

# Razvoj rogovlja jelena običnog (*Cervus elaphus* L.) u kontroliranom uzgoju

---

Vlado, Jumić

Doctoral thesis / Disertacija

2021

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:078477>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



REPUBLIKA HRVATSKA  
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

**Vlado Jumić, mr., dipl. ing.**

**RAZVOJ ROGOVLJA JELENA OBIČNOG (*Cervus elaphus* L.)  
U KONTROLIRANOM UZGOJU**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Osijek, 2021.

REPUBLIKA HRVATSKA  
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

**Vlado Jumić, mr., dipl. ing.**

**RAZVOJ ROGOVLJA JELENA OBIČNOG (*Cervus elaphus* L.)  
U KONTROLIRANOM UZGOJU**

- Doktorska disertacija -

Osijek, 2021.

REPUBLIKA HRVATSKA  
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

**Vlado Jumić, mr., dipl. ing.**

**RAZVOJ ROGOVLJA JELENA OBIČNOG (*Cervus elaphus L.*) U  
KONTROLIRANOM UZGOJU**

- Doktorska disertacija -

Mentor: prof. dr. sc. Tihomir Florijančić  
Komentor: prof. dr. sc. Krešimir Krapinec

**Povjerenstvo za ocjenu:**

- 1. izv. prof. dr. sc. Ivica Bošković, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, predsjednik**
- 2. prof. dr. sc. Marcela Šperanda, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, članica**
- 3. prof. dr. sc. Zdravko Tolušić, Ekonomski fakultet u Osijeku, član**

Osijek, 2021.

REPUBLIKA HRVATSKA  
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

**Vlado Jumić, mr., dipl. ing.**

**RAZVOJ ROGOVLJA JELENA OBIČNOG (*Cervus elaphus* L.) U  
KONTROLIRANOM UZGOJU**

- Doktorska disertacija -

Mentor: prof. dr. sc. Tihomir Florijančić  
Komentor: prof. dr. sc. Krešimir Krapinec

**Javna obrana doktorske disertacije održana je 9. srpnja 2021. godine pred  
Povjerenstvom za obranu:**

- 1. izv. prof. dr. sc. Ilica Bošković, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, predsjednik**
- 2. prof. dr. sc. Marcela Šperanda, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, članica**
- 3. prof. dr. sc. Zdravko Tolušić, Ekonomski fakultet u Osijeku, član**

Osijek, 2021.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Doktorska disertacija

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij: Poljoprivredne znanosti  
Smjer: Lovstvo i kinologija

**UDK:**

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti

**Znanstveno polje:** Poljoprivreda

**Grana:** Lovstvo

**Razvoj rogovlja jelena običnog (*Cervus elaphus* L.) u kontroliranom uzgoju**

**Vlado Jumić, mr., dip. ing.**

Disertacija je izrađena na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

**Mentor:** prof. dr. sc. Tihomir Florijančić

**Komentor:** prof. dr. sc. Krešimir Krapinec

**SAŽETAK:** S obzirom na morfološko-fiziološka obilježja rasta i razvoja rogovlja jelen obični u zoologskoj je sistematici svrstan u punorošce (porodica Cervidae). Rogovlje je sekundarna oznaka spola koje nose samo mužjaci. U smislu lovstva jelen obični svrstan je u lovnu divljač, a njegovo rogovlje predstavlja trofej na temelju kojega se procjenjuje njegova vrijednost. U uzgojno-seleksijskom radu značajna pozornost usmjerava se na njihovu kvalitetu, a posljedično tomu na veću financijsku vrijednost i bolju konkurentnost na tržištu. Jelen obični najčešće se uzgaja u slobodnoj prirodi, ali se sve češće uzgaja i u kontroliranim uvjetima, pri čemu živi u relativno idealnim životnim uvjetima hranidbe uz smanjeni prirodni mortalitet. Istraživanje je obavljeno u znanstveno istraživačkom centru „Šeprešhat“ poduzeća "Hrvatske šume d.o.o." i lovištu „Podunavlje-Podravlje“ u Baranji, a bazirano je na biometrijskim podacima 167 parova odbačenih grana rogovlja od 10 jelena iz kontroliranog uzgoja i 4 jelena iz slobodne prirode, što ukupno iznosi 4.016 pokazatelja. Odbačeno rogovlje skupljano je od 2004. do 2017., a mjereno je 11 standardnih mjera koje propisuje Međunarodni savjet za lovstvo (tzv. CIC), te još 11 inoviranih pokazatelja koji egzaktnije pokazuju vrijednost odnosno perspektivnost jelena običnog (volumen rogovlja, kut otklona nadočnjaka, duljina tetive nadočnjaka, visina nadočnjaka, kut otklona ledenjaka (stupanj), duljina tetive ledenjaka, visina ledenjaka, kut otklona srednjaka, duljina tetive srednjaka, visina srednjaka i visina krune). Rezultati pokazuju da jeleni iz kontroliranog uzgoja imaju značajno ( $P < 0,005$ ) dulje grane od onih iz slobodne prirode. Kod jelena iz kontroliranog uzgoja kulminacija broja parožaka, broja parožaka krune te duljina parožaka krune nastupa s navršene 8 godina života (u 9. godini), duljine grana, nadočnjaka i srednjaka te trofejne vrijednosti jelena iz kontroliranog uzgoja nastupa s navršene 9 godina (u 10. godini), dok se gospodarska starost u slobodnom uzgoju procjenjuje na 12 godina. Ledenjak je uvijek kraći ( $P < 0,00001$ ) od nadočnjaka i srednjaka, dok između nadočnjaka i srednjaka nema razlike u duljini ( $P = 0,772$ ). Od pokazatelja „masivnosti“ rogovlja gustoća grana ne pokazuje ovisnost o dobi grla. Nije utvrđena razlika u gustoći rogovlja između jelena iz slobodne prirode i jelena iz kontroliranog uzgoja, a ona u prosjeku iznosi  $1,25 \text{ kg/dm}^3$  (od  $0,76$  do  $2,47 \text{ kg/dm}^3$ ). Kutovi otklona nadočnjaka, ledenjaka i srednjaka ne ovise o dobi grla, bez obzira radi li se o kontroliranom ili prirodnom uzgoju, dok je odnos tetiva i relativnih visina parožaka o dobi dosta varijabilna, bez obzira o kojem tipu uzgoja se radi. Kod jelena iz kontroliranog uzgoja odnosi tetiva svih triju istraživanih parožaka ne pokazuju povezanost s dobi jelena. Razlika između kutova otklona nadočnjaka i srednjaka može poslužiti za donošenje odluke o odstrjelju jelena. Znak da je jelen prošao asimptotsku starost je razlika između kutova otklona nadočnjaka i srednjaka od barem  $70^\circ$ . Od tri testirane funkcije razvoja rogovlja najbolje se pokazala Weibullova funkcija, a nakon nje kvadratna. Gompertzova funkcija, u gotovo svim slučajevima, objašnjava vrlo malo varijabilnosti u svim ispitivanim pokazateljima. Zaključno, većina istraživanih pokazatelja kod jelena iz kontroliranog uzgoja imala je više vrijednosti od jelena iz slobodne prirode, a razdoblje postizanja asimptotskih vrijednosti u kontroliranom uzgoju je znatno skraćeno.

