost populacij medveda in še zlasti njeni vplivni dejavniki presenetljivo slabo proučeni. Namen naše raziskave je ugotoviti, kakšne so vrednosti relativne rodnosti rjavega medveda v populacijah v Evropi in ali so razlike med vrednostmi glede na geografsko širino, lokalne gostote medvedov ter odstrel in/ali krmljenje. Za iste spremenljivke smo analizirali tudi povezave z reprodukcijskimi parametri (čas primarnosti, velikost legla, interval med legli). Podatke smo pridobili s pregledom strokovno znanstvene literature. Kjer je bilo mogoče, smo relativno rodnost povzeli, sicer pa smo jo izračunali na podlagi podatkov, pridobljenih z anketo, ki smo jo poslali strokovnjakom o rjavih medvedih (članom Large Carnivore Initiative for Europe). V raziskavi nismo odkrili nobenih vplivov obravnavanih spremenljivk na relativno rodnost, smo pa ugotovili, da so ocene rodnosti dokaj izenačene in so najverjetneje na intervalu od 20 % do 25 %. Iz vrednosti izstopa območje Apeninov, kjer smo zabeležili najmanjšo rodnost, ki je najverjetneje posledica majhne številčnosti medvedov v populaciji (aleejev efekt) in večjih intervalov med legli. V raziskavi smo ugotovili

tudi, da so večja legla in poznejše primarnosti na severu Evrope (Švedska), kar lahko nakazuje na ostrejšo življenjske razmere. Ugotovili smo tudi, da so ocene rodnosti za nekatere populacije lahko nenatančne.

Ključne besede: rjavi medved, *Ursus arctos* L., relativna rodnost, velikost legla, primarnost, interval med legli.

Abstract

*The brown bear (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) is the biggest European carnivore and is often in conflict with humans, which presents a big challenge in managing the species. Data on relative natality can guide us on how to manage a population (planning harvesting), however population natality and other factors connected with it have surprisingly not been studied enough thus far. The objective of this research is to determine the values of brown bear relative natality in Europe and to find whether any differences between the values occur due to change in geographical latitude, local bear densities and/or due harvesting/artificial feeding. Furthermore, we sought connections with reproductive parameters (time of primiparity, interval size, interval between litters). We gathered information by examining literature from experts. Where it was possible, we summarized the value; otherwise, we calculated it using data from a survey*

we sent to brown bear experts (members of Large Carnivore Initiative for Europe). In our research, we did not find any connections between relative natality and our research variables. However, we did document that estimated values of relative natality are most likely between 20% and 25%. A result that stands out comes from the Apennine area, where we found the lowest estimated value of natality, which could be due to the small number of individuals in the brown bear population (the allee effect) and larger intervals between litters. In the research, we also documented that larger litters and later time of primiparity were present in the north of Europe (Sweden), which may indicate harsher life conditions. We also found that natality estimates for some populations could be inaccurate..

Keywords: brown bear, *Ursus arctos* L., relative natality, litter size, primiparity, interval between litters.

1 Uvod

Rjavi medved (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) je največja evropska zver z omnivorno prehrano (Krofel in sod., 2008). Je prilagodljiva in iznajdljiva vrsta, ki živi v različnih habitatih, kot so tundra, gozdovi zmernega pasu, borealni gozdovi, ter v obalnih in goratih območjih (Steyaert in sod., 2012). V Evropi živi v celotnem gradientu od juga proti severu (Boitani in sod., 2015) in je prisotna v različnih gostotah. Na splošno populacije rjavega medveda živijo v različno produktivnih okoljih in so izpostavljene različnim režimom upravljanja (npr. krmljenje, odstrel) (Jerina in sod., 2020). V Evropi je medved strogo zavarovana vrsta, ki pa jo v nekaterih populacijah upravljajo tudi z odstrelom. Na določenih območjih so populacije stabilne, drugod se povečujejo, lahko pa tudi zelo ogrožene (Boitani in sod., 2015).

Poznavanje relativne rodnosti populacij rjavega medveda je lahko pomembno tako pri njihovem raziskovanju kot tudi pri upravljanju, ki je zahtevno zaradi usklajevanja različnih strategij med državami

in tudi interesov znotraj družbe. Poleg tega je upravljanje oteženo tudi zaradi velikih območij aktivnosti vrste ter njihovih potreb po virih (velik življenjski prostor), ki jih v Evropi težko zadovoljijo zaradi velike razdrobljenosti življenjskega prostora (Steyaert in sod., 2012). Podatki o relativni rodnosti rjavih medvedov so torej lahko neposredno vodilo za upravljanje s populacijo (npr. načrtovanje odstrela, ocena velikosti populacije po kotitvi).

Rodnost je opredeljena kot število skotenih mladičev v populaciji (Jerina in sod., 2020). V literaturi se pojavljajo različne definicije, ki opredeljujejo rodnost, in podobni pojmi, povezani z njo. V tej nalogi opredeljujemo relativno rodnost kot delež mladičev (osebki starosti 0+ oziroma mladiči, stari manj kot leto) v celotni populaciji (Jerina in sod., 2019).

Rodnost je lahko povezana s populacijskimi gostotami, kar pomeni, da ob velikih gostotah lahko nastane pomanjkanje hrane in se posledično poveča smrtnost ter zmanjša rodnost v populaciji. Slednje je lahko posledica vplivov gostote (virov) na reprodukcijske parametre, kot so poznejši čas primarnosti, manjša legla in daljši intervali med njimi (Jerina in sod., 2020). Parametri se med populacijami spreminjajo/so različni in so pogosto povezani s telesno velikostjo in dostopnostjo hrane (Dahle in sod., 2006).

Doslej ni znanega pregleda relativne rodnosti rjavega medveda v Evropi, zato bi bile na tem področju potrebne raziskave, ki bi natančneje opredelile rodnost in njene vplive na razvoj populacije. Poleg tega so slabo znani mehanizmi, ki vplivajo na spreminjanje relativne rodnosti v prostoru in času. To so lahko naravni in antropogeni dejavniki, kot so kakovost in količina hrane, populacijska gostota (Zedrosser in sod., 2006; Jerina in sod., 2013), reprodukcijski parametri (primarnost, velikost legla, časovni interval med legli) (Dahle in Swenson, 2003; Zedrosser in sod., 2004; Zedrosser in sod., 2009; Steyaert in sod., 2012) krmljenje (Kavčič in sod., 2015) in odstrel (Jerina in sod., 2020).

Izvirni znanstveni članek

Namen raziskave je pridobiti podatke o relativni rodnosti populacij rjavega medveda. Prav tako nas zanimajo povezave med relativno rodnostjo in geografsko širino, lokalnimi gostotami medvedov, zanima nas vpliv krmljenja in/ali odstrela ter povezave z reprodukcijskimi parametri (čas primarnosti, velikost legla, interval med legli).

Preglednica 1: Prikaz uporabljenih metod pri posamezni populaciji.

Table 1: Display of used methods for individual population.

Območje izvora podatkov	Uporabljena metoda (<i>age-at-harvest</i> = A) (podatki monitoringov = B) (drugi postopki = C)
Hrvaška	A
Hrvaška	B
Slovenija	A
Slovenija	B
Italija – Trentino	B
Italija – Apenini	C
Španija – Kantabrijske gore	C
Slovaška	C
Finska	A

2 Materiali in metode

2.1 Zbiranje in urejanje podatkov

Podatke za izračun relativne rodnosti in opredelitve reprodukcijskih parametrov smo zajeli iz strokovne literature, kot so članki, poročila, raziskovalni projekti iz celotne Evrope. Kjer je bilo mogoče, smo relativno rodnost povzeli, sicer pa smo jo izračunali na več načinov: glede na dostopne podatke o starostni sestavi populacije iz odstrela, štetij na krmiščih in genetskih analiz (preglednica 1). Te vrednosti smo pridobili s pomočjo ankete, ki smo jo po elektronski pošti poslali strokovnjakom s področja rjavih medvedov v Evropi (LCIE). Poleg tega smo za območja, kjer smo ocenili relativno rodnost, na podlagi podatkov iz literature določili še vrednosti reprodukcijskih parametrov (čas primarnosti, velikost legla, interval med legli).

Preglednica 2: Območja raziskovanja in lokalne gostote rjavih medvedov.

Table 2: Areas of research and brown bear local densities.

Območje	Lokalna gostota (število rjavih medvedov/ 100 km ²)
Španija – Kantabrijske gore	/
Italija – Apenini	4 (Ciucci in sod., 2015)
Italija – Trentino	4 (Groff in sod., 2020)
Hrvaška	10 (Skrbinšek in sod., 2018)
Slovenija	21 (Jerina in sod., 2020)
Slovaška	8 (Rigg in Adamec, 2007)
Švedska	0,15 (Bischof in sod., 2019)
Finska	/

Podatke za rekonstrukcijo relativne rodnosti in o populacijskih gostotah rjavega medveda smo zbrali iz Slovenije, Hrvaške, Slovaške, Finske, Španije (Kantabrijske gore) ter Italije (Trentino, Apenini) (preglednica 2).

Pri grafičnih prikazih smo se za Slovenijo in Hrvaško odločili uporabiti vrednost relativne rodnosti, ki smo jo določili z metodo »*age-at-harvest*« (opisano v Jerina in sod., 2018). Za uporabo rodnosti, določene s štetjem na krmiščih, se nismo odločili, ker je vrednost najverjetneje podcenjena zaradi zgodnjega spomladanskega štetja (Hrvaška) in je tudi manj smiselno, da se rodnost med Hrvaško in Slovenijo zelo razlikuje, ker gre za eno populacijo (Jerina in sod., 2018).

2.2 Rekonstrukcija relativne rodnosti

2.2.1 Rekonstrukcija na osnovi odvzema medvedov (»age-at-harvest«)

Metoda temelji na podatkih o številu in starosti odvzetih živali v posameznih letih in omogoča izračun relativne rodnosti. Pri ocenjevanju rodnosti smo predpostavili: (1) da je vsa smrtnost v populaciji dokumentirana ter da so posamezne ocene spola in starosti brez napak; (2) da je populacija demografsko zaprta ali da so velikost, spolna in starostna struktura odseljencev in priseljencev enake; (3) da so vse v analizah »uporabljene« zaprte kohorte.

Vire podatkov za izračun relativne rodnosti z metodo »age-at-harvest« smo pridobili za hrvaško, slovensko in finsko populacijo rjavih medvedov.

2.2.2 Rekonstrukcija na osnovi podatkov iz štetij na krmiščih

Pri drugi metodi za rekonstrukcijo relativne rodnosti smo uporabili podatke s »stalnih« števnih mest rjavega medveda (krmišča) ali druge podatke, kjer se opažanja medvedov sistematično beleži in pri tem loči mladiče od odraslih. V RS gre za štetje medvedov, ki ga člani lovskih družin izvajajo sistematično na celotnem območju medveda v državi. Izvajajo ga letno (spomladansko in jesensko štetje) in evidentirajo mladiče tekočega leta (0+), prejšnjega leta (1+) ter vodeče samice in druge medvede (Jerina in sod., 2019).

Vire podatkov za izračun relativne rodnosti smo pridobili za hrvaško populacijo rjavih medvedov. Relativno rodnost za Slovenijo smo povzeli po projektnejem poročilu (Jerina in sod., 2019).

2.2.3 Drugi postopki rekonstrukcije relativne rodnosti

Pri pridobivanju podatkov smo ugotovili, da na podlagi prej omenjenih metod za vse populacije ne bo mogoče natančno izračunati relativne rodnosti. Zaradi pomanjkanja podatkov smo se odločili, da bomo za naslednje populacije uporabili druge postopke (podatke) za oceno relativne rodnosti: (1) za populacijo rjavih medvedov v Kantabrijskih gorah v Španiji je znan podatek o letni rodnosti spolno zrelih samic, ki so jo raziskovalci ocenili na podlagi podatkov, pridobljenih med letom (sistematična opažanja medvedov) (Penteriani in sod., 2018). Predpostavili smo, da sta primarnost in delež samic v populaciji zaradi podobnih življenjskih razmer v okolju enaka kot v slovenski populaciji. Podatke o primarnosti in deležu rodni samic v Sloveniji navajajo Jerina in sod. (2020); (2) za slovaško populacijo rjavih medvedov Rigg in Adamec (2007) navajata, da je delež mladičev (0+) v populaciji od 16,6 % do 17,6 %. Vrednosti so določili na podlagi celoletnega naključnega opazovanja medvedov in merjenja velikosti sledi. Izračunali smo povprečno vrednost; (3) za italijansko populacijo rjavih medvedov v Apeninih smo uporabili podatke, ki jih navajajo Tosoni in sod., (2017) in so jih določili na podlagi naključnega opazovanja (od julija do septembra) ter spremljanja medvedov s telemetrijo (od spomladi do poznega poletja). Relativno rodnost smo izračunali na dva načina: prvo oceno smo določili na podlagi zmnožka podatka o deležu samic z mladiči v celotni populaciji (7,6 %) in podatka o povprečni velikosti legla (1,9 mladiča), drugo oceno pa na podlagi kvocienta povprečnega števila mladičev 0+ (7,3 mladiča) in velikosti celotne populacije (50 osebkov).

3 Rezultati

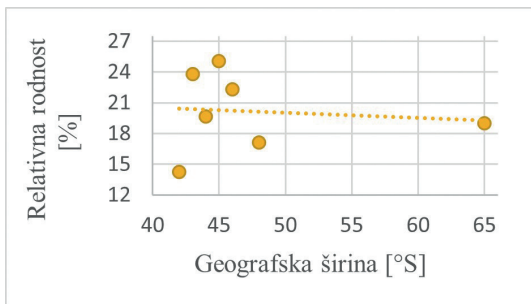
3.1 Rekonstrukcija relativne rodnosti

Preglednica 3: Vrednosti relativne rodnosti populacij rjavih medvedov v Evropi.

Table 3: Relative natality values of brown bear populations in Europe.

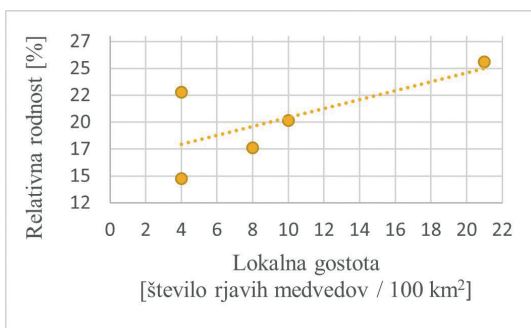
Območje izvora podatkov	Relativna rodnost (%)
Hrvaška	19,6
Hrvaška	15,4
Slovenija	25,1
Slovenija	24,3
Italija – Trentino	22,3
Italija – Apenini	13,9 in 14,6
Španija – Kantabrijske gore	23,8
Slovaška	17,1
Finska	18,9

Na podlagi podatkov o odvzemu rjavih medvedov iz populacij smo ocenili relativno rodnost za štiri območja (Preglednica 3). Najvišje vrednosti smo ocenili v Sloveniji (25,1 %), sledita Trentino (22,3 %) in Hrvaška (19,6 %). Najmanjšo relativno rodnost pa smo ocenili na Finskem (18,9 %). S podatki iz štetij na krmiščih smo ocenili rodnost na Hrvaškem (15,4 %) in v Sloveniji (24,3 %). Nazadnje smo z uporabo drugih postopkov rodnost določili za tri območja. Najnižji vrednosti smo zabeležili v Apeninih (13,9 % in 14,6 %), najvišjo pa v Kantabrijskih gorah (23,8 %). Skupno so ocene na intervalu od 13,9 % (Apenini) do 25,1 % (Slovenija).



Slika 1: Relativna rodnost in geografska širina.

Figure 1: Relative natality and geographical latitude.



Slika 2: Relativna rodnost in lokalne gostote.

Figure 2: Relative natality and local densities.

Relativna rodnost kaže le šibko zmanjševanje glede na geografsko širino območja (slika 1), vendar pa se veča glede na lokalne gostote rjavih medvedov (slika 2). Podatki o geografski širini niso navedeni za Švedsko in podatki o lokalnih gostotah niso navedeni za Kantabrijske gore, Švedsko in Finsko.

3.2 Krmljenje in odstrel

V Evropi je povprečna relativna rodnost rjavega medveda na območjih, kjer poteka krmljenje (20,6 %) v povprečju praktično enaka kot na območjih, kjer ne poteka (19,8 %). Podobno tudi ni jasnih učinkov odstrela (20,2 % z odstrelom in 20,1 % brez odstrela).

Izvirni znanstveni članek

Preglednica 4: Vrednosti reprodukcijskih parametrov.

Table 4: Values of reproductive parameters.

Območje izvora podatkov	Čas primarnosti (leto)	Povprečna velikost legla (število mladičev)	Povprečni interval med legli (leto)	Referenca
Hrvaška	3,50	2,39	/	(Frković in sod., 2001) (Jerina in sod., 2018)
Slovenija	3,50	1,90	/	(Jerina in sod., 2018) (Jerina in sod., 2019) (Jerina in sod., 2020)
Italija – Trentino	3,00	2,10	/	(Giovannini in sod., 2008) (Groff in sod., 2016)
Italija – Apenini	/	1,90	3,70	(Tosoni in sod., 2017)
Španija – Kantabrijske gore	3,50	1,60	2,20	(Jerina in sod., 2020) (Penteriani in sod., 2018)
Slovaška	/	1,70	/	(Rigg in Adamec, 2007)
Severna Švedska	5,40	2,40	2,60	(Groff in sod., 2016)
Južna Švedska	5,20	2,30	2,40	(Groff in sod., 2016)
Finska	/	2,50	/	(Zedrosser in sod., 2011)

3.3 Reprodukcijski parametri

Na podlagi pregleda literature smo določili vrednosti reprodukcijskih parametrov devetih območij rjavega medveda v Evropi (Preglednica 4). Na Hrvaškem, v Kantabrijskih gorah in v Sloveniji smo ugotovili enak okvirni povprečni čas primarnosti (3,5 let); najnižjega smo ugotovili v Trentinu (3,0 leta), najvišjega pa na severu Švedske

(5,4 leta). Največjo povprečno velikost legla smo ugotovili na Finskem (2,5 mladiča). Vrednost se zmanjšuje od severne Švedske (2,4 mladiča), Hrvaške (2,4 mladiča), južne Švedske (2,3 mladiča), Trentina (2,1 mladiča), Apeninov (1,9 mladiča), Slovenije (1,9 mladiča), Slovaške (1,7 mladiča) do najnižje vrednosti, ki je ugotovljena za Kantabrijske gore (1,6 mladičev).

Izvirni znanstveni članek

Najvišji povprečni interval med legli smo ugotovili v Apeninih (3,7 leta), najnižjega pa v Kantabrijskih gorah (2,2 leta).

4 Razprava

4.1 Relativna rodnost

4.1.1 Geografska širina

Na skrajnem severu (65° S) je izračunana manjša relativna rodnost (Finska), medtem ko je večja vrednost določena na 45° geografske širine (Slovenija). To je lahko posledica ugodnih okoljskih in podnebnih razmer, kot so daljše vegetacijsko obdobje, krajše zime in večja neto primarna produkcija v gozdovih na jugu (Zedrosser in sod., 2006; Jerina in sod., 2020). Mogoče in zelo verjetne so napake ocen zaradi uporabe različnih metod, zato razlike med rodnostmi niso očitne. Populacije rjavega medveda z območja Hrvaške, Slovenije, Apeninov, Trentina in Kantabrijskih gor so na približno enaki geografski širini, vendar se med njimi vseeno pojavljajo razlike ($\pm 10,8$ %) v ocenah relativne rodnosti. Razlike so najverjetneje posledica podcenjenih vrednosti relativne rodnosti na območjih Apeninov (14,25 %), Hrvaške (19,6 % in 15,4 %) in Slovaške (17,1 %). Za območje Apeninov je manjša relativna rodnost lahko posledica majhne številčnosti in s tem povezane majhne genetske pestrosti (Aleejev efekt) (Tome, 2006). Za Hrvaško je ocenjena rodnost verjetno manjša od dejanske zaradi trofejno naravnane lova (Jerina in sod., 2018) in posledično povečane smrtnosti starejših medvedov, zaradi česar so premajhne ocene relativne rodnosti. Omenjene rodnosti med Slovenijo in Hrvaško se precej razlikujejo, česar pa ne moremo razložiti drugače kot z napačnimi ocenami (pričakovali bi enake dejanske rodnosti oziroma bi bila lahko pri medvedih na Hrvaškem nekoliko večja relativna rodnost). Metoda »age-at-harvest« predpostavlja, da

je evidentirana smrtnost naključna, kar pa v primeru lova, usmerjenega predvsem v odrasle samce, ni zagotovljeno in je dejanska starost evidentiranih osebkov najverjetneje precenjena. Za Slovaško pa je manjša relativna rodnost verjetno posledica zastarelosti pridobljenih podatkov (1992) in uporabe drugih metod (Rigg in Adamec, 2007). Poleg tega so tudi na severu Evrope (ruska Karelija) ugotovili višje relativne rodnosti (23,5 %), ki so jih določili z metodo, podobno štetju na krmiščih (štetje opazovanih medvedov) (Danilov, 1994).

4.1.2 Lokalne gostote

Pri največjih gostotah (Slovenija: 21 rjavih medvedov/100 km²) smo izračunali največjo (25,1 %) relativno rodnost, pri manjših gostotah (Apenini: 4 rjavi medvedi/100 km²) pa najmanjšo (14,3 %). Iz pridobljenih rezultatov izstopa Trentino, kjer smo pri majhnih gostotah dokumentirali eno največjih rodnosti (22,3 %), kar je najverjetneje posledica ugodnih lokalnih okoljskih razmer (Groff in sod., 2020). Slednje so tudi v Sloveniji lahko razlog za večjo relativno rodnost, ki je večja kljub večjim lokalnim gostotam. Raziskave kažejo (Dahle in Swenson, 2003; Zedrosser in sod., 2006; Jerina in sod., 2013; Reding, 2015), da se z večanjem lokalnih gostot zmanjšajo per-capita razpoložljivi viri, kar lahko vpliva na zmanjšanje rodnosti prek poznejše primarnosti, manjših legel in večjega intervala med legli (Steyaert in sod., 2012).

V okviru naše raziskave smo ugotovili, da se relativna rodnost verjetno ne spreminja s časom primarnosti, saj so si vrednosti slednje med seboj podobne (3,0 leta in 3,5 leta), vendar so prikazane za majhen vzorec držav in so tudi v nasprotju z dosedanjimi raziskavami (Zedrosser in sod., 2004). To je lahko posledica podobnih razmer v okolju oziroma lege na enaki geografski širini. Na Švedskem smo dokumentirali višje vrednosti (5,4 leta), kar bi lahko pomenilo, da so časi primarnosti povezani z geografsko širino, kar se ujema s pričakovanji.

Ugotovili smo, da so relativne rodnosti rjavega medveda manjše pri večjih leglih in da so največja legla na severu Evrope (Finska: 2,5 mladiča in severna Švedska: 2,4 mladiča), kar je lahko posledica večjih intervalov med legli. Na jugu izstopa Hrvaška (2,4 mladiča), kjer so večje vrednosti kot na drugih območjih iste geografske širine. Na splošno so razlike v velikosti legel med območji premajhne, da bi lahko trdili, da povečanje števila mladičev v leglu vpliva na zmanjšanje relativne rodnosti. Poleg tega smo ugotovili, da se velikosti legel verjetno ne zmanjšujejo zaradi povečanja lokalnih gostot rjavih medvedov, saj smo pri najmanjših gostotah (Švedska) zabeležili največja legla. Rezultati so v nasprotju z večino dosedanjih raziskav (Frković in sod., 2001; Swenson in sod., 2001; Steyaert in sod., 2012; Zedrosser in sod., 2006; Gonzalez in sod., 2012), zato so lahko vprašljivi, vendar so najverjetneje posledica različnih metod za izračun relativnih rodnosti. Pri tem je treba izpostaviti, da tudi predhodne raziskave niso nujno zanesljive (v tem merilu).

Povezav med rodnostmi rjavega medveda in intervali med legli nismo ugotovili. Najvišje intervale smo zabeležili v Apeninih (3,7 leta), kar je verjetno tudi eden izmed razlogov za manjše relativne rodnosti v tej populaciji, najnižje pa v Kantabrijskih gorah (2,2 let). Interval med zaporednimi legli je lahko odvisen od časa, ki ga mladiči preživijo z materjo, preden zapustijo leglo (Tosoni in sod., 2017). To je verjetno vzrok za daljše intervale na območju severne Švedske, kjer mladiči zaradi zahtevnejših habitatov lahko dlje preživijo v oskrbi mame kot na jugu Evrope (Dahle in Swenson, 2003).

4.1.3 Krmljenje in odstrel

Zabeležili smo večje povprečne vrednosti relativne rodnosti na območjih, kjer poteka krmljenje (20,6 %), kot na območjih, kjer ne (19,8 %), vendar je razlika statistično povsem neznačilna in biološko nepomembna. Predvidevamo, da so izračunane rodnosti za dve

državi od treh (kjer krmljenje poteka) podcenjene (Hrvaška in Slovaška), zato je primerjava lahko nezanesljiva. Višja povprečna vrednost na krmljenih območjih je lahko posledica večje zabeležene rodnosti v Sloveniji. Vendar raziskave kažejo, da rodnost ni večja zaradi krmljenja, temveč lahko tudi zaradi ugodnih življenjskih razmer (Jerina in sod., 2020). Izračunana relativna rodnost je sicer med največjo tako na območjih, kjer krmljenje poteka (Slovenija: 25,1 %), kot tudi na območjih, kjer ni krmljenja (Kantabrijske gore: 23,8 %). Po drugi strani pa smo na Slovaškem (17,1 %) in Hrvaškem (19,6 %) zabeležili manjšo relativno rodnost, čeprav sta populaciji krmljeni.

Ugotovili smo, da so povprečne vrednosti relativne rodnosti večje na območjih, kjer poteka odstrel (20,2 %), kot na območjih, kjer ne (20,1 %), vendar je razlika tudi tu zanemarljiva.

5 Zaključki

Ugotovili smo, da je v Evropi relativna rodnost rjavih medvedov najverjetneje v intervalu od 20 % do 25 % ter da je nižja vrednost v Apeninih najverjetneje rezultat majhne številčnosti medvedov v populaciji (aleejev efekt). V raziskavi nismo ugotovili nobenih vplivov obravnavanih spremenljivk na relativno rodnost, smo pa ugotovili, da so legla večja in poznejši časi primarnosti rjavih medvedov na severu Evrope (Švedska) ter da so večji intervali med legli lahko povezani z manjšo rodnostjo (Apenini). S primerjavo rezultatov smo ugotovili, da je v Evropi zabeležena relativna rodnost rjavih medvedov večja kot tista, ugotovljena v Severni Ameriki (manj kot 10 %) (Zedrosser in sod., 2011), kar bi lahko pripisali različnim zgodovinskim vplivom na populacijo (lov) zadnjih nekaj 10.000 let.

6 Povzetek

Rjavi medved je največja evropska zver, ki je v nekaterih območjih stabilna, drugje pa tudi zelo ogrožena vrsta. Relativna rodnost je pomembna za reševanje majhnih populacij pa tudi upravljanje vitalnih populacij z veliko številčnostjo, kjer so pogosti konflikti s človekom. Da bi lahko bolj informirano in strokovno načrtovali odstrel ter upravljali z vrsto, smo se odločili, da bomo ocenili relativno rodnost rjavega medveda v Evropi.

Zanimalo nas je, ali se ocene relativne rodnosti razlikujejo glede na geografsko širino območja in glede na lokalne gostote rjavih medvedov ter ali so razlike v rodnosti med populacijami, ki so krmljene oziroma so pod vplivom odstrela. Poleg tega smo želeli poiskati povezave med relativno rodnostjo in reprodukcijskimi parametri (čas primarnosti, velikost legla, interval med legli). Podatke smo pridobili s pregledom strokovne literature iz celotne Evrope. Kjer je bilo mogoče, smo relativno rodnost povzeli, sicer pa smo jo izračunali na podlagi podatkov, pridobljenih z anketo, ki smo jo poslali strokovnjakom s področja rjavih medvedov v Evropi (LCIE).

Ugotovili smo, da so v Evropi relativne rodnosti rjavega medveda najverjetneje na intervalu od okoli 20 % do 25 %. Poleg tega ugotovitve kažejo, da je manjša rodnost v Apeninih najverjetneje posledica majhne številčnosti v populaciji (aleejev efekt). V okviru raziskave nismo ugotovili vplivov spremenljivk na relativno rodnost, smo pa zabeležili večja legla in poznejše primarnosti na severu Evrope ter večje intervale med legli v Apeninih, ki so najverjetneje povezani z manjšo rodnostjo.

7 Summary

The brown bear is the biggest European carnivore, and its populations are stable or endangered. Relative natality is important for saving smaller and larger populations where conflicts with humans are common. To be able to make an informed

management (harvesting) plan, information on natality can be used. Therefore, we have decided to document it for brown bears in Europe.

We were interested in finding whether estimated values of relative natality differ due to geographical latitude and brown bear local densities and if there are any differences between natality in populations that are under the influence of harvesting and/or artificial feeding. Furthermore, we sought out connections between natality and reproductive parameters (time of primiparity, litter size, interval between litters). We gathered data by examining literature from experts. Where it was possible, we summarized the value; otherwise, we calculated it using data from a survey we sent to brown bear experts (LCIE).

We found that the estimated value of brown bear relative natality in Europe is most likely between 20% and 25%. We also documented that lower estimated natality in the Apennine area is probably due to the small number of individuals in the population (allee effect). In our research, we did not find any connections between relative natality and our research variables. However, we did document larger litters and later times of primiparity in the north of Europe (Sweden). We also found that intervals between litters were larger in the Apennine area, which might be connected to lower relative natality in that area.

8 Zahvala

Zahvaljujemo se Strokovno-znanstvenemu svetu Lovske zveze Slovenije, ki je v okviru razpisa za najboljša diplomska, magistrska in doktorska dela s področja divjadi in lovstva izbral diplomsko delo z naslovom Pregled rodnosti populacij rjavih medvedov (*Ursus arctos* L.) v Evropi. Na tem mestu se prvi avtor zahvaljuje tudi prof. dr. Klemnu Jerini, doc. dr. Mihi Kroflu in dr. Dejanu Bordjanu za vse strokovne nasvete in vodenje ob nastajanju diplomskega dela, iz katerega je nastal pričujoči članek.

9 Viri

Bischof, R., Milleret, C., Dupont, P., Chipperfield, J., Brøseth, H., Kindberg, J., 2019. RovQuant: Estimating density, abundance and population dynamics of bears, wolverines, and wolves in Scandinavia. Norwegian University of Life Sciences, Faculty of Environmental Sciences and Natural Resource Management: 79 str.

Boitani, L., Andren, H., Huber, Đ., Linnell, J., Breitenmoser, U., Arx, M. V., 2015. Key actions for Large Carnivore populations in Europe. Rome, Institute of Applied Ecology: 120 str.

Ciucci, P., Gervasi, V., Boitani, L., Boulanger, J., Paetkau, D., Prive, R., Tosoni, E., 2015. Estimating abundance of the remnant Apennine brown bear population using multiple noninvasive genetic data sources. *Journal of Mammalogy*, 96, 1: 206–220.

Dahle, B., Swenson, J. E., 2003. Factors influencing length of maternal care in brown bears (*Ursus arctos*) and its effect on offspring. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 54, 4: 352–358.

Dahle, B., Zedrosser, A., Swenson, J.E., 2006. Correlates with body size and mass in yearling brown bears (*Ursus arctos*). *Journal of Zoology*, 269, 3: 273–283.

Danilov, P. I., 1994. The brown bear of northwest Russia. V: A selection of papers from the Ninth International Conference on Bear Research and Management, Missoula, Montana, February 23-28, 1992, Part 1. International Association for Bear Research and Management, 9: 199–203

Frković, A., Huber, Đ., Kusak, J., 2001. Brown Bear Litter Sizes in Croatia. *Ursus*, 12: 103–105.

Giovannini, R., Groff, C., Dalpiaz, D., Frapporti, C., Valenti, L., 2008. 2007 Bear report. Autonomous Province of Trento's Forestry and Wildlife Department

Gonzalez, O., Zedrosser, A., Pelletier, F., Swenson, J. E., Festa-Bianchet, M., 2012. Litter reductions reveal a trade-off between offspring size and number in brown bears. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 66: 1025–1032.

Groff, C., Angeli, F., Asson, D., Bragalanti, N., Pedrotti, L., Rizzoli, R., Zanghellini, P., 2016. 2015 Bear Report. Trento. Autonomous Province of Trento's Forestry and Wildlife Department: 38 str.

Groff, C., Angeli, F., Asson, D., Bragalanti, N., Pedrotti, L., Zanghellini, P., 2020. 2019 Large Carnivores Report. Trento. Autonomous Province of Trento's Forestry and Wildlife Department: 60 str.

Jerina, K., Krofel, M., Stergar, M., Videmšek, U., 2012. Factors affecting brown bear habituation to humans: a GPS telemetry study: Final report. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources: 21 str.

Jerina, K., Jonozovič, M., Krofel, M., Skrbinšek, T., 2013. Range and local population densities of brown bear *Ursus arctos* in Slovenia. *European Journal of Wildlife Research*, 59, 4:1–9.

Izvirni znanstveni članek

Jerina, K., Polaina, E., Huber, Đ., Reljić, S., Bartol, M., Skrbinšek, T., Jonozovič, M., 2018. Reconstruction of brown bear population dynamics in Slovenia and Croatia for the period 1998-2018. LIFE DinAlp Bear: 46 str.

Jerina, K., Bordjan, D., Zgonik, V., Krofel, M., Klopčič, M., Simončič, T., Fidej, G., Nagel, T., Jarni, K., Poje, A., Marenče, M., Jonozovič, M., Črne, R., Bartol, M., Žerjav, S., 2019. Uporabnost sistematičnih štetij medvedov v mreži stalnih števnih mest za spremljanje populacijske dinamike, relativne rodnosti populacije in zastopanosti samic z mladiči. LIFE DinAlp Bear: 42 str.

Jerina, K., Majič-Skrbinšek, A., Stergar, M., Bartol, M., Pokorny, B., Skrbinšek, T., Berce, T., 2020. Strokovna izhodišča za upravljanje rjavega medveda (*Ursus arctos*) v Sloveniji (obdobje 2020–2023). Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije: 98 str.

Kaczensky, P., Chapron, G., Arx, M. V., Huber, Đ., Andrén, H., Linnell, J., 2012. Status, management and distribution of large carnivores (bear, lynx, wolf and wolverine) in Europe: part 1. IUCN/SSC Large Carnivore Initiative for Europe, Istituto di Ecologia Applicata: 72 str.

Kavčič, I., Adamič, M., Kaczensky, P., Krofel, M., Kobal, M., Jerina, K., 2015. Fast food bears: Brown bear diet in a human-dominated landscape with intensive supplemental feeding. *Wildlife Biology*, 21, 1: 1–8.

Krofel, M., Pagon, N., Zor, P., Kos, I., 2008. Analiza vsebine prebavil medvedov (*Ursus arctos* L.) odvzetih iz narave v Sloveniji v letih 2006-2008: zaključno poročilo. Ljubljana, Univerza, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 41 str.

Penteriani, V., Zarzo-Arias, A., Bombieri, G., Cañedo, D., García, J. D., Delgado, M. M., Torre, P. P., Otero, M. F., García, P. V., Vázquez, V. M., Corominas, T. S., 2018. Density and reproductive characteristics of female brown bears in the Cantabrian Mountains, NW Spain. *The European Zoological Journal*, 85, 1: 312–320.

Reding, R., 2015. Effects of diversionary feeding on life history traits of brown bears: master thesis. (University of Natural Resources and Life Sciences, Department of Integrative Biology, Institute of Wildlife Biology and Game Management). Vienna. 30 str.

Rigg, R., Adamec, M., 2007. Status, ecology and management of the brown bear (*Ursus arctos*) in Slovakia. Liptovský Hrádok, Slovak Wildlife Society: 128 str.

Skrbinšek, T., Konec, M., Bragalanti, N., Calderola, S., Groff, C., Huber, Đ., Skrbinšek, A. M., Molinari-Jobin, A., Molinari, P., Rauer, G., Reljić, S., Stergar, M., Černe, R., Jelenčič, M., 2018. 2018 Annual population status report for brown bears in northern Dinaric mountains and central-eastern Alps. LIFE DinAlp Bear: 34 str.

Steyaert, S. M. J. G., Endrestøl, A., Hackländer, K., Swenson, J. E., Zedrosser, A., 2012. The mating system of the brown bear *Ursus arctos*. *Mammal review*, 42, 1: 12–34.

Swenson, J. E., Sandegren, F., Brunberg, S., Segerström, P., Segerström, P., 2001. Factors associated with loss of brown bear cubs in Sweden. *Ursus*, 12: 69–80.

Tome, D., 2006. Ekologija: organizmi v prostoru in času: učbenik za visoke šole. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 344 str.

Tosoni, E., Boitani, L., Gentile, L., Gervasi, V., Latini, R., Ciucci, P., 2017. Assessment of key reproductive traits in the Apennine brown bear population. *Ursus*, 28, 1: 105–116.

Zedrosser, A., Rauer, G., Kruckenhauser, L., 2004. Early primiparity in brown bears. *Acta Theriologica*, 49, 3: 427–432.

Zedrosser, A., Dahle, B., Swenson, J. E., 2006. Population density and food conditions determine adult female body size in brown bears. *Journal of Mammalogy*, 87, 3: 510–518.

Zedrosser, A., Dahle, B., Støen, O. G., Swenson, J. E., 2009. The effects of primiparity on reproductive performance in the brown bear. *Oecologia*, 160, 4: 847–854.

Zedrosser, A., Steyaert, S. M. J. G., Gossow, H., Swenson, J. E., 2011. Brown bear conservation and ghost of persecution past. *Biological Conservation*, 144, 9: 2163–2170.