

## Vplivi ekoloških dejavnikov na telesno maso srnjadi (*Capreolus capreolus* L.) na Jelovici z obrobjem

### *The Effects of Environmental Factors on Roe Deer (Capreolus capreolus L.) Body Mass on Jelovica and its Periphery*

Miran HAFNER<sup>1</sup>, Blaž ČERNE<sup>2</sup>

#### Izvleček:

Hafner, M., Černe, B.: Vplivi ekoloških dejavnikov na telesno maso srnjadi (*Capreolus capreolus* L.) na Jelovici z obrobjem. Gozdarski vestnik, 70/2012, št. 7-8. V slovenščini in izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 42. Prevod Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Telesna masa prostoživečih divjih kopitarjev je pomemben kazalnik njihove vitalnosti in se znatno variira med živalmi v populaciji, variacije pa imajo številne vzroke okoljske in časovne narave. V raziskavi smo analizirali vpliv zgradbe habitata in drugih okoljskih dejavnikov na telesne mase srnjadi. Raziskava temelji na vzorcu 2604 osebkov uplenjene srnjadi na območju Jelovice z obrobjem, ki so bili uvrščeni v kvadrante velikosti 100 ha, na podatkih 33 GIS-plasteh okoljskih dejavnikov ter na podatkih o spolu, starosti, letnem obdobju ter populacijski gostoti srnjadi in drugih kopitarjev. Z raziskavo smo ugotovili, da na telesno maso srnjadi poleg glavnih dejavnikov (spol, starost, letno obdobje) negativno vplivajo njena populacijska gostota, delež gozdov, majhna količina padavin in nagib terena, pozitivno pa jakost sončnega obsevanja poleti. Po kontroli vplivov spola, starosti živali ter dneva uplenitve smo odkrili, da na telesne mase negativno vpliva tudi delež drogovnjakov in delež kmetijskih površin, razlikujejo pa se tudi med posameznimi leti in med posameznimi lovišči. Navedene okoljske spremenljivke najverjetneje vplivajo na energijsko bilanco, s tem pa na telesne mase živali. Pri tem sta pomembna poraba in vnos energije, ki se odraža prek količine in kakovosti hrane, nanjo pa vplivajo fenologija, rastlinska biomasa in sestava vegetacije.

**Ključne besede:** srnjad, *Capreolus capreolus*, telesna masa, sestava habitata, okoljski dejavniki, gostota populacije, Jelovica, Slovenija

#### Abstract:

Hafner, M., Černe, B.: The Effects of Environmental Factors on Roe Deer (*Capreolus capreolus* L.) Body Mass on Jelovica and its Periphery. Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry), 70/2012, vol. 7-8. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 42. Translated by Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

Body mass of the free-living wild ungulates is an important index of their vitality and varies considerably among the animals in the population; these variations have numerous environmental and temporal causes. In the research we analyzed the influence of habitat structure and other environmental factors on the body mass of roe deer. The research is based on the sample of 2604 individuals of culled deer in the area of Jelovica and its periphery; with regard to the data from 33 GIS layers of environmental factors and to the data about sex, age, season of the year, and population density of deer and other ungulates they were assigned to quadrants sized 100 ha. Through our research we have found that the roe deer body mass is, in addition to the main factors (sex, age, season), negatively affected by population density, share of forests, small amount of precipitation, and inclination of the terrain; it is positively affected by the intensity of insolation in summer. After the check of influences of sex, age of the animal and day of the hunt we also discovered that the body mass is negatively affected by the share of pole forest and agricultural areas; they also differ with regard to individual years and hunting grounds. The listed environmental variables most probably affect energy balance and through it body weights of animals. Thereby, an important role is played by the consumption and input of energy, reflected in the quantity and quality of food, and affected by phenology, plant biomass, and vegetation structure.

**Key words:** roe deer, *Capreolus capreolus*, body mass, habitat structure, environmental factors, population density, Jelovica, Slovenia

<sup>1</sup> M. H., spec., univ. dipl. inž. gozd., Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Kranj, Staneta Žagarja 27b, 4000 Kranj, SI

<sup>2</sup> B. Č., univ. dipl. inž. gozd., Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled, Ljubljanska c. 19, 4260 Bled, SI

## 1 UVOD IN NAMEN RAZISKAVE

### 1 INTRODUCTION AND OBJECTIVE (AIM) OF THE STUDY

Telesna masa prostoživečih divjih živali je pomemben kazalnik njihove vitalnosti in znatno variira med živalmi v populaciji, variacije pa imajo številne vzroke okoljske in časovne narave (MAILLARD et al., 1989, VINCENT et al., 1995, HEWISON et al., 1996, GAILLARD et al., 1996, PETTORRELLI et al., 2002). Na telesno maso živali lahko vplivajo lokalne in globalne vremenske razmere, prehranski viri, populacijska gostota, starost živali, spol živali, letna periodika ipd. Telesna masa ima ključno vlogo pri oblikovanju razlik med živalmi v času njihovega življenjskega obdobja in je lahko determinanta preživetja v mladosti (GAILLARD et al., 1996) oz. preživetja v prvi zimi (CLUTTON-BROCK et al., 1982, GAILLARD et al., 1993), preživetja odraslih živali (WHITE et al., 1987), dolžine življenjskega obdobja živali (GAILLARD et al., 2000), začetka spolne zrelosti živali (GAILLARD et al., 1996), težjih (bolje razvitih) potomcev (WAUTERS et al., 1995), lahko je pomemben napovedovalec plodnosti in posledično reprodukcijskega uspeha živali (CLUTTON-BROCK et al., 1982, GAILLARD et al., 1993, VANPÉ et al., 2010, MYSTERUD et al., 2001) in zato vpliva na populacijsko dinamiko. Ugotavljanje vpliva različnih dejavnikov na telesne mase oziroma ugotavljanje vzrokov variacij je zato potrebno za razumevanje populacijske dinamike različnih vrst kopitarjev in tudi za upravljanje z njihovimi populacijami.

Srnjad je najpogostejša vrsta velikih rastlinojedov v Evropi in s tem tudi najpomembnejša lovna vrsta. V Sloveniji v zadnjem desetletju povprečni letni odvzem znaša več kot 40.000 glav, od tega znaša odstrel blizu 80 %, preostalo so ugotovljene izgube. Medtem ko izgube srnjadi le ugotavljamo in evidentiramo, pa je odstrel po višini in sestavi pomemben dejavnik upravljanja s populacijami srnjadi. Rezultati upravljanja s srnjadjo pomembno zaznamujejo tudi ekonomsko finančno stanje večine upravljavcev lovišč. Poznavanje dejavnikov, ki vplivajo na telesno maso srnjadi, je zato pomemben dejavnik aktivnega upravljanja s populacijami in njihovim okoljem.

Vpliv zgradbe habitata na telesno maso kopitarjev so v Sloveniji proučevali JERINA (2006 in 2007) na primeru jelenjadi in STERGAR et al. (2010) na primeru divjega prašiča. Za obe obravnavani vrsti je značilen zelo izražen spolni dimorfizem v telesni velikosti, divji prašič je vsejed, jelenjad pa rastlinojed vmesnega (intermediarnega) tipa (HOFMANN/STEWART, 1972, HOFMANN, 1989) s poudarjeno nagnjenostjo do trav (ADAMIČ, 1989). Pri srnjadi je spolni dimorfizem šibek, v prehranskem pogledu pa je kopitar izbiralnega tipa (HOFMANN/STEWART, 1972, HOFMANN, 1989). Življenjska doba srnjadi je v primerjavi z jelenjadjo krajša. Namen naloge je tudi primerjava rezultatov predvsem med srnjadjo in jelenjadjo, dvema vrstama, različnima glede prehranske pa tudi populacijske ekologije.

## 2 MATERIAL IN METODE

### 2 MATERIAL AND METHODS

#### 2.1 Priprava podatkov o telesni masi srnjadi in okoljskih dejavnikih

##### 2.1 Preparation of data on roe deer body mass and environmental factors (characteristics)

Podatke o telesni masi srnjadi smo pridobili iz t. i. Osrednjega slovenskega registra velike divjadi in velikih zveri, v katerega upravljavci lovišč evidentirajo podatke od leta 2005 naprej. Vključili smo podatke uplenjene srnjadi iz enajstih lovišč na območju Jelovice z obrobjem v severozahodnem delu Slovenije. Upoštevali smo podatke iz obdobja petih let (2005–2009) na območju proučevanja, ki obsega 58.379 ha skupne površine in 55.140 ha lovne. Skupno smo pridobili 3088 podatkov o uplenjeni srnjadi. Po preverjanju in prečiščevanju podatkov je bilo na voljo 2604 podatkov o uplenjeni srnjadi. Telesna masa uplenjenih osebkov je bila podana kot masa izčiščenega osebkov brez notranjih organov. Starost živali je bila določena glede na menjavo mlečnega s stalnim zobovjem in z metodo okularnega ocenjevanja obrabe (stalnega) zobovja.