**Broj stranica:** 140

**Broj slika:** 66

**Broj tablica:** 30

**Broj literaturnih navoda:** 212

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** morfometrija rogovlja, kontrolirani uzgoj, jelen obični, Gompertzova funkcija, kvadratna funkcija, Weibullova funkcija

**Datum obrane:** 9. srpnja 2021.

**Povjerenstvo za obranu:**

1. izv. prof. dr. sc. Ivica Bošković – predsjednik
2. prof. dr. sc. Marcela Šperanda – članica
3. prof. dr. sc. Zdravko Tolušić – član

**Disertacija je pohranjena u:** Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Splitu

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

---

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**PhD thesis**

**Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**

**Postgraduate university study: Agricultural sciences**

**Course: Game management and kinology**

**UDK:**

**Scientific Area: Biotechnical Sciences**

**Scientific Field: Agriculture**

**Branch: Game management**

### **Development of red deer antlers (*Cervus elaphus* L.) in controlled breeding**

**Vlado Jumić, mr., dipl. ing.**

**Thesis performed at** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

**Supervisor: PhD Tihomir Florijančić, full professor**

**Cosupervisor: PhD Krešimir Krapinec, full professor**

**Summary:** Based on the morphophysiological antler growth and development features, the red deer is classified in zoological systematics as true deer (the family Cervidae), with the antlers representing a secondary sexual characteristic since they can be found only on male animals. In terms of hunting, the red deer is classified as big game, and the antlers of the red deer are deemed as a trophy which determines its value on the market. Deer farmers and breeders pay particular attention to their quality and subsequently higher financial value and market competitiveness. The red deer is most often bred in the open, but breeding in fenced controlled conditions is becoming more popular. In the latter case, the deer live in relatively ideal feeding conditions with a reduced natural mortality rate. The research was conducted in the “Šeprešhat” research centre managed by the company “Hrvatske šume d.o.o.” and the “Podunavlje-Podravlje” hunting grounds in Baranja, and was based on biometric data from 167 pairs of shed antlers from ten feedlot cervids and four wild cervids, which makes a total of 4016 parameters. The shed antlers were collected from 2004 to 2017 and measured according to 11 standard parameters prescribed by the International Council for Game and Wildlife Conservation (CIC), and additionally according to 11 new parameters that more precisely determine the value and potential of the red deer (antler volume, brow tine deflection angle, brow tine length, brow tine height, bay tine deflection angle (degrees), bay tine length, bay tine height, tray tine deflection angle, tray tine length, tray tine height, crown height). The results show that stags from controlled breeding have significantly ( $P < 0,005$ ) longer tines than their wild counterparts. When breeding in controlled conditions, the number of tines, crown tines and crown tine lengths culminate after 8 years of age (in the 9th year); the highest lengths of beams, brow tines, and bay tines are reached after 9 years of age (in the 10th year), whereas the economic life in the open is estimated at 12 years of age. The bay tine is always shorter ( $P < 0,00001$ ) than the brow tine and the tray tine; there are no length differences between the brow tine and the tray tine ( $P = 0,772$ ). Among the indicators of “largeness” of antlers, the density of antlers does not correlate with deer age. No differences were observed in the density of stags bred in the open and those bred in controlled conditions. The average density is  $1.25 \text{ kg/dm}^3$  (from  $0.76$  to  $2.47 \text{ kg/dm}^3$ ). The deflection angles of brow, bay and tray tines do not depend on deer age nor the open or controlled breeding conditions; however, the relationship between lengths and relative heights of tines is rather variable, regardless of the breeding environment. Stags bred in controlled breeding conditions do not show a correlation between the lengths of all three tines covered in this research. The difference between the deflection angles of brow and bay tines can serve as a decision point for shooting the deer. The difference between deflection angles of brow and bay tines of at least  $70^\circ$  is an indicator of passed asymptotical senescence. From the three tested functions describing antler development, the Weibull function performed the best, followed by the quadratic function. The Gompertz function, in almost all cases, explains very little variability across all parameters covered in the research. To conclude, the majority of parameters had higher values in stags bred in fenced controlled conditions than in stags bred in the open, and the time required to reach the asymptotic values in controlled breeding conditions is significantly shortened.

**Number of pages:** 140

**Number of figures:** 66

**Number of tables:** 30

**Number of references:** 212



**Original in:** croatian

**Key words:** antlers morphometry, controlled breeding, red deer, Gompertz function, quadratic function, Weibull function

**Date of the thesis defense:** July 9<sup>th</sup>, 2021.

**Reviewers:**

1. PhD Ivica Bošković, associate professor – president
2. PhD Marcela Šperanda, full professor – member
3. PhD Zdravko Tolušić, full professor – member

**Thesis deposited in:**

National and University Library, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, University of Zagreb; University of Rijeka; University of Split

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. Razlika između kvalitete rogovlja prema podvrsti jelena običnog .....	7
1.2. Razlike između kvalitete rogovlja prema tehnologiji uzgoja .....	14
1.2.1. Varijabilnost tjelesnih i trofejnih značajki cervida s obzirom na intenzitet uzgoja	15
1.2.2. Utjecaj načina uzgoja na kvalitetu rogovlja .....	20
1.2.3. Varijabilnost u trofejnoj snazi uvjetovana genetskim razlikama .....	28
<b>2. CILJ ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZA</b> .....	31
<b>3. MATERIJALI I METODE</b> .....	33
3.1. Područje istraživanja .....	33
3.2. Veličina uzorka .....	39
3.3. Izmjera pokazatelja .....	41
3.4. Statistička obrada podataka .....	46
<b>4. REZULTATI</b> .....	48
4.1. Razvoj i usporedba pokazatelja elemenata trofejnih vrijednosti .....	48
4.1.1. Razvoj i usporedba pokazatelja duljine grana i parožaka, broja parožaka i ukupne trofejne vrijednosti .....	48
4.1.2. Razvoj i usporedba masa, zapremine (volumena), gustoće i opsega rogovlja jelena običnog .....	56
4.1.3. Razvoj ukupne trofejne vrijednosti .....	65
4.2. Utjecaj dobi na promjenu oblika rogovlja jelena običnog .....	67
4.2.1. Rezultati analize kutova otklona parožaka .....	68
4.2.2. Rezultati analize odnosa tetiva parožaka .....	70
4.2.3. Rezultati analize relativne i apsolutne visine parožaka .....	71
4.3. Ispitivanje fluktuirajuće asimetrije pokazatelja rogovlja jelena običnog .....	75
4.3.1. Apsolutna asimetrija pokazatelja rogovlja jelena običnog .....	75
4.3.2. Relativna asimetrija pokazatelja rogovlja jelena običnog .....	79
4.3.3. Smjerna asimetrija pokazatelja rogovlja jelena običnog .....	84
<b>5. RASPRAVA</b> .....	88
5.1. Razvoj i usporedba pokazatelja elemenata trofejnih vrijednosti .....	89
5.2. Gustoća rogovlja kao potencijalni indeks kvalitete tehnologije uzgoja – usporedba s asimetrijom .....	99
5.3. Stabilnost i specifičnost morfologije rogovlja u kontekstu donošenja suda o odstrjelu .....	108
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	116
<b>7. LITERATURA</b> .....	118

8. SAŽETAK.....	136
9. SUMMARY.....	138
10. ŽIVOTOPIS.....	140

## 1. UVOD

Rogovlje i rogovi su jedan od najočitijih primjera spolnog odabiranja, budući da su se razvili kao rezultat intenzivne kompeticije među mužjacima za vrijeme parenja (Clutton-Brock i sur., 1980; Coltman i sur., 2001.). Ova kompeticija tijekom parenja ključni je čimbenik u evoluciji i morfologiji onih muških parnoprstaša koji pokazuju visoku razinu poligamije. Pri tome sa stupnjem poligamije raste i spolni dimorfizam koji se očituje u veličini tijela (Weckerly, 1998.) i rogovlja (Clutton-Brock i sur., 1980.; Caro i sur., 2003.). Zapravo se radi o relativnoj alokaciji resursa, odnosno ugrađivanju okolišnih resursa (hrana i voda) u rogovlje, rogove, veličinu tijela ili samo pojedinih organa. Budući da se mužjaci bore za ženku tijekom relativno kratkog razdoblja parenja, njihova kvaliteta je u uskoj ovisnosti sa sposobnošću borbe, odnosno veličinom tijela i dobi. Drugim riječima, rogovlje i rogovi nemaju samo ulogu oružja, nego su i signal, odnosno znak spremnosti (Goss, 1983.). Simulacija modela rasta rogovlja pokazala je kako je za rast rogovlja kod losa (*Alces alces*) potrebno 50 % energije koja bi bila dovoljna za izgradnju zaliha masti i bjelančevina tijekom ljeta (Moen i sur., 1999.). Stoga je rogovlje vrlo skupa izraslina i vrlo pouzdan pokazatelj kvalitete te jako podložno varijabilnosti u okolišnim uvjetima (Sæther i Haagerund, 1985.; Solberg i Sæther, 1994.; Schmidt i sur., 2001.; Kruuk i sur., 2002.; Mysterud i sur., 2005.).

