

Utjecaj anomalija u temperaturi zraka i količini oborina na trofejne vrijednosti rogova europskog muflona (*Ovis gmelini musimon*)

Kovačević, Mateja

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:013339>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-10**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ŠUMARSKI ODSJEK
SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ
URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

MATEJA KOVAČEVIĆ

UTJECAJ ANOMALIJA U TEMPERATURI ZRAKA I KOLIČINI OBORINA
NA TROFEJNE VRIJEDNOSTI ROGOVA EUROPSKOG MUFLONA (*Ovis*
***gmelini musimon*)**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2019.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
ŠUMARSKI ODSJEK

UTJECAJ ANOMALIJA U TEMPERATURI ZRAKA I KOLIČINI OBORINA
NA TROFEJNE VRIJEDNOSTI ROGOVA EUROPSKOG MUFLONA (*Ovis
gmelini musimon*)

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša

Predmet: Gospodarenje životinjskim vrstama

Ispitno povjerenstvo:

1. Prof. dr. sc. Krešimir Krapinec
2. Doc. dr. sc. Kristijan Tomljanović
3. Izv. prof. dr. sc. Damir Ugarković
4. Doc. dr. sc. Marko Vucelja

Student: Mateja Kovačević

JMBAG: 0068220150

Broj indeksa: 859/17.

Datum odobrenja teme: 25. travnja 2019.

Datum predaje rada: 10. srpnja 2019.

Datum obrane rada: 12. srpnja 2019.

Zagreb, 2019.

Dokumentacijska kartica

Naslov	Utjecaj anomalija u temperaturi zraka i količini oborina na trofejne vrijednosti rogova europskog muflona (<i>Ovis gmelini musimon</i>)
Title	<i>The influence of anomalies of air temperature and precipitation on european mouflon (Ovis gmelini musimon) horns trophy values</i>
Autor	Mateja Kovačević
Adresa autora	Tuk 101, 43212 Rovišće, Bjelovar
Mjesto izrade	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Prof. dr. sc. Krešimir Krapinec
Izradu rada pomogao	-
Godina objave	2019.
Obujam	Broj stranica 50, tablica 8, slika 19 i 112 navoda literature
Ključne riječi	Duljina tuljca, kohorta, percentili, kompenzacijski rast
Key words	<i>Horn length, cohort, percentiles, compensatory growth</i>
Sažetak	<p>U radu je analiziran utjecaj dobi, godina proteklih od kolonizacije i klimatskih čimbenika na dinamiku rasta tuljaca europskog muflona sa četiri lokaliteta (dva sredozemna – Rab i Senj te dva kontinentalna – Moslavina i Psunj) u Hrvatskoj.</p> <p>Bez obzira na lokalitet dominantan čimbenik rasta tuljaca je dob jedinke. U pojedinim slučajevima osim dobi jedinke na razvoj rogova ključnu ulogu ima i vremensko razdoblje proteklo od godine napučivanja do godine janjenja određene kohorte. Iako su u istraživanje uključena četiri različita tipa staništa (s gledišta razdoblja proteklog od osnivanja kolonije, klime i stanišne strukture), na svakome je lokalitetu različiti broj klimatskih čimbenika koji, uz dob grla, detaljnije definiraju dinamiku rasta tuljaca. Njihov broj se kreće od 7 (Moslavina) do 22 (Psunj). Broj varijabli u modelima kojima je moguće procijeniti varijabilnost u rastu tuljaca se kreće od 1 do 7. Pri tome je visina procjene varijabilnosti od lokaliteta do lokaliteta različita.</p> <p>Najviše je varijabilnosti moguće procijeniti na lokalitetu Psunj (do 77 %). Budući da je ta kolonija muflona i najstarija u ovome istraživanju, za procjenu varijabilnosti duljine tuljca čak nisu potrebni niti klimatski pokazatelji nego samo dob jedinke i broj godina protekao od unašanja (1961.) do janjenja određene kohorte. Najmanje varijabilnosti u duljini tuljaca je moguće procijeniti na lokalitetu Senj (56 %). Iako se kao pretkazivači u svakom od modela javljaju dob i godine od unašanja, za bolju procjenu varijabilnosti duljine tuljaca, na lokalitetu Senj, nužno je upotrijebiti i klimatske indekse.</p> <p>Uspoređujući tip i broj klimatskih čimbenika koji, razumljivo je, zajedno s dobi i razdobljem od kolonizacije utječu na duljinu tuljaca može se uočiti kako svaki od lokaliteta ima sebi svojstven signifikantan „set“ ključnih klimatskih čimbenika za razvoj tuljaca. Na dva lokaliteta to su zimske temperature zraka (Rab i Psunj), te proljetne temperature zraka (Senj i Moslavina).</p> <p>Na svim je lokalitetima pronađena razlika u duljini tuljaca među pojedinim kohortama. Generalno, prvih nekoliko godina nakon ispuštanja između kohorti nije moguće pronaći razliku, a kasnije su razlike uočljive, ali ne svake godine.</p>

PREDGOVOR

Zahvaljujem mentoru, prof. dr. sc. Krešimiru Krapincu s kojim mi je bila iznimna čast raditi ovaj diplomski rad. Hvala Vam na posvećenom mi vremenu, znanju, ali i strpljenju.

Od srca hvala mojoj obitelji, posebno mami i tati koji su vjerovali u mene i moj uspjeh. Hvala za razumijevanje i potporu tijekom studiranja.

I na kraju, veliko hvala mojoj kolegici Ani Pavičić na podršci u najtežim ali i u onim najljepšim trenucima. Hvala ti što si mi uvelike olakšala i uljepšala ove studentske dane.

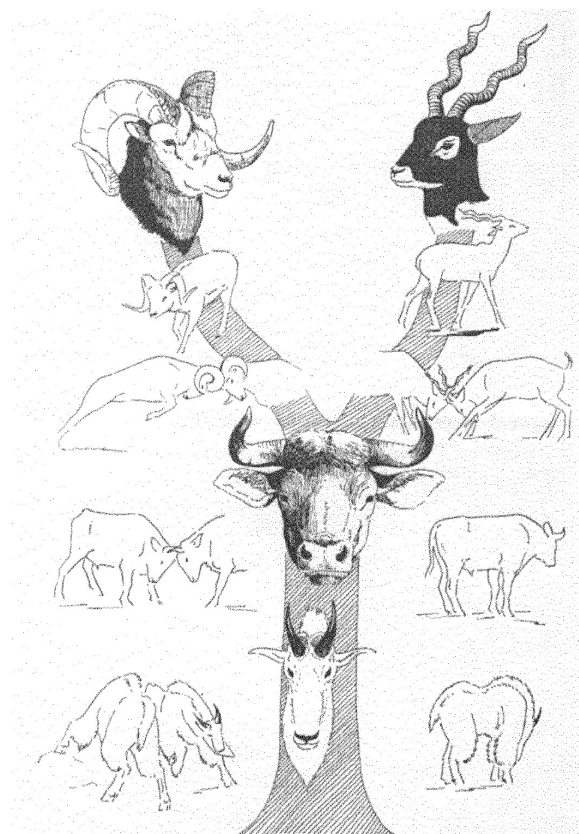
Hvala vam svima!

SADRŽAJ

1. UVOD.....	2
2. CILJ RADA	7
3. MATERIJALI I METODE	9
3.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA I IZVORI PODATAKA O DULJINAMA TULJACA.....	9
3.2. IZVORI KLIMATSKIH PODATAKA I STATISTIČKE ANALIZE	13
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	16
4.1. UTJECAJ OKOLIŠNIH ČIMBENIKA NA DULJINU TULJACA	16
4.2. REZULTATI ISPITIVANJA RAZLIKA U DULJINI TULJACA MEĐU KOHORTAMA.....	24
5. RASPRAVA	31
6. ZAKLJUČCI.....	40
7. LITERATURA	42

1. UVOD

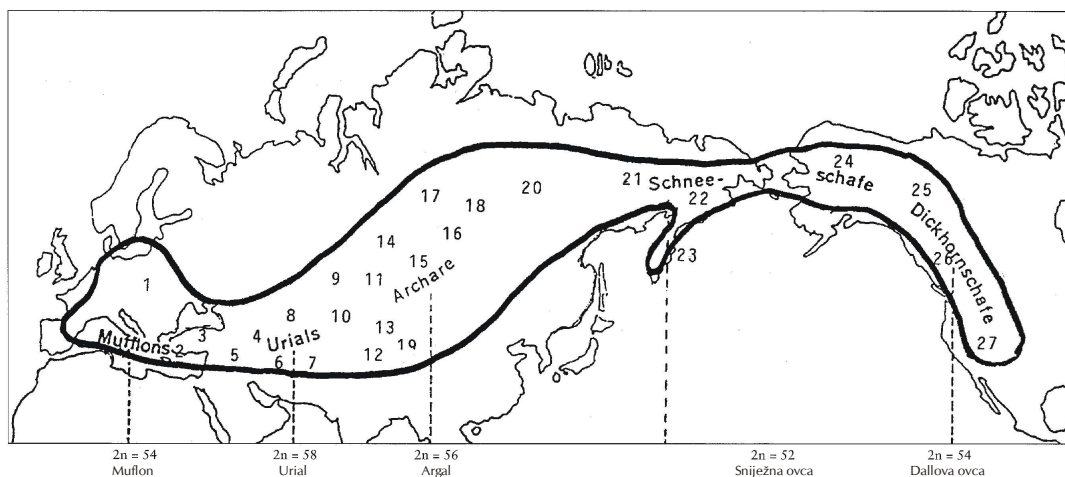
Iako postoji nekoliko teorija koje objašnjavaju nastanak i razvoj rogova i rogovlja, do sada nema jedinstvene, odnosno općenito prihvaćene. No, dosadašnja istraživanja su pokazala kako je oblik rogova u svezi s načinom borbe među mužjacima (*Slika 1.*).



Slika 1. Način borbe mužjaka s obzirom na oblik rogova. Izvor: Geist, 1966., 203 p.

Mužjaci koji imaju kratke šiljke, a od ostalih pripadnika porodice se goveda razlikuju nešto nježnijom lubanjom (npr. snježna koza - *Oreamnos* spp., maxwellow duiker - *Cephalopus maxwellii*, dik-dik - *Madoqua* spp., plavo govedo - *Boselaphus tragocamelus* itd.), nastoje nasloniti glavu na bok protivnika i ubosti ga sa strane. One vrste koje imaju rogove zavinate prema van uglavnom se bore guranjem, što predstavlja pasivan način borbe. Lubanje su im izuzetno jake. Protivnici se međusobno dodirnu rogovima i jedan drugoga guraju (bizoni - *Bison* spp., moškatno govedo - *Ovibos moscatus*). Stoga im takav tip rogova služi oslanjanju o protivnika. Iz guranja, koje predstavlja još uvijek primitivan način borbe, razvili su se složeniji

oblici sukoba. Prvi takav oblik je hrvanje, a razvijen je kod vrsta koje imaju duge i ravne rogove ili duge rogove zavinute prema natrag (eland - *Taurotragus oryx*, gazele – *Gazella* spp., oriksi – *Oryx* spp.). Suparnici prekriže rogove i jedan drugoga guraju u svim smjerovima. Posljednji oblik borbe je udaranje zaletavanjem. Ovakav način sukoba najučestaliji je kod vrsta koje imaju zavinute rogove (divokoze – *Rupicapra* spp, ovce – *Ovis* spp., barali ili plave ovce – *Pseudois* spp.). Jedinke se jedna u drugu zaletavaju glavom u glavu, ili se dižu na stražnje noge i udaraju u glavu protivnika.



Europa	8 arkal - transkaspjski urial	16 darwini - gobski argal	Aljaska
1 musimon - europski muflon	9 severtzovi - nura-tau divlja ovca	17 ammon - altajska divlja ovca	24 dalli - dallova ovca
Zapadna Azija	10 cycloceros - afganistanski urial	18 jubata - jabari divlja ovca	Kanada
2 ophion - ciparski muflon	11 vignei - ladaški urial	19 hodgsoni - tibetski argal	25 nelsoni - kamena ovca
3 gmelini - armenska divlja ovca	12 punjabiensis - pandžabski urial	Istočna Azija	26 canadensis - debeloroga divlja ovca
4 gmelini-arkal - elbruška divlja ovca	Srednja Azija	20 alleni - očotska ovca	
5 isphahanica - isfahanski muflon	13 polii - pamijska ili Marco Polo divlja ovca	21 lydekkeri - jakutska ovca	Sjeverna Amerika
6 laristanica - laritanski muflon	14 nigrimontana - Kara Tau divlja ovca	22 borealis - noritska debeloroga ovca	27 nelsoni - nelsonova divlja ovca
7 blanfordi - belučistanski urial	15 karelini - Tien Shan argal	23 nivicola - kamčatska divlja ovca	

Slika 2. Rasprostranjenosti slobodno živućih pripadnika roda *Ovis* u sjevernoj hemisferi. Prerađeno iz:

Tomiczek i Türcke, 2003., 10 p.

Upravo iz tog razloga ova potonja skupina bovida je razvila izrazito velike rogove u odnosu na veličinu tijela. U lovačkom žargonu ovakav tip rogova se nazivaju „tuljci“, a čine ovu skupinu šupljorožaca (odnosno preživača općenito) jednom od najatraktivnijih vrsta trofejne divljači širom svijeta. Definiranje vrsta unutar roda ovaca dosta je sporno (Piegiert i Uloth, 2000.; Tomiczek i Türcke, 2003.; Geist, 1990.; Ludwig i Bencke, 2003.), međutim, jedno je zajedničko – ovce su izvorno stanovnici holarktičkog dijela Zemlje. Dosadašnja istraživanja genetike roda *Ovis* pokazala su da se s obzirom na genotip, odnosno diploidni broj kromosoma mogu razlučiti četiri skupine (Slika 2.), koje sveukupno broje 27 vrsta, a zauzimaju prostor od zapadnog dijela Europe pa do zapadnog dijela Sjeverne Amerike, idući

prema istoku (Tomiczek i Türcke, 2003.). Vrste su različitih veličina i od spomenutog pravca Europa – srednji i daleki istok – Sjeverna Amerika raste im i masa tijela. Ona se kreće od svega 50-tak kilograma (europski muflon – *Ovis gmelini musimon*), do preko 90 kilograma (argal – *Ovis ammon*, središnja Azija ili debeloroga divlja ovca – *Ovis canadensis*, Sjeverna Amerika).

Iako veličinom tijela najmanji, ali ništa manje atraktivan europski muflon predstavlja vrstu divlje ovce naširoko introducirane diljem svijeta. Glede autohtonosti ove divljači čak u sredozemnom dijelu Europe shvaćanja su prilično sporna. Prema nekim autorima (Blondel i Aronson, 1999.; Cougnasse, 2001.) na Korziku je ova vrsta unesena još u neolitik. Međutim, isto tako naglašavaju kako muflon zapravo i nije divlja životinja nego se radi o potomcima domaće ovce (domesticirane još 8 500 godina prije nove ere na Bliskom istoku) koja je u dalekoj prošlosti pobjegla od čovjeka i u fazi podivljavanja se vratila na prvobitni fenotip. Danas na Korzici živi oko 200 grla muflona na dva različita dijela otoka i pod strogom je zaštitom, dok je na francuskom kopnu divljač i smatra se alohtonom vrstom.

Ispočetka su mufloni, artificijelno šireni izvan njihove izvorne postojbine – Korzike i Sardinije, imali namjenu obogatiti i ukrašavati parkove oko dvoraca. Prema pisanim podacima muflona, u park oko dvorca Belvedere kod Beča, naselio princ Eugen Savojski od 1730. godine. Divljač je bila s Korzike. Eugen Savojski nije bio lovac, ali je za njega, vjerojatno kao i za većinu lovaca, muflon, zbog svojih izraženih rogova, boje dlake i figure općenito, bio vrlo atraktivan. Vjerojatno je to i spasilo muflona od izumiranja jer je ubrzo iz Belvederea preseljen diljem Europe, a danas je rasprostranjen u njenom većem dijelu, s time da je najveća koncentracija u srednjoj Europi. Već 1752. je nekoliko grla dopremljeno u tadašnje carsko lovište Lainz (isto kod Beča). Godine 1840. u zvjerinjaku u Lainz uvezeno je i ispušteno još 19 grla iz Sardinije i Korzike (Tschiderer, 1974.).

Prvo naseljavanje europskog muflona u otvoreno lovište bilo je u Nitri (Slovačka, odnosno uzduž rijeke Nitre) i ta je populacija odigrala ključnu ulogu u naseljavanju muflona u Njemačku (Tschiderer, 1974.). Danas ga u Slovačkoj ima najviše u jugozapadnom dijelu, brojno stanje mu je još uvijek u porastu, a po kvaliteti trofeja slovački su mufloni odmah iza Čeških (Hell i sur., 2003.).

Počeci naseljavanja muflona na područje Republike Hrvatske, odnosno gospodarenja s ovom vrstom divljači sežu upravo jedno stoljeće unazad. Naime, 1900. godine najprije na svoj posjed u Novom Marofu muflone ispušta grof Erdödi, a odmah ga u tome slijede i njegovi prijatelji Odesskalcki u Iloku te Meilat u Donjem Miholjcu (Turk, 1949.). Iz samog unašanja vidljivo je kako hrvatsko plemstvo gotovo u stopu slijedi brojne slične aktivnosti diljem Europe. U svome izvješću o odstreljenoj divljači u Hrvatskoj, tijekom lovne godine 1907., Šmidinger (1908.) navodi kako je te godine (1907.) u Hrvatskoj odstrijeljen muflon i to u bivšoj Županiji Varaždinskoj. Budući da nema podataka o odstrelu te vrste u nas prije te godine to bi se moglo reći kako je te godine odstreljen prvi muflon na Hrvatskom prostoru. Godine 1908. (Frković, 1988.) ispušteni su prvi mufloni i na sredozemni dio Hrvatske, odnosno na otok Veliki Brijun. Malo je pisanih podataka o muflonima koji su se nalazili na posjedima grofova ali je činjenica da ih nakon prvog svjetskog rata na većini spomenutih lokaliteta više nije bilo, ostala je samo malobrojna populacija na Brijunima.