Podatke o okoljskih dejavnikih (preglednica 1) smo pripravili na podlagi lastnih podatkovnih baz, vanje pa smo vključili tudi druge javno dostopne podatkovne baze. Lastne podatkovne baze smo izdelali s prekrivanjem kilometrskih kvadrantov s stranicami 1 x 1 kilometer (velikosti 100 ha)

Preglednica 1: Analizirani okoljski dejavniki

Table 1: Analyzed environmental factors

Opis dejavnika <i>Description of factor</i>	Oznaka <i>Designation</i>	Enota <i>Unit</i>	Vir podatkov <i>Source of data</i>
Nadmorska višina	NADM_V	M	ZGS
Nagib	NAGIB	%	ZGS
Kamnitost in skalnatost	KAMNI_SKAL	%	ZGS
Delež kmetijskih površin (MKGP, 2002; šifra 1000)	RABA_3	%	MKGP
Delež gozdov (MKGP, 2002; šifra 2000)	RABA_4	%	MKGP
Dolžina gozdnega roba (linije na stiku gozdnih in negozdnih površin, vključno z upoštevanjem gozdnih cest)	GOZD_ROB	km	ZGS
Indeks pestrosti gozdnih združb v kvadrantu	ZDR_PESTR		ZGS
Delež mladovja (rf. 1)	MLD_rf1	%	ZGS
Delež drogovnjakov (rf. 2)	DROG_rf2	%	ZGS
Delež debeljakov (rf. 3)	DEB_rf3	%	ZGS
Delež sestojev v obnovi (rf.4)	POMLAJ_rf4	%	ZGS
Delež dvoslojnih sestojev, raznomernih, prebiralnih, grmišč, panjevcev (ostale rf)	GOZD_OST	%	ZGS
Delež smreke v lesni zalogi	SMREKA_%	%	ZGS
Delež vseh iglavcev, razen smreke v lesni zalogi	IGLOSTALI_%	%	ZGS
Delež bukke v lesni zalogi	BUKEV_%	%	ZGS
Delež hrastov in kostanja v lesni zalogi	HRAKOST_%	%	ZGS
Delež velikega jesena, gorskega javorja, bresta in mokovca v lesni zalogi	JEJABRMO_%	%	ZGS
Delež vseh trdih (brez bukke) listavcev v lesni zalogi	VSITRDI_%	%	ZGS
Delež mehkih listavcev (in jerebika) v lesni zalogi	MEHKIL_%	%	
Lesna zaloga/ha (vsi sestoji v kvadrantu)	LZSKU_HA	M3	ZGS
Dolžina gozdnih cest/ha	GOZ_CESTHA	M	ZGS
Dolžina javnih cest/ha	JAV_CESTHA	M	ZGS
Število krmišč v kvadrantu (krmišča za jelenjad in muflone)	KRMISTEV		UL, ZGS
Velikost naselja	NASEL_VEL		MKGP
Oddaljenost najbližjega krmišča od središča kvadranta (krmišča za jelenjad in muflone)	KRMI_ODD	M	ZGS
Povprečna letna višina korigiranih padavin	PADAVINE	Mm	ARSO
Povprečno trajanje sončnega obsevanja pozimi	SONOBS_ZI	Ura	ARSO
Povprečno trajanje sončnega obsevanja poleti	SONOBS_PO	Ura	ARSO
Povprečna letna temperatura zraka	TEMP_POV	C	ARSO
Povprečna gostota odzema srnjadi v loviščih	SRNGOST_LD		UL, ZGS
Povprečna gostota odzema srnjadi v kvadrantih	SRNGOST_KV		UL, ZGS
Povprečna gostota odzema ostalih parkljarjev v loviščih	OSTGOST_LD		UL, ZGS
Povprečna gostota odzema ostalih parkljarjev v kvadrantih	OSTGOST_KV		UL, ZGS

ZGS – Zavod za gozdove Slovenije, MKGP – Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, ARSO – Agencija RS za okolje, UL – upravljavci lovišč

s kartnimi podlagami odsekov in uvrščanjem odsekov v ustrezne kvadrante, kjer vsak kvadrant podaja njihovo povprečno zgradbo. Javno dostopne podatke smo obdelali tako, da smo podatke različnih slojev aplicirali na nivo kvadrantov.

Prostorska enota je tako enaka prostorski enoti zbiranja podatkov iz lovišč odvzetih osebkov srnjadi. Med okoljske dejavnike smo vključili podatke o zgradbi prostora (habitata) in tudi podatke o podnebnih značilnostih obravnavanega območja.

## 2.2 Priprava drugih podatkov

### 2.2 Preparation of other data

Iz različnih raziskav o variabilnosti telesnih mas kopitarjev je razvidno, da njihova telesna masa ni odvisna le od sestave (kakovosti) habitata in vremenskih značilnosti, pač pa nanjo vplivajo tudi drugi (osnovni) dejavniki (MYSTERUD et al., 2001, JERINA, 2006, KJELLANDER et al., 2006, MYSTERUD/ØSTBYE, 2006, JERINA, 2007). Pri tem so najpomembnejši starost in spol živali, obdobje leta in gostota populacije, zato smo tudi navedene dejavnike vključili v raziskavo.

Ker se v zmernem podnebnem pasu telesna masa kopitarjev, tudi srnjadi, spreminja glede na sezono (npr. MYSTERUD et al., 2001, HAFNER, 2004, JERINA, 2007, HAFNER, 2007), spremembe pa so specifične glede na spol in starost živali, smo za prikaz sezonskih sprememb v telesnih masah upoštevali dan uplenitve živali. Sezonske spremembe v telesnih masah živali so v literaturi opisane večinoma kot polinomi druge stopnje (npr. ADAMIČ/KOTAR, 1983, HAFNER, 2004, HAFNER, 2007), zato smo upoštevali tudi kvadrat dneva uplenitve živali. Pri tem smo 1. april vsakega leta upoštevali kot prvi dan. Ker na telesno maso živali lahko vpliva tudi interakcija spola in starosti živali in dneva uplenitve smo v analizah kot kategorialen znak upoštevali tudi interakcijo navedenih spremenljivk (SPOL\_STA \* DAN in SPOL\_STA \* DAN<sup>2</sup>).

Telesna masa rastlinojedih kopitarjev se spreminja tudi glede na gostoto populacije (GAILLARD et al., 1996, MYSTERUD et al., 2001, TOÍGO et al., 2006, KJELLANDER et al., 2006, JERINA, 2007), zato smo v raziskavo vključili tudi spremenljivko o povprečni vsakoletni gostoti odvzema srnjadi v prostoru posameznega lovišča (SRNGOST\_LD) in o povprečni vsakoletni gostoti odvzema srnjadi v prostoru posameznega kvadranta (SRNGOST\_KV). Ker bi bila telesna masa srnjadi lahko odvisna tudi od prisotnosti drugih kopitarjev, smo v raziskavi upoštevali tudi spremenljivko o povprečni vsakoletni gostoti odvzema preostalih kopitarjev v prostoru posameznega lovišča (OSTGOST\_LD) in na enak način tudi v prostoru posameznega kvadranta (OSTGOST\_KV) (preglednica 1). Gostoto odvzema preostalih kopitarjev v prostoru posameznega

kvadranta smo upoštevali kot kategorialen znak, druge spremenljivke pa kot zvezni numerični znak.

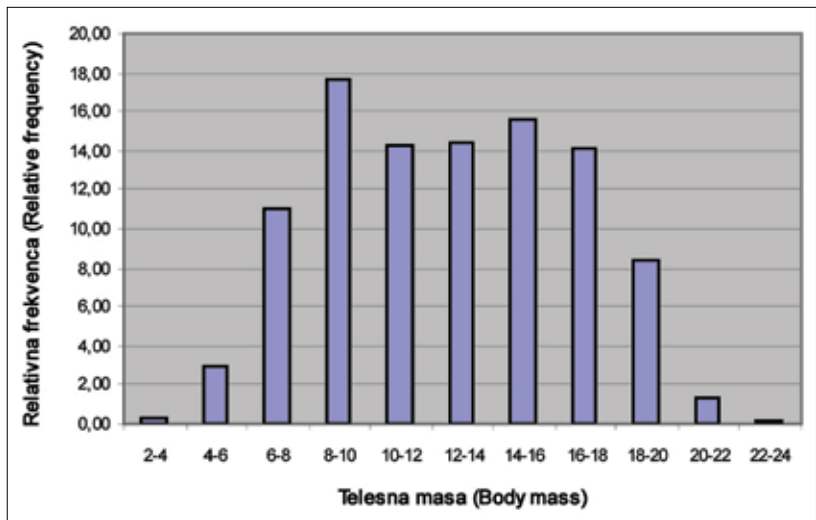
Ker nastajajo razlike med posameznimi leti v dinamiki rasti vegetacije in njeni kakovosti, spreminja pa se tudi gostota srnjadi (v našem primeru leto 2005 (prvo leto proučevanega obdobja) – obdobje z ostrejšo zimo in številnimi izgubami srnjadi), njihov morebitni vpliv na telesno maso srnjadi ne bi bil pojasnjen s spremenljivkami, ki opisujejo vremenske značilnosti, smo v raziskavo vključili tudi spremenljivko LETO. V podatke smo vključili posamezna leta obdobja 2005–2009. V analizah smo spremenljivko leto upoštevali kot kategorialni znak. Glede na način lova v slovenskem prostoru, ko na odstrel posameznih živali lahko vplivajo tudi morebitne omejitve določenih kakovostnih kategorij živali, ki jih sprejmejo organi posameznih upravljavcev, ali nastanejo razlike v nadaljnjem pridobivanju podatkov o telesnih masah (načini tehtanja ipd.), smo v raziskavo vključili tudi upravljavca lovišča (lovišče). Spremenljivko z oznako LD smo upoštevali kot kategorialni znak.