Uvriježeno je mišljenje kako rogovlje cervida isključivo predstavlja trofej te je i težište lovnog gospodarenja usmjereno proizvodnji tog derivata. Međutim, iako s lovnog gledišta ono predstavlja cilj gospodarenja i glavni proizvod, u određenim uvjetima ono može poslužiti kao indikator kvalitete populacija cervida (Putman i sur., 2000.; Schmidt i sur., 2001.; Gaspar-López i sur., 2008.; Mateos i sur., 2008.; Martínez Salmerón, 2014.). Već krajem 90-ih godina 20. stoljeća, nakon postupnog shvaćanja mehanizma rasta i razvoja rogovlja, ono postaje predmetom postupnih biomedicinskih istraživanja. Težište tih istraživanja usmjereno je k shvaćanju mehanizama mineralizacije koštanog sustava koji bi trebao doprinijeti napretku u liječenju bolesti kostiju te se koristiti i u farmakološke svrhe (Kawtikwar i sur., 2010.). U konačnici, rogovlje može poslužiti i kao bioindikator onečišćenja okoliša (Kierdorf i sur., 2000.; Jaczewski, 1981., Nowicka i sur., 2006.).

Rezimirajući napise znanstvene i popularne lovačke literature te, shvaćanja lovaca diljem Europe, načelno se može reći kako je trofej jelena običnog (*Cervus elaphus*) još uvijek jedan od glavnih objekata znanstvenih istraživanja, lovačkih težnji, ali i velikih polemika glede

tehnologije njegova uzgoja, osobito glede izbora kriterija za procjenu perspektivnosti trofejne vrijednosti grla. U prilog velikom interesu lovaca za ovu vrstu divljači (europske podvrste jelena običnog) ide i činjenica da je introduciran u područja daleko od njegova prvobitnog areala (Raesfeld i Reulecke 1988.) – Australija, Novi Zeland i Južna Amerika (Argentina i Čile). Pri tome su na Novi Zeland naseljavane jedinke s područja Baranje (Nikolandić, usmeno), a na područje Argentine i Čilea, osim iz Podunavlja, čak s područja Karpata i Koruške (Dietrich, 1987.).

U drugoj polovici 20. stoljeća, osobito nakon izložbe lovačkih trofeja u Düsseldorfu (koja je održana 1954.), započela je intenzivna usporedba trofejnih vrijednosti svih vrsta parnoprstaša, osobito u socijalističkim zemljama (Brückner, 1986.; Dietrich i Lockow, 1986.; Szidnai i sur., 1987.; Puppe i Ludwig, 1989.). Osim trofejnih usporedbi, započele su i morfološke, ali u svrhu objektivnih kriterija prepoznavanja različitih morfoloških oblika vezanih za pojedine populacije (Köller i sur., 1988.; 1989.). Objektivnost usporedbe je uvelike olakšana razvojem biometrike, koja postaje neizostavan alat u obradi i interpretaciji rezultata s područja biotehnologije.

Istovremeno s istraživanjem razlika u kvaliteti trofeja ili morfoloških značajki, razvoj biometrike te metoda procjene dobi kod jelenske divljači (Mitchel, 1967.; Almasan i Rieck, 1970.), omogućili su kvalitetniji uvid u razvoj trofejnih (Raguž, 1978.; Hell, 1983.; Bečejac i sur., 1984.; Schreiber i Lockow, 1989.; Jumić, 2003.; Degmečić 2009.) i tjelesnih unutar populacijskih značajki (Tucak i sur., 1999.; Dzieciołowski, 1970.), ključnih za donošenje odluke o trofejnom potencijalu i gospodarskoj starosti jelenske divljači, što je u konačnici trebalo dovesti do poboljšavanja kvalitete gospodarenja ovom vrstom.

Gospodarenje divljim parnoprstašima na području Europe ima dva temeljna ograničenja:

- promjena staništa iz prirodnog u kultivirano te
- kompeticija sa stokom.

Međutim, tu svakako treba dodati i lov jer dovodi do umjetne selekcije, čiji se kriteriji razlikuju od zemlje do zemlje (Ginsberg i Milner-Gulland, 1994.; Langvatn i Loison, 1999.; Milner-Gulland i sur., 2003.).

Iako se divlji parnoprstaši love već nekoliko stoljeća, još uvijek je utjecaj selekcijskog lova na fenotipske promjene nedovoljno poznat, a selekcija se bazira na temelju jednog ili više pokazatelja. Ovisno o lovnoj kulturi (državi ili regiji), kriteriji odstrjela se međusobno

razlikuju, štoviše, lovne ambicije katkada imaju nacionalne predznake (Damm, 2008.), tako da se lovci generalno mogu podijeliti na:

- europske lovce (uglavnom su iz Njemačke i Austrije) koji preferiraju „karakterne“ trofeje, odnosno u pravilu starije jedinke te
- američke lovce, koji čine glavninu svjetske lovne klijentele, a preferiraju simetrične trofeje visokih trofejnih vrijednosti. Oni obično odstrjeljuju premlade, odnosno perspektivne jedinke.

Ovakvo shvaćanje pristupa lovu krupne divljači je dosta generalizirano, jer iskustva govore da se oba tipa lovaca mogu naći čak i unutar jedne lovne zajednice (npr. lovačkog društva).

Smrtnost, izazvana lovom predstavlja jednu od ključnih intervencija u populaciju jelenske divljači što ostavlja niz posljedica kao što su:

1. Narušen omjer spolova (Clutton-Brock i Lonergan, 1994.; Laurian i sur., 2000.).
2. Smanjenje gustoće populacije dovodi do povećanja rizika gubitka genetske varijabilnosti (Nuney, 1993.).
3. Snižava se prilika za spolno odabiranje (Anderson, 1994.).
4. Dolazi do promjene u ravnoteži selekcijskog drifta (Hartl i Clark, 1997.).

U srednjoeuropskom kulturnom krugu postoje relativno jasna razgraničenja između tipova odstrjela, kao i dobro definirani kriteriji za izlučenje jedinki po dobnim razredima, koji se nazivaju uzgojne smjernice (njem. Abschlußrichtlinie, npr. Raesfeld i Reulecke, 1988.). U skladu sa srednjoeuropskim pristupom lovstvu. Car (1967.), odstrjel dijeli u tri temeljna tipa:

- Redovni odstrjel – ovim odstrjelom se iz populacije izlučuje zdrava i normalno razvijena divljač (uglavnom mužjaci, izuzetak su divokoza i smeđi medvjed) koja je postigla svoj maksimalan trofejni razvoj. Kod ženki su to ona stara grla koja više ne pokazuju dobre reproduksijske sposobnosti (neredovito legu mladunčad i ne skrbe o njima). Ovaj se odstrjel provodi u skladu s propisanim lovostajem za određenu vrstu divljači.
- Uzgojni odstrjel – ovim odstrjelom se iz populacije uklanjaju bolesne ili ispodprosječno razvijene jedinke. U slučaju uklanjanja bolesnih jedinki radi se o sanitarnom odstrjelu. On se može provoditi cijele godine, uz obavezu pismene prijave i dostave odstrjeljene jedinke ovlaštenoj veterinarskoj ustanovi koja bi trebala dijagnosticirati bolest i o tome pismeno izvijestiti ovlaštenika prava lova. Ukoliko se iz populacije uklanjaju ispodprosječno razvijene jedinke (za svoju

dob ili dobni razred) tada se radi o selekcijskom odstrjelu. On se provodi u skladu s propisanim lovostajem za određenu vrstu divljači.