Između prvog i drugog svjetskog rata bilo je nekoliko pokušaja naseljavanja muflona u neka kontinentalna područja (Ilok - Fruška gora 1927. godine iz Italije) ali svi ti pokušaji završili su neuspjehom, posebno zbog posljedica drugog svjetskog rata (Sabljčić, 1989.), no nakon drugog svjetskog rata počelo je intenzivno naseljavanje ove divljači diljem Hrvatske, čija bi kronologija prema Grubešić i Krapinec (2000.) bila slijedeća:

1960. – Cres (Tramontana)	1977. – Rijeka (Grobnik)
1961. – Psunj	1978. – Ploče (Striževo)
1965. – Cres (Punta Križa)	1980. – Senj (Žrnovnica)
1969. – Petrova gora	1980. – Kunjevci
1970. – Orebić (Sveti Ilija)	1986. – Kamešnica
1970. – Biokovo	1996. – Gorski kotar (Snježnik)
1975. – Dugi otok	1997. – Šibenik (Oštrica)
1975. – Delnice (Kupjački vrh)	1998. – Rab (Kalifront)
1976. – Garjevica (prvi je puta tamo naseljen 1933.)	

U kontinentalni dio Hrvatske unosilo se muflona gotovo isključivo u ograđeni prostor – gatere, dok je na sredozemnom dijelu bio ispuštan u slobodnu prirodu. Uglavnom su populacije muflona bile odvojene i izolirane tako da nije došlo do

njihova spajanja. Trend naseljavanja muflona bio je sve do kraja 80- ih godina. Glavni izvor žive divljači bili su Brijuni. Tijekom ratnih događanja i okupacije dijela Hrvatske u razdoblju 1991. – 1995. stradale su brojne populacije iz kojih su mufloni potpuno nestali (Petrova Gora, Ilok) ili je izostankom uzgojnih mjera znatno smanjeno brojno stanje muflona u pojedinim lovištima.

Zadnja akcija naseljavanja ove divljač u nas bila je 2001. godine na Mosoru. Tada je uneseno 85 grla ove divljači (Žaja, 2002.) porijeklom iz Slovačke (Košice),

U sredozemnom području Hrvatske muflon predstavlja jednu od glavnih vrsta krupne dlakave divljači. Jednostavni uzgoj, skromni zahtjevi za staništem i vrlo atraktivna trofeja svrstavaju muflona među najpodobnije vrste za lovno gospodarenje u prvome redu u sredozemnom dijelu Hrvatske.

2. CILJ RADA

Iako većina vrsta divljih ovaca nije ugrožena (<https://www.iucnredlist.org/species>), respektirajući atraktivnost trofeja, u pojedinim sustavima lovstva (uglavnom patentnom) u izvan-lovačkim krugovima sjeverno američke-skandinavske koncepcije gospodarenja divljim životinjama, istraživanja značajki tuljaca ovaca bila su usmjerena k analizi učinka lova na dinamiku populacije ovaca. Pri tome je ustanovljen negativan učinak lova na kondiciju populacije sjeverno američkih vrsta divljih ovaca (Hengeveld i Festa-Bianchet, 2011.; Coltman i sur., 2003.; Jorgenson i sur., 1993.), ali i na europskom muflonu (Garel i sur., 2007.).

Unutar europskog lovačkog okvira, a respektirajući srednje europski pristup lovstvu, znanstveni radovi mogu se razvrstati na 4 tematska područja, koja ne pokazuju kronološki slijed:

1. izučavanje zakonitosti rasta tuljaca (Hromas, 2003., 2002., 1979a, 1979b; Lincoln, 1998.; Schuh i sur., 1989.; Koubek i Hrabě 1987.; Hoefs 1982.)
2. definiranje kriterija uzgojnog odstrela, odnosno poboljšanje trofejne strukture ovnova (Husák, 1986.; Missbach 1990.; Ludwig i Peukert, 1992.)
3. usporedba trofejnih vrijednosti i parametara ocjene trofeja stečenih u različitim lokalitetima ili unutar istih lokaliteta tijekom različitih vremenskih razdoblja (Krapinec i sur., 2006a, 2006b, 2014.; Garaj i Gašparik, 1997.; Sabadoš i Holý, 1992.; Markov i Petrov, 1990.; Klier i Tele, 1989.; Lochman, 1989.; Missbach i sur. 1989.; Peukert i sur., 1989.; Klier, 1986.; Missbach, 1968.)
4. korištenje trofejnih vrijednosti kao indikatora negativnog djelovanja stanišnih čimbenika (Schreiber 1980, Wagenknecht 1989).

U lovnoj operativi uvriježeno je mišljenje kako se muflon može uspješno uzgajati zajedno s ostalim vrstama krupnih dvopapkara, a moguće negativne posljedice konkurentnosti ili oštih klimatskih čimbenika mogu se kompenzirati dobrom genetskom konstitucijom ili intenzivnom prihranom. Dosadašnja istraživanja usporedbi trofejnih vrijednosti muflona iz Hrvatske pokazala su kako sredozemne populacije muflona u Hrvatskoj pokazuju brži rast duljine tuljaca do 6. ili 10. godine života (Krapinec i sur., 2014.), no postoji sumnja da su razlike u dinamici rasta izazvane tzv. „kompenzacijskim rastom“, odnosno pojavom u kojoj populacije u

lošijim stanišnim uvjetima, usprkos početnom sporijem rastu rogova tijekom života mogu taj manjak kompenzirati u poznijoj dobi. Budući da se radilo o populacijama iz sredozemnih i kontinentalnih staništa u ovome radu će se, između ostalog, razlika u kvaliteti trofeja pokušati definirati različitim klimatskim uvjetima, ali i varijabilnošću klimatskih uvjeta unutar svakog lokaliteta.

Stoga će se u ovome diplomskom radu ispitati slijedeće:

- ✓ Ispitati mogućnost korištenja ukupne duljine tuljca kao populacijskog indeksa;
- ✓ Istražiti utjecaj odstupanja u temperaturi zraka i oborina na kvalitetu populacije europskog muflona u sredozemnom i kontinentalnom području Hrvatske i
- ✓ Ispitati postojanje učinka kohorte sredozemnim i kontinentalnim klimatskim područjima.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA I IZVORI PODATAKA O DULJINAMA

TULJACA

Istraživanje je obuhvatilo analizu duljinu tuljaca muflona s četiri lokaliteta u Hrvatskoj, od čega su dva iz sredozemnog područja (Senj i Rab), a dva iz kontinentalnog (Garjevica i Psunj). Pri tome je unutar svakog područja moguće lučiti lokalitet s visokom gustoćom krupne divljači i visokom količinom prihrane (Rab i Garjevica), odnosno niskom gustoćom krupne divljači i malom količinom prihrane (Senj i Psunj).

U tu svrhu načinjena je baza trofejnih parametara muflona s četiri lovišta u Hrvatskoj (*Slika 3.*). S obzirom na stanišne čimbenike dva se lovišta (državno lovište broj VIII/6 KALIFRONT – u daljnjem tekstu lokalitet Rab – i državno lovište broj IX/17 SV. JURAJ – u daljnjem tekstu lokalitet Senj) nalaze u sredozemnom području, dok dva (državno lovište broj VII/4 GARJEVICA – u daljnjem tekstu lokalitet Moslavina – i državno lovište broj XII/15 PSUNJ – u daljnjem tekstu lokalitet Psunj) spadaju u brdski kontinentalni tip lovišta, odnosno lovišta koja se protežu na različitim nadmorskim visinama. Sredozemni lokaliteti se protežu od razine mora pa do 350 m (lokalitet je relativno nisko), dok se kontinentalni lokaliteti protežu od preko 100 do čak 958 m nadmorske visine (*Tablica 1.*).

Prema Köppenovoj klasifikaciji klime (Seletković i Katušin, 1992.) svi lokaliteti spadaju u umjereno toplu kišnu klimu. Lokaliteti Rab i Senj pripadaju tipu klime Cfsax" (umjereno topla kišna klima s vrućim ljetima, a najsuši dio godine pada u ljetno godišnje doba). Lokalitet Moslavina pripada tipu klime Cfwbx" (umjereno topla kišna klima, bez suhog razdoblja, oborine su jednoliko razdijeljene na cijelu godinu, a najsuši dio godine pada u hladno godišnje doba). Lokalitet Psunj spada u tip klime Cfwb"x" (nema suhog razdoblja, oborine su jednako razdijeljene na cijelu godinu, najsuši dio godine pada u hladno godišnje doba). Kod ove potonje klime postoji sporedni oborinski maksimum toplog dijela godine koji je račvast, cijepa se na maksimum u proljeću (svibnju) i u kasnom ljetu (srpnju ili kolovožu), a između njih je suše razdoblje.

Tablica 1. Stanišne značajke istraživanih lokaliteta

Način korištenja zemljišta	Rab (0 – 95 m NV)		Senj ¹ (0 – 1 051 m NV)		Moslavina (103 – 488 m NV)		Psunj (237 – 985 m NV)	
	ploština (ha)	udio (%)	ploština (ha)	udio (%)	ploština (ha)	udio (%)	ploština (ha)	udio (%)
vode	0	0	25	0	92	0	20	0
tršćaci	0	0	0	0	0	0	0	0
obale	34	2	17	0	0	0	0	0
goleti	0	0	2 438	31	0	0	0	0
travnjaci	17	1	730	9	676	3	2	0
šikare	0	0	136	2	624	2	637	6
šume	1 525	95	4 376	56	20 461	80	9 818	92
oranice	0	0	0	0	2 319	9	24	0
voćnjaci	1	0	0	0	138	1	12	0
izgrađeno	32	2	99	1	1 221	5	117	1
UKUPNO	1 610	100	7 822	100	25 533	100	10 630	100

Izvor: <http://www.biportal.hr/gis/>

U sva četiri lovišta dominiraju šume (Tablica 1.) ili čak šikare (Senj). Ploština je otvorenih staništa (travnjaci, oranice i goleti) na lokalitetu Rab, Garjevica i Psunj mala, dok na lokalitetu Senj takve površine čine gotovo polovinu lovišta. Pri tome na lokalitetu Senj ima preko 300 ha goleti (4 % ploštine lovišta). Međutim, između područja postoji velika razlika u tipovima šuma (Vukelić i sur., 2008.), čak i unutar samih lokaliteta. U sredozemnom području na lokalitetu Rab šumske površine čine panjače i makije hrasta crnike (*Quercus ilex*), dok na lokalitetu Senj dominiraju različiti degradacijski oblici šuma hrasta medunca (*Quercus pubescens*). Iz ovog proizlazi da Rab predstavlja topliju, a Senj hladniju inačicu sredozemne klime. Na lokalitetu Garjevica i Psunj dominiraju sastojine bukve (*Fagus sylvatica*), no na lokalitetu Psunj mufloni se uglavnom zadržavaju u sastojinama koje obrašćuju sastojine hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*).

Osim muflonom na lokalitetu Rab gospodari se i jelenom aksisom (*Axis axis*), dok na lokalitetu Senj u lovištu stalno ili povremeno obitavaju: srna obična (*Capreolus capreolus*), jelen obični (*Cervus elaphus*), jelen lopatar (*Dama dama*), divokoza (*Rupicapra rupicapra*), divlja svinja (*Sus scrofa*), (Krapinec 2011.). Na

¹ Na ovome lokalitetu mufloni najčešće ne prelaze nadmorsku visinu od 350 m, koja je na terenu lako uočljiva (Jadranska magistrala).

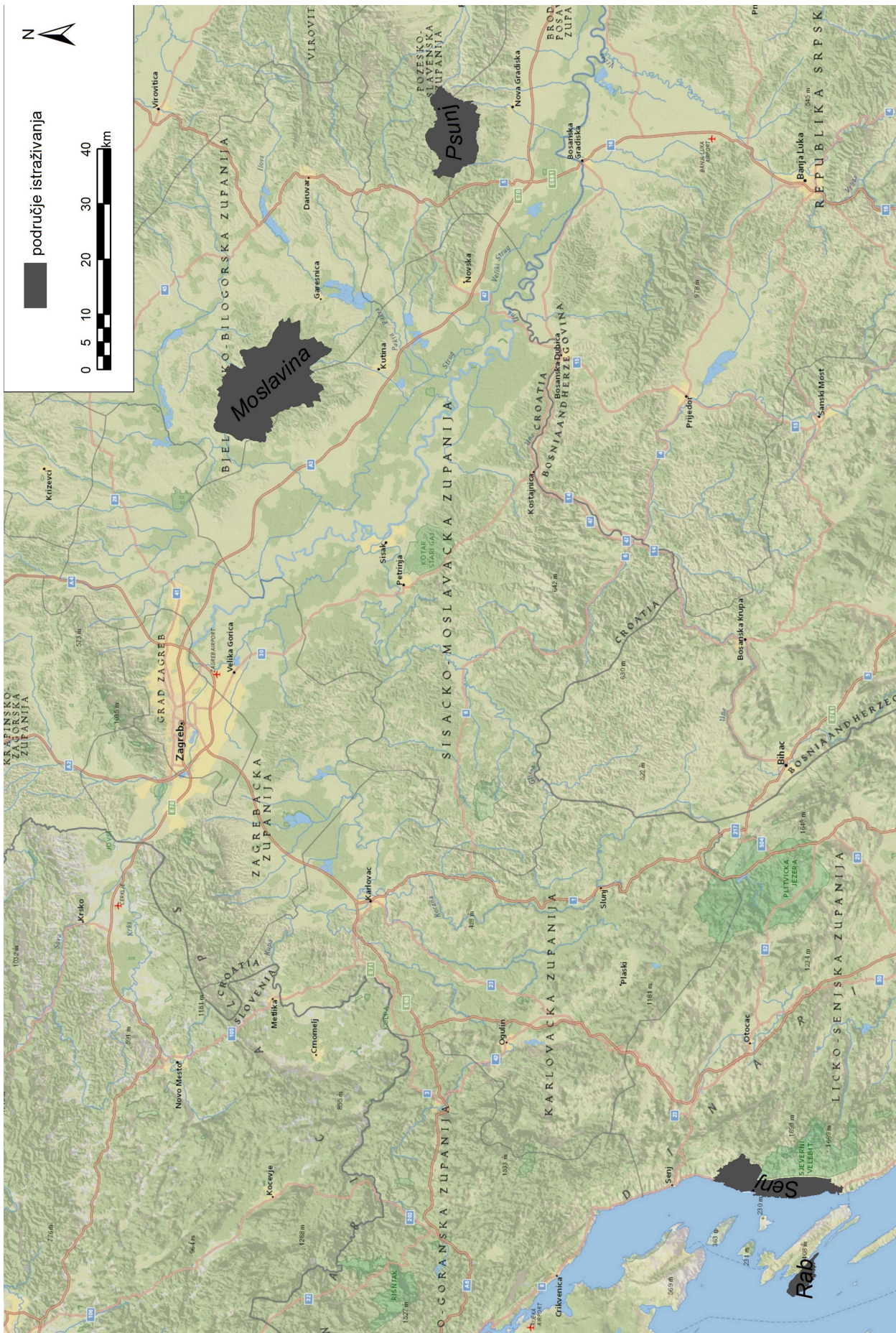
Kalifrontu nema krupnih predatora, no na lokalitetu Senj od krupnih predatora žive smeđi medvjed (*Ursus arctos*), sivi vuk (*Canis lupus*) i euroazijski ris (*Lynx lynx*), ali i čagalj (*Canis aureus*). Ovog potonjeg predatora ne treba podcjenjivati jer iako je manji, zbog tendencije udruživanja u čopore, može vršiti predaciju janjadi.

Na kontinentalnim lokalitetima osim muflonom u lovištu se gospodari i srnom običnom, jelenom običnim, jelenom lopatarom i divljom svinjom (Jumić, 1998.; Matošević, 2007.).

Tablica 2. Broj sakupljenih trofejnih listova muflona i vremensko razdoblje sakupljenih uzoraka prema lokalitetu

LOKALITET	VELIČINA UZORKA	Razdoblje stjecanja trofeja	Raspon godina janjenja (kohorti)
Rab	113	2002. – 2010. (9)	1995. – 2007. (13)
Senj	515	1985. – 2010. (26)	1979. – 2008. (30)
Moslavina	401	1991. – 2010. (20)	1986. – 2006. (21)
Psunj	45	2004. – 2010. (7)	1995. – 2006. (12)
Ukupno	1 074		

Ovisno od lokaliteta do lokaliteta vremensko razdoblje stjecanja trofeja bilo je različito (*Tablica 2.*), no završava s godinom 2010. Najdulje razdoblje stjecanja trofeja je na lokalitetu Senj (26 godina), a najkraće na lokalitetu Psunj (6 lovnih godina). Za razliku od razdoblja stjecanja trofeja, razdoblje protezanja kohorti je još dulje i kreće se od 12 godina (Psunj) do čak 30 godina (Senj).



Slika 3. Područje istraživanja

3.2. IZVORI KLIMATSKIH PODATAKA I STATISTIČKE ANALIZE

Podaci o percentilnim odstupanjima uzeti su iz publikacije Državnog hidrometeorološkog zavoda „Prikazi“, koja predstavlja godišnje izvješće praćenja i ocjene klime (Katušin, 1998.; 1999.; 2000.; 2001.; 2002.; 2003.; 2004.; 2005.; 2006.; 2007.; 2008.). Postupak ocjene je uobičajen, upotrebom modificirane Conrad-Chapmanove metode koja daje na temelju **odstupanja od normalnog tridesetgodišnjeg niza od 1961. do 1990. godine.**

Percentili predstavljaju procjenu vjerojatnosti (izraženu u %) da odgovarajuća vrijednost anomalije u promatranom razdoblju nije bila nadmašena. Na primjer, percentil 98 ukazuje da u 98 % slučajeva prethodnih godina odgovarajuća vrijednost nije prekoračena, tj. da se u stogodišnjem razdoblju mogu očekivati samo dvije godine u kojima će opažena vrijednost biti viša od razmatrane. Pomoću percentila (P) može se procijeniti povratni period T (u godinama) iz relacije:

$$T = 100/P \text{ ako je } P < 50$$

$$T = 100/100 - P \text{ ako je } P > 50$$

Na primjer, ako je P=2 %, a T = 50 godina znači za percentil 2% vjerojatnost je da će se ta temperatura javiti dva puta u 100 godina ili jedanput u 50 godina.