## 2.3 Predhodne analize

### 2.3 Preliminary analyses

Telesna masa živali se razlikuje med spoloma in se spreminja z odraščanjem živali oziroma s starostjo. Izdelali smo relativno frekvenčno porazdelitev telesne mase (slika 1), za ustrezno oblikovanje starostnih in spolnih kategorij pa smo analizirali odvisnosti telesne mase od starosti, ločeno za samce in samice (slika 2, slika 3). Ne glede na to, da so napake v oceni starosti na osnovi obrablenosti zobovja pri srnjadi v starosti nad dveh let lahko velike, smo starost prikazali po letih, podatek pa je za srnjad, starejšo od dveh let, zgolj informativne narave. Iz navedenih slik, ki ločeno za oba spola prikazujeta mediano, kvartilni odklon ter minimalne in maksimalne vrednosti telesne mase srnjadi glede na njeno starost, je razvidno, da se telesna masa živali obeh spolov naglo večja do drugega leta starosti, nato je spremenljivost majhna do pozne starosti. Primerjava med spoloma pokaže, da so samci težji od samic. Mladiči samčki se v telesni masi razlikujejo od samičk za okoli 4 % ( $p = 0,003$ ), podobno tudi lanščaki ( $p = 0,006$ ) pri mladi (2- do 3-letni) srednje stari (4- do 5-letni)

Slika 1: Frekvenčna porazdelitev telesnih mas srnjadi (n = 2604)  
 Figure 1: Frequency distribution of roe deer body mass (n = 2604)

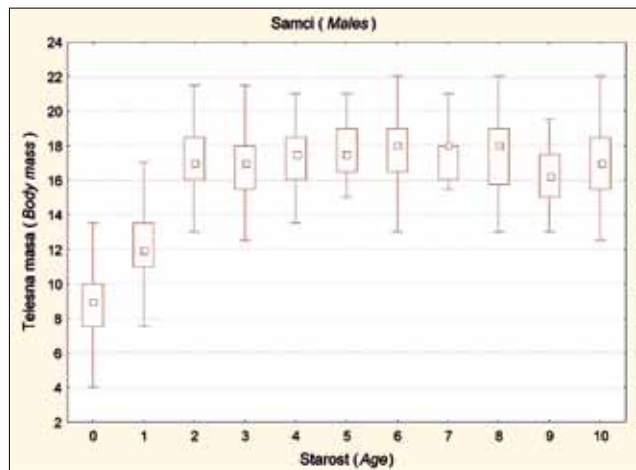
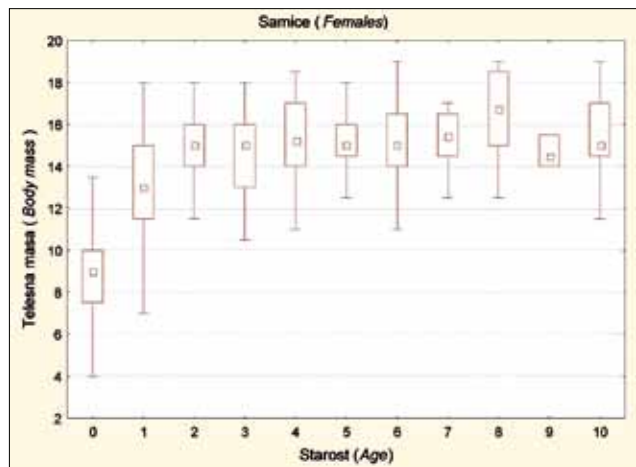


in starejši srnjadi (6+)-letni so razlike večje in se gibljejo od 11 do 15 % ( $p < 0,001$ ) (analiza kovariance, kovariata mesec uplenitve ( $m$  in  $m^2$ ) pri dve- in večletni srnjadi tudi starost ( $s$  in  $s^2$ ). Glede na navedene ugotovitve in tudi ugotovitev o nezanesljivi oceni starosti več kot dveletne srnjadi smo podatke odstreljenih samic in samcev razvrstili v po tri starostne razrede (mladiči, enoletna srnjad, dve- in večletna srnjad), tako da je imela spremenljivka spol in starost (SPOL\_STA) šest kategorij, v analizah pa smo jo upoštevali kot kategorialni znak.

## 2.4 Statistične analize

### 2.4 Statistical analyses

Vplive neodvisnih spremenljivk na odvisno spremenljivko (telesno maso srnjadi) smo proučevali z *linearno regresijo* in *generalnim linearnim modelom* v programskem paketu *SPSS 11,0 for Windows*. Uporabili smo algoritem *stepwise*. V prvem delu analize smo upoštevali vse v *Preglednici 1* navedene okoljske dejavnike in v poglavju *Priprava drugih podatkov* navedene druge spremenljivke, razen spremenljivk LETO in LD. V drugem in tretjem delu analize smo s hierarhično analizo



Slika 2: Odvisnost telesne mase od starosti, ločeno za samce in samice  
 Figure 2: Dependence of body mass on age, separately for males and females



vpliv neodvisnih spremenljivk na odvisno (telesno maso) kontrolirali glede na starost in spol osebka ter dan uplenitve. Pri tem smo poleg preostalih proučevanih spremenljivk najprej vključili tudi spremenljivko LETO, nato pa še spremenljivko LD.

### 3 REZULTATI

### 3 RESULTS

V prvem delu analize smo med vsemi proučevanimi spremenljivkami na telesne mase srnjadi odkrili vpliv devetih (9) spremenljivk. Na telesno maso srnjadi vplivajo: spol in starost živali (SPOL\_STA), interakcija kvadrata dneva uplenitve in spola ter starosti živali (SPOL\_STA\*DAN<sup>2</sup>), kvadrat dneva uplenitve (DAN<sup>2</sup>), gostota odvzema srnjadi v lovišču (SRGOS\_LD), gostota odvzema srnjadi v kvadrantu (SRGOS\_KV), delež gozdov (RABA\_4), količina padavin < 1800 mm (PADAVINE1), jakost sončnega obsevanja poleti > 700 ur (SONOBS\_PO3) in nagib terena (NAGIB). Vpliv interakcije spola, starosti ter kvadrata dneva uplenitve in vpliv sončnega obsevanja poleti > 700 ur je pozitiven, vpliv vseh drugih spremenljivk

pa je negativen (preglednica 2). Z modelom je pojasnjeno 79,5 % variabilnosti telesnih mas srnjadi. Na pojasnjeno variabilnost telesnih mas najbolj vplivata spol in starost živali (SPOL\_STA), in sicer slabih 89,5 %, sledi vpliv interakcije spola, starosti in kvadrata dneva uplenitve, 5,3 %, ter vpliv kvadrata dneva uplenitve s 3,1 %. Navedene spremenljivke pojasnjujejo skupaj 97,9% variabilnosti. Skupni vpliv vseh drugih (okoljskih in podnebnih spremenljivk znaša le 2,1%. (preglednica 3).

V drugem delu analize smo po kontroli vplivov spola, starosti in dneva uplenitve ugotovili, da se telesne mase razlikujejo tudi med posameznimi leti (LETO). Glede na leto 2009 je vpliv let 2005 in 2006 negativen, vpliv let 2007 in 2008 pa pozitiven. Poleg tega smo med okoljskimi spremenljivkami odkrili tudi negativne vplive deleža gozdov (RABA\_4), količine padavin < 1800 mm (PADAVINE1), gostote odvzema srnjadi v kvadrantu (SRGOS\_KV), jakosti sončnega obsevanja poleti, 660 do 700 ur, (SONOBS\_PO2), gostote odvzema srnjadi v lovišču (SRGOS\_LD) in deleža drogovnjakov (DROG\_rf2). Z modelom je poja-

Preglednica 2: Vplivi dejavnikov na telesno maso srnjadi

Table 2: Effects of factors on roe deer body mass

Spremenljivka Variable	B – Ocena parametra B – Parameter estimate	St. napaka St. error	t	P
SPOL_STA (1-6)	-11,361	0,257	-44,254	0,000
SPOL_STA (2-6)	-6,496	0,263	-24,666	0,000
SPOL_STA (3-6)	-3,593	0,298	-12,046	0,000
SPOL_STA (4-6)	-10,597	0,272	-38,945	0,000
SPOL_STA (5-6)	-6,480	0,171	-37,883	0,000
SPOL_STA*DAN <sup>2</sup> (1-6)	1,069E-04	0,000	12,026	0,000
SPOL_STA*DAN <sup>2</sup> (2-6)	1,030E-04	0,000	10,654	0,000
SPOL_STA*DAN <sup>2</sup> (3-6)	7,160E-05	0,000	7,639	0,000
SPOL_STA*DAN <sup>2</sup> (4-6)	9,370E-05	0,000	10,134	0,000
SPOL_STA*DAN <sup>2</sup> (5-6)	1,305E-04	0,000	10,997	0,000
DAN <sup>2</sup>	-5,293E-05	0,000	-7,676	0,000
SRGOS_LD	-0,195	0,067	-2,929	0,003
RABA_4	-1,230E-02	0,002	-5,588	0,000
PADAVINE1	-0,619	0,142	-4,342	0,000
SRGOS_KV	-5,674E-02	0,019	-2,964	0,003
SONOBS_PO3	0,274	0,098	2,807	0,005
NAGIB	-1,076E-02	0,005	-2,372	0,018
Konstanta / Intercept	19,680	0,239	82,273	0,000

Preglednica 3: Analiza variance regresijskega modela telesnih mas srnjadi

Table 3: Variance components in regression model of roe deer body mass

Spremenljivka Variable	SS	d.f.	MS	F-vrednost F-value	P	SS (%)
SPOL_STA	29504,70	5	2242,190	681,642	0,000	71,15
SPOL_STA*DAN <sup>2</sup>	1753,94	5	133,290	40,521	0,000	4,23
DAN <sup>2</sup>	1014,11	1	385,334	117,144	0,000	2,44
SRGOS_LD	74,27	1	28,222	8,580	0,003	0,18
RABA_4	270,36	1	102,728	31,230	0,000	0,65
PADAVINE1	163,23	1	62,021	18,855	0,000	0,39
SRGOS_KV	76,05	1	28,896	8,785	0,003	0,18
SONOBS_PO3	68,20	1	25,915	7,878	0,005	0,16
NAGIB	48,70	1	18,505	5,626	0,018	0,12
Napaka / Error	8506,38	2586	3,289			20,50
Skupaj / Together	41479,94	2603				100,00
Konstanta / Intercept	10906,003	1	10906,003	3315,503	0,000	

$R^2 = 0,795$ ;  $F(17, 2586) = 589,7$ ,  $p < 0,000$

snjeno 80,1 % variabilnosti telesnih mas srnjadi. Na pojasnjeno variabilnost telesnih mas najbolj vplivajo spremenljivke SPOL\_STA, SPOL\_STA\*DAN<sup>2</sup> in DAN<sup>2</sup>, in sicer 96,0 %, spremenljivka LETO pojasnjuje 2,0 %, vse druge okoljske in podnebne spremenljivke pa skupaj 2,0 %.