- Redukcijski odstrjel – ovim odstrjelom se iz matičnog fonda uklanjaju prekobrojne jedinke. On ima više zakonodavnu, nego tehničku podlogu. Naime, provodi se na temelju Rješenja o redukcijskom odstrjelu koje izdaje ministarstvo nadležno za lovstvo. Ovlaštenik prava lova je dužan pismeno zatražiti redukcijski odstrjel, uz predočenje dokaza da je neka divljač (najčešće se radi o divljoj svinji) prekobrojna u lovištu. Kao dokaz prilaže zapisnik o prebrojavanju (ili više njih iz te lovne godine), zapisnike o šteti od divljači te dokaz da je oštećenoj strani nadoknadio štetu. Budući da za provođenje redukcijskog odstrjela nema puno vremena (daje se na određeni rok uz obavezu, a ne mogućnost izvršenja), kod njega najčešće nema kriterija koja grla izlučiti iz populacije. Ponekad je zadana i dobna i spolna struktura, koja po cjeniku odgovara visini isplaćene štete.

Iako se selekcijskim odstrjelom iz populacije uklanjaju ispodprosječno razvijena grla (Torres-Porras i sur., 2009.; De Nahlik, 1992.), redovitim odstrjelom se uklanjaju trofejno jaka grla pa dva odstrjela na kraju ipak trebaju dovesti do poboljšanja (strukture) populacije, ako se trofejno jakim grlima omogućiti sparivanje. Međutim, izvan srednje Europe spominje se uglavnom tzv. „trofejni lov“. Trofejni lov je neslučajno (neselektivno) uklanjanje jedinki bazirano na jednoj ili više fenotipskih značajki (Festa-Bianchet, 2003.; Mysterud, 2011.), tako da trofejni lovci uglavnom nastoje izbjeći odstrjel dobne kategorije mladunčadi i pomlatka. Stoga takva selekcija predstavlja neprirodnu stopu prirodnih mortaliteta prvodobnih mužjaka ili čak adultnih grla. Naime, radi se o grlima koja su postigla asimptotsku masu prije starosti, a još mogu svoje (kvalitetne) genotipske značajke proširiti na potomstvo.

Činjenica je kako današnje iskorištavanje divljih životinja vodi umjetnoj selekciji, odnosno, smrtnost koja nastaje lovnom aktivnošću razlikuje se od one koja nije izazvana lovom (npr. Bonenfant i sur., 2009.). Naime, ukoliko na vjerojatnost ulova pod utjecajem reguliranja minimalne veličine ulova, tehnika i oružja te kulturalne preference, tada će prosječna veličina ulovljenih životinja biti viša ili niža od prosjeka populacije. Ove razlike su osobito izražene kod mlađih i srednjodobnih grla jelena običnog (Martínez i sur., 2005.; Torres-Porras i sur., 2009.). Štoviše, kod socijalnih životinja je lovna selekcija izraženija jer lovci iz skupine mogu probrati veće jedinke.

Kod šupljorožaca trofejni lov ima uglavnom negativan učinak na populaciju jer, dugoročno gledano, duljina roga pada (Garel i sur., 2007.; Coltman i sur., 2003.), a grla s dužim rogovima imaju manju stopu preživljavanja, uz izuzetak juvenilnih jedinki (Bonenfant i sur., 2009.). No, kod punorožaca je situacija obrnuta – i juvenilni i adultni mužjaci s dužim granama imaju višu stopu preživljavanja, od svojih istovrsnika kratkih grana (Tores-Porras i sur., 2009.).

Izvan srednjoeuropskog lovačkog kruga kriteriji odstrjela cervida razlikuju se od zemlje do zemlje. U većini slučajeva se izbor grla za odstrjel obavlja prema duljinama grana (Pozo i sur., 2016.), no između duljine grana i nasljeđivanje te osobine ne postoji signifikantna povezanost. No, u prirodnim populacijama jelena se razlikuju po veličini rogovlja (Kruuk i sur., 2002.) i stopi fertilitnosti (Malo i sur., 2005.). Ukoliko se selekcijski odstrjel vrši prema duljini grana, tada su duljine grane u pozitivnoj ovisnosti s preživljavanjem jedinki i stopom pomlađivanja kod svih dobnih skupina jelena, osim kod starih grla (Lemaître i sur., 2014.).

Međutim, čak i u srednjoeuropskim krugovima može doći do poremećaja u trofejnoj strukturi. Glavni uzrok je lovno turistička potražnja. Szidnai i Köller (1987.) zaključuju kako je od 1985. u Mađarskoj odstrjelna kvota jelena običnog povišena, uz istodoban pad udjela jelena u zlatnoj medalji. Najveća masa jelenskog rogovlja iz razdoblja odstrjela 1981.-1985. iznosila je 17,4 kg (ocijenjeno je s 260,07 CIC točaka i predstavlja 3. po snazi trofej u Mađarskoj). U Slovačkoj je na području Podunavske nizine do 2003., najjači odstrijeljeni jelen (odstrijeljen je 1970.) imao trofejnu vrijednost 215,12 CIC točaka, a Rajský i sur. (2003.) navode kako je trofejna vrijednost jelenske divljači na tom području do 1986. postupno padala. Razlog je bio pojačan odstrjel zrelih grla, ali se po prvi puta, kao jedan od uzroka navodi i pojava velikog američkog metilja (*Fascioloides magna*). Sličan problem se ističe i na području Baranje (Brna i sur., 1989.). Osim što su se trebali ostvariti veliki prihodi od lovstva problem je bio i pad kupovne moći lovaca. Stoga su lovne organizacije bile prisiljene dopustiti odstrjel srednjodobnih grla u brončanoj i srebrnoj medalji (jelena u dobi od 5 do 8 godina). Ovime je narušeno redovito novačenje razreda zrelih jelena, jer su srednjodobni jelena „grla budućnosti“.

Opasnosti od pogrešno usmjerenog odstrjela nisu samo usmjerene k izlučivanju trofejno superiornih grla, nego i na nedovoljno izlovljavanje ženki i mladunčadi (Torres-Porras i sur., 2009.), što može dovesti do poremećaja u spolnoj i dobnoj strukturi (Ginsberg i Milner-Gulland, 1994.). Razlog izbjegavanja ili smanjenog odstrjela ženskih grla nije isključivo posljedica želje za trenutnim stjecanjem što jačeg trofeja, nego i želja za jačim prirastom. Pri tome je od odlučujućeg značaja tehnika lova. U lovu prigonom teško je jasnije procijeniti grlo koje treba izlučiti. Naime, životinje se kreću brzo (trk) pa je lovcu teško uočiti ispodprosječno razvijene



jedinke (ovisno o dobi). U pravilu, tom tehnikom lova se odstrjeljuju nešto mlađe jedinke iberskog jelena običnog ( $3,8 \pm 1,96$  SD godina) u odnosu na komercijalan lov prigonom ( $4,52 \pm 1,59$  SD godina; Torres-Porrás i sur., 2009.), odnosno, jeleni odstrjeljeni u lovu prigonom imaju veće mase o onih odstrjeljenih selekcijskim odstrjelom pojedinačnim lovom (Martínez i sur., 2005.). Stoga tehnika lova igra ključnu ulogu u kvalitetnoj selekciji krupne divljači. Uglavnom treba poticati pojedinačni lov, u kome lovac ima dovoljno vremena procijeniti kvalitetu grla.