Na temelju napravljene ocjene izrađuju se karte klimatskih anomalija (odstupanja od srednjih normalnih tridesetgodišnjih vrijednosti) za Hrvatsku i iscrtavaju područja ocjene klimatskih elemenata prema razredima. Te su ocjene jedini način koji na temelju podataka daje točan smještaj pojedinog razdoblja u odnosu na dugogodišnje prosječne vrijednosti. Potrebne su zbog toga jer se neki put donose zaključci o određenim razdobljima prema nekim sporednim utjecajima i subjektivnim mjerilima.

Na kartama anomalija uz svaku postaju napisana su dva broja. Gornji broj označava odstupanje od višegodišnjeg srednjaka za temperaturu u °C i % za oborinu, a donji broj percentile prema kojima se postaja svrstava u odgovarajući razred.

Gornji broj omogućuje da unutar svake klase detaljnije uočimo odstupanje od srednjaka, jer npr. unutar klase normalno, koja obuhvaća 50 percentila, mogu postojati područja s višom ili nižom temperaturom ili količinom oborina, u odnosu na dugogodišnji prosjek. Takve detaljne analize mogu se napraviti za sve spomenute klase klasifikacije. Pošto klasa normalno obuhvaća 50% podataka, radi detaljnije

ocjene za tu je klasu uvijek spomenuto je li vrijednost iznad prosjeka ili ispod prosjeka.

Prema zaključku s XIII. sjednice Komisije za klimatologiju Svjetske meteorološke organizacije (studeni 2001.), normalni je niz 1961.—1990. u upotrebi za opće usporedbe, i to do završetka sljedećeg normalnog niza 1991.—2020., znači do 2021. godine. Percentili se razvrstavaju na sljedeće kategorije:

Za temperature percentili:

- ✓ ekstremno hladno < 2
- ✓ vrlo hladno 2 - 9
- ✓ hladno 9 - 25
- ✓ normalno 25 - 75
- ✓ toplo 75 - 91
- ✓ vrlo toplo 91 - 98
- ✓ ekstremno toplo > 98

Za padaline percentili:

- ✓ ekstremno sušno < 2
- ✓ vrlo sušno 2 - 9
- ✓ sušno 9 - 25
- ✓ normalno 25 - 75
- ✓ kišno 75 - 91
- ✓ vrlo kišno 91 - 98
- ✓ ekstremno kišno > 98

Već je napomenuto kako se u spomenutim biltenima nalaze karte percentila. Te su karte prekopirane iz biltena te u programu ArcGIS 9.2 geokodirane kako bi mogle poslužiti kao podloga. Na tu su podlogu za određeno razdoblje i godinu preklapani poligoni istraživanih lovišta i svakom lovištu u određenoj godini pridruživana percentilna vrijednost za temperaturu i padaline.

Podaci o percentilima prije 1997. godine su prema navedenoj metodologiji izračunati iz baze klimatskih podataka <http://climexp.knmi.nl/getstations.cgi>, iz koje su izračunati podaci o temperaturama zraka i oborinama za središta koordinata istraživanih lokaliteta.

Pri izboru modela duljina tuljca je korištena kao zavisna varijabla, dok su kao nezavisne varijable (pretkazivači) korišteni:

- ✓ dob grla,
- ✓ broj godina koji je protekao od ispuštanja muflona do godine janjenja (1961. – Pšunj, 1976. – Moslavina, 1980. – Senj i 1998. – Rab) te
- ✓ percentili temperature i oborina u proljeće, ljeto, jesen i zimu. U izračunu modela varijabilnosti su kod percentila tijekom zime korišteni podaci za zimu prije janjenja, a ne poslije. Razlog tome je bio pokušati

istražiti utjecaj klimatskih prilika koje su vladale u razdoblju neposredno prije janjenja (prosinac, siječanj i veljača).

Problem ovakvog računanja percentila je što se kod AIC analize mogu koristiti modeli koji predstavljaju zbroj pojedinih varijable, a ne interakcija. Na primjer, iz prijašnjeg prikaza utjecaja klime može se vidjeti da na divlje životinje negativan utjecaj imaju kombinacije negativnih ili pozitivnih klimatskih ekstrema kao što su hladno i vlažno, odnosno vruće i suho vrijeme. Stoga u analizi nisu korišteni umnošci percentila (interakcija).

U analizi i izboru modela je korišten Akaike Information Criterion (AIC, Burnham i Anderson, 2002.). Izbor modela je uslijedio ukoliko je $\Delta AIC < 2$ jedinice. Isto tako je računana i Akaike-ova težina (w_i), koja predstavlja vjerojatnost da je model najbolji među ostalim uspoređivanim modelima.

Temeljna postavka AIC analize jest da se neka pojava (zavisna varijabla) treba opisati sa što manje nezavisnih varijabli (pretkazivača). Pri tome je najpovoljniji model onaj s najnižom AIC vrijednosti.

Nakon što je izabran najbolji model izvršeno je testiranje normaliteta i rađena je višestruka regresija, ali samo jedan model u klasi broja prediktora (npr. ako je najznačajniji pretkazivač dob, godine protekle od kolonizacije i jedan od percentila tada se daje model višestruke regresije za onaj model koji ima najviši koeficijent višestruke determiniranosti (R^2). Isto vrijedi ako je AIC analiza pokazala da postoje modeli s dva, tri, četiri i više pretkazivača – uzima se onaj model s konkretnim brojem pretkazivača koji daje najviši R^2 . Podaci su obrađeni u programskom paketu Statistica 13.4.014 TIBCO Software Inc., 2018.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. UTJECAJ OKOLIŠNIH ČIMBENIKA NA DULJINU TULJACA

Broj istraživanih varijabli za procjenu varijabilnosti u duljini tuljaca, kao i sam broj predloženih modela dosta se razlikuje između lokaliteta (*Tablica 3. do 6.*). Sam broj varijabli se kreće od 7 (lokalitet Moslavina) do čak 27 (lokalitet Psunj).

Na lokalitetu Rab broj predloženih modela je 16 (*Tablica 3.*). Promatrajući spomenutu *Tablicu 3.* nameće se glavni pretkazivač procjene varijabilnosti u duljini tuljaca, a to je dob. Međutim, dob kao samostalan prediktor dolazi jedino u modelu 8., dok je samo jedan o pretkazivača u svih ostalih 15 modela. Pri tome se broj varijabli u modelu kreće od 1 (model 8.) do 6 (model 7.).

Tablica 3. Izbor modela varijabilnosti duljine tuljaca muflona na lokalitetu Rab

RB	Model	K	AIC	Δ AIC	w_i
1.	dob + perc_temp_zima + perc_obor_jesen	3	350,99	0,00	0,03
2.	dob + perc_temp_zima	2	351,50	0,51	0,02
3.	dob + perc_temp_zima + perc_obor_zima + perc_obor_jesen	4	351,52	0,53	0,02
4.	dob + perc_temp_zima + perc_temp_jesen + perc_obor_zima + perc_obor_jesen	5	351,56	0,57	0,02
5.	dob + perc_temp_zima + perc_obor_proljeće + perc_obor_jesen	4	352,08	1,09	0,02
6.	dob + perc_temp_zima + perc_obor_zima + perc_obor_proljeće + perc_obor_jesen	5	352,11	1,12	0,02
7.	dob + perc_temp_zima + perc_temp_jesen + perc_obor_zima + perc_obor_proljeće + perc_obor_jesen	6	352,20	1,22	0,02
8.	dob	1	352,36	1,37	0,02
9.	dob + perc_temp_zima + perc_temp_jesen + perc_obor_jesen	4	352,46	1,47	0,01
10.	dob + perc_temp_zima + perc_temp_jesen	3	352,64	1,65	0,01
11.	dob + perc_temp_zima + perc_obor_ljeto	3	352,72	1,73	0,01
12.	dob + perc_temp_zima + perc_obor_ljeto + perc_obor_jesen	4	352,77	1,78	0,01
13.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima + perc_obor_jesen	4	352,80	1,81	0,01
14.	dob + perc_temp_zima + perc_temp_ljeto + perc_obor_jesen	4	352,92	1,93	0,01
15.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima + perc_temp_jesen + perc_obor_zima + perc_obor_jesen	6	352,94	1,95	0,01
16.	dob + perc_temp_zima + perc_temp_proljeće + perc_obor_jesen	4	352,96	1,97	0,01

S obzirom rezultate višestruke regresije obrasci povezanosti i procjena varijabilnosti modela bi bila sljedeća:

- ✓ $l = 46,119 + 4,993 \times dob + 0,081 \times perc_temp_zima + 0,048 \times perc_obor_jesen;$
($R^2=0,6538$)
- ✓ $l = 49,161 + 5,191 \times dob + 0,054 \times perc_temp_zima;$ ($R^2=0,6499$)
- ✓ $l = 41,726 + 4,949 \times dob + 0,0893 \times perc_temp_zima + 0,078 \times perc_obor_jesen$
 $+ 0,047 \times perc_obor_zima;$ ($R^2=0,6551$)
- ✓ $l = 34,623 + 4,977 \times dob + 0,1127 \times perc_temp_zima + 0,090 \times perc_obor_jesen$
 $+ 0,076 \times perc_obor_zima + 0,054 \times perc_temp_jesen;$ ($R^2=0,6602$)
- ✓ $l = 30,940 + 4,958 \times dob + 0,114 \times perc_temp_zima + 0,123 \times perc_obor_jesen$
 $+ 0,083 \times perc_obor_zima + 0,054 \times perc_temp_jesen + 0,0412 \times$
 $perc_obor_proljeće;$ ($R^2=0,6618$)
- ✓ $l = 51,356 + 5,284 \times dob;$ ($R^2=0,6403$)

Iz predstavljenih modela za Rab može se uočiti kako je procjena varijabilnosti relativno visoka i kreće se od 64,03 % ($R^2=0,6403$; model 8.) do 66,18 % ($R^2=0,6618$; model 7.). Kako je razlika u procjeni varijabilnosti bez obzira na model svega 2 % kao pouzdan pretkazivač u procjeni duljine tuljaca na lokalitetu Rab bi se mogla koristiti samo dob, međutim, najpouzdaniji model je model 1. ($\Delta AIC=0,00$; $w_i=0,03$).

Od klimatskih parametara u 22 slučaja su kao pretkazivači upotrijebljeni percentili temperature te isto u 22 slučaja percentili oborina. Ovo ukazuje kako oba tipa percentila podjednako sudjeluju u procjeni varijabilnosti. Varijabla „godine od unašanja“ je kao pretkazivač „ušao“ u svega 2 modela. No, od spomenutih kategorija percentila najučestaliji su percentili temperature zraka tijekom zime (upotrijebljeni su u 15 modela) te percentili količine oborina tijekom jeseni (upotrijebljeni su u 12 modela). Oba pretkazivača imaju pozitivan utjecaj na duljinu tuljaca, odnosno što su zime toplije, a jeseni imaju više oborina, duljina tuljaca će biti veća.

Na lokalitetu Senj je broj predloženih modela svega 8. I ovdje je dob pretkazivač koji je korišten u svim modelima. Međutim, ovdje se, uz dob, kao ključni pretkazivač javljaju godine od kolonizacije (dolaze u svih 8 modela). Osim toga, za razliku od prethodnog lokaliteta ovdje je broj pretkazivača u modelima daleko veći i kreće se od 4 (model 2.) do 6 (modeli 3., 4., 5., 7. i 8.; *Tablica 4.*). Točnost procjene varijabilnosti duljine tuljaca se na ovome lokalitetu kreće između 55,37 %

($R^2=0,5537$; model 2.) do 55,76 % ($R^2=0,5576$; model 3.). Budući da je razlika u modelima svega 1 % prvi model je ujedno i najsigurniji, a on uključuje: dob, godine od naseljavanja do janjenja, percentile temperature zraka u proljeće i ljeto te percentile u količini oborina tijekom zime.

Tablica 4. Izbor modela varijabilnosti duljine tuljaca muflona na lokalitetu Senj

RB	Model	K	AIC	ΔAIC	w_i
1.	dob + godine od unosa + perc_temp_proljeće + perc_temp_ljeto + perc_obor_zima	5	1885,85	0,00	0,06
2.	dob + godine od unosa + perc_temp_proljeće + perc_obor_zima	4	1886,94	0,12	0,06
3.	dob + godine od unosa + perc_temp_proljeće + perc_temp_ljeto + perc_obor_zima + perc_obor_ljeto	6	1887,03	0,77	0,04
4.	dob + godine od unosa + perc_temp_proljeće + perc_temp_ljeto + perc_temp_jesen + perc_obor_zima	6	1887,04	1,30	0,03
5.	dob + godine od unosa + perc_temp_proljeće + perc_temp_ljeto + perc_obor_zima + perc_obor_proljeće	6	1887,08	1,49	0,03
6.	dob + godine od unosa + perc_temp_proljeće + perc_obor_zima + perc_obor_proljeće	5	1887,12	1,55	0,03
7.	dob + godine od unosa + perc_temp_proljeće + perc_temp_ljeto + perc_obor_zima + perc_obor_jesen	6	1887,58	1,78	0,02
8.	dob + godine od unosa + perc_temp_zima + perc_temp_proljeće + perc_temp_ljeto + perc_obor_zima	6	1887,65	1,88	0,02

S obzirom rezultate višestruke regresije obrasci povezanosti i procjena varijabilnosti modela bi bila slijedeća:

$$\checkmark l = 53,079 + 4,862 \times \text{dob} - 0,308 \times \text{godine od unašanja} + 0,044 \times \text{perc_temp_ proljeće} - 0,042 \times \text{perc_obor_zima} + 0,033 \times \text{perc_temp_ljeto};$$

($R^2=0,5574$)

$$\checkmark l = 55,1854 + 4,873 \times \text{dob} - 0,263 \times \text{godine od unašanja} + 0,047 \times \text{perc_temp_ proljeće} + 0,035 \times \text{perc_obor_zima};$$

($R^2=0,5537$)

$$\checkmark l = 52,052 + 4,863 \times \text{dob} - 0,309 \times \text{godine od unašanja} + 0,050 \times \text{perc_temp_ proljeće} + 0,047 \times \text{perc_obor_zima} + 0,032 \times \text{perc_temp_ljeto} + 0,014 \times \text{perc_obor_ljeto};$$

($R^2=0,5576$)

Na lokalitetu Senj su klimatski parametri ukupno ušli u 28 modela, pri čemu su percentili temperature upotrijebljeni 16 puta, a percentili oborina 12 puta. Pri tome je percentil temperature zraka u proljeće korišten 8 puta, a percentila količine oborina zimi također 8 puta. Prvi percentil ima pozitivan utjecaj na duljinu tuljaca (što su

proljeća toplija duljina tuljaca će biti veća), dok količina oborina tijekom zime ima negativan učinak, što znači da zime s puno oborina negativno djeluju na rast tuljaca.

Tablica 5. Izbor modela varijabilnosti duljine tuljaca muflona na lokalitetu Moslavina

RB	Model	K	AIC	ΔAIC	w_i
1.	dob + perc_temp_proljeće + perc_obor_jesen	3	1637,60	0,00	0,07
2.	dob + perc_temp_zima + perc_temp_proljeće + perc_obor_jesen +	4	1638,21	0,61	0,05
3.	dob + godine od unašanja + perc_temp_proljeće + perc_obor_jesen	4	1639,06	1,46	0,03
4.	dob + perc_temp_proljeće + perc_temp_ljeto + perc_obor_jesen	4	1639,17	1,58	0,03
5.	dob + perc_temp_proljeće + perc_obor_ljeto + perc_obor_jesen	4	1639,48	1,88	0,03
6.	dob + perc_temp_proljeće + perc_obor_proljeće + perc_obor_jesen	4	1639,55	1,95	0,03
7.	dob + perc_temp_proljeće + perc_obor_zima + perc_obor_jesen	4	1639,57	1,97	0,03

U odnosu na sredozemne lokalitete, lokalitet Moslavina ima još manje modela u pretkazivanju duljine tuljaca (7 modela, Tablica 5.). Dob je dominantan pretkazivač duljine tuljaca i na ovome lokalitetu, a godine protekle od naseljavanja javljaju se samo u jednom modelu (model 3.). S obzirom rezultate višestruke regresije procjena varijabilnosti modela iznosi 67 %, a obrasci povezanosti bi bili slijedeći:

$$\checkmark l = 46,366 + 6,426 \times \text{dob} - 0,061 \times \text{perc_temp_proljeće} - 0,047 \times \text{perc_obor_jesen}; (R^2=0,6743)$$

$$\checkmark l = 46,737 + 6,429 \times \text{dob} - 0,057 \times \text{perc_temp_proljeće} - 0,048 \times \text{perc_obor_jesen} - 0,010 \times \text{perc_temp_zima}; (R^2=0,6737)$$

U odnosu na prethodna dva modela broj korištenih klimatskih varijabli je svega 19, pri čemu su temperaturni percentili u modelima upotrijebljeni 9 puta, a oborinski 10. najučestalija temperaturna varijabla u modelu je percentil temperature zraka u proljeće, a oborinski percentil količine oborima tijekom jeseni. Oba su u modelima upotrijebljena 7 puta i oba imaju negativan utjecaj na rast tuljaca. Pojednostavljeno rečeno što su proljeća hladnija, a jeseni s više oborina to će tuljci rasti sporije.

Lokalitet Psunj je područje s najviše predloženih modela, čak 27. Dob i ovdje ima dominantnu ulogu u procjeni varijabilnosti rasta, ali uz dob ključnu ulogu u rastu

tuljaca imaju i godine protekle od naseljavanja (upotrijebljene su čak u 25 od 27 modela). Generalno, broj varijabli uključen u procjenu varijabilnosti se kreće od 2 (npr. model 1.) do 6 (model 17.).