V tretjem delu analize smo po kontroli vplivov spola, starosti in dneva uplenitve ugotovili, da se telesne mase razlikujejo med posameznimi leti (LETO) in tudi med posameznimi lovišči (LD). Poleg tega smo med okoljskimi spremenljivkami odkrili tudi negativne vplive deleža gozdov (RABA\_4), deleža drogovnjakov (DROG\_rf2) in deleža kmetijskih površin (RABA\_3). Z modelom je pojasnjeno 80,5 % variabilnosti telesnih mas. Na pojasnjeno variabilnost imajo najbolj vplivajo spremenljivke SPOL\_STA, SPOL\_STA\*DAN<sup>2</sup> in DAN<sup>2</sup>, in sicer 95,1%, spremenljivka LETO pojasnjuje 2,0 %, spremenljivka LD 2,5 %, vse druge okoljske in podnebne spremenljivke skupaj pa 0,4 %.

Rezultatov drugega in tretjega dela analize ne prikazujemo podrobneje v preglednicah, skupaj z rezultati prvega dela analize pa smo jih upoštevali v razpravi.

## 4 RAZPRAVA

## 4 DISCUSSION

Pri večini socialno živečih vrst kopitarjev so samci večji kot samice, spola pa zunaj obdobja parjenja živita ločeno (RUCKSTUHL/NEUHAUS, 2002). Srnjad je vrsta s šibko izraženim spolnim dimorfizmom, pri navadnem jelenu pa je izrazit. Če so v našem primeru (prilagojene) telesne mase mladičev samčkov in lanščakov večje od mladičev samičk in mladic za okoli 4 %, pri odrasli srnjadi pa so telesne mase samcev večje za 11 do 15 % v primerjavi samicami, pa je pri jelenjadi v istem proučevanem območju razmerje medamicami in samci različnih kategorij znatno večje. Prilagojene srednje vrednosti telet jelenčkov so za okoli 9 % večje od telet košutic. Pri enoletnih živalih znaša razlika 17 %, dveletnih 39 %, pri 5- in večletnih pa znašajo razlike že 82 % (HAFNER, 2004). K pojasnjeni variabilnosti telesnih mas srnjadi v našem primeru prispevata spol in starost živali 89,5 %. Velik delež je pričakovano, izvira pa iz razlik v telesnih masah med posameznimi starostnimi in spolnimi kategorijami. JERINA (2007) ugotavlja pri jelenjadi prav tako velik vpliv te spremenljivke k pojasnjeni variabilnosti, ki je večji kot pri srnjadi, in znaša 93,9 %. Večji delež te spremenljivke pri jelenjadi v primerjavi s srnjado bi lahko izviralo

iz večjih razlik med posameznimi starostnimi kategorijami pa tudi iz bolj izraženega spolnega dimorfizma. Odkrili smo tudi vpliv interakcije spola in starosti živali ter kvadrata dneva uplenitve na telesne mase srnjadi. Telesne mase srnjadi se spreminjajo v letnem obdobju, pri odrasli srnjadi večinoma kot posledica različnih stroškov in koristi sezonske periodike (brejost, laktacija, obdobje pred parjenjem, parjenje, nabiranje tolašče jeseni ...), pri mladičih pa zaradi nagle rasti v prvih mesecih njihovega življenja. Vpliv interakcije navedenih spremenljivk na pojasnjeno variabilnost telesnih mas srnjadi je majhen, znaša 5,3 %. JERINA (2007) pri jelenjadi ugotavlja še manjši prispevek navedene spremenljivke k pojasnjeni variabilnosti telesnih mas jelenjadi, in sicer znaša 0,9 %. Majhen je tudi prispevek vpliva kvadrata dneva uplenitve in znaša 3,1 %. Podoben, še nekoliko nižji odstotek navaja tudi JERINA (2007) pri jelenjadi za dan in kvadrat dneva uplenitve (skupaj 1,6 %). HEWISON et al. (1996) ugotavlja, da so letni cikli vrednosti telesnih mas odrasle srnjadi asinhroni med spoloma. Telesna masa je sicer dokaj stabilna večji del leta, opazno različno sezonsko znižanje njenih vrednosti pa je značilno za vsakega od spolov. Pri samicah znižanje v obdobju april–avgust odraža vlaganje v laktacijo, pri samcih pa se v obdobju april–november odražajo stroški parjenja. Isti avtor, v nasprotju z rezultati drugih raziskav pri kopitarjih, pri srnjadi v okolju z milimi zimami ne ugotavlja zimskega zmanjšanja telesnih mas niti drugih kazalnikov kakovosti (indeks ledvične maščobe, raven maščobe kostnega mozga), pač pa v obdobju pomlad–poletje. PELLICIONI et al. (2004) za srnjad v submediteranskem ekosistemu ugotavlja, da v obdobju po poleganju nastane obdobje linearne telesne rasti mladičev, pri kateri niso odkrili razlik v telesnih masah med spoloma. Ugotavljajo pa, da imajo lažji poleženi mladiči v prvem mesecu življenja značilno hitrejšo stopnjo telesne rasti v primerjavi s težjimi.

Odkrili smo tudi vpliv populacijske gostote srnjadi na vrednosti njenih telesnih mas, ki smo jo na širšem nivoju izrazili z gostoto odvzema v lovišču, na lokalnem pa z gostoto odvzema v posameznem kvadrantu velikosti 100 ha. Vpliv gostote srnjadi na njene telesne mase je v obeh

primerih negativen, z večjo gostoto srnjadi se telesne mase živali zmanjšujejo. Vpliv populacijske gostote na pojasnjeno variabilnost telesnih mas pa je majhen, na nivoju lovišča znaša le 0,23 %. Podobno vrednost smo ugotovili tudi na nivoju kvadranta (0,23 %). Tudi TOÏGO et al. (2006) ugotavlja, da se telesna masa srnjadi manjša z večjo gostoto, kar velja za samce in samice. KJELLANDER et al. (2006) navaja, da absolutna gostota populacije srnjadi šibko vpliva na telesne mase. Ključni dejavnik, ki določa telesno maso, je kakovost habitata. Vpliv populacijske gostote na telesne mase srnjadi je bolj izrazit v manj produktivnih (revnejših) habitatih v primerjavi z bolj produktivnimi. GAILLARD et al. (1996) prav tako ugotavlja, da je telesna masa mladičev večja v manjši populacijski gostoti. Tudi PETTORELLI et al. (2002) ugotavlja pri srnjadi v letu poleganja negativen vpliv populacijske gostote na poznejše telesne mase odraslih živali. HEWISON et al. (2002) pa npr. ne ugotavlja, da bi gostota populacije vplivala na stopnjo rasti mladih živali v prvi zimi. Vpliv na telesne mase je lahko zaznan le pri mladih živalih ali pri posameznem spolu. VINCENT et al. (1995) namreč ugotavlja manjše telesne mase mladih živali in odraslih samcev, ne pa odraslih samic v obdobju visoke gostote srnjadi. Negativni vpliv gostote populacije na telesne mase ugotavljajo avtorji tudi pri drugih kopitarjih. MYSTERUD et al. (2001) in JERINA (2007) npr. ugotavljata podobno pri jelenjadi (*Cervus elaphus*), HERFINDAL et al. (2006a) pri losu (*Alces alces*), LE BLANC et al. (2001) pri debelorogi ovci (*Ovis canadensis*). JERINA (2007) navaja podobno majhen prispevek (kot v naši raziskavi) povprečne gostote jelenjadi v loviščih na pojasnjeno variabilnost njenih telesnih mas (0,07 %), pa tudi majhen prispevek lokalne gostote (0,5 %).

V zmernem klimatih na demografijo, populacijsko dinamiko in telesne mase rastlinojedih kopitarjev pomembno vplivajo tudi podnebne značilnosti (temperatura, padavine, debelina snega ...), in sicer na lokalnem (LANGVATN et al. 1996) pa tudi globalnem nivoju (npr. severnoatantske oscilacije) (MYSTERUD et al., 2001). Padavine, temperatura in insolacija vplivajo na fenologijo rastlin, proizvodnjo rastlinske biomase in njeno



kakovost (v prehranskem pomenu), kar vpliva na nosilno zmogljivost habitatov (MYSTERUD et al. 2001, POST/STENSETH, 1999). Ker prehranska vrednost in prebavljivost rastlinja vplivata na zauživanje hrane ter rast živali, se vremenske značilnosti okolja prek rastlinja odražajo na življenjskih značilnostih (dinamika rasti, razvoj, spolna zrelost, kasnejši reprodukcijski uspeh ...) mladih živali (LANGVATN et al., 1996), pa tudi na demografskih trendih rastlinojedih kopitarjev severne hemisfere. Okoljske spremenljivke, ki pojasnjujejo večino variabilnosti v abundanci, kakovosti in dostopnosti do rastlinja, pojasnjujejo torej tudi spremembe v telesnih masah kopitarjev zmernih klimatov (HERFINDAL et al., 2006b). Tudi manjše spremembe v kakovosti rastlinja lahko pomembno vplivajo na telesno rast živali, saj prežvekovalci, če se hranijo s kakovostno hrano, ne le da zaužijejo več proteinov in pridobijo več energije, pač pa porabijo tudi manj časa in energije za prežvekovanje (MYSTERUD et al., 2001), tako da je s tem neto energetska bilanca večja. V naši raziskavi smo odkrili vpliv dveh vremenskih dejavnikov na telesne mase srnjadi. Ugotavljamo negativen vpliv padavin, manjših od 1800 mm, in pozitiven vpliv sončnega obsevanja poleti, ki je večje od 700 ur. Prispevek obeh spremenljivk k pojasnjeni variabilnosti telesnih mas srnjadi pa je v primerjavi z osnovnimi dejavniki majhen; v prvem primeru znaša 0,5 %, v drugem primeru pa 0,2 %. Ocenjujemo, da manjša količina padavin lahko vpliva na slabšo rast vegetacije. V takih primerih je vegetacija manj kakovostna v primerjavi z okolji, kjer je količina padavin večja, kar lahko vpliva na počasnejšo dinamiko rasti mladičev, posledično pa se odraža tudi na (manjših) telesnih masah odraslih živali. Večji obseg sončnega obsevanja poleti verjetno prispeva k višjim vrednostim telesnih mas zaradi manjših stroškov termoregulacije, ki so lahko še posebno veliki v času padavin (dežja) tudi v toplem delu leta, še posebno pri mladih, odraščajočih živalih, lahko pa je povezan tudi z večjo količino in kakovostjo vegetacije. Vpliv podnebnih značilnosti na telesne mase parkljarjev zmernih klimatov ugotavljajo tudi drugi avtorji. CZYŻOWSKI et al. (2010) navaja, da dolgotrajna snežna odeja negativno vpliva na telesne mase navadnega jelena in srnjadi.

Ugotavlja tudi šibke negativne odvisnosti med telesno maso srnjadi in debelino snega. Podobno MYSTERUD/ØSTBYE (2006) v delu Norveške ugotavljata negativen vpliv bolj sneženih zim na telesne mase srnjadi v primerjavi z manj sneženimi zimami. PETTORELLI et al., (2002) ne ugotavlja vpliva količine padavin v maju in juniju (čas poleganja) na poznejšo telesno maso odraslih živali, GAILLARD et al. (1996) pa navaja, da je na telesno maso mladičev vplivala srednja dnevna temperatura junija in julija. Telesna masa mladičev je bila večja v letih s hladnimi in svežimi poletji. Tudi KJELLANDER et al. (2006) ugotavlja, da so na različne telesne mase mladičev srnjadi med posameznimi leti najbolj vplivale temperature. V Franciji so bili mladiči v proučevanem območju lažji v letih z višjimi poletnimi temperaturami. Vpliv različnih vremenskih dejavnikov na telesne mase mladih živali ugotavljajo tudi, npr., pri losu (*Alces alces*) (HERFINDAL et al. 2006a), pa tudi pri prosto pasočih domačih živalih (npr. ovce) (STEINHEIM et al., 2004), jelenjadi (npr. JERINA 2007). JERINA (2007) med podnebnimi dejavniki ugotavlja pozitiven vpliv povprečne letne temperature na telesne mase jelenjadi, vpliv spremenljivke na pojasnjeno variabilnost telesnih mas pa je podobno majhen kot v naši raziskavi (0,4 %). HERFINDAL et al. (2006b) navaja, da so jesenske losove (*Alces alces*) telesne mase najbolj pozitivno povezane z zgodnjim dostopom do sveže vegetacije spomladi, in s spremenljivkami, ki so povezane z razvojem vegetacije. Vpliv spremenljivk na telesne mase, ki so povezane s količino hrane in zimskimi vremenskimi razmerami, pa je manjši. Magnituda vpliva okoljskih spremenljivk na telesno maso losov je bila večja v populacijah z manjšimi srednjimi vrednostmi telesnih mas oziroma v populacijah z večjo gostoto. Populacije, ki živijo v dobrih (v prehranskem pogledu) okoljih, so torej bolj odporne proti negativnim vplivom fluktuacij različnih okoljskih dejavnikov.

Na telesne mase srnjadi vpliva tudi zgradba habitata. V prvem delu naše raziskave smo ugotovili negativen vpliv deleža gozda, prispevek spremenljivke k pojasnjeni variabilnosti telesnih mas pa znaša 0,8 %. V drugem delu raziskave smo odkrili negativen vpliv deleža drogovnjakov, v tretjem delu pa tudi negativen vpliv deleža kme-

tjijskih površin. Prispevek obeh spremenljivk k pojasnjeni variabilnosti telesnih mas je prav tako majhen. Srnjad je v prehranskem pogledu kopitar izbiralnega tipa (HOFMANN/STEWART, 1972, HOFMANN, 1989), kar pomeni, da za hrano izbira rastlinske dele, bogate z nutrienti. V večini primerov gre za popke, mlade poganjke in mlade liste mladja gozdnega drevja in grmovja, mlade liste in poganjke zelišč in trav ter cvetove dvokaličnic. Srnjad je tipičen prebivalec prostora, v katerem se mozaično prepletajo gozdovi in gozdiči, travniki, pašniki in njivske površine z dolgim gozdnim robom. Glede na navedene ekološke značilnosti srnjadi je negativen vpliv deleža gozda na telesne mase srnjadi razumljiv. Gozdovi so sicer lahko dobro kritje srnjadi pred vremenskimi vplivi in pred vznemirjanjem, v prehranskem pogledu pa so revnejši v primerjavi z okoljem z večjim deležem obdelanih površin. HEWISON et al. (2009) ugotavlja, da se telesne mase srnjadi večajo s stopnjo fragmentacije habitatov. Največje telesne mase srnjadi so ugotovili v najbolj odprtih sektorjih, najmanjše v skoraj nefragmentiranem gozdnem okolju. Razlike med obema ekstremoma so bile največje pri mladih živalih in so znašale okoli 20 % njihove skupne telesne mase. Tudi nivoji dušika in fosforja v vzorcih iztrebkov so bili večji v bolj odprtih sektorjih v primerjavi z nefragmentiranimi gozdovi, kar kaže, da so večje telesne mase povezane z bolj kakovostnimi habitatami, ki jih zagotavlja obdelana kmetijska krajina. Pri odraslih živalih so bile ob isti telesni velikosti živali v nefragmentiranih gozdovih značilno lažje, kar kaže, da tudi srnjadi v fragmentirani krajini dostop do kakovostne hrane omogoča kopičenje maščobnih rezerv. CZYŻOWSKI et al. (2010) ugotavlja negativne in neznačilne vplive kakovosti agrarne krajine (produktivnosti) na telesne mase obeh vrst (jelenjadi in srnjadi) z razlago, da so bili gozdovi na kakovostnih zemljiščih izkrčeni in uporabljeni za agrarne namene. Ugotavlja tudi, da se telesne mase jelenjadi večajo z večjim deležem gozdov, telesne mase srnjadi pa se manjšajo z večjim deležem gozdov, kar kaže, da so gozdovi tipični habitat navadnega jelena, ne pa srnjadi. Ugotavlja tudi, da je telesna masa zelo malo odvisna od dolžine gozdnega roba, odkril pa je pozitivne odvisnosti telesnih mas od deleža gostih sestojev in deleža

iglastih sestojev na telesne mase srnjadi in tudi jelenjadi. Navaja, da so sestoji iglavcev za obe vrsti najpomembnejši pozimi, ko nudijo dobro kritje in ugodne podnebne razmere. V naši raziskavi smo odkrili nasprotno: telesne mase srnjadi se manjšajo z večjim deležem drogovnjakov, ugotovitev pa pojasnjujemo z majhno količino hrane v odraščajočih sestojih. Čeprav prepletenost gozdov z obdelanimi kmetijskimi površinami pozitivno vpliva na telesne mase srnjadi, pa je vpliv velikega deleža obdelanih površin v našem primeru negativen. Velik delež obdelanih površin je v našem proučevanem območju značilen za nižinski svet v bližini mest in večjih naselij. V teh primerih je značilna velika gostota javnih prometnic in visoka stopnja vznemirjanja praktično v celotnem obdobju leta. Zato vrednosti navedenih spremenljivk lahko izničijo pozitiven vpliv kakovostne hrane na velikih kmetijskih površinah. Pričakovali bi, da bo na telesne mase srnjadi pozitivno vplival delež plodonosnega drevja (kostanj, hrast) v lesni zalogi sestojev, vendar tega vpliva nismo zaznali. PETTORELLI et al. (2002) pa pri srnjadi ugotavlja, da so bile živali istega letnika, ki so živele v hrastovih gozdovih, težje kot živali, ki so živele v bukovih gozdovih. PETTORELLI et al. (2001) ugotavlja tudi pozitiven vpliv kakovosti habitata (pogostost hrane visoke kakovosti) na telesne mase mladičev, NILSEN et al. (2004) podobno navaja pozitiven vpliv kakovosti območja domovanja (srn) na zimske telesne mase mladičev. Prav tako ugotavlja, da kakovost območja domovanja v prenatalni zimi vpliva na datum poleganja in s tem na telesno maso mladičev v avgustu. PETTORELLI et al. (2003) ugotavlja tudi pozitiven vpliv nekaterih za prehrano srnjadi priljubljenih rastlinskih vrst v pomladansko-poletnem obdobju (npr. *Carpinus betulus*, *Hyacinthoides* sp. in *Ornithogalum* sp.) na zimske telesne mase mladičev, pa tudi negativen vpliv nekaterih za prehrano manj priljubljenih vrst (npr. *Ruscus aculeatus*, *Fagus sylvaticus*) na njihove zimske telesne mase. Avtor ugotavlja, da je prostorska variabilnost telesnih mas v gozdu podobno pomembna kot časovna variabilnost ter da je porazdelitev rastlinskih vrst, ki jih živali aktivno izbirajo za prehrano spomladi in poleti pomembna determinanta prostorske variabilnosti telesnih mas mladičev v zimskem obdobju.

Dostopnost nekaterih pomembnih rastlinskih vrst je torej možen ključni faktor tudi v populacijski dinamiki srnjadi. V naši raziskavi nismo odkrili vpliva posameznih drevesnih vrst (ali njihovih skupin) (delež v lesni zalogi sestojev) na telesne mase srnjadi. Vpliv kakovosti vegetacije in fenologije rastlin je bil ugotovljen tudi na telesne mase drugih kopitarjev (npr. los – *Alces alces* – HERFINDAL et al. 2006b). JERINA (2007) pri jelenjadi med spremenljivkami zgradbe habitatov ugotavlja pozitiven vpliv gostote gozdnega roba in negativen vpliv deleža iglavcev, vpliv spremenljivk k pojasnjeni spremenljivosti telesnih mas jelenjadi pa znaša v obeh primerih 0,07 %.

Med topografskimi značilnostmi terena smo odkrili le vpliv nagiba terena, in sicer se telesne mase srnjadi zmanjšujejo z njegovimi večjimi vrednostmi. Vpliv spremenljivke k pojasnjeni variabilnosti telesnih mas pa je majhen, znaša le 0,1 %. Vpliv navedene spremenljivke si lahko razlagamo z večjo porabo energije za gibanje po strmem terenu, čeprav bi bil lahko dejanski vpliv skrit v revnejši sestavi in (manjši) pestrosti rastlinstva na strmih terenih. HAFNER/ČERNE (2010) namreč za strme terene istega proučevanega območja, ki jih poseljujejo gamsi, ugotavljata, da je zanje značilna precejšnja monotonost sestojev, majhna pestrost rastlinskih združb ter majhna dolžina gozdnega roba, kar nakazuje, da je pestrost vegetacije na takih terenih v vrstnem pomenu in tudi v horizontalni in vertikalni zgradbi revnejša v primerjavi z drugimi deli proučevanega območja. Vpliv topografskih značilnosti na telesne mase je znan tudi pri nekaterih drugih kopitarjih. MYSTERUD et al. (2001) ugotavlja pozitiven vpliv raznolikosti nadmorskih višin na telesne mase jelenjadi in negativen vpliv deleža višjih nadmorskih višin. Navedena spremenljivka je najverjetneje bolj povezana s podnebnimi značilnostmi in/ali kakovostjo prehranskih virov. V naši raziskavi nismo odkrili neposrednega vpliva nadmorske višine na telesne mase srnjadi, je pa nadmorska višina v povezavi z drugimi podnebnimi dejavniki, katerih vpliv na telesne mase smo odkrili (pada-vine, sončno obsevanje). MYSTERUD et al. (2001) ugotavlja pozitiven vpliv raznolikosti ekspozicije (terena) na telesne mase jelenjadi in ne odkriva korelacij med telesno maso in posameznimi (npr.

severnimi) ekspozicijami. Avtor ugotavlja, da na telesne mase ne vpliva topografija kot taka, ampak so vzrok predvsem fenološke razlike v rastlinstvu v povezavi s topografijo terena.

Variacije v telesnih masah živali imajo lahko številne vzroke časovne in prostorske narave, zato se telesna masa lahko razlikuje med posameznimi leti in tudi med posameznimi populacijami (PETTORELLI et al. 2002). V drugem delu analize smo odkrili tudi vpliv leta uplenitve, v tretjem delu pa tudi vpliv lovišča na telesne mase srnjadi. Spremenljivka leto pojasnjuje 2,0 % variabilnosti, kar je več kot vse okoljske in podnebne spremenljivke skupaj, podobno velja v tretjem delu analize za spremenljivko lovišče (2,5 %). Glede na leto 2009 je vpliv let 2005 in 2006 negativen, vpliv let 2007 in 2008 pa pozitiven. Navedene rezultate bolj kot z razlikami v fenologiji rastlinstva med posameznimi leti povezujemo z zmanjševanjem gostote srnjadi in posledičnim povečevanjem telesnih mas. V navedenem proučevanem obdobju je bila namreč največja gostota srnjadi značilna za prvo leto, to je leto 2005. V ostrejši zimi 2005/2006 z dolgotrajnejšo in debelejšo snežno odejo so bile značilne velik izgube srnjadi. V leto 2006 je vstopila srnjad v znatno manjši gostoti, vendar verjetno oslABLJENA od ostre zime. V letu 2007 in 2008 so se telesne mase srnjadi povečale, gostota pa se po naši oceni (še) ni pomembneje povečala. Vpliv spremenljivke lovišče je lahko povezan z glavnimi ekološkimi dejavniki (temperatura, nadmorska višina, delež gozdov ipd.) lahko pa se odraža vpliv upravljavca na telesne mase uplenjene srnjadi s postavljanjem usmeritev in omejitev glede odstrela podpovprečnih živali tako glede na telesno maso kot glede na razvitost rogovja. Pri nekaterih upravljavcih je namreč še vedno prisotno razvrščanje predvsem trofejne srnjadi v kategorije in tudi postavljanje omejitev in sankcioniranje »napačnega« odstrela, znano pa je, da različne strategije lova lahko vplivajo na vzorec telesnih mas uplenjenih živali (MARTINEZ et al., 2005). Tudi nekateri drugi avtorji ugotavljajo vpliv različnih let na telesno maso srnjadi. PETTORELLI et al. (2002) ob daljšem spremljanju ugotavlja vpliv generacij (leta poleganja) na poznejšo maso odraslih živali. Živali, poležene npr. leta 1994, 1995, so imele kot odrasle

živali večjo telesno maso kot živali, poležene leta 1982 oziroma 1986, pri čemer je imela največji vpliv gostota populacije v času poleganja živali. Tudi PELLICIONI et al. (2004), GAILLARD et al. (1996), KJELLANDER et al. (2006), LOISON et al. 1999 in drugi ugotavljajo različno telesno maso (mladičev) srnjadi ter drugih kopitarjev zmernih klimatov med posameznimi leti. Razlike so najbolj povezane s populacijsko gostoto in različnimi podnebnimi značilnostmi.

## 5 POVZETEK

## 5 SUMMARY

Telesna masa prostoživečih divjih kopitarjev je pomemben kazalnik njihove vitalnosti. Od telesne mase posameznega osebka je odvisna verjetnost njegovega preživetja, začetek spolne zrelosti, dolžina življenjskega obdobja, število, kakovost in preživetje njegovega potomstva ter posledično njegov reprodukcijski uspeh. Ugotavljanje vpliva različnih dejavnikov na telesne mase oziroma ugotavljanje vzrokov variacij je zato potrebno za razumevanje populacijske dinamike različnih vrst kopitarjev pa tudi za upravljanje z njihovimi populacijami. V raziskavi smo proučevali, kateri dejavniki vplivajo na telesno maso srnjadi (*Capreolus capreolus*). Srnjad je v Sloveniji pa tudi v proučevanem območju najpogostejša vrsta velikih rastlinojedov in s tem tudi najpomembnejša lovna vrsta. Rezultati upravljanja s srnjadjo pomembno zaznamujejo tudi ekonomsko finančno stanje večine upravljavcev lovišč, zato je poznavanje dejavnikov, ki vplivajo na telesno maso srnjadi, tudi pomemben dejavnik aktivnega upravljanja s populacijami in njihovim okoljem.

Raziskava temelji na vzorcu 2604 osebkov uplenjene srnjadi na območju Jelovice z obrobjem v Sloveniji, ki smo jih uvrstili v kvadrante velikosti 100 ha ter na podatkih 33 GIS-plasteh okoljskih spremenljivk, ki vključujejo podatke o zgradbi habitatov ter podnebnih značilnostih proučevanega območja. Na telesno maso vplivajo tudi drugi (osnovni) dejavniki, pri tem so najpomembnejši starost in spol živali, obdobje leta in gostota populacije, zato smo tudi navedene dejavnike vključili v raziskavo. Proučevano območje obsega 58.379 ha skupne in 55.140 ha lovne površine na visokokraški planoti Jelovica z

obrobjem, upoštevali pa smo podatke o uplenjeni srnjadi iz obdobja petih let (2005–2009). Podatke o zgradbi prostora in drugih okoljskih dejavnikih smo pripravili na temelju lastnih podatkovnih baz, ki vključujejo tudi druge javno dostopne podatkovne baze. Vplive neodvisnih spremenljivk na odvisno spremenljivko (telesno maso srnjadi) smo proučevali z *linearno regresijo* in *generalnim linearnim modelom* v programskem paketu SPSS 11,0 for Windows. Rezultati kažejo, da na telesno maso srnjadi vplivajo: spol in starost živali, interakcija kvadrata dneva uplenitve in spola ter starosti živali, kvadrat dneva uplenitve, gostota odvzema srnjadi v lovišču, gostota odvzema srnjadi v kvadrantu, delež gozdov, količina padavin, manjših od 1800 mm, jakost sončnega obsevanja poleti, ki je večji od 700 ur, in nagib terena. Vpliv interakcije spola, starosti ter kvadrata dneva uplenitve in vpliv sončnega obsevanja poleti > 700 ur je pozitiven, vpliv vseh preostalih spremenljivk pa je negativen. Z modelom je pojasnjeno 79,5 % variabilnosti telesnih mas srnjadi. Na pojasnjeno variabilnost telesnih mas najbolj vplivata spol in starost živali, in sicer slabih 89,5 %, sledi vpliv interakcije spola, starosti in kvadrata dneva uplenitve 5,3 % ter vpliv kvadrata dneva uplenitve 3,1 %. Navedene spremenljivke pojasnjujejo skupaj 97,9 % variabilnosti. Skupni vpliv vseh preostalih (okoljskih in podnebnih) spremenljivk znaša le 2,1%. V drugem in tretjem delu analize smo po kontroli vplivov spola, starosti in dneva uplenitve ugotovili, da se telesne mase razlikujejo tudi med posameznimi leti in lovišči. Pri tem smo poleg navedenih spremenljivk odkrili tudi negativni vpliv deleža drogovnjakov in deleža kmetijskih površin.

Velik vpliv starosti in spola ter dneva uplenitve je povezan z velikimi razlikami v telesnih masah med mladimi in odraslimi živalmi, s (sicer s šibko izraženim) spolnim dimorfizmom, naglim večanjem telesnih mas mladičev v prvem letu starosti ter sezonsko variabilnostjo telesnih mas odraslih živali. Na telesno maso značilno vpliva tudi populacijska gostota srnjadi, in sicer na lokalnem nivoju pa tudi v prostoru posameznega lovišča. Negativen vpliv populacijske gostote na telesne mase srnjadi je najverjetneje povezan z zmanjševanjem dostopnih virov (hrana, prostor



– teritorialnost) na posamezne živali. Rezultati raziskave kažejo, da je telesna masa srnjadi odvisna tudi od štirih okoljskih dejavnikov, v drugem in tretjem delu analize pa smo po kontroli vplivov starosti in spola živali ter dneva uplenitve odkrili vpliv še dveh (okoljskih dejavnikov). Večji obseg sončnega obsevanja poleti verjetno prispeva k višjim vrednostim telesnih mas zaradi manjših stroškov termoregulacije, ki so lahko visoki še posebno v času padavin (dežja) tudi v toplem delu leta, še posebno pri mladih, odraščajočih živalih, lahko pa je povezan tudi z večjo količino in kakovostjo vegetacije. Ocenjujemo, da manjša količina padavin lahko vpliva na slabšo rast vegetacije, v primerjavi z okoljem, kjer je količina padavin večja, kar lahko vpliva na počasnejšo dinamiko rasti mladičev, posledično pa se odraža tudi na (nižjih) telesnih masah odraslih živali. Negativen vpliv nagiba terena si lahko razlagamo z večjo porabo energije za gibanje po strmih terenu, čeprav bi bil lahko dejanski vpliv skrit v revnejši sestavi in (manjši) pestrosti rastlinstva na strmih terenih. Gozdovi so sicer lahko dobro kritje srnjadi pred vremenskimi vplivi in pred vznemirjanjem, v prehranskem pogledu pa so revnejši v primerjavi z okoljem z večjim deležem obdelanih površin. Zato je glede na ekološke značilnosti srnjadi razumljiv negativen vpliv deleža gozda na telesne mase srnjadi. Negativen vpliv večjega deleža drogovnjakov na telesne mase srnjadi je najverjetneje povezan z majhno količino hrane v odraščajočih sestojih. Čeprav prepletенost gozdov z obdelanimi kmetijskimi površinami pozitivno vpliva na telesne mase srnjadi, pa je vpliv velikega deleža obdelanih površin v našem primeru negativen. Visoka stopnja vznemirjanja v primestnem okolju nižinskega sveta z velikim deležem negozdnih površin verjetno izniči pozitiven vpliv kakovostne hrane na kmetijskih površinah. Najprej negativen in nato pozitiven vpliv različnih let si bolj kot z razlikami v fenologiji rastlinstva med posameznimi leti razlagamo z zmanjševanjem gostote srnjadi in posledičnim povečevanjem telesnih mas. Razlike v telesni masi srnjadi med lovišči so lahko povezane z razlikami v osnovnih ekoloških dejavnikih med posameznimi lovišči, lahko pa se odraža vpliv upravljavca na telesne mase uplenjene srnjadi s postavljanjem usmeritev

in omejitev glede lova podpovprečnih/nadpovprečnih živali. Ugotavljamo, da večina okoljskih spremenljivk najverjetneje vpliva na telesne mase živali prek dosežene energijske bilance, nanjo pa vplivata poraba in vnos energije. Na porabo energije vplivajo tudi neugodne vremenske razmere, kjer se poraba energije odraža prek stroškov termoregulacije. Vnos energije je povezan s količino in kakovostjo hrane, kar se odraža prek fenologije, rastlinske biomase in sestave vegetacije.

## 6 SUMMARY

Body mass of free-living wild ungulates is an important index of their vitality. On the body mass of an individual depends probability of its survival, beginning of its sexual maturity, length of its life span, number, quality, and survival of its offspring and, as a consequence, its reproduction success. Determining the influence of diverse factors on body masses or determining the causes of variations is therefore needed for understanding of population dynamics of diverse ungulate species, but also for managing their populations. In our research we have body mass of studied which factors affect body mass of roe deer (*Capreolus capreolus*). Roe deer is the most often species of big herbivores and thereby also the most important hunting species both in Slovenia and in the studied area. The results of roe deer managing significantly affect economic and financial conditions of the majority of hunting ground managements; therefore the knowledge of factors affecting roe deer body mass also represents an important factor of active management of populations and their environment.

The research is based on the sample of 2604 individuals of culled deer in the area of Jelovica and its periphery; with regard to the data from 33 GIS layers of environmental factors comprising the data on habitat structure and climatic characteristics of the studied area they were assigned to quadrants sized 100 ha. Body mass is also affected by other (basic) factors, the most important of which are age, sex, season of the year, and population density, therefore we also included these factors in our research. The studied area comprises 58.379 ha of total and 55.140 ha of hunting area on the Jelovica karstic plateau



and its periphery; we also took into account the data on the culled roe deer in the five year period (2005–2009). The data on space structure and other environmental factors was prepared on grounds of our own data bases including also other publicly accessible data bases. We studied the effects of the independent variables on the dependent variable (roe deer body mass) by the use of *linear regression* and *general linear model* in program package *SPSS 11,0 for Windows*. The results show that roe deer body mass is affected by: sex and age of the animal, interaction of the square of the day of culling and sex and age of the animal, square of the day of culling, density of roe deer harvest in the hunting ground, density of roe deer harvest in the quadrant, share of forests, quantity of precipitation under 1800 mm, intensity of insolation in summer exceeding 700 hours, and inclination of the terrain. Effect of sex, age, day of culling square, and summer insolation > 700 is positive while the effect of all other variables is negative. The model explains 79.5 % of variability of roe deer body mass. The clarified variability of body masses is most affected by sex and age of the animal, namely weak 89.5 %; it is followed by the effect of interaction of sex, age, and day of culling square with 53 % and effect of day of culling square with 3.1 %. The given variables together explain 97.9 % of the variability. Total effect of all remaining (environmental and climatic) variables amounts only to 2.1%. In the second and third part of our analysis, after checking the effects of sex, age, and day of culling, we found out that body masses differ also with regard to individual years and hunting grounds. In addition to the listed variables, we also discovered the negative effects of share of pole forest and agricultural areas.

Major influence of age and sex and day of culling is linked to big differences in body masses between young and adult animals, with (poorly expressed) sexual dimorphism, fast increasing of body masses of fawns in their first year and seasonal variability of body masses of adult animals. Body mass is also characteristically affected by population density of roe deer, both on local level and in the space of an individual hunting ground. The negative effect of population density on body masses of roe deer is probably linked to

the decrease of available sources (food, space – territoriality) per individual animal. Results of the research show that roe deer body mass depends also on four environmental factors; in the second and third part of the analysis we discovered, after controlling effects of animal's age and sex and day of culling, effects of two additional environmental factors. A larger extent of insolation in summer always contributes to higher values of body masses due to lower costs of thermoregulation, which can be high, particularly during precipitation time (rainy days), also in warm part of the year, above all with young, growing animals, but it can also be connected with larger quantity and quality of vegetation. We estimate that smaller amount of precipitations can cause poorer growth of vegetation in comparison with environment with larger amount of precipitations, which can affect slower growth dynamics of fawns and is consequently reflected in (lower) body masses of adult animals. The negative influence of terrain inclination can be explained by bigger energy consumption for moving on steep terrain, although the actual influence could also be hidden in the poorer structure and (lesser) diversity of vegetation on steep terrains. Forests can offer good shelter against weather influences and disturbances, but in terms of food they are poorer than environments with a larger share of cultivated areas. Regarding ecological characteristics of roe deer, influence of share of forest on their body masses is therefore understandable. Negative influence of a larger pole share on roe deer body mass is probably connected with small quantity of food in maturing stands. Although intertwining of forests and cultivated agricultural areas positively affects roe deer body masses, the large share of cultivated areas in our case exerts a negative influence. High level of disturbance in suburban lowland areas with a large share of non-forest areas probably cancels out positive effects of quality food on agricultural areas. At first negative, later positive influence of diverse years can be explained with decrease of roe deer density and consequently increase of their body masses rather than with differences in vegetation phenology in individual years. The differences in roe deer body mass in diverse hunting grounds

can be connected with the differences in the basic ecological factors in diverse hunting grounds, but setting the guidelines and restrictions regarding the hunt of below average/above average animals they can also reflect the management's influence on body masses of the culled roe deer. We realize that the majority of environmental variables most probably affect body masses of animals through the achieved energy balance, which is affected by energy consumption and input. Energy consumption is also affected by unfavorable weather conditions, where the energy consumption is reflected through thermoregulation costs. Energy input is connected with quantity and quality of food, which is reflected through vegetation biomass phenology and vegetation structure.

## 7 VIRI

## 7 REFERENCES

- ADAMIČ, M., 1989. Pomen poznavanja prehranske značilnosti parkljaste divjadi. Strok. in znan. dela 101, BTF, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, s. 29–70.
- CLUTTON-BROCK, T.H. / GUINNESS, F.E. / ALBON, S.D., 1982. Red Deer. Behavior and Ecology of two Sexes. Edinburgh. Edinburgh University Press. 378 s.
- CZYZOWSKI, P. / KARPINSKI, M. / RACHFALOWSKI, R., 2010. Evaluating the environmental factors influences on body mass of wild ungulates obtained in Lublin region. Annales universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin – Polonia, 28, 2, s. 1–7.
- GAILLARD, J.M. / DELORME D. / BOUTIN, J.M. / VAN LAERE G. / BOISAUBERT B. / PRADEL R., 1993. Roe deer survival patterns: a comparative analysis of contrasting populations. J. Anim. Ecol. 62, s. 778–791.
- GAILLARD, J.M. / DELORME, D. / BOUTIN, J.M. VAN LAERE, G. / BOISAUBERT, B., 1996. Body Mass of Roe Deer Fawns during Winter in 2 Contrasting Populations. The Journal of Wildlife Management, 60, 1, s. 29–36.
- GAILLARD, J.M. / FESTA-BIANCHET, M. / DELORME, D. / JORGENSEN, J., 2000. Body mass and individual fitness in female ungulates: bigger is not always better. Proc. R. Soc. Lond. B 267, s. 471–477.
- HAFNER, M., 2004. Morfološki kazalci rasti in razvoja navadnega jelena (*Cervus elaphus* L.) v dveh različnih območjih v Sloveniji. Gozdarski vestnik, 62, 5-6, s. 243–259.
- HAFNER, M., 2007. Morfološki kazalci rasti in razvoja damjaka (*Dama dama* L.) v lovišču Brdo pri Kranju. Gozdarski vestnik. 65, 7-8, s. 310-320.
- HAFNER, M., ČERNE, B., 2010. Vplivi okoljskih dejavnikov na prostorsko razporeditev gamsa (*Rupicapra rupicapra* L.) v gozdnatem območju Jelovice z obrobjem. Gozdarski vestnik, 68, 3, s. 145–177.
- HERFINDAL, I. / SOLBERG, E.J / SAETHER, B.E. / HØGDA, K.A. / ANDERSEN, R., 2006a. Environmental phenology and geographical gradients in moose body mass. Oecologia, 150, 2, s. 213–224.
- HERFINDAL, I. / SAETHER, B.E. / SOLBERG, E.J. / ANDERSEN, R. / HØGDA, K.A. 2006b. Population characteristics predict responses in moose body mass to temporal variation in the environment. Journal of Animal Ecology, 75, s. 1110–1118.
- HEWISON, A.J.M. / ANGIBAUT, J.M. / BIDEAU, E. / VINCENT, J.P. / BOUTIN, J. / SEMPÉRÉ, A., 1996. Annual variation in body composition of roe deer (*Capreolus capreolus*) in moderate environmental conditions. Can. J. Zool. 74, 2, s. 245–253.
- HEWISON, A.J.M. / GAILLARD, J.M. / ANGIBAUT, J.M. / VAN LAERE, G. / VINCENT, J.P., 2002. The influence of density on post-weaning growth in roe deer *Capreolus capreolus* fawns. Journal of Zoology, 257, 3, s. 303–309.
- HEWISON, A.J.M. / MORELLET, N. / VERHEYDEN, H. / DAUFRESNE, T. / ANGIBAUT, J.M. / CARGNELUTTI, B. / MERLET, J. / PICOT, D. / RAMES, J.L. / JOACHIM, J. / LOURTET, B. / SERRANO, E. / BIDEAU, E. / CEBE, N., 2009. Landscape fragmentation influences winter body mass of roe deer. Ecography, 32, 6, s. 1062–1070.
- HOFMANN, R.R. / STEWART, D.R.M., 1972. Grazers and browsers: a classification based on the stomach structure and feeding habits of East African ruminants. Mammalia, 36, s. 226–240.
- HOFMANN, R.R., 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. Oecologia, 78, s. 443–457.
- JERINA, K., 2006. Prostorska razporeditev, območja aktivnosti in telesna masa jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) glede na okoljske dejavnike. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 172 s.
- JERINA, K., 2007. The effects of habitat structure on red deer (*Cervus elaphus*) body mass. Zbornik gozdarstva in lesarstva 82, s. 3–13.
- KJELLANDER, P. / GAILLARD, J.M. / HEWISON, A.J.M., 2006. Density-dependent responses of fawn cohort body mass in two contrasting roe deer populations. Oecologia, 146, s. 521–530.
- LANGVATN, R. / ALBON, S.D. / BURKEY, T. / CLUTTON-BROCK, T.H., 1996. Climate, plant phenology and variation in age at first reproduction in

- a temperate herbivore. *J. Anim. Ecol.*, 65, s. 653–670.
- LeBLANC, M. / FESTA-BIANCHET, M. / JORGENSON, J.T., 2001. Sexual size dimorphism in bighorn sheep (*Ovis canadensis*): effects of population density. *Can. J. Zool.*, 79, 9, s. 1661–1670.
- LOISON, A. / LANGVATN, R. / SOLBERG, E.J., 1999. Body Mass and Winter Mortality in Red Deer Calves: Disentangling Sex and Climate Effects. *Ecography*, 22, 1, s. 20–30.
- MAILLARD, D. / BOISAUBERT, B. / GAILLARD, J.M., 1989. La masse corporelle: un bioindicateur possible pour le suivi des populations de chevreuils. *Gibier Faune Sauvage*, 6, s. 57–68.
- MARTÍNEZ, M. / RODRÍQUEZ, V. / JONES, O.R. / COULSON, T. / SAN MIGUEL, A., 2005. Different hunting strategies select for different weights in red deer. *Biol. Lett.*, 1, s. 353–356.
- MYSTERUD, A. / STENSETH, N.C. / YOCCOZ, N.G. / LANGVATN, R. / STEINHEIM, G., 2001. Nonlinear effects of large-scale climatic variability on wild and domestic herbivores. *Nature*, 410, s. 1096–1099.
- MYSTERUD, A. / YOCCOZ, N.G. / STENSETH, N.C. / LANGVATN, R., 2001. Effects of age, sex and density on body weight of Norwegian red deer: evidence of density-dependent senescence. *Proc. R. Soc. Lond.*, B 268, s. 911–919.
- MYSTERUD, A. / LANGVATN, R. / YOCCOZ, N.G. / STENSETH, N.C., 2001. Plant phenology, migration and geographical variation in body weight of a large herbivore: the effect of a variable topography. *Journal of Animal Ecology*, 70, s. 915–923.
- MYSTERUD, A. / ØSTBYE, E., 2006. Effect of climate and density on individual and population growth of roe deer *Capreolus capreolus* at northern latitudes: the Lier valley, Norway. *Wildlife Biology*, 12, 3, s. 321–329.
- NILSEN, E.B. / LINNELL, J.D.C. / ANDERSEN, R., 2004. Individual access to preferred habitat affects fitness components in female roe deer (*Capreolus capreolus*). *Journal of Animal Ecology*, 73, 1, s. 44–50.
- PELLICCIONI, E.R. / SCREMIN, M. / TOSO, S., 2004. Early body development of roe deer *Capreolus capreolus* in a sub-Mediterranean ecosystem. *Wildl. Biol.*, 10, 2, s. 107–113.
- PETTORELLI, N. / GAILLARD, J.M. / DUNCAN, P. / OUELLET, J.P. / VAN LAERE, G., 2001. Population density and small-scale variation in habitat quality affect phenotypic quality in roe deer. *Oecologia*, 128, 3, s. 400–405.
- PETTORELLI, N. / GAILLARD, J.M. / VAN LAERE, G. / DUNCAN, P. / KJELLANDER, P. / LIBERG, O. / DELORME, D. / MAILLARD, D., 2002. Variations in adult body mass in roe deer: the effects of population density at birth and of habitat quality. *Proc. R. Soc. Lond.*, B 269, s. 747–753.
- PETTORELLI, N. / DRAY, S. / GAILLARD, J.M. / CHESSEL, D. / DUNCAN, P. / ILLIUS, A. / GUILLON, N. / KLEIN, F. / VAN LAERE, G., 2003. Spatial variation in springtime food resources influences the winter body mass of roe deer fawns. *Oecologia*, 137, s. 363–369.
- POST, E. / STENSETH, N.C., 1999. Climatic Variability, Plant Phenology, and Northern Ungulates. *Ecology*, 80, 4, s. 1322–1339.
- RUCKSTUHL, K.E. / NEUHAUS, P., 2002. Sexual segregation in ungulates: a comparative test of three hypotheses. *Biol. Rev.*, 77, s. 77–96.
- STEINHEIM, G. / WELADJI, R.B. / SKOGAN, T. / ÅDNØJ, T. / SKJELVÅG, A.O. / HOLAND, Ø., 2004. Climatic variability and effects on ungulate body weight: the case of domestic sheep. *Ann. Zool. Fennici*, 41, s. 525–538.
- STERGAR, M. / JERINA, K. / JELENKO, I. / POKORNY, B., 2010. Vplivi okoljskih dejavnikov in individualnih značilnosti na telesno maso divjih prašičev v Sloveniji. Povzetki. 2. slovensko-hrvaški posvet z mednarodno udeležbo o upravljanju z divjadjo – divji prašič. Velenje 17. in 18. september 2010. ERICO, d.o.o.
- TOÍGO, C. / GAILLARD, J.M. / VAN LAERE, G. / HEWISON, M. / MORELLET, N., 2006. How does environmental variation influence body mass, body size, and body condition? Roe deer as a case study. *Ecography*, 29, 3, s. 301–308.
- VANPÉ, C. / GAILLARD, J.M. / KJELLANDER, P. / LIBERG, O. / DELORME, D. / HEWISON, A.J.M., 2010. Assessing the intensity of sexual selection on male body mass and antler length in roe deer *Capreolus capreolus*: is bigger better in a weakly dimorphic species? *Oikos*, 119, 9, s. 1484–1492.
- VINCENT, J.P. / BIDEAU, E. / HEWISON, A.J.M. / ANGIBAUT, J.M., 1995. The influence of increasing density on body weight, kid production, home range and winter grouping in roe deer (*Capreolus capreolus*). *J. Zool. Lond.*, 236, s. 371–382.
- WAUTERS, L.A. / DE CROMBRUGGHE, S.A. / NOUR, N. / MATTHYSEN, E., 1995. Do Female Roe Deer in Good Condition Produce More Sons than Daughters. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 37, 3, s. 189–193.
- WHITE, G.C. / GALLOTT, R.A. / BARTMANN, R.M. / CARPENTER, L.H. / ALLDREDGE, A.W., 1987. Survival of mule deer in northwest Colorado. *J. Wildl. Manag.*, 51, s. 852–859.