Iako dio lovačkih krugova pomalo zazire od odstrjela jelenske divljači uzgojene u kontroliranim uvjetima (Knox, 2011.), treba istaknuti kako je takav tip uzgoja sve više zastupljen. Azorit i sur. (2002.) navode kako se španjolski jelen obični (*Cervus elaphus hispanicus*) u Španjolskoj dobrim dijelom uzgaja u ograđenim lovištima. Tako npr. u jugoistočnom području Španjolske (pokrajina Sierra Morena) postoje 142 uzgajivačnica ukupne ploštine 200.000 ha, s time da je čak njih 55,6 % manje od 1.000 ha, dok je njih 17,6 % veće od 2 000 ha. Istraživanjem dinamike rasta rogovlja dobili su gospodarsku starost španjolskog jelena od 10 godina (u pojedinim uzgajalištima čak i 8 godina), pri čemu se na rogovlju čak može razviti i do 17 parožaka. Stoga, sve dok je lovno turistička potražnja visoka, ovaj tip uzgoja će se morati provoditi, a i u nas on nije novina. Već 1987. na području baranjskog djela tadašnjeg Lovno-šumskog gazdinstva „Jelen“ osnovana su tri uzgajališta jelenske divljači ukupne ploštine 426 ha (Šeprešhat – ploštine 17 ha, Koha – ploštine 17 ha i Adica – ploštine 392 ha (Brna i sur., 1993.). Ovakav način uzgoja ne smije se miješati s tzv. farmskim uzgojem divljači jer je težište kontroliranog uzgoja proizvodnja trofeja, a farmskog proizvodnja mesa ili čak rogovlja za farmakološke potrebe (Dahlan, 2009.).

Kao jedna od najvažnijih vrsta krupne divljači u Republici Hrvatskoj, jelen obični se uzgaja u sva tri oblika - prirodnom, gaterskom i farmskom (Konjević, 2007.). U Hrvatskoj je uzgoj ove vrste još uvijek ograničen na proizvodnju trofeja i mesa, a pretežiti oblik uzgoja jelenske divljači u Republici Hrvatskoj i danas predstavlja ekstenzivni, odnosno prirodni model uzgoja. Dugo vremena uzgojne smjernice jelena običnog nisu bile striktno propisane niti igdje detaljnije objašnjene. Godine 2011. Degmečić (2011.) daje prijedlog uzgojnih smjernica, no one nigdje nisu zakonski usvojene.

Tako dugo dok se uzgoj divljih dvopapkara temelji na dobivanju dobrih trofeja, uzgajivača će zanimati dva ključna pitanja – kako prepoznati uzgojno nevrjedno grlo i do koje dobi uzgajati perspektivna grla? U literaturi postoje različiti podaci o gospodarskoj starosti, ali su i različiti kriteriji koji su uzeti za relevantne u toj problematici. Raguž (1978a.; 1978b.)

navodi financijski kriterij, pa se onda govori o financijskoj odstrjelnoj zrelosti pri čemu razlikuje financijsku odstrjelnu zrelost jelenske divljači za potrajno lovno gospodarenje, određenu veličinu krda i određenog omjera spolova u krdu. Međutim, problem je u definiranju indikatora, koji će najbolje izraziti cjeloživotni hod trofejne vrijednosti i ukazati na kulminaciju trofejnog rasta.

### 1.1. Razlika između kvalitete rogovlja prema podvrsti jelena običnog

Uočavanje razlika u morfološkim oblicima vrlo je važno radi uočavanja uzgojnih linija. Raesfeld i Reulecke (1988.) su sintetizirali rezultate istraživanja morfologije rogovlja jelena običnog na području Europe te navode kako je u Europi moguće razlučiti nekoliko podvrsta vrste *Cervus elaphus* LINNÉ:

- *C. e. scoticus* LÖNBERG 1906 – škotski jelen obični, naseljava Škotsku, Englesku i Irsku;
- *C. e. atlanticus* LÖNBERG 1906 – norveški jelen obični, naseljava južnu i zapadnu europsku obalu Atlantskog oceana do 64<sup>0</sup> sjeverne širine;
- *C. e. elaphus* LINNÉ 1758 – švedski jelen obični, naseljava južnu Švedsku i Norvešku;
- *C. e. hippelaphus* ERXLEBEN 1777 – srednjoeuropski jelen obični, naseljava Dansku, Njemačku, Nizozemsku, Belgiju, Luksemburg, Francusku, Švicarsku, Lihtenštajn, Austriju, Poljsku, zapadni dio bivšeg Sovjetskog Saveza, Češku, Slovačku, Mađarsku, Bugarsku, bivšu Jugoslaviju, zapadnu Rumunjsku i Grčku;
- *C. e. carpathicus* BOTEZAT 1922 – karpatski jelen obični, naseljava zapadne Karpatе i Rumunjsku.

Međutim, dio autora se ne slaže s ovom podjelom, nego populacije iz srednje i zapadne Europe nazivaju **zapadni jelen**, a jelene iz Mađarske, bivše Jugoslavije i Karpata **istočni jelen** (Raesfeld i Reulecke, 1988.). Köller i sur. (1988.; 1989.) su na razini cijele Mađarske pokušali načiniti razdiobu jelena običnog na bazi elemenata trofejnih vrijednosti, no to im nije pošlo za rukom te se smatra kako na području Mađarske obitava, s gledišta morfologije, rogovlje više-manje isti, (sličan) tip ove divljači, odnosno unutar svakog od uzgojnih područja javlja se više morfoloških oblika rogovlja. Iako Köller i sur. (1988.; 1989.), primjenom tradicionalnih morfometrijskih metoda nisu uspjeli dokazati postojanje rasa, to je uspjelo primjenom geometrijske morfometrije i analizom svojstvenih komponenti (PCA) na iberskom jelenu. Martínez Salmerón (2014.) je uspjela razlučiti 6 morfoloških oblika rogovlja iberskog jelena

običnog (*Cervus elaphus hispanicus*) u Španjolskoj, a u monografiji Raesfeld i Reuleke (1988.) ova podvrsta nije ni spomenuta. Općenito, primjenom geometrijske morfometrije postižu se slični zaključci kao i primjenom tradicionalne, ali je njena prednost u detaljnijem objašnjavanju promjene oblika, kao posljedica promjene oblika svakog pojedinog čimbenika.

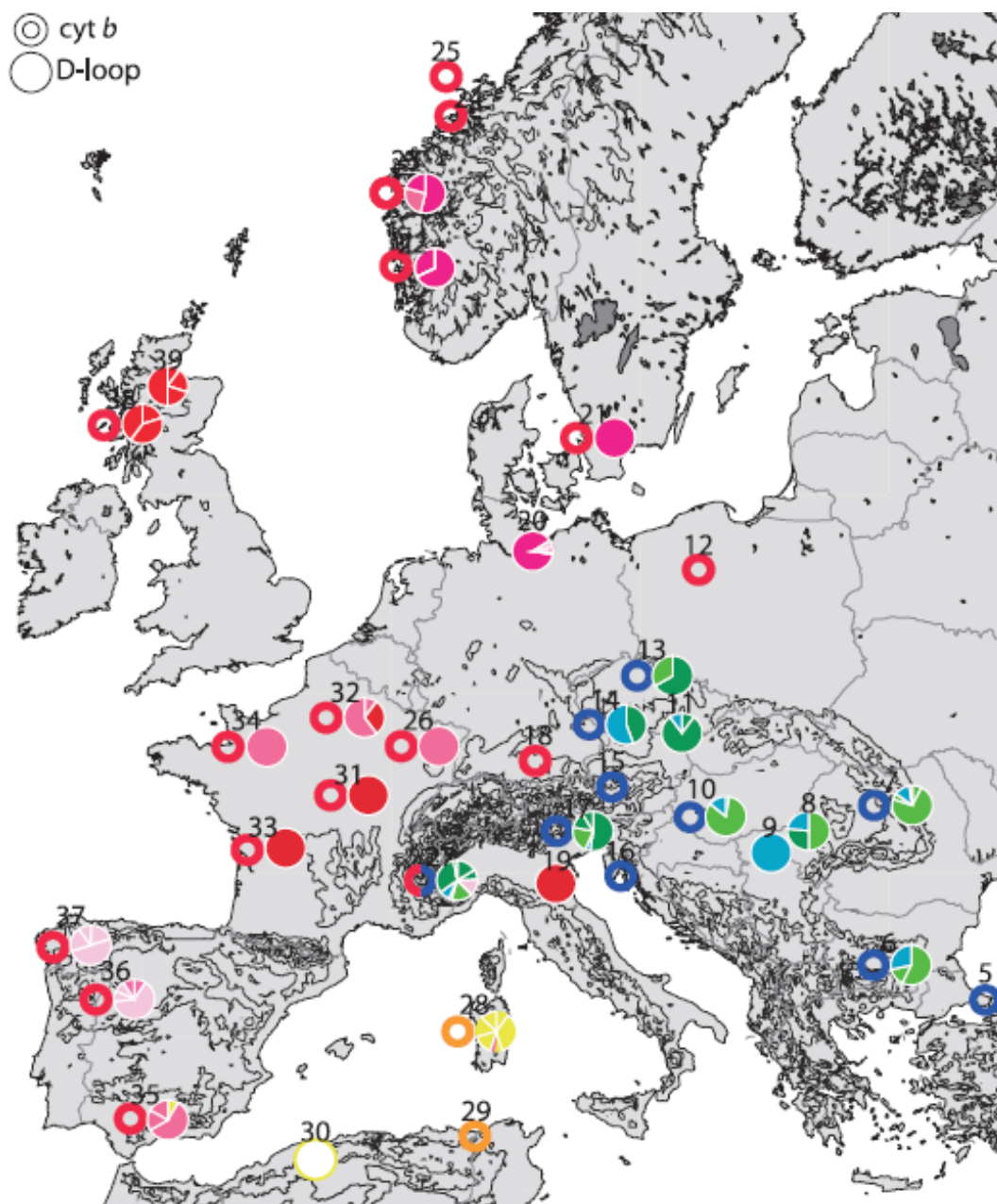
Osim podizanja brojnosti, na području Europe su križanja jelena provođena i u svrhu pridobivanja jakih trofeja (Volokh, 2015.). Za oplemenjivanje su najčešće korištene istočne podvrste jelena običnog, kao sibirski (*C. e. sibiricus*) i kaspjski jelen obični ili maral (*C. e. maral*), a u pojedinim slučajevima čak i sjevernoamerički obični jelen ili vapiti (*C. e. canadensis*). Ovi potonji križanci su obitavali u šumama blizu gornjeg Schleswinga (Njemačka), a isticali su se rogovljem dugih grana (do 120 cm) i velikog broja parožaka (do 22). Kako bi se osobine ovih hibrida prenijele na ostatak jelenske populacije ovakva grla je bilo zabranjeno odstrjeljivati, a nosila su nadimak „Hubert“ (Meerwarth, 1909. iz Volokh, 2015.). Osim na području srednje Europe slična se hibridizacija provodila u južnoj Ukrajini (rezervat Askania Nova) od 1902. do 1950. Tamo su križani europski i sibirski jelen obični, a križanci su ponovo križani sa sibirskim jelenom običnim, maralom ili čak s krimskim jelenom *običnim* (*C. e. brauneri*), mandurskim vaptijem (*C. e. xanthophygus*) i sjevernoameričkim jelenom. Dobiveni križanci imaju naziv „maral Askanske stepe“ (Volokh, 2015).

Iberski jelen obični je najvažnija vrsta divljači u Španjolskoj, ali većina španjolskih lovaca smatra da rogovlje iberskog običnog jelena predstavlja loš trofej. Općenito, dosta je lagano. To je i najmanja podvrsta ove vrste, a zbog podizanja trofejnih vrijednosti u zadnjih 20-ak godina je uvezeno dosta grla (oko 1 000 grla godišnje) iz Francuske, Belgije i Njemačke. Usprkos tome što se radi o maloj podvrsti oni mogu imati grane duge čak do 110 cm, nadočnjake do 45 cm te razviti do 11 parožaka. Pema Fierro i sur. (2002.) maksimalna masa grana je iznosila 2,71 kg. Samo počelo uzgojnog odstrjela se može dosta razlikovati, od podvrste do podvrste. Fierro i sur. (2002.) navode kako bi se uzgojni odstrjel iberskog jelena običnog trebao bazirati na izlučenju onih grla čije rogovlje broji manje od 4 paroška, ima kratke grane te nema srednjak. Dakle, odstrjelna linija se bazira na duljini grana i broju parožaka.

Općenito, danas je na području cijele srednje i zapadne Europe stanište jelena običnog fragmentirano ili je doslovno nestalo kao posljedica nastanka i širenja naselja te različitog lovnog zakonodavstva među državama (Herzog i Gehle, 2001.), što često dovodi i do genetskog drifta. Iako su određene lokalne populacije ove vrste hibridne, Skog i sur. (2009.) na području cijele Europe su, na temelju citokroma b (*cyt b*) izdvojili tri izrazito divergentne DNA linije, filogeografskog obrasca haploskupine ili loze (Slika 1.):

- Haploskupina  $A_c$  – rasprostranjena je u zapadnoj i sjevernoj Europi. Genetski je dosta heterogena te pokazuje dosta podskupina (visoka haplotipska i nukleotidna raznolikost).
- Haploskupina  $B_c$  – rasprostranjena je u sredozemnom dijelu Europe (uglavnom na Sardiniji) te u sjevernoj Africi. Nema dovoljnu geografsku diferencijaciju, a s gledišta citokroma b predstavlja najdrevniju europsku skupinu jelena običnog.
- Haploskupina  $C_c$  – rasprostranjena je u srednjoj i istočnoj Europi i manje je strukturirana i postojanija od loze  $A_c$ , odnosno nema razlike između jedinki sjeverno i južno od linije permafrosta. Genetski je dosta složena jer pokazuje nekoliko unutarnjih haplotipova. Iako tada još nisu znali za nazočnost spomenutih rasa Herzog i Gehle (2001.) su ukazivali kako jelenska divljač na području Austrije i Mađarske pokazuje monomorfnost glede SOD<sup>a</sup> alela, dok su jeleni na području zapadnog dijela Njemačke pokazivali bialelni minorni polimorfizam glede SOD gena. Naime, na njima je pronađen alel SOD<sup>b</sup> u visokoj frekvenciji, dok je alel SOD<sup>a</sup> bio nazočan u niskoj frekvenciji.

Sve tri loze pokazuju filogenetske obrasce svojstvene i za ostale vrste sisavaca. Naime, loze A i C vode porijeklo iz glacijalnih utočišta iberskog (loza A) i balkanskog (loza C) poluotoka. Pri tome nije isključena vjerojatnost da je utočište loze A bio i Apeninski poluotok (lokalitet Mesola), jer je on poslužio i kao utočište još nekim životinjskim vrstama (Hewitt, 2004.). Sve tri loze su međusobno divergirale i prije posljednje glacijacije, kao i većina europskih vrsta. Iako se filogenija pojedinih populacija pokušava otkriti evolucijskim smjerovima i pisanim dokumentima o translokaciji, ilegalna translokacija otežava taj posao (Frantz i sur., 2006.), tako da se genskoj strukturi pojedinih populacija još uvijek samo može nagađati.