Tablica 6. Izbor modela varijabilnosti duljine tuljaca muflona na lokalitetu Psunj

RB	Model	K	AIC	ΔAIC	w_i
1.	dob + godine od unašanja	2	177,85	0,00	0,02
2.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima	3	178,04	0,19	0,02
3.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima + perc_obor_ljeto	4	178,26	0,40	0,02
4.	dob + godine od unašanja + perc_obor_zima	3	178,74	0,89	0,02
5.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima + perc_obor_zima	4	178,94	1,08	0,01
6.	dob + godine od unašanja + perc_obor_ljeto	3	179,06	1,20	0,01
7.	dob + godine od unašanja + perc_temp_proljeće	3	179,06	1,21	0,01
8.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima + perc_temp_proljeće	4	179,08	1,23	0,01
9.	dob + godine od unašanja + perc_obor_proljeće	3	179,22	1,37	0,01
10.	dob + godine od unašanja + perc_temp_jesen	3	179,22	1,37	0,01
11.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima + perc_temp_jesen	4	179,38	1,52	0,01
12.	dob + godine od unašanja + perc_obor_zima + perc_obor_proljeće	4	179,38	1,53	0,01
13.	dob + godine od unašanja + perc_temp_jesen + perc_obor_proljeće	4	179,42	1,57	0,01
14.	dob + perc_temp_zima	2	179,47	1,62	0,01
15.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima + perc_obor_proljeće	4	179,52	1,67	0,01
16.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima + perc_temp_proljeće + perc_obor_ljeto	5	179,63	1,77	0,01
17.	dob + godine od unašanja + perc_temp_ljeto + perc_temp_jesen + perc_obor_zima + perc_obor_proljeće	6	179,68	1,82	0,01
18.	dob + godine od unašanja + perc_temp_ljeto	3	179,71	1,86	0,01
19.	dob + perc_temp_zima + perc_obor_ljeto	3	179,73	1,88	0,01
20.	dob + godine od unašanja + perc_temp_ljeto + perc_obor_zima	4	179,77	1,92	0,01
21.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima + perc_temp_jesen + perc_obor_proljeće	5	179,77	1,92	0,01
22.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima + perc_obor_jesen	4	179,77	1,92	0,01
23.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima + perc_temp_ljeto	4	179,78	1,92	0,01
24.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima + perc_obor_zima + perc_obor_proljeće	5	179,78	1,92	0,01
25.	dob + godine od unašanja + perc_obor_jesen	3	179,83	1,97	0,01
26.	dob + godine od unašanja	2	177,85	0,00	0,02
27.	dob + godine od unašanja + perc_temp_zima	3	178,04	0,19	0,02

S obzirom rezultate višestruke regresije obrasci povezanosti i procjena varijabilnosti modela bi bila slijedeća:

- ✓ $l = - 41,975 + 6,979 \times dob + 1,7427 \times godine\ od\ unašanja;$ ($R^2=0,7453$)
- ✓ $l = - 13,080 + 6,545 \times dob + 1,192 \times godine\ od\ unašanja - 0,08 \times perc_temp_zima;$ ($R^2=0,7582$)
- ✓ $l = - 12,540 + 6,828 \times dob + 1,231 \times godine\ od\ unašanja - 0,105 \times perc_temp_zima - 0,059 \times perc_obor_ljeto;$ ($R^2=0,7694$)
- ✓ $l = - 38,826 + 7,112 \times dob + 1,761 \times godine\ od\ unašanja - 0,108 \times perc_temp_zima - 0,054 \times perc_obor_ljeto + 0,049 \times perc_temp_proljeće;$ ($R^2=0,7695$)
- ✓ $l = - 4,557 + 7,817 \times dob + 1,407 \times godine\ od\ unašanja - 0,247 \times perc_obor_zima - 0,084 \times perc_obor_proljeće - 0,241 \times perc_temp_ljeto + 0,132 \times perc_temp_jesen;$ ($R^2=0,7848$)

S pomoću predloženih modela duljinu tuljca je moguće procijeniti od 74,53 % ($R^2=0,7453$; model 1.) do čak 78,48 % ($R^2=0,7848$; model 17.). Na ovom lokalitetu klimatski čimbenici imaju relativno značajnu ulogu u izgradnji tuljaca te je u predloženim modelima ukupno upotrijebljeno 45 različitih kombinacija percentila, od čega su percentili temperature zraka upotrijebljeni 25 puta, a percentili količine oborina 20 puta. Čini se da percentil temperature zraka tijekom zime ima ključnu ulogu u varijabilnosti duljine tuljaca jer je upotrijebljen u 14 modela. On ima negativan utjecaj na rast tuljaca, što je pomalo zbunjujuće jer ispada da što su zime prije janjenja hladnije tuljci će rasti brže. Percentil količine oborina u proljeće je upotrijebljen u 8 modela. On također ima negativan učinak na rast tuljaca. No, za razliku od prethodno spomenutog pretkazivača ovdje postoji logika, odnosno tuljci će rasti brže ako je količina oborina u jesen godine janjenja bila niža.

Klimatski parametri, sami za sebe, na duljinu tuljca imaju malen utjecaj (Tablica 7.). Na lokalitetu Rab samo su percentili temperature zraka zimi imali signifikantan utjecaj (pozitivan; ($R_s = 0,258540$)). Na lokalitetu Senj daleko je više signifikantnih povezanosti između duljine tuljaca i klimatskih čimbenika. Pozitivan utjecaj na rast tuljaca imali su percentili temperature zraka zimi ($R_s = 0,325357$) i u proljeće ($R_s = 0,100129$), a negativan utjecaj percentili temperature zraka u jesen (R_s

= -0,235665). Od oborinskih percentila negativan utjecaj su imali percentili oborina u proljeće ($R_s = -0,167289$), a pozitivan percentili oborina u jesen ($R_s = 0,123950$).

Tablica 7. Povezanost godina ispuštanja i svih istraživanih klimatskih podataka s duljinom tuljaca (R_s). Brojevi označeni crvenom bojom ukazuju na statistički značajnu ovisnost uz prag signifikantnosti $p < 0,05$

KLIMATSKI PODACI	RAB	SENJ	MOSLAVINA	PSUNJ
Godine od unašanja	-0,480673	-0,438348	0,020211	-0,255208
perc_temp_zima	0,258540	0,325357	0,020211	-0,208091
perc_temp_proljeće	0,105875	0,100129	-0,052544	-0,027400
perc_temp_ljeto	0,044759	0,042738	0,014016	0,053692
perc_temp_jesen	-0,040328	-0,235665	-0,055932	-0,140506
perc_obor_zima	-0,059628	-0,000958	0,073959	0,161616
perc_obor_proljeće	-0,100212	-0,167289	0,031238	-0,188827
perc_obor_ljeto	-0,149438	0,005708	0,023431	0,142569
perc_obor_jesen	0,123490	0,123950	0,029746	-0,000399

Na duljinu tuljaca kontinentalnih populacija muflona niti jedan klimatski čimbenik, sam za sebe, nema signifikantan utjecaj, ali ni vremensko razdoblje proteklo od godine ispuštanja do godine janjenja određene kohorte.

Tablica 8. Broj klimatskih parametara i godina od unašanja obuhvaćeni modelima koji signifikantno utječu na duljinu tuljaca s obzirom na lokalitet

Godišnje doba	RAB		SENJ		MOSLAVINA		PSUNJ	
	TEM	OB	TEM	OB	TEM	OB	TEM	OB
ZIMA	15	5	1	8	1	1	14	6
PROLJEĆE	1	3	8	2	7	1	2	8
LJETO	1	2	6	1	1	1	4	4
JESEN	5	12	1	1	0	7	5	2
UKUPNO - KLIMA	22	22	16	12	9	10	25	20
GODINE OD UNAŠANJA	2		8		1		25	

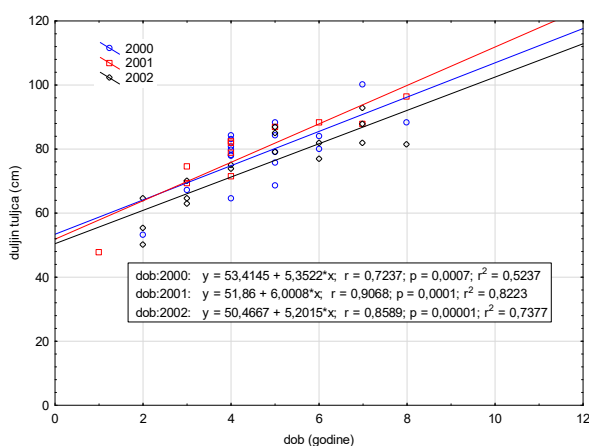
Uspoređujući tip i broj klimatskih čimbenika koji, razumljivo je, zajedno s dobi i razdobljem od kolonizacije utječu na duljinu tuljaca može se uočiti kako svaki o lokaliteta ima sebi svojstven signifikantan „set“ ključnih klimatskih čimbenika za razvoj tuljca (*Tablica 8.*). Na dva lokaliteta to su zimske temperature zraka (Rab i Psunj), te proljetne temperature zraka (Senj i Moslavina), ali na svakom lokalitetu s različitim predznakom. U sredozemnim uvjetima za rast tuljaca je pogodno da su srednje zimske i proljetne temperature što više, dok je kod kontinentalnih uvjeta povoljno da su što niže. Ova potonja zakonitost je dosta nelogična. Naime, na kontinentu ionako vladaju oštriji klimatski uvjeti stoga je i za očekivati da bi više zimske temperature trebale imati povoljniji utjecaj na rast tuljaca.

Oborinski percentili tijekom jeseni ne pokazuju takvu „uparenost“. Naime, na lokalitetu Rab oborinski percentili tijekom jeseni i na lokalitetu Senj oborinski percentili zimi imaju pozitivan učinak na rast tuljaca. Na lokalitetu Moslavina tijekom jeseni povišena količina oborina od uobičajene također pozitivno djeluje na rast tuljaca, dok je na lokalitetu Psunj rast tuljaca od klimatskih čimbenika uglavnom definiran količinom oborina u proljeće, koji je negativan.

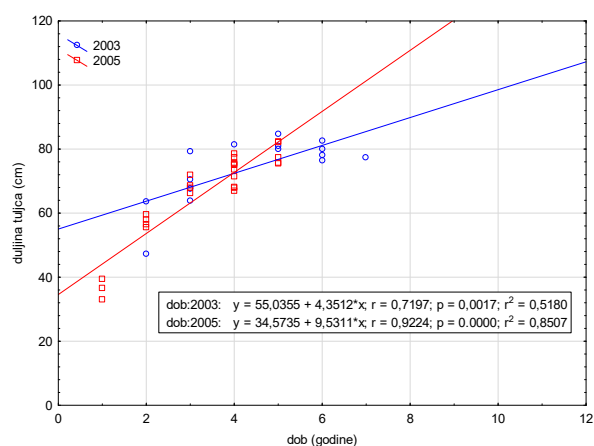
4.2. REZULTATI ISPITIVANJA RAZLIKA U DULJINI TULJACA MEĐU KOHORTAMA

Prilikom ispitivanja razlike u kohortama treba uočiti dva problema. Prvi je problem veličina uzorka po kohorti. Veći dio kohorti je bio predstavljen s jednim do dva uzorka, a na temelju toga se ne mogu napraviti usporedbe. Drugi je problem relativno niska dob odstreljenih jedinki pojedinih kohorti. Stoga su u analizu razlika uključene samo one kohorte koje su bile zastupljene s barem 10 uzoraka. Izuzetak je lokalitet Psunj, za koji je, zbog malog broja uzorka načinjeno testiranje razlika između kohorti s minimalno 5 uzoraka.

Kohorte ojanjenje unutar prvih 5 godine od ispuštanja – 2000. do 2003. (*Slika 4.* i *Slika 5.*) pokazuju relativno paralelne trendove rasta duljine tuljaca. Međutim, već kohorta 2005. počinje pokazivati kompenzacijski rast. Generalno, kod svih je kohorti taj rast dosta ovisan o dobi ($R^2 = 0,5180$ do $0,8223$; $p < 0,01$), no kod kohorte 2005. ta je ovisnost iznimno visoka i iznosi 85,07 % ($R^2 = 0,8507$; $p < 0,00001$).

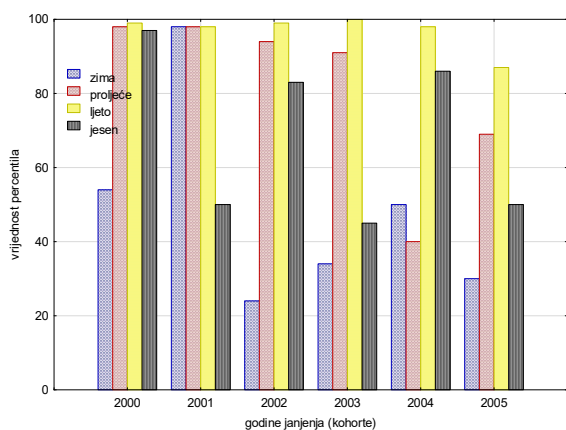


Slika 4. Razlike u duljini tuljaca među kohortama muflona 2000. – 2002. na lokalitetu Rab

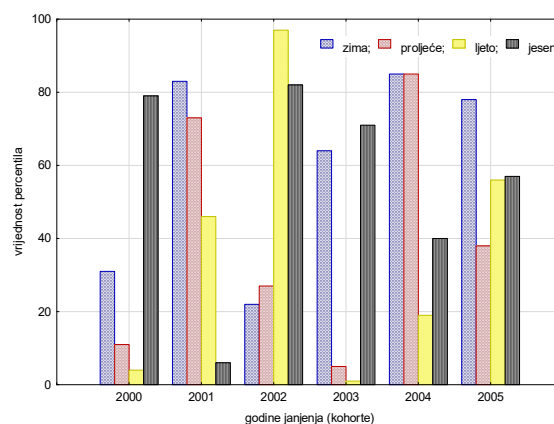


Slika 5. Razlike u duljini tuljaca među kohortama muflona 2003. i 2005. na lokalitetu Rab

Sukladno *Slikama 6.* i *7.* to je bila godina relativno hladne zime i vlažne jeseni. Ovo se u potpunosti poklapa s rezultatima AIC testa. Naime, na lokalitetu Rab, zime koje su hladnije od prosjeka u godinama janjenja usporavaju rast tuljaca. Isto tako, vlažne jeseni u godini janjenja pozitivno djeluju na rast tuljaca, odnosno, ako su suše od prosjeka tada će prve godine prirast tuljaca biti niži. Vrlo je vjerojatno kako je na usporavanje rasta tuljaca te godina još utjecala hladna proljeća.

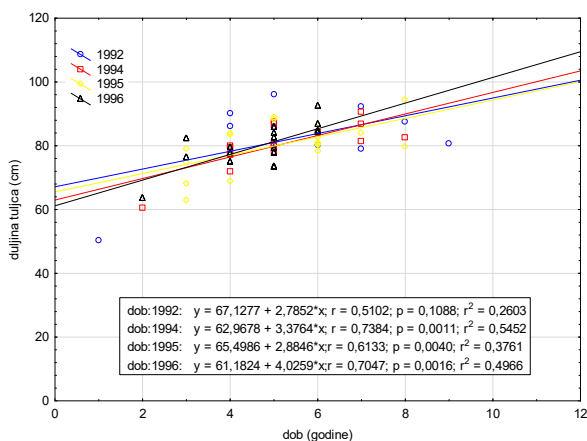


Slika 6. Kretanja percentila temperature zraka na lokalitetu Rab

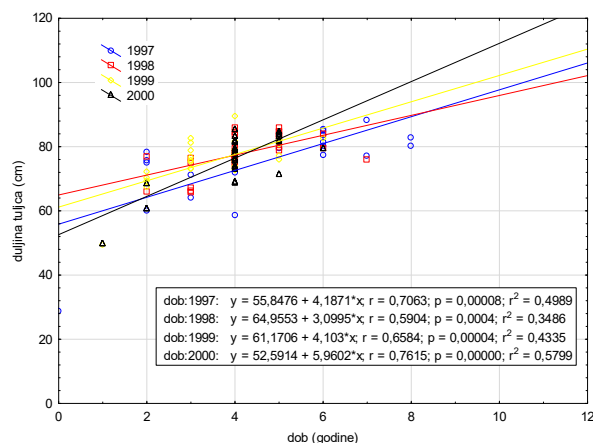


Slika 7. Kretanja percentila oborina na lokalitetu Rab

Na lokalitetu Senj u razdoblju 1992. do 1997. gotovo da i nema razlika u kohorti (Slika 8. i 9.). Međutim, čini se da je kohorta ojanjena 1998. godine došla na svijet u relativno povoljnim životnim uvjetima, dok je kod kohorte ojanjene 2000. godine bilo suprotno – uvjeti su bili loši (Slika 9.). Slični uvjeti su vladali i 2003. godine (Slika 10.), no nakon te godine uvjeti u godini janjenja se znatno pogoršavaju pa kohorte 2004. – 2006. pokazuju izrazit kompenzacijski rast.



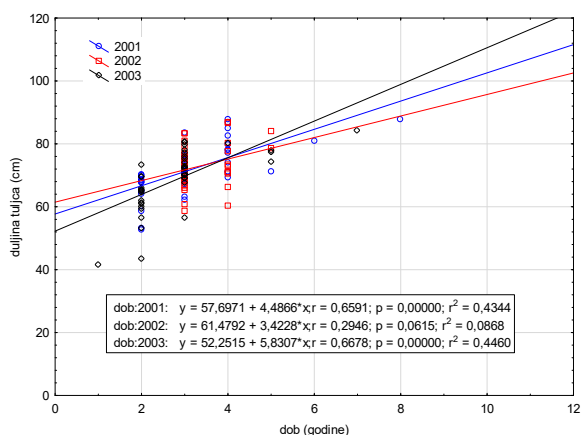
Slika 8. Razlike u duljini tuljaca među kohortama muflona 1992. – 1996. na lokalitetu Senj



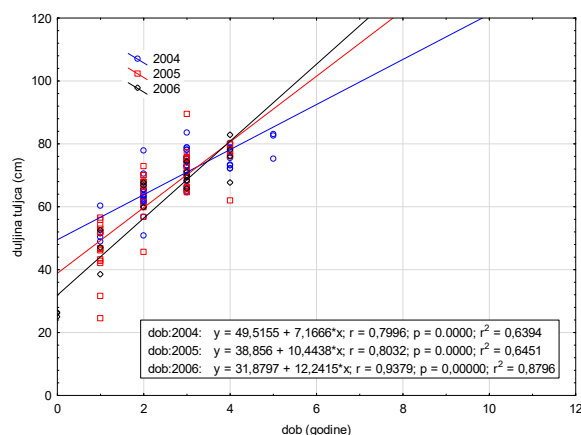
Slika 9. Razlike u duljini tuljaca među kohortama muflona 1997. – 2000. na lokalitetu Senj

Budući da u spomenutim „lošim“ godinama vremenske prilike dosta osciliraju i ne odkaču pretjerano od uvjeta u kome su ojanjene „dobre“ kohorte, jedino se za kohortu 2000. može reći da je ojanjena tijekom izrazito vrućih proljeća, ljeta i jeseni pri čemu je ljeto bilo izrazito suho. Kod ostalih kohorti se može pretpostaviti da je

uzrok kompenzacijskog bio gustoća populacije (godine od naseljavanja), odnosno da je gustoća populacije bila toliko visoka da su trofički resursi bili dosta oskudni.

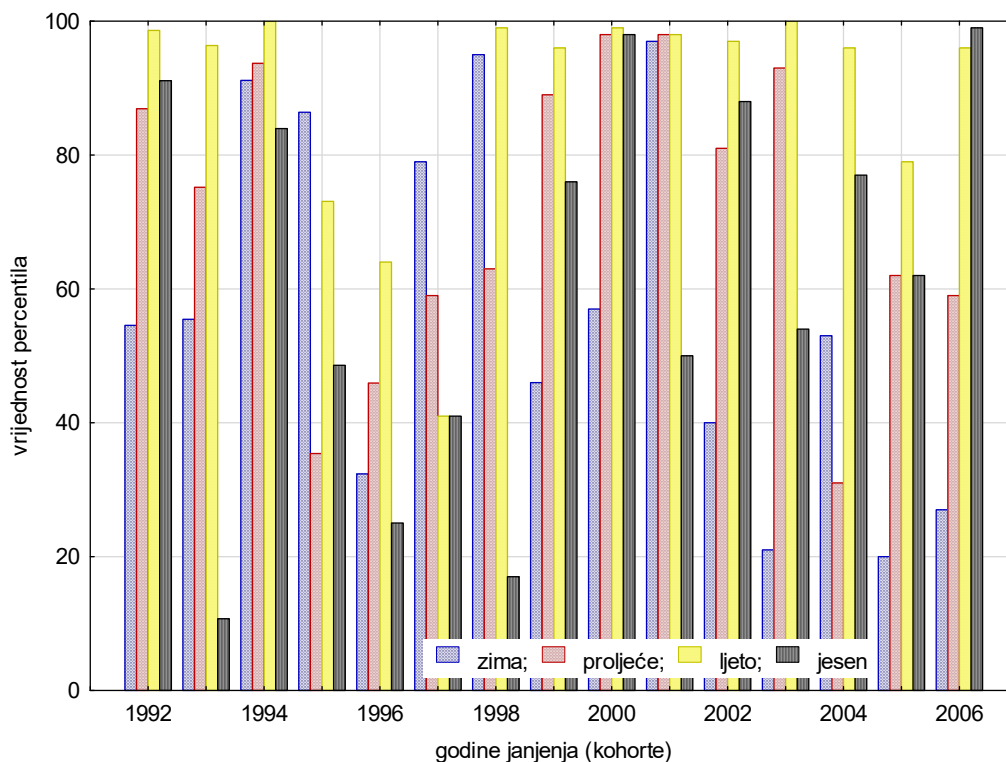


Slika 10. Razlike u duljini tuljaca među kohortama muflona 2001. – 2003. na lokalitetu Senj



Slika 11. Razlike u duljini tuljaca među kohortama muflona 2004. – 2006. na lokalitetu Senj

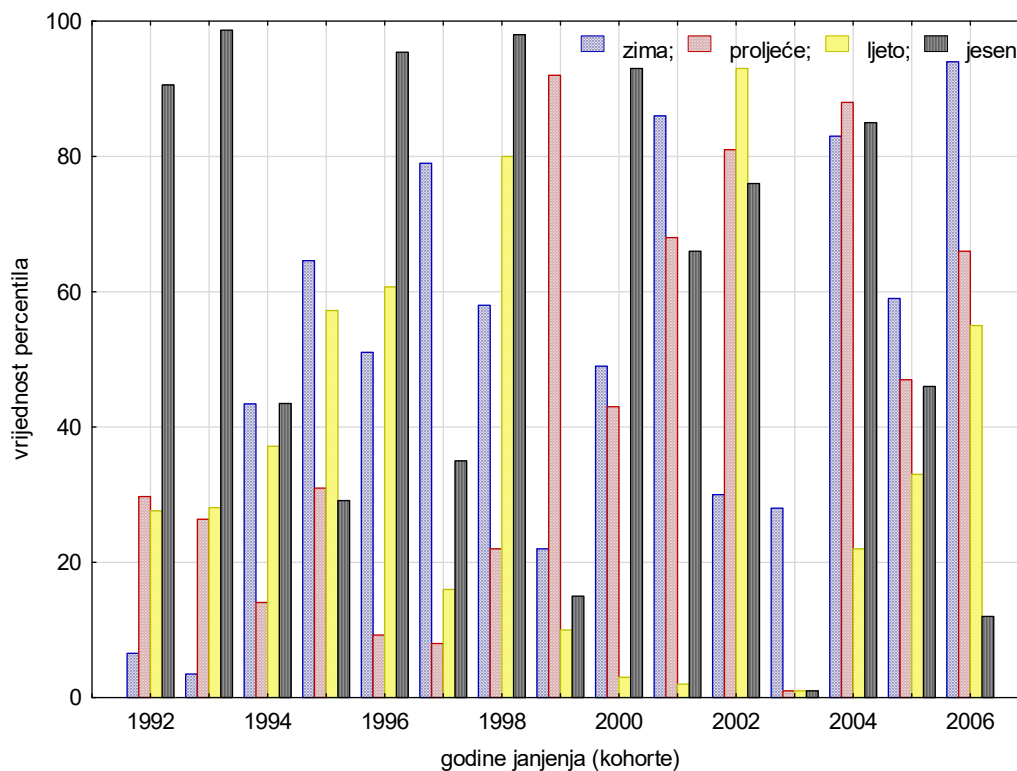
U prilog ovoj tezi govori i izrazito strm pravac rasta duljine tuljca kod kohorte 2006. Naime, tu godinu karakteriziraju relativno hladne zime te izrazito topli ljeta i jeseni (Slika 12.), uz izrazito vlažnu zimu i suhu jesen (Slika 13.). Ovdje je definitivno jasno kako su hladne i vlažne zime oslabile kondiciju gravidnih muflonki tako da je janjad bila zakinjuta za energiju još u razdoblju prije partusa.



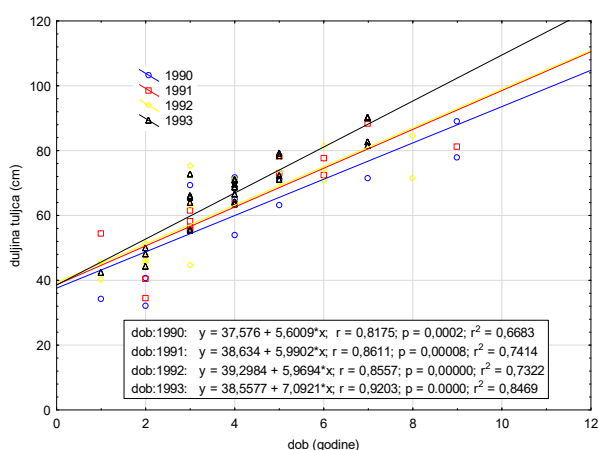
12. Kretanja percentila temperature zraka na lokalitetu Senj

Slika

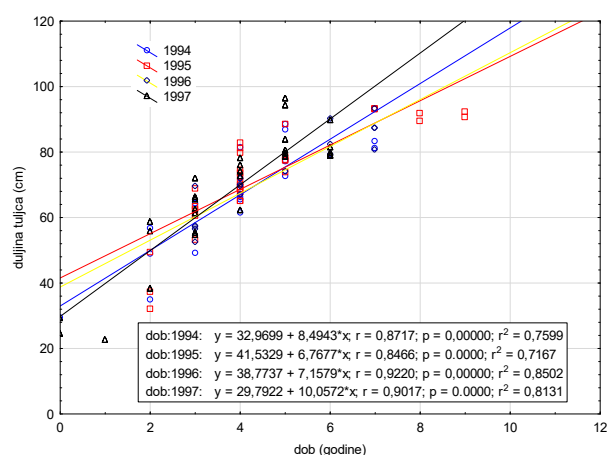
Ako se pogledaju *Slike 8. do 11.* uočava se kako u pojedinim kohorti rast tuljaca bio vrlo slabo povezan o dobi. To su kohorte 1992. i 2002. ($R^2 = 0,2603$; $p = 0,1088$; respektivno $R^2 = 0,0868$; $p = 0,0615$), a što znači da su klimatske prilike u godinama janjenja bile povoljne.



Slika 13. Kretanja percentila oborina na lokalitetu Senj

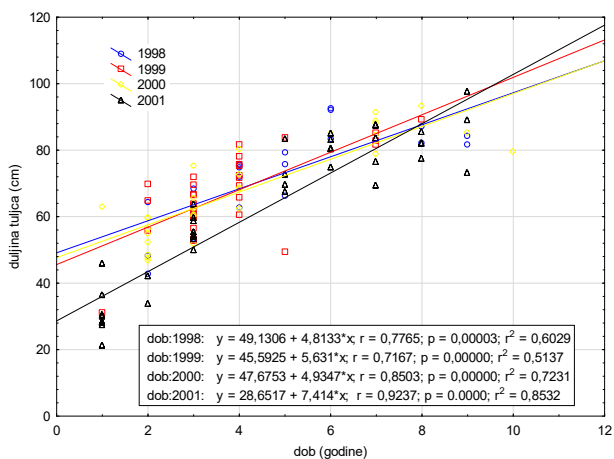


Slika 14. Razlike u duljini tuljaca među kohortama muflona 1990. – 1993. na lokalitetu Moslavina

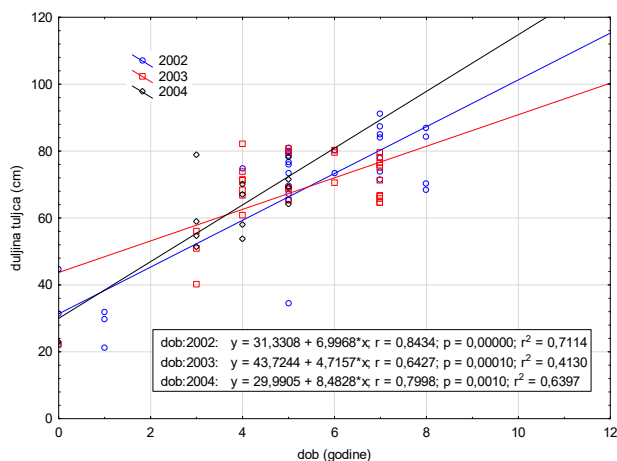


Slika 15. Razlike u duljini tuljaca među kohortama muflona 1994. – 1997. na lokalitetu Moslavina

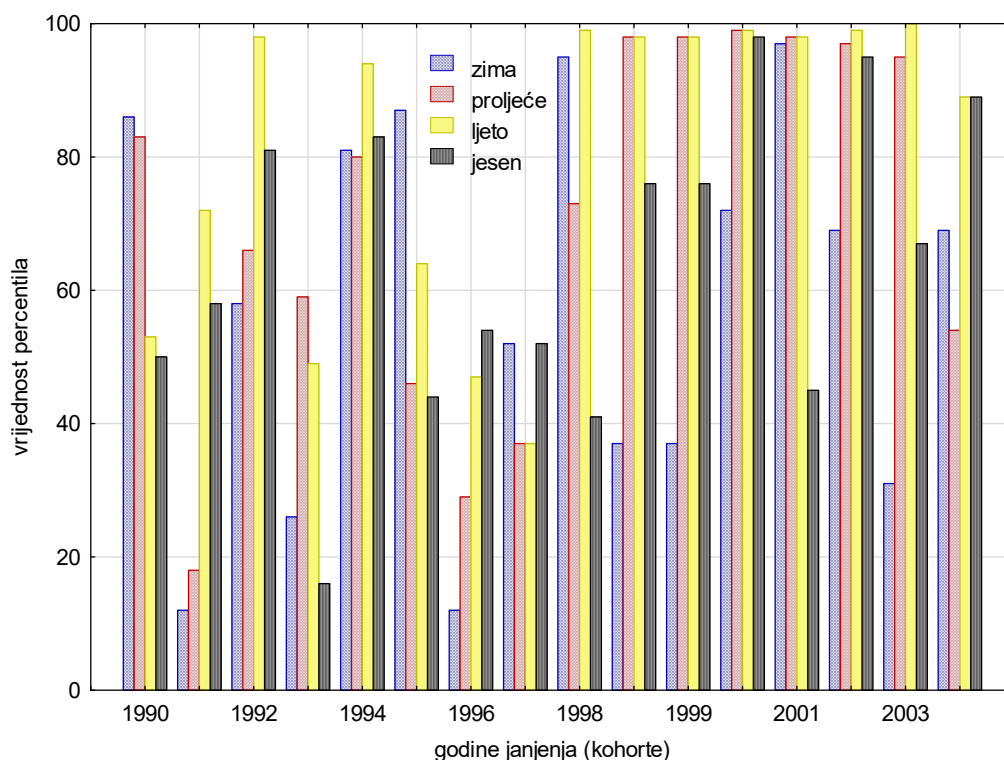
Slično povećanje razlika između nagiba pravaca može se uočiti i kod rasta tuljaca na lokalitetu Moslavina. Početkom 90-tih godina još uvijek se ne uočava kompenzacijski rast (Slika 14.).



Slika 16. Razlike u duljini tuljaca među kohortama muflona 1998. – 2001. na lokalitetu Moslavina



Slika 17. Razlike u duljini tuljaca među kohortama muflona 2002. – 2004. na lokalitetu Moslavina

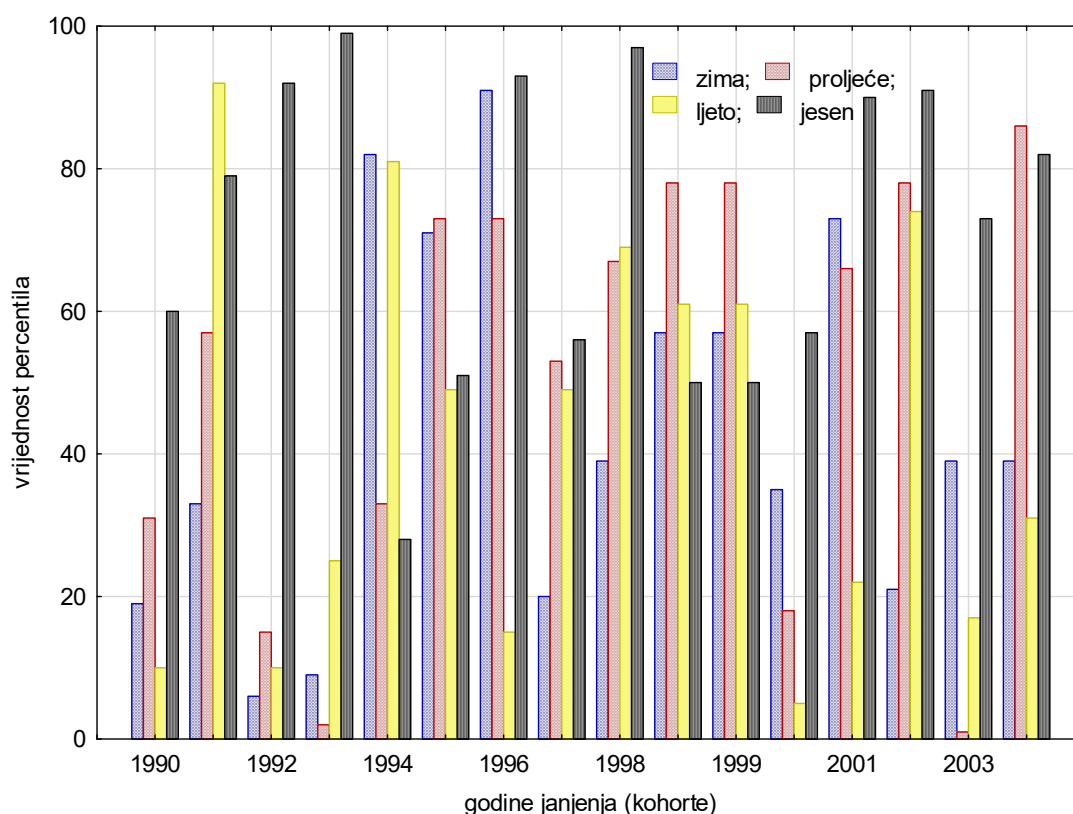


18. Kretanja percentila temperature zraka na lokalitetu Moslavina

Slika

Međutim, već sredinom 90-tih godina pojedine kohorte počinju pokazivati kompenzacijski rast (18 godina nakon kolonizacije, *Slika 15.*), pri čemu se ističe kohorta 1997. To je godina sa suhom i prosječno toplom zimom. Ovo razdoblje slabo izraženog kompenzacijskog rasta pojedinih kohorti traje do 2004. godine (*Slika 16. i 17.*).

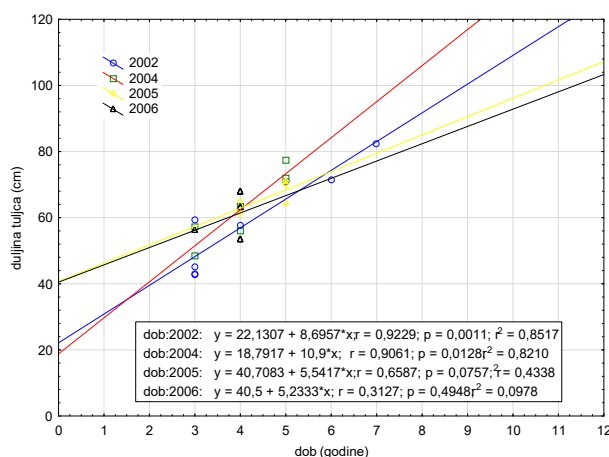
Ako se koeficijenti nagiba pravca usporede s istima na lokalitetima Rab i Senj tada se može uočiti određena sličnost s lokalitetom Rab. Naime, tamo su se koeficijenti nagiba pravca (b) kretali od 4,4 do 9,5; dok se na lokalitetu Moslavina kreću od 4,8 do 10,1. U odnosu na lokalitet Senj, oba kohorte oba lokaliteta pokazuju manje oscilacije u duljinama tuljaca. Naime, na lokalitetu Senj su koeficijenti nagiba pravca varirali između 2,8 i 12,2.



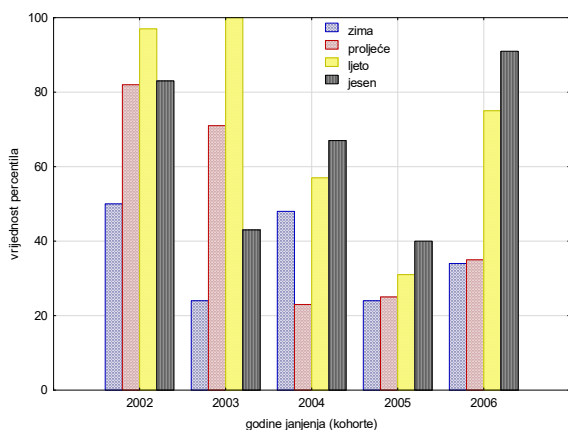
Slika 19. Kretanja percentila oborina na lokalitetu Moslavina

Jedini nešto izraženiji kompenzacijski rast na lokalitetu Moslavina pokazuje kohorta 1997. Radi se o, generalno gledano, nešto hladnijoj godini (*Slika 18.*) s prosječnim količinama oborina tijekom godine, uz izuzetak zime koja je bila sušna (*Slika 19.*).

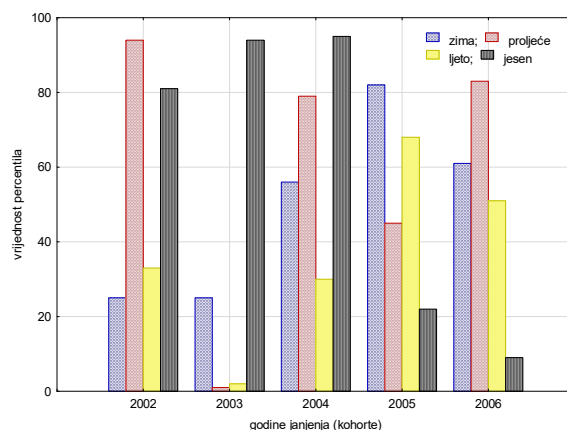
Na lokalitetu Psunj svega su 4 kohorte za usporedbu. No, usprkos tome može se uočiti relativno izražen kompenzacijski rast pojedinih kohorti (Slika 20.). To su kohorte 2002 i 2004., dok kod kohorte 2006. nema povezanosti između dobi ovnova i duljine tuljca ($R^2 = 0,0978$; $p = 0,4948$). Uzrok slabijem početnom rastu tuljaca u kohorti 2004. vjerojatno su bile hladne i oborinama bogate zime, nakon čega su uslijedila hladna i oborinama bogata proljeća (Slika 21.i 22.). Kohorta 2002. je došla na svijet u još ekstremnijim uvjetima. Naime, te su godine zima i proljeće bili relativno topli, zima je bila suha, a proljeća izrazito vlažna. Međutim, ljeta su bila izrazito vruća i suha. Teško je povjerovati da u kontinentalnim staništima vruća i suha ljeta mogu utjecati na razvoj tuljaca, no očito da takva zakonitost na lokalitetu Psunj postoji. Nažalost, kohorta iz 2003. godine nije zastupljena s odgovarajućom veličinom uzorka pa se to ne može ispitati. Naime, tijekom janjenja te kohorte vladali su relativno slični uvjeti.



Slika 20. Razlike u duljini tuljaca među kohortama muflona 2002. i 2004. – 2006. na lokalitetu Psunj



Slika 21. Kretanja percentila temperature zraka na lokalitetu Psunj



Slika 22. Kretanja percentila temperature zraka na lokalitetu Psunj

5. RASPRAVA

Europskim muflonom se u svojevrsnom kontinuitetu u Hrvatskoj gospodari već više od 100 godina jer iako je tijekom ratnih i poratnih zbivanja s pojedinih kontinentalnih područja nestao (opstala je jedino kolonija na Brijunima osnovana 1908. godine), u drugoj polovici 20. stoljeća osnovane su nove kolonije. U današnje vrijeme, većina kolonija ove vrste je i u sredozemnom području Hrvatske osnovana tek nakon 80-tih godina prošloga stoljeća (Senj, Rab, Dugi otok, Oštrica, Mosor, Makarska, Ploče, Pelješac, Hvar). Iako bi se moglo očekivati kako škrt, bezvodan i kamenit teren ne može polučiti dobre trofejne vrijednosti dosadašnja istraživanja su pokazala kako u prosjeku sredozemna lovišta daju bolje trofeje muflona od kontinentalnih (Krapinec i sur., 2014.). U tome dijelu Hrvatske muflonom se gospodari gotovo isključivo u otvorenim lovištima. Međutim, već više od 20 godina i u tom dijelu vladaju određena ograničenja. Ona su biološke i zakonske prirode:

- √ biološka ograničenja odnose se na ne otočni dio sredozemnog područja. Naime, u tom su dijelu kolonije muflona izložene krupnim predatorima (sivi vuk, euroazijski ris i čagalj) te uzgoj domaćih ovaca u nekim otvorenim lovištima i opasnost od križanja muflona s domaćim ovcama.
- √ Ograničenja zakonske prirode odnose se na jadranske otoke. Naime, Zakonom o otocima iz 1999. godine (Anon., 1999.) zabranjuje se unošenje životinjskih vrsta koje od prirode ne žive na pojedinom otoku. Time je onemogućeno daljnje naseljavanje muflona na idealna staništa jadranskih otoka.

Već je napomenuto kako se analize trofejnih vrijednosti muflona diljem srednje i istočne Europe provode već više od 50 godina, nedostaju sofisticiranije populacijske analize koje bi obuhvatile i ženke, a koja su provođena izvan Europskih okvira. S time u svezi, do sada je objavljeno dosta radova u kojima su istraživani mehanizmi dinamike populacije pojedinih vrsta ovaca izvan srednje- i istočno europskog lovačkog kruga. Pri tome su kao svojevrsni indeksi kvalitete populacije poslužili: tjelesna masa jedinki (LeBlanc i sur., 2001.; Festa-Bianchet i sur., 1996., 1994.); preživljavanje janjadi (Garel i sur., 2004.) te razvoj tuljaca (Loehr, i sur., 2010., 2007.; Bonenfant i sur., 2009.; Robinson i sur., 2006.; Hik i Carey, 2000.; Jorgenson i sur., 1998.; Bunell, 1978.). Međutim, u gospodarenju (ili upravljanju)

populacijama divljih životinja treba razlikovati dvije ključne koncepcije (Adamič, 1990):

- √ **Europsku** (s izuzetkom Skandinavije i Velike Britanije) – usmjerena je ka prilagodavanju i ublažavanju šteta od divljači te proučavanju važnosti i racionalizacije zimske (u posljednje vrijeme cjelogodišnje) prehrane divljači. Ovaj je pristup čisto proizvod gledanja na lovstvo kao na inferiornu gospodarsku djelatnost podređenu poljoprivredi i šumarstvu. Isto se tako, u svezi s time, nameće problem intenzivnog korištenja prostora od strane drugih djelatnosti kojima se daje primat (najčešće su to poljoprivreda, šumarstvo ili vodoprivreda).
- √ **Sjevernoameričko-skandinavski** – u prvom je redu usmjerena ka upoznavanju prehrambene ekologije biljoždera, kompeticije među simpatičkim vrstama te kompeticije među divljim i domaćim vrstama životinja na velikim površinama. Ovaj je pristup lovnom gospodarstvu usmjeren na oblikovanje strategije upravljanja populacijama divljači u prirodi uz poštivanje biotskog kapaciteta staništa i bez antropogenog unašanja krmiva u stanište.

Dakle, dok druga koncepcija nastoji poštivati upravljanje staništima u smislu povećanja kapaciteta staništa na temelju baznih spoznaja o prehrani divljači europska nastoji smanjiti gustoću populacije divljači kako bi se ista prilagodila gospodarskim kapacitetima, a oni pak predstavljaju **biotske kapacitete reducirane za proizvodnu funkciju europskih šuma i poljoprivrednih površina**. Međutim, recentna brojnost divljih parnoprstaša ide u prilog tezi kako se ne teži smanjivanju populacije spomenute skupine divljači nego podizanju kapaciteta, najčešće unašanjem krmiva ili podizanjem oraničnih i travnjačkih remiza. Ovo je ključna teza pri usporedbi srednjeeuropskih podataka s onima iz prostranih područja Sibira, Kanade i Sjeverne Amerike u kojima poljoprivredna (čak i šumarska) proizvodnja nije ni blizu tako intenzivna kao u područjima s intenzivnom poljoprivredom, a ako i postoji, ona se uglavnom bazira na ekstenzivnom stočarstvu. Stoga je za očekivati kako na istraživanim lokalitetima ne bi trebalo doći do učinka kohorte jer se stalnom prihranom ili prehranom nadomještaju prirodni trofički resursi.

Ono što je važno uočiti pri usporedbi predloženih modela između različitih lokaliteta jest činjenica da se koeficijenti odsječaka na ordinati jednadžbi višestruke regresije između lokaliteta Rab, Senj i Moslavina međusobno značajnije ne razlikuju. Na prva tri lokaliteta njihove vrijednosti se kreću između 31 do 51 – Rab, 46 do 47 – Moslavina te 52 do 53 – Senj. Tako ta razlika na lokalitetu Moslavina i Senj iznosi svega 1 cm, dok je na lokalitetu Rab čak 20 cm. Međutim, zanimljivo je kretanje tih vrijednosti na lokalitetu Psunj. One se kreću od -42 do -5. Ovo ukazuje da Psunjska populacija bez obzira na unutar populacijske varijabilnosti (varijabilnosti kohorti) obitava u relativno najlošijim stanišnim uvjetima. Podrobnije rečeno u dobi grla od 0 godina duljina tuljaca prve tri populacije kreće od 31 (Rab) do 53 cm (Senj), a klimatski čimbenici dalje diktiraju rast tuljaca. U slučaju psunjske kolonije ona kreće s -42 cm te joj treba dugo vremensko razdoblje i povoljne klimatske prilike kako bi kompenzirala nepovoljan početak rasta rogova.

Nakon svojevrsne „euforije“ naseljavanja muflona u kontinentalne dijelove Hrvatske, pokazalo se da pojedine populacije ipak nisu naseljene na za muflona povoljne lokalitete. Kao primjer se navode kolonije u gorskom dijelu Hrvatske (oštra kontinentalna klima gdje se tijekom zime javlja dubok snijeg – Gorski kotar), na kojima je muflon opstao u vrlo maloj brojnosti (Krapinec, usmeno). S time u svezi Matošević (1989.) navodi kako je dosta upitan smisao naseljavanja muflona na Psunj jer se nakon koloniziranja, tijekom godina, muflon povukao na toplije lokalitete, obrasle sastojinama crnog jasena (*Fraxinus ornus*). Usprkos oštrim stanišnim uvjetima, niskoj brojnosti i lošoj trofejnoj kvaliteti, populacija je opstala, a lovozakupnik i dalje gospodari muflonom.

U istraživanju utjecaja klime na divlje preživace problem je i pronaći pogodne klimatske varijable, odnosno pouzdane klimatske pretkazivače (indikatore) dinamike populacije. Na sjevernim geografskim širinama, promjenjivost klimatoloških elemenata tijekom zime definira se kao godišnja fluktuacija i desetgodišnji trend, koji je u glavnome određen atmosferskim tlakom zvanim „sjeverno atlantska oscilacija“ ili skraćeno – NAO (Rogers, 1984.). Vrijednost NAO-a se mjeri tijekom zime s tzv. NAO indeksom. Ovaj se indeks bazira na prosječnoj razlici u pritisku mjerenom na razini mora između mjesta Lisabon (Portugal) i Stykkisholmur (Island) od prosinca do ožujka. Visoke pozitivne vrijednosti indeksa karakteriziraju zime s jakim zapadnim vjetrovima koji nose topli i vlažan zrak u sjevernu Europu i Skandinaviju. Posljedica

toga su tople i vlažne zime. Niske negativne vrijednosti indeksa uzrokuju hladne i suhe zime u istoj regiji. Na području Sjeverne Amerike i Grenlanda vrijede obrnuta pravila (Hurrell, 1995.).

U sjevernoj Europi negativni okolišni čimbenici češće pogode mlade i vrlo stare jedinke u populaciji, dok srednjobna grla puno rjeđe. Od svih dobnih skupina mladunčad je najosjetljivija na promjene u kvaliteti krme. Razlog je vrlo brza stopa tjelesnog prirasta. Ukoliko u rano ljeto kvaliteta krme nije dobra telad jelena običnog kasnije, tijekom jeseni, više ne može nadoknaditi ovaj deficit. Razlog tome leži u činjenici kako je mladunčad fiziološki „isprogramirana“ na brzi rast preko intenzivnog apetita, koji traje do prve zime. Generalno, 4 varijable koje signifikantno i nezavisno reduciraju devijaciju u proporciji košuta koje se tele u dobi od 3 godine su (Ryg i Langvatn, 1982.):

- ✓ Gustoća populacije
- ✓ Broj dana s temperaturom zraka u svibnju i lipnju iznad 6 °C
- ✓ Srednja temperatura zraka tijekom travnja u godini prije nego što će košute ući u parenje;
- ✓ Srednja temperatura zraka u razdoblju travanj-svibanj prije dolaska na svijet određene kohorte.

Iako se dosadašnji rezultati istraživanja utjecaja klime na divlje preživaae čine zbunjujućim, oni prije svega ukazuju kako neki klimatski čimbenik na različitim geografskim područjima može imati drugačiji učinak. Primjerice, istraživanje utjecaja više čimbenika (dubina snijega u ožujku, zimski NAO, temperatura zraka u svibnju i gustoća populacije) na gustoću populacije i tjelesnu masu srneće divljači u jesen na području Norveške (Mysterud i Østbye, 2006.) pokazalo je kako na spomenute parametre utječu samo dubina snijega u ožujku i NAO i to negativno. Može se primijetiti kako kod svih navedenih radova, koji su istraživali utjecaj gustoće populacije na ostale tjelesne parametre, gustoća populacije nikada nije uzimana u smislu da li se ona nalazi u kapacitetu staništa ili ne. Dakle, mora postojati gustoća populacije kod koje dolazi do pada tjelesnih i trofejnih vrijednosti. Ta gustoća populacije ukazuje da je brojnost vrste vrlo blizu kapacitetu staništa. Zbog toga Mysterud i Østbye (2006.) nisu mogli dobiti signifikantan utjecaj gustoće populacije na jesensku tjelesnu masu srneće divljači jer se velikim mortalitetima u staništu otvorio prostor za novo pridošle jedinke odnosno mladunčad.

U umjerenim zonama kišna proljeća povoljno djeluju na preživljavanje lanadi, stopu tjelesnog prirasta i povećanje zaklonskih čimbenika (Gaillard i sur., 1993.) čime se smanjuju ljetni mortaliteti. Međutim, to znači da će prije ili kasnije populacija dosegnuti gustoću pri kojoj će se pokazati znakovi preopterećenosti staništa. U konačnici, tjelesna masa i nije prikladan indeks kondicije populacije za sve skupine neke populacije jer je dokazano da u onih vrsta divljih preživača kod kojih je izrazito naglašen spolni dimorfizam u smislu dimenzija tijela ženke imaju izrazito postojane tjelesne mase (LeBlanc i sur., 2001.)

Post i Stenseth (1999.) su proširili ovakve klimatske analize i na soaysku ovcu – *Ovis aries* (Norveška i sjever Velike Britanije), podivljale koze – *Capra spp.* (otok Rum), soba – *Rangifer tarandus* (Finska, Norveška, zapadni Grenland i Quebec), losa (Norveška, Švedska i Michigan), bjelorepog jelena – *Odocoileus virginianus* (Minnesota) te moškatno govedo (istočni Grenland). Studija je pokazala kako istraživanim dvopapkarima zapadno od Atlantskog oceana tijekom tople i vlažne zime (visoki NAO) pada gustoća populacije.

Iako je, u odnosu na jelena običnog, soayska ovca rezistentnija na klimatske prilike prema Hone i Clutton-Brock (2007.) na stopu prirasta ove vrste negativno utječu dva klimatska čimbenika – **visoki NAO** (tople, vlažne i vjetrovite zime, koje imaju nešto veći utjecaj) i **količine padalina u ožujku** (nešto manji, ali još uvijek signifikantan utjecaj). Generalno, što je **u ožujku veća količina padalina** ili visok NAO tijekom zime stopa prirasta pada, a pri visokoj gustoći populacije čak može biti i negativna (više je uginulih nego ojanjenih).

Vežući se na istraživanja Post-a i Stenseth-a (1999.), Forchhammer i sur. (2001.) su istraživajući dinamiku populacije soayske ovce na Hebridskom otočju pronašli signifikantne varijacije među značajkama životnih putova. Kohorte koje su ojanjene nakon toplih, vlažnih i vjetrovitih zima (visoki NAO) bile su niže natalne mase, ojanjene su ranije, imale su manju vjerojatnost da će ojanjiti blizance, a spolnu zrelost su postizale kasnije od onih kohorti koje su se ojanjile nakon hladne i suhe zime (nizak NAO). Nadalje, visoki NAO (prije janjenja snižavaju stopu preživljavanja janjaca, ali povećavaju preživljavanje adultnih jedinki i stopu njihova fekunditeta. Razlog niske stope preživljavanja janjaca zbog visokog NAO-a je u svezi s majkama, koje kompromitiraju fizičku kondiciju tijekom nošenja određene kohorte, a pozitivno djelovanje na preživljavanje adultnih jedinki i njihov fekunditet može biti povezan s

povoljnijim postnatalnim uvjetima krme, koji nastupaju nakon visokog NAO-a. Visoka prenatalna i postnatalna gustoća populacije dovodi do pada preživljavanja juvenilnih jedinki (neonatalnih i godišnjaka) i adultnih (2 do 4 godine), ali nema signifikantan utjecaj na fekunditet. Nadalje, vlaženje runa tijekom hladne zime uzrokuje pothlađivanje te se povećavaju gubici zbog termoregulacije. Konačan učinak je povećani stupanj mortaliteta (Catchpole i sur., 2000.; Coulson i sur., 2001.). U slučaju visoke gustoće populacije, ovakav povišeni stupanj zimskih mortaliteta može „otvoriti prostor“ za novopridošle, odnosno preživjele jedinke, čime im na raspolaganju stoji više krmiva. Na istraživanim lokalitetima ovakva se situacija javlja jedino na lokalitetu Moslavina. Međutim, tamo ključnu ulogu imaju temperatura zraka u proljeće i količina oborina u jesen (oba čimbenika imaju negativan utjecaj na rast tuljaca).

Studije na domaćim ovcama u ekstenzivnom uzgoju su također pokazale utjecaj klime. Bruto masa janjadi domaće ovce u Norveškoj u pozitivnoj je korelaciji s kumulativnom temperaturom zraka od svibnja do srpnja (Stenheim i sur., 2004.), međutim, ne zna se mehanizam ovog djelovanja.

Razlike u veličini tijela adultnih grla mogu se javiti svugdje gdje postoji varijabilnost u kvaliteti staništa ili gustoći populacije neke životinjske vrste u određenom vremenu na određenom prostoru (Klein, 1964.; Lowe, 1972.). Ako su takve razlike nazočne među različitim populacijama unutar areala neke vrste interpretacija takvih varijabilnosti može biti zbunjujuća vjerojatnim genetskim učinkom na rast i razvoj (Chesser i Smith, 1987.; Hartl i sur., 1991.). Stoga se morfološke usporedbe populacija koje se nalaze blizu jedna drugoj ili jedne populacije tijekom različitih vremenskih razdoblja mogu puno bolje interpretirati ako su u odnos stavi kvaliteta staništa ili gustoća populacija. U slučaju ovog diplomskog rada, a i zbog definiranja učinka superiornosti novokolonizirane populacije, kao jedna od varijabli je i korištena varijabla „godine od ispuštanja“.

Prema teoriji životnih putova u poligamnom sustavu razmnožavanja, gdje je natjecanje zbog pristupa ženki u estrusu jako izraženo, mužjaci bi trebali postati zreli nakon što postignu tzv. „asimptotsku masu“ (Stearns, 1992.). **Asimptotska masa predstavlja onu masu grla nakon koje grlo više ne pokazuje signifikantan rast tjelesne mase tijekom života.** Stoga se i pretpostavlja kako mužjaci maksimalnu masu tijela postižu prije nego što se aktivno uključe u parenje.

Dosadašnje studije analiza populacije i obrazaca rasplodivanja u slobodno živućim populacijama ovaca su pokazale da natalna masa utječe na subsekventni rast te oblike preživljavanja i razmnožavanja. Osim toga, natalna masa i preživljavanje su ovisni o značajkama majke (Clutton-Brock i sur., 1991.; 1992; 1996.). Tako dugo dok je tjelesna masa adultnih jedinki glavna odrednica reproduktivnog uspjeha tijekom životnog puta mnogih poligamnih vrsta, svaka temeljna promjena u ranim okolišnim čimbenicima, koji utječu na tjelesnu masu mladunčadi koja je netom došla na svijet ili tijekom razdoblja rasta u mladosti, može imati značajan utjecaj na kasnije preživljavanje i reproduktivnu sposobnost. Kod soayske ovce je dokazano kako visoka zimska gustoća populacije pomiče razdoblje janjenja prema početku godine², a janjad je manje mase (Clutton-Brock i sur., 1992.; Robertson i sur., 1992.). Dodatno, porast oštine zime (velika količina padalina i jaki vjetrovi) te hladna ljeta smanjuju preživljavanje grla tijekom zime, odnosno rast populacije te vrste (Grenfell i sur., 1998; Milner i sur., 1999.). Stoga su i kao parametar razvoja tuljaca uzeti percentili temperature i oborina koji su vladali tijekom zime neposredno prije razdoblja janjenja. Spomenuti percentili se na svim lokalitetima javljaju u barem jednom od modela, no najizraženiji su na lokalitetu Rab i Psunj, međutim, na svakom od lokaliteta njihov je utjecaj različit. Na Rabu više temperature zraka tijekom zime djeluju pozitivno, a na Psunju negativno na duljinu tuljca. Ovaj bi mehanizam trebalo pojasniti daljnjim istraživanjima.

Pojačan rast tuljaca može biti povezan i s ranom fazom kolonizacije pri čemu introducirane populacije imaju signifikantno više trofejne vrijednosti od izvornih. Dosada je to zabilježeno kod planinske koze (*Oreamnos americanus*; McDonough i su., 2006.), debeloroge divlje ovce (*Ovis canadensis*; Hook, 1998.) ili sjeverne divokoze (*Rupicapra rupicapra*; Salzman, 1977.), a u ovom istraživanju bi moglo izazvati pogrešku na lokalitetu Rab jer je tamošnja kolonija osnovana tek 1998. (primjerice 18 godina nakon kolonije sa Senja).

Cijeli problem dinamike rasta rogova (čak i rogovlja) leži u tzv. „kompromisu alokacije resursa“. Po tim pojmom se podrazumijeva pojava da u lošim životnim uvjetima (ograničenim resursima) jedinke neće ulagati u sve značajke nego samo u najnužnije. Tako će, na primjer, u oskudnom okružju mužjaci poligamnih i dimorfnih

² Ovo je u suprotnosti s istraživanjima europskog muflona u Francuskoj gdje se u slučajevima visoke populacije janjenje otegne.

vrsta reducirati alociranje energije u rogove ili rogovlje, samo da bi održali kakvu takvu kondiciju tijela. U povoljnim okolišima pojedine jedinke ne moraju pokazivati kompromis, što ukazuje da kvalitetne jedinke imaju dovoljno resursa da istovremeno preusmjere energiju na nekoliko područja (Tavecchia i sur., 2005.; Festa-Bianchet i sur., 2004.; Bérubé i sur., 1999.). Štoviše, jedinke visoke fenotipske kvalitete ne pokazuju spomenuti kompromis u potpunosti (Weladji i sur., 2008.; Roff i Fairbairn, 2007.)

Upravo zbog problema utvrđivanja tjelesnih masa (bruto, neto, mase trupova itd.), te postojanosti lovačkih trofeja daleko je bolje kondicijske indekse razvijati na bazi rogova, rogovlja pa čak i lubanja. Naime, dokazano je kako su velike spolne značajke poput rogova i rogovlja u krupnih preživača dokaz kvalitete jedinke (Clutton-Brock i su., 1979; Solberg i Saether, 1993.; Vanpé i sur., 2007.). Kvaliteta se očituje kroz veće rogove i rogovlje, podnošenju jačeg napada nametnicima, veća izdržljivost u unutarvršnim borbama glede statusa ili izbor ženke te uživanje u ostalim benefitima dobre kondicije. Ova potonja prednost podrazumijeva bolju kvalitetu spermatozoida, izbor ženke (Byers i Waits, 2006.), uspješnija obrana spolnog partnera (Clutton-Brock, 1988.) ili kombinaciju svih navedenih kondicijskih značajki.

S time u svezi nužno se osvrnuti na problematiku izbora jedinki za odstrel. Naime, s gledišta jedinke, kompenzacijski rast je izrazito povoljan jer su jedinke s kraćim rogovima isprva pošteđene odstrela. Dosadašnja istraživanja na debelorogoj divljoj ovci (Bonenfant i sur., 2009.), dallijevoj (tankorogoj) ovci (*Ovis dalli*, Loehr i sur., 2007.), ali i sjevernoj divokozi Corlati i sur. (2017.) su pokazala da jedinke s duljim rogovima dulje žive, bez obzira je li populacija izložena eksploataciji ili ne. Stoga osoblje kod propisivanja smjernica gospodarenja na godišnjoj (trenutnoj) razini treba korigirati kriterije uzgojnog odstrela kako se iz populacije ne bi uklanjala premlada grla, ali istodobno mora voditi računa da je pojedina godina bila loša u trenutku ili neposredno prije i poslije partusa, što će dovesti do kompenzacijskog rasta. U ovome drugom slučaju moguća greška u gospodarenju bila bi uklanjanje svih ispodprosječno razvijenih jedinki, no njihova ispodprosječnost nije genetske prirode nego zbog utjecaja kohorte.

Fenomen koji se javlja u gospodarenju divljim ovcama jest da jedino u kategoriji pomlatka (grla s jednom navršenom godinom života) mužjaci imaju veće prilike za preživljavanje ako su im rogovi iznadprosječno dugi (Bonenfant i sur.,

2009.), u kasnijim dobnim razredima slučaj je obrnut. Međutim, Robinson i sur. (2006.) su dokazali kako godišnjaci soayske ovce imaju manju šansu preživjeti ako su im tuljci iznad prosječno dugi. To bi pojednostavljeno rečeno značilo – „živi brzo i umri mlad“. Naime, istraživanja Pelletier i sur. (2006.) su pokazala da kod debelorođe divlje ovce u parenju mogu sudjelovati i mlađi ovnovi, čak godišnjaci i dvogodci iako ovnovi asimptotsku masu dosegnu tek u 5. godini života. Ovaj potonji podatak je i dokaza da je odstrel ovnova debelorođe divlje ovce s jakim tuljcima dozvoljen tek nakon što navršu 4 godine života.

Na području Sjeverne Amerike razlike u kohortama između dallove ovce pokazuju 10-godišnji ciklus (Hik i Carey, 2000.), a povezane su s tzv. Pacifičkim dekadskim oscilacijama klime. Međutim, za razliku od europskog muflona dugovječniji šupljorošci (debeloroga ovca, dallova ovca, ali i sjeverna divokoza) imaju dovoljno vremena da kompenzacijskim rastom u poznijoj dobi kompenziraju sporiji rast roga u mladosti. U prilog tome upravo i govore rezultati istraživanja koje su dobili Hik i Carey (2000.), a prema kojima ovnovi dallove ovce ojanjeni u lošim godinama već u 8. godini imaju veću duljinu tuljca od ovnova iz „dobrih“ godina. Slično su ustanovili Jorgenson i sur. (1998.), na populaciji debelorođe divlje ovce. Naime, gustoća populacije debelorođe divlje ovce ima utjecaj na rast tuljca ovnova do dobi od 4 godine. Tijekom tog razdoblja mladi se ovnovi drže mješovitih, odnosno ženskih krda. U tim uvjetima, zbog veličine krda, povišena unutarvrsta kompeticija ograničava rast tuljaca (dotok energije, preko krmiva je ograničen). Međutim, onog trenutka kada se ovnovi priključe muškim krdima, kompeticija je smanjena.

Ovo je vrlo važna smjernica u lovnom gospodarenju. Naime, prema Krapinec i sur. (2014.) ovnovi na sredožemnim lokalitetima trofejnu zrelost postižu i 3 godine prije ovnova na kontinentu. Za razliku od svojih dugovjernih sjevernih srodnika, europski muflon je kratkoživuća vrsta, ali ipak tijekom gospodarske starosti od nekih 7 godina uspijeva kompenzirati duljinu tuljca, koja u ukupnoj ocjeni trofeja ima udio od 39 % (Paljug, 2018.). Puštanje ovnova da postignu asimptotski rast, odnosno kompenziraju duljinu tuljca (trofejnu zrelost) nakon sedme godine života uvelike poskupljuje uzgoj ove divljači, ali može biti izazvano klimatskim čimbenicima čak i u izvornom staništu muflona a to je sredožemno područje.

6. ZAKLJUČCI

Na temelju istraživanja u ovom diplomskom radu može se zaključiti slijedeće:

1. Bez obzira na lokalitet dominantan čimbenik rasta tuljaca je dob jedinke. U pojedinim slučajevima osim dobi jedinke na razvoj rogova ključnu ulogu ima i vremensko razdoblje proteklo od godine napučivanja do godine janjenja određene kohorte.
2. Iako su u istraživanje uključena četiri različita tipa staništa (s gledišta razdoblja proteklog od osnivanja kolonije, klime i stanišne strukture), na svakome je lokalitetu različiti broj klimatskih čimbenika koji, uz dob grla, detaljnije definiraju dinamiku rasta tuljca. Njihov broj se kreće od 7 (Moslavina) do 22 (Psunj).
3. Broj varijabli u modelima kojima je moguće procijeniti varijabilnost u rastu tuljaca se kreće od 1 do 7. Pri tome je visina procjene varijabilnosti od lokaliteta do lokaliteta različita.
4. Najviše je varijabilnosti moguće procijeniti na lokalitetu Psunj (do 77 %). Budući da je ta kolonija muflona i najstarija u ovome istraživanju, za procjenu varijabilnosti duljine tuljca čak nisu potrebni niti klimatski pokazatelji nego samo dob jedinke i broj godina protekao od unašanja (1961.) do janjenja određene kohorte.
5. Najmanje varijabilnosti u duljini tuljaca je moguće procijeniti na lokalitetu Senj (56 %). Iako se kao pretkazivači u svakom od modela javljaju dob i godine od unašanja, za bolju procjenu varijabilnosti duljine tuljaca, na lokalitetu Senj, nužno je upotrijebiti i klimatske indekse.
6. Uspoređujući tip i broj klimatskih čimbenika koji, razumljivo je, zajedno s dobi i razdobljem od kolonizacije utječu na duljinu tuljaca može se uočiti kako svaki od lokaliteta ima sebi svojstven signifikantan „set“ ključnih klimatskih čimbenika za razvoj tuljca. Na dva lokaliteta to su zimske temperature zraka (Rab i Psunj), te proljetne temperature zraka (Senj i Moslavina). Na svim je lokalitetima pronađena razlika u duljini tuljaca među pojedinim kohortama. Generalno, prvih nekoliko godina nakon ispuštanja između kohorti nije moguće pronaći razliku, a kasnije su razlike uočljive, ali ne svake godine.

7. Najveće razlike među kohortama su pronađene na lokalitetu Senj. Loše kohorte su bile 2005. i 2006. Vjerojatan uzrok tome su hladne i vlažne zime i jeseni uz izrazito topla ljeta i jeseni.
8. Na lokalitetu Moslavina, nije bilo većih oscilacija među kohortama. Kao jedna od rijetkih nepovoljnih godina izdvaja se 1997., no teško je donijeti sud o tome da li je kompenzacijski rast induciran toplom i suhom zimom, no činjenica jest da su zime prije te bile hladne i suhe.
9. Istraženi klimatski indeksi pokazali su se relativno dobrim pretkazivačima duljine tuljaca i u lovnoj operativi bi ih se moglo primijeniti za procjenu kvalitete janjadi.

7. LITERATURA

1. Anon. 1999: Zakon o otocima. Narodne novine broj 34/1999.
2. Bérubé, C.H.; Festa-Bianchet, M.; Jorgenson, J.T., 1999: Individual differences, longevity, and reproductive senescence in bighorn ewes. *Ecology*, 80: 2555–2565.
3. Blondel, J., Aronson, J., 1999: *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region*; Oxford University Press; New York; 328 pp.
4. Bonenfant, Ch.; Pelletier, F.; Garel, M.; Bergeron, P., 2009: Age-dependent relationship between horn growth and survival in wild sheep. *Journal of Animal Ecology*, 78: 161-171.
5. Bunnell, F.L., 1978: Horn growth and population quality in Dall sheep. *J. Wildlife Manage.* 42(4): 764 – 775.
6. Byers, J.A.; Waits, L., 2006: Good genes sexual selection in nature. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 103, 16343–16345.
7. Catchpole, C.K.; Morgan, B.J.T.; Coulson, J.N.; Freeman, S.N.; Albon, S.D., 2000: Factors influencing Soay sheep survival. *Journal of Applied Statistics*, 49, 453-472.
8. Chesser, R. K. and M. H. Smith. 1987. Relationship of genetic variation to growth and reproduction in the white-tailed deer. 168-177 pp. *Iz: Biology and Management of the Cervidae*. Wemmer, C., (ur.), Smithsonian Inst., Washington.
9. Clutton-Brock, T.H., 1988: *Reproductive Success: Studies of Individual Variation in Contrasting Breeding Systems*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, 538 pp.
10. Clutton-Brock, T.H.; Albon, S.D.; Gibson, R.M.; Guinness, F.E., 1979: The logical stag: adaptative aspects of fighting in red deer (*Cervus elaphus* L.). *Animal Behaviour*, 27: 211–225.
11. Clutton-Brock, T.H.; Price, O.F.; Albon, S.D.; Jewell, P.A., 1991: Persistent instability and population regulation in Soay sheep. *Journal of Animal Ecology*, 60: 593–608.
12. Clutton-Brock, T.H.; Price, O.F.; Albon, S.D.; Jewell, P.A., 1992: Early development and population fluctuations in Soay sheep. *Journal of Animal Ecology*, 61: 381–396.

13. Clutton-Brock, T.H.; Stevenson, I.R.; Marrow, P.; MacColl, A.D.; Houston, A.I.; McNamara, M., 1996: Population fluctuations, reproductive costs and life history tactics in female Soay sheep. *Journal of Animal Ecology*, 65, 675–689
14. Coltman, D.W.; O'Donoghue, P.; Jorgenson, J.T.; Hogg, J.T.; Strobeck, C.; Festa-Bianchet, M., 2003: Undesirable evolutionary consequences of trophy hunting. *Nature*, 426: 655-658.
15. Corlatti, L.; Storch, I.; Fill, F.; Anderwald, P., 2017: Does selection on horn length of males and females differ in protected and hunted populations of a weakly dimorphic ungulate? *Ecology and Evolution* 7: 3713-3723.
16. Cougnasse, J. M., Maillard, D., Gaillard, J.M., Hewison, J.M., Dubray, D., 2007. Selective harvesting and habitat loss produce long-term life history changes in a mouflon population. *Ecol. Appl.* 17(6): 1607-1618.
17. Cougnasse, JM., 2001: Mouflon (*Ovis gmelini musimon*) in France: past, present and future. Iz: A. Nahlik, W. Uloth (ur.), Proceedings of the third international symposium of mouflon. Sopron, Hungary, October 27 – 29. 2000.: 149-156.
18. Coulson, T.; Catchpole, E. A.; Albon, S. D.; Morgan, B.J.T.; Pemberton, J.M.; Clutton-Brock, T.H.; Crawley, M.J.; Grenfell, B.T., 2001: Age, sex, density, winter weather, and population crashes in Soay sheep. *Science* 292: 1528-1531.
19. Festa-Bianchet, M.; Coltman, D.; Turelli, L.; Jorgenson, J.T., 2004: Relative allocation to horn and body growth in bighorn rams varies with resource availability. *Behavioral Ecology*, 15: 305–312.
20. Festa-Bianchet, M.; Jorgenson, J.T.; King, W.J.; Smith, K.G.; Wishart, W.D., 1996: The development of sexual dimorphism: seasonal and lifetime mass change in bighorn sheep. *Can. J. Zool.*, 74: 330-342.
21. Festa-Bianchet, M.; Jorgenson, J.T.; Wishart, W.D., 1996: Early weaning in bighorn sheep, *Ovis canadensis*, affects growth of males but not of females. *Behav Ecol*, 5: 21-27.
22. Forchhammer, M.C., Clutton-Brock, T.H., Lindtröm, J., Albon, S.D. 2001. Climate and population density induce long-term cohort variation in a northern ungulate. *Journal of Animal Ecology*, 70: 721-729.
23. Frković, A., 1988: Muflon – divljač budućnosti; *Lovački vjesnik broj 1/2*; XCVII: 2 p.

24. Garaj, P., Gašparík, L. 1997. Trofejová kvalita a kranimetrická charakteristika muflonej zveri vo veľkej zvernici v Topolčiankach. Folia venatoria (Polovnický zborník, Myslivecký sborník), 26-27: 27-38.
25. Garel, M., Cugnasse, J-M., Maillard, D., Gaillard, J-M., Hewison, J.M., Dubray, D. 2007. Selective harvesting and habitat loss produce long-term life history changes in a mouflon population. *Ecological Applications*, 17(6): 1607-1618.
26. Garel, M.; Loison, A.; Gaillard, J-M.; Cugnasse, J-M.; Maillard, D., 2004: The effects of a severe drought on mouflon lamb survival. *Proc. R. Soc. Lond. B (Suppl.)* 271: S471–S473.
27. Geist, V. 1966: The evolution of horn-like organs. *Behaviour* 27:175–214
28. Geist, V., 1971. Mountain sheep: A study of behavior and evolution. Chicago: University of Chicago Press., 383 pp.
29. Grenfell, B.T.; Wilson, K.; Finkenstädt, B.F.; Coulson, T.N.; Murray, S.; Albon, S.D.; Pemberton, J.M.; Clutton-Brock, T.H.; Crawley, M.J.; 1998: Noise and determinism in synchronised sheep dynamics. *Nature*, 394: 674–677.
30. Grubešić, M., Krapinec, K., 2000. The distribution of mouflons (*Ovis ammon musimon* Pall.) in the Republic of Croatia. Iz: A. Nahlik, W. Uloth (ur.), Proceedings of the third international symposium of mouflon. Sopron, Hungary, October 27 – 29. 2000., 162 - 168.
31. Hartl, G.B.; Lang, G.; Klein, F.; Willing, R., 1991: Relationships between allozymes, heterozygosity and morphological characters in red deer (*Cervus elaphus*), and the influence of selective hunting on allele frequency distributions. *Heredity* 66, 343-350
32. Hell, P.; Konôpka, J.; Slamečka, J.; Gašparík, J.; Kaštier, P., 2003: Das Muffelwild in der Slowakei. *Beiträge zur Jagd & Wild Forschung*, Bd. 28, 65-72.
33. Hengeveld, P.E.; Festa-Bianchet, M., 2011: Harvest Regulations and Artificial Selection on Horn Size in Male Bighorn Sheep. *Journal of Wildlife Management* 75(1): 189-197.
34. Hik, D.S.; Carey, J., 2000: Cohort variation in horn growth of dall sheep rams in the southwest Yukon, 1969-1999. *Biennial Symposium Northern Wild Sheep and Goat Council* 12: 88-100.

35. Hoefs, M. 1982. Beitrag zur Morphometrie und Wachstumsdynamik der Schneke des Muffelwidders (*Ovis ammon musimon* SCHREBER 1782). Z Jagdwiss 28: 145-162.
36. Hone, J.; Clutton-Brock, T.H., 2007: Climate, food, density and wildlife population growth rate. J Anim Ecol 76:361-367.
37. Hook, D., 1998: Comparison of bighorn ram horn growth between original Sun River population and three transplanted populations: Heredity or environment? Proceedings of the Biennial Symposium of the Northern Wild Sheep and Goat Council 11: 216-220.
38. Hromas, J. 1979a. Pŕirŕstavost muflonŕch toulcŕ. Lesnictvi, 25: 269-278.
39. Hromas, J. 1979b. K ŕbrusu muflonŕch toulcŕ. Folia venatoria 9: 53-66.
40. Hromas, J. 2002. Morfometrie muflonŕch toulcŕ – I. Folia venatoria (Polovnicky zbornŕk, Mysliveckŕy sbornŕk), 32: 47-62.
41. Hromas, J. 2003. Morfometrie muflonŕch toulcŕ II. Folia venatoria (Polovnicky zbornŕk, Mysliveckŕy sbornŕk), 33: 45-51.
42. <http://climexp.knmi.nl/getstations.cgi>
43. <https://www.iucnredlist.org/species>
44. Hurrell, J.W. 1995: Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitation. Science 269: 676-679.
45. Husák, F. 1986. Einige Erkenntnisse ŕber die Entwicklung und Qualität von Muffelschnecken. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung, 14: 94-104.
46. Jorgenson, J.T.; Festa-Bianchet, M.; Wishart, W.D., 1993: Harvesting bighorn ewes: consequences for population size and trophy ram production. Journal of Wildlife Management, 57: 429–435.
47. Jorgenson, J.T.; Festa-Bianchet, M.; Wishart, W.D., 1998: Effects of population density on horn development in bighorn rams. Journal of Wildlife Management, 62: 1011–1020.
48. Jumić, V. 1999. Uzgoj krupne divljači u uzgajalištu “Garjevica” Lovnog gospodarstva “Moslavina”. Diplomski rad, Zagreb, 90 pp.
49. Katušin, Z., 1998: Klimatske anomalije temperature i oborina u Hrvatskoj za 1997. godinu. Prikazi br. 6, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 26 pp.

50. Katušin, Z., 1999: Praćenje i ocjena klime u 1998. godini. Prikazi br. 8, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 42 pp.
51. Katušin, Z., 2000: Praćenje i ocjena klime u 1999. godini. Prikazi br. 9, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 42 pp.
52. Katušin, Z., 2001: Praćenje i ocjena klime u 2000. godini. Prikazi br. 10, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 33 pp.
53. Katušin, Z., 2002: Praćenje i ocjena klime u 2001. godini. Prikazi br. 11, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 34 pp.
54. Katušin, Z., 2003: Praćenje i ocjena klime u 2002. godini. Prikazi br. 12, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 41 pp.
55. Katušin, Z., 2004: Praćenje i ocjena klime u 2003. godini. Prikazi br. 13, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 49 pp.
56. Katušin, Z., 2005: Praćenje i ocjena klime u 2004. godini. Prikazi br. 14, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 36 pp.
57. Katušin, Z., 2006: Praćenje i ocjena klime u 2005. godini. Prikazi br. 15, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 42 pp.
58. Katušin, Z., 2007: Praćenje i ocjena klime u 2006. godini. Prikazi br. 16, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 50 pp.
59. Katušin, Z., 2008: Praćenje i ocjena klime u 2007. godini. Prikazi br. 18, Republika Hrvatska, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 72 pp.
60. Klein, D. R. 1964. Range-related differences in growth of deer reflected in skeletal ratios. *Mammal.* 45 (2): 226-235.
61. Klier, E. 1986. Stand und Entwicklung des Medaillenaufkommens bei Schalenwild in der DDR von 1953 bis 1982. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 14: 82-85.
62. Klier, E., Telle, R. 1989. Der internationale und nationale Stand der Trophäenstärke des Muffelwildes. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 16: 20-25.
63. Krapinec, K. 2011. Revizija lovnogospodarske osnove za državno otvoreno lovište broj IX/17 „SV. JURAJ“ za razdoblje 01. travnja 2010. – 31. ožujka 2015., Zagreb, 221 pp.
64. Krapinec, K., Grubešić, M., Šegrt, V., Maričić, K. 2006a. Trofejni parametri muflona (*Ovis ammon musimon* Pallas, 181) u državnom lovištu VIII/6 "Kalifront". *Šum. list*, 11-12: 523-531.

65. Krapinec, K., Grubešić, M., Šegrt, V., Šabić, B., 2006b. Usporedba trofejnih vrijednosti muflona (*Ovis ammon musimon* Pallas, 1811) s tri lokaliteta sredozemnog dijela Hrvatske. Glas. za šum. pokuse Posebno izdanje 5: 405-417.
66. Krapinec, K.; Mičija, M.; Bukovinski M.; Pintur, K., 2014: Comparison of European mouflon (*Ovis gmelini musimon* Pall.) trophies from Mediterranean and Continental Croatia. Radovi , 45(2): 117-144.
67. Lincoln, G.A., 1998: Reproductive seasonality and maturation throughout the complete life-cycle in the mouflon ram (*Ovis musimon*). Animal Production Science 53: 87-105
68. Lochman, J., 1989. Erfahrungen mit der Muffelwildhege in der ČSR. Beiträge zur Jagd- und Wildtierforschung 16: 39-42.
69. Loehr, J.; Carey, J.; Hoefs, M.; Suhonen, J.; Ylönen, H., 2010: Horn growth rate and longevity: implications for natural and artificial selection in thinhorn sheep (*Ovis dalli*). Journal of Evolutionary Biology 20: 818-828.
70. Loehr, J.; Carey, J.; O'Hara, R.B.; Hik, D.S., 2010: The role of phenotypic plasticity in responses of hunted thinhorn sheep ram horn growth to changing climate conditions. Journal of Evolutionary Biology 23: 783-790.
71. Lowe, V.P.W., 1972: Variation in mandible length and body weight of red deer (*Cervus elaphus*). J.Zool., Lond. 166:303-311.
72. Ludwig, A.; Benecke, N., 2003: Zur Systematik und Paläontologie der Gattung *Ovis* mit besonderer Berücksichtigung der Stellung des Europäischen Mufflons. Beiträge zur Jagd & Wild Forschung. 28: 35 – 45.
73. Ludwig, J., Peukert, R. 1992. Die Bedeutung der Schnecklänge des Muffelwidders (*Ovis ammon musimon* P.) für die Güteklassenbeurteilung. Z Jagdwiss, 38: 22-216.
74. Markov, G., Petrov, I. 1990. Vergleichsanalyse der Trophäen des europäischen Mufflons (*Ovis ammon musimon* Pallas, 1811). Z Jagdwiss 36: 151-159.
75. Matošević, D. 2007. Lovnogospodarska osnova za državno lovište XII/15 „PSUNJ“ za razdoblje 01. travnja 2003. do 31. ožujka 2013.
76. Matošević, D., 1989: Ekološki uvjeti za introdukciju muflona u južni i zapadni Psunj, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet, Zagreb.

77. McDonough, T.; Crye, J.R.; Del Frate, G.G., 2006: Can Horn Length of Mountain Goats Be Used as a Measure of Habitat Quality? Proceedings of the Biennial Symposium of the Northern Wild Sheep and Goat Council 15: 158-166.
78. Milner, J.M.; Elston, D.A.; Albon, S.D., 1999: Estimating the contributions of population density and climatic fluctuations to interannual variation in survival of Soay sheep. *Journal of Animal Ecology*, 68: 1235–1247.
79. Missbach, K. 1968. Herkunft und Trophäenqualität des Tharandter Mufflonwildes. *Beitr. Jagd- und Wildforsch.*, 4: 107-112.
80. Missbach, K. 1990. Hinweise zur Verbesserung der Bewirtschaftungsrichtlinien des Muffelwildes. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 17: 267-273.
81. Missbach, K., Geissler, S. Weber, I. 1989. Der Einfluß des Standortes am Muffelwild gleicher Herkunft. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 16: 65-71.
82. Myrsterud, 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): 321-329.
83. Paljug, P., 2018: Važnost pojedinih elemenata ocjene trofeja divljih parnoprstaša na ukupnu trofejnu vrijednost. Završni rad, Sveučilište u Zagrebu – Šumarski fakultet, Zagreb, 33 pp.
84. Pelletier, F.; Festa-Bianchet, M., 2006: Sexual selection and social rank in bighorn rams. *Animal Behaviour*, 71, 649–655.
85. Peukert, R., Ludwig, J., Sowade, E. 1989. Erkenntnisse zur Bejagung des Muffelwildes im Einstandsgebiet Ostharz. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 16: 57-62.
86. Piegert, H., Uloth, W., 2000. *Der Europäische Mufflon*. 1. Auflage, Hamburg: DSV-Verlag GmbH, 258 pp.
87. Post, E.; Stenseth, N.C., 1999: Climatic variability, plant phenology, and northern ungulates. *Ecology* 80, 1322-1339.
88. Robertson, A.; Hiraiwa-Hasegawa, M.; Albon, S.D.; Clutton-Brock, T.H., 1992: Early growth and suckling behaviour of Soay sheep in a fluctuating population. *Journal of Zoology*, 227: 661–671.
89. Robinson, M.R.; Pilkington, J.G.; Clutton-Brock, T.H.; Pemberton, J.M.; Kruuk, L.E.B., 2006: Live fast, die young: trade-offs between fitness components and

- sexually antagonistic selection on weaponry in soay sheep. *Evolution*, 60: 2168–2181.
90. Roff, D.A.; Fairbairn, D.J., 2007: The evolution of trade-offs: where are we? *Journal of Evolutionary Biology*, 20: 433–447.
91. Rogers, J.C., 1984: The association between the North Atlantic Oscillation and the Southern Oscillation in the Northern Hemisphere. *Mon Wea Rev* 112:1999-2015.
92. Ryg, M.; Langvatn, R., 1982: Seasonal changes in weight gain, growth hormone, and thyroid hormones in male red deer (*Cervus elaphus atlanticus*). *Canadian Journal of Zoology* 60(11): 2577-2581.
93. Sabadoš, K.; Holý, R., 1992: Súčasné rozšírenie a zhodnotenie populácií muflónej zveri na Slovensku. *Folia venatoria (Polovnický zborník, Myslivecký zborník)*, 22: 53-73.
94. Sabljčić, A., 1989: Ekonomska opravdanost uzgoja muflona u ograđenom lovištu
95. Salzmann, H. C., 1977: Gewicht, Schädelgröße und Gehörnwachstum von Gemsen aus dem Jura und ein Vergleich mit anderen Populationen. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 23: 69-80.
96. Schreiber, R., 1980. Die Bonitätskennziffern und Spitzentrophäen der DDR. *Beiträge zur Jagd- und Wildtierforschung* 11: 109-134.
97. Schuh, J., Jacob, A., Stubbe, M. 1989. Beitrag zur Wulstbildung an den Schneckens des Mufflonwidders. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 16: 97-101.
98. Seletković, Z., Katušin, Z., 1992. Klima Hrvatske. U: Đ. Rauš. (ur.), Šume u Hrvatskoj, Zagreb: Šumarski fakultet i Hrvatske šume p. o., str. 13-19.
99. Singer, F.J.; Zeigenfuss, L.C.; 2002: Influence of trophy hunting and horn size on mating behaviour and survivorship of mountain sheep. *Journal of Mammalogy*, 83(3): 682-698.
100. Solberg, E.J.; Sæther, B.E., 1993: Fluctuating asymmetry in the antlers of moose (*Alces alces*): does it signal male quality? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 254, 251–255.
101. Stearns, S., 1992: *The evolution of life histories*: New York: Oxford University Press. 249 pp.

102. Stenheim, G.; Weladji, R.B.; Skogan, T.; Ådnøy, T.; Skjelvåg, A.O.; Holand, Ø., 2004: Climatic variability and effects on ungulate body weight: the case of domestic sheep. *Ann. Zool. Fennici* 41: 525-538.
103. Šmidinger, R., 1908: Izkaz lovine područja županije varaždinske za g. 1907. Lovačko-ribarski vjesnik, Organ obćega hrv. društva za gojenje lova i ribarstva u Zagrebu, godina sedamnajsta, Zagreb, 59 p.
104. Tavecchia, G.; Coulson, T.N.; Morgan, B.J.T.; Pemberton, J.M.; Pilkington, J.C.; Gulland, F.M.; Clutton-Brock, T.H., 2005: Predictors of reproductive cost in female Soay sheep. *Journal of Animal Ecology*, 74, 201–213.
105. Tomiczek, H.; Türcke, F., 2003: Das Muffelwild: Naturgeschichte, Hege und Jagd. 4. Auflage, Franch-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart, 126 pp.
106. Tschiderer, K., 1974: Muffelwild – (*Ovis ammon musimon*) Studie. *Z. Jagdwiss.* 20, 185-192.
107. Turk, R., 1949: Muflon; Lovački vjesnik broj 2; LVIII; Zagreb; 24.
108. Vanpé, C.; Gaillard, J-M.; Kjellander, P.; Mysterud, A.; Magnien, P.; Delorme, D.; Van Laere, G.; Klein, F.; Liberg, O.; Hewison, A.J.M., 2007: Antler Size Provides an Honest Signal of Male Phenotypic Quality in Roe Deer. *Am. Nat.* 169(4): 481-493.
109. Vukelić, J.; Mikac, S.; Baričević, D.; Bakšić, D.; Rosavec, R., 2008: Šumska staništa i šumske zajednice u Hrvatskoj. Zagreb, Državni zavod za zaštitu prirode, 263 pp.
110. Wagenknecht, E. 1989. Muffelwildprobleme in der Mehrartenwirtschaft. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 16: 102-112.
111. Weladji, R.B.; Loison, A.; Gaillard, J.M.; Holand, Ø.; Mysterud, A.; Yoccoz, N.G.; Nieminen, M.; Stenseth, N.C., 2008: Heterogeneity in individual quality overrides costs of reproduction in female reindeer. *Oecologia*, 156: 237–247.
112. Žaja, R., 2002: Zračni desant muflona na Mosor. *Dobra kob*, broj 6: 6-9.