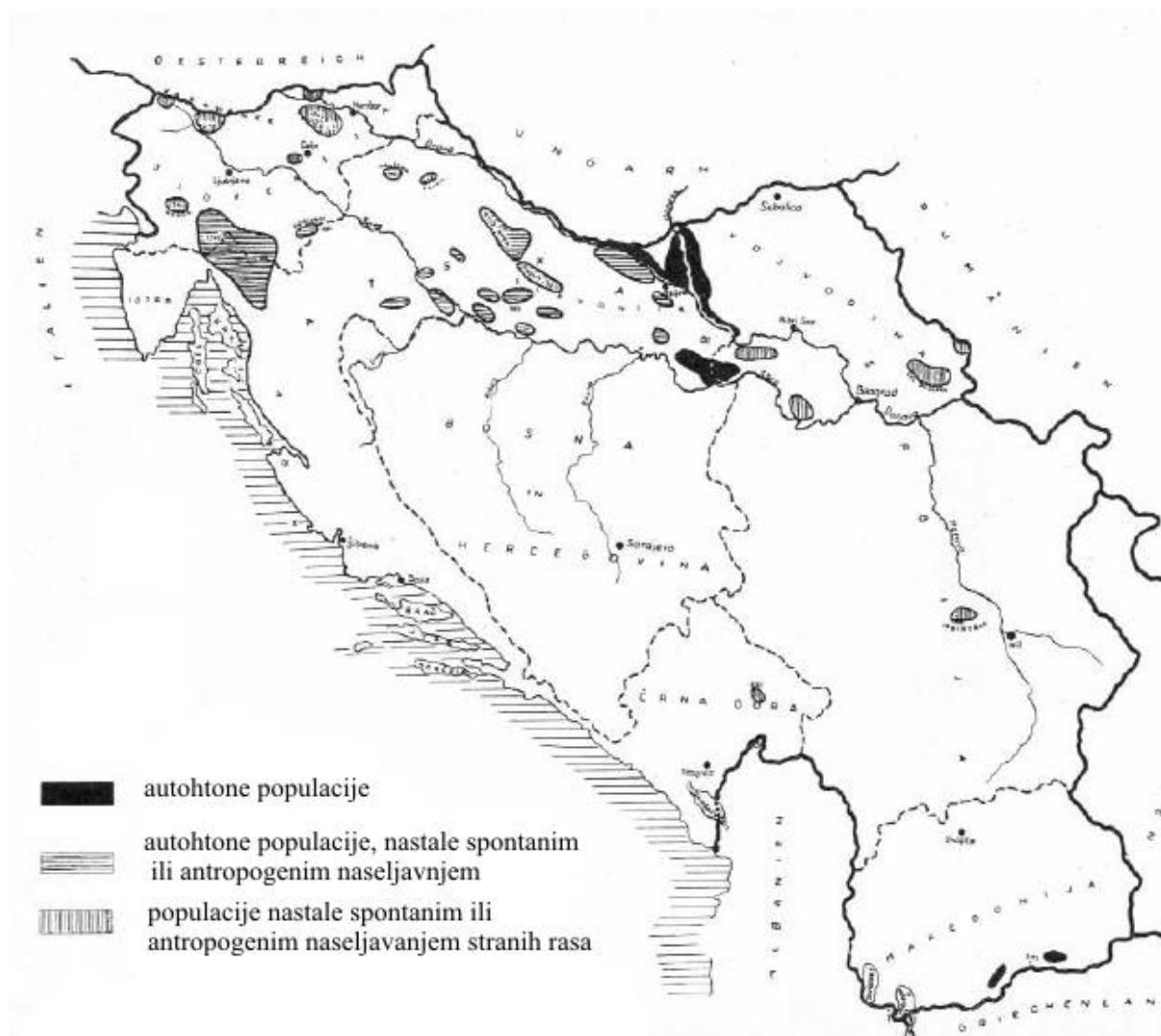
Slika 1. Distribucija haplotipova jelena običnog u Europi. Otvoreni krugovi predstavljaju *cyt b* haploskupine:  $A_c$  – crvena boja,  $B_c$  – narančasta boja,  $C_c$  – plava i ljubičasta boja, *C. e. bactrianus* – ružičasto. Puni krugovi predstavljaju učestalost D-loop haplotipova: Haploskupina A – ružičasto i crveno, Haploskupina B – žuto i Haploskupina C – plavo i zeleno. Izvor: Skog i sur., 2009., 68 str.

U Hrvatskoj jelen obični naseljava cijeli panonski i gorski prostor (Car, 1967b), no čini se kako je veći dio recentne populacija ove divljači u nas posljedica intenzivnog ljudskog utjecaja. Osvrćući se na relativno visoke trofejne vrijednosti rogovlja jelenske divljači na lovačkoj izložbi održanoj 1953. u Düsseldorfu, Valentičić (1958.) navodi kako ova vrsta na području bivše Jugoslavije ne predstavlja zasebnu podvrstu, nego svojevrsnu mješavinu, a kao posljedicu istrebljenja na većini njena nekadašnjeg areala, koje se u nekoliko valova događalo

od sredine 19. stoljeća (doba ukidanja kmetstva i revolucionarnih previranja diljem Europe) do kraja Drugog svjetskog rata. Nakon prvog kalamiteta (sredina 19. stoljeća) dio plemstva i bogatog građanstva počeo je provoditi akcije translokacije ili čak reintrodukcije, što je, paralelno s uspješnim akcijama istrijebljenja sivog vuka (*Canis lupus*) u panonskom području, dovelo do povećanja brojnosti jelenske divljači. Općenito, glavno područje stalnog obitavanja jelenske divljači na tom, prijašnjem prostoru je ležalo sjeverno od granice koju su tvorile rijeke Dunav – Sava – Una. Južno i istočno od te granice jelensku divljač se moglo naći povremeno ili je bila u potpunosti istrijebljena.

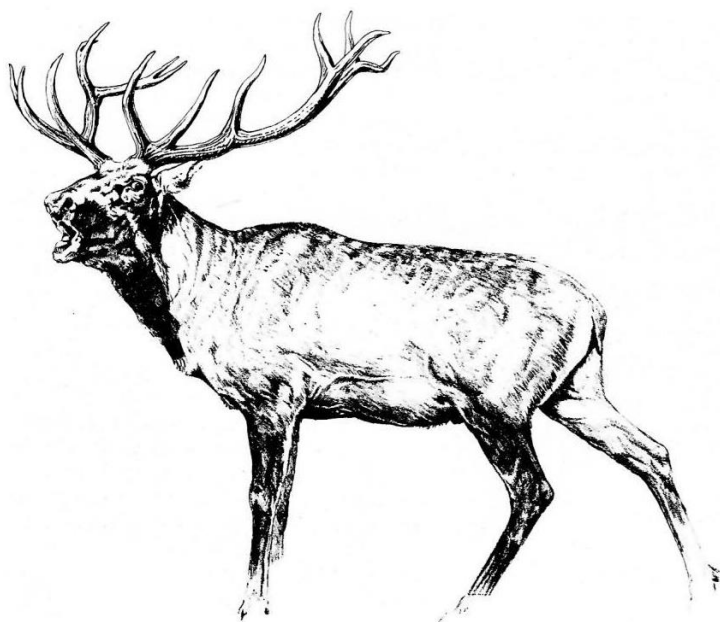
Tijekom svih, za jelena, nepovoljnih razdoblja, u Hrvatskoj su opstale dvije autohtone populacije – baranjska i spačvansko-bosutska, dok su idući prema zapadu populacije nastale miješanjem stranih i (ili) preostalih malobrojnih grla domaće populacije (Slika 2., Valentinčić, 1958.).

Na područje središnje i zapadne Slavonije jelen nije u potpunosti istrijebljen, no nakon pada brojnosti prije Drugog svjetskog rata, obavljane su akcije obnove populacije ispuštanjem grla iz uzgajališta, a dio tih jedinki je bio alohton. S druge strane, u susjednoj Sloveniji su provođene akcije naseljavanja i translokacije ove divljači i na alpskom i na dinarskom području. Ovo potonje je izrazito važno za porijeklo populacije jelenske divljači u hrvatskom dijelu Dinarida, jer je ona u neposrednom kontaktu s dinarskom populacijom jelena u Sloveniji. Ta slovenska populacija je nastala tijekom druge polovice 19. stoljeća od jedinki autohtone populacije tog područja te alohtonih jedinki porijeklom iz Njemačke (Meckleburg) i jedinki koje, vjerojatno, porijeklo iz Austrije. U alpskom području Slovenije, tijekom istog razdoblja su ispuštena grla nabavljena u Poljskoj, Mađarskoj i Austriji. Nije isključena mogućnost kontakta ovih dviju populacija, što bi se, svakako, treba utvrditi genskim analizama.

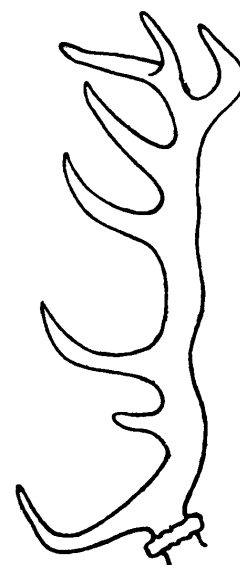


Slika 2. Rasprostranjenost jelena običnog na području bivše Jugoslavije krajem 50-tih godina 20. stoljeća. Prerađeno iz Valentinčić, 1958., 155 str.

Zbog spomenutih miješanja podvrsta u spomenutom području sjeverno od granice Dunav – Sava – Una, isprepliću se tzv. hipelafoidni i marlski tip rogovlja. Iako populacija spačvansko – bosutskog bazena predstavlja populaciju autohtonog jelena, još su se koncem 50-ih godina 20. stoljeća tamo mogla uočiti oba tipa rogovlja te njihovi prijelazni oblici s time da je veći dio trofeja imao značajke marlaskog tipa. Njihova glavna značajka je izraženo rogovlje, slaba dvostruka kruna, raspon rogovlja od oko 80 % te jaki ledenjaci koji se razvijaju neposredno iznad nadočnjaka i s njime tvore šiljasti kut (Slika 3.). Osim u panonskom području, u Hrvatskoj se marlski tip rogovlja mogao naći i na području Risnjačkog masiva (Gorski kotar), gdje ga je nosilo oko 20 % jelena u populaciji (Valentinčić, 1958.).



Slika 3. Izgled rogovlja marala. Izvor: Raesfeld i Reulecke, 1988, 22 str.



Slika 4. Grana hipelafoidnog jelena gledana sa strane. Izvor: Raić, 1967., 581 str.

Značajke hipelafoidnog tipa rogovlja (Slika 4.) su prava kruna (najčešće trostruka), manjkajući ili slabi ledenjaci koji izbijaju relativno visoko iznad nadočnjaka i paralelni su s nadočnjakom te raspon rogovlja od preko 90 %. Temeljni kriterij ove diobe bio je kraniometrijski i morfologija rogovlja. Naime, karpatski jelen ima u prosjeku dulju lubanju, nema pravu krunu, a masa rogovlja se kreće od 9 do 13 kg. Kod srednjeeuropskog jelena je masa rogovlja od 6 do 10 kg. Iste podvrste nisu izolirane jer karpatski jelen naseljava i srednju i istočnu Slovačku, Rumunjsku i Poljsku. Ovo je razlikovanje bilo od izuzetnog značaja za komparaciju trofeja, jer zbog morfologije rogovlja, iste podvrste nisu bile komparativne, a sada se ocjenjuje svaka za sebe.

Međutim, grla iz Baranje ponešto su odudarala od ova dva oblika. Stoga su brojni autori morfometrijom lubanje (kraniometrija), ali i rogovlja pokušali, odrediti u koju bi skupinu svrstali lokalnu baranjsku rasu.

Brna (1964.) navodi da je u Europi ukupno registrirano šest podvrsta običnog jelena: *C. e. corsicanus*, *C. e. hispanicus*, *C. e. scoticus*, *C. e. atlanticus*, *C. e. hippelaphus* i *C. e. maral*, ali ne navodi znanstvenike i godinu opisa. Osim toga, na temelju kraniometrijske analize, koja je obuhvatila 22 košute starije od četiri godine i 20 jelena starijih od 5 godina na baranjskom području tijekom lovne godine 1961./1962., isti je autor utvrdio da je „beljski“ obični jelen za svojstvo duljina lubanje (kondilobazna duljina) intermedijaran u odnosu na zapadnoeuropskog



i kavkaskog. Ista beljska populacija pokazivala je superiornost u odnosu na ostale i za masu rogovlja. Stoga Brna smatra kako bi istu populaciju trebalo izdvojiti kao posebni varijetet nizinsko-ritskog područja, što su prije njega potvrdili Geptner i Calkin (1947 cit. Brna 1964), nazvavši običnog jelena s područja Baranje *C. e. montanus*.

Munkačević (1964.) navodi da se na području Baranje može susresti zapadni tip jelena koji ima uglavnom peharastu krunu te istočni tip s paroškom vučjakom koji se često puta rašlja. Najčešća su pak grla intermedijarnog oblika rogovlja. Na temelju analize 234 trofeja jelena običnog s područja Baranje, isti autor zaključuje kako 89 % odstrijeljenih grla ima barem pet parožaka u kruni, 224 grla su imala raspon rogovlja preko 80 %, a 11 % grla preko 100 %. Isaković (1969.) je analizom 233 rogovlja jelena običnog mase veće od 2,5 kg iz Baranje i Bačke utvrdio sljedeće:

- u samo 1,4 % slučajeva je zabilježena pojava grananja nadočnjaka,
- do 11. godine života grla nema većih odstupanja u duljini srednjaka što potvrđuje teoriju o izduživanju nadočnjaka u starosti,
- izostanak ledenjaka je zabilježen u samo 5,5 % slučajeva. Kod karpatskih jelena je to puno češći slučaj (28,5 % grla),
- vijenac je kod jelena iz Belja dobro razvijen, dok ga kod karpatskih jelena ili nema ili je slabo nazočan.

Prema tome, kod propisivanja uzgojnog odstrjela svaki od spomenutih tipova ima određene specifičnosti. Stoga je općenite uzgojne linije osobito bilo teško provoditi na području Baranje, jer se tamo zamijećeno nekoliko oblika.

## **1.2. Razlike između kvalitete rogovlja prema tehnologiji uzgoja**

Relativno velik areal jelenske divljači (gotovo cijela Euroazija) povlači za sobom i izvjesnu klinalnu varijabilnost, ali i različite pristupe u gospodarenju koji se kreću od krajnje ekstenzivnog (uzgoj u slobodnoj prirodi bez izlaganja prihrane, tzv. sjeverno američko-skandinavski, Adamič, 1990.), srednjoeuropski (uzgoj u slobodnoj prirodi uz izlaganje prihrane, Adamič, 1990.) i kontrolirani uzgoj (uzgoj u ograđenim prostorima, bez mogućnosti migracije). Klinalna varijabilnost i problematika miješanja rasa je objašnjena u prošlom poglavlju, međutim, ovisno o tipu uzgoja unutar iste populacije mogu se pojaviti velike varijabilnosti u tjelesnim značajkama. One se mogu manifestirati u veličini tijela i(ili) trofeja, kvaliteti rogovlja te varijabilnosti izazvanoj različitim režimima sparivanja.

### 1.2.1. Varijabilnost tjelesnih i trofejnih značajki cervida s obzirom na intenzitet uzgoja

Za uzgoj kvalitetnih trofejnih grla jelena običnog ključni su stanišni (uglavnom trofički) uvjeti koji su vladali tijekom juvenilne životne faze, odnosno u dobi kada su promatrane jedinke bile u dobnom razredu teladi, iznimno i godišnjaka (Schmidt i sur., 2001.; Fierro i sur., 2002.; Gaspar-López i sur., 2008.). Budući da okolišni uvjeti u toj fazi života mogu biti različiti istraživana grla se trebaju grupirati prema godinama u kojima su došla na svijet, odnosno kohorte. Kohorta predstavlja skupinu jedinki u nekoj populaciji, koja je okoćena (izležena) unutar istog razdoblja koćenja (leženja). Stoga terminu „kohorta“ odgovara termin „godina rođenja“ kod monoestričnih<sup>1</sup> ili „sezona u istoj godini“ kod poliestričnih<sup>2</sup> životinja. Općenito gledano, termin kohorta se koristi u slučajevima kada je kod procjene kondicijskih ili ostalih populacijskih pokazatelja teško odvojiti utjecaj klime i gustoće populacije koji su vladali tijekom razdoblja kada su pojedina godišta dolazila na svijet.

Općenito, učinak kohorte se može rastaviti na dvije sastavnice (Gaillard i sur., 2003.):

- ✓ Brojčani učinak – predstavlja postotak mladunčadi koja će preživjeti prvu godinu. On ovisi o majčinskim i okolišnim čimbenicima koji vladaju tijekom razdoblja lanjenja i izrazito je varijabilan. Kratkoročno gledano, o njemu ovisi stopa novačenja populacije.
- ✓ Kondicijski (kvalitativni) učinak – jeleni viših natalnih masa tijekom života imaju viši reproduktivni uspjeh, a hladna proljeća pri visokoj gustoći populacije snižavaju reproduktivni uspjeh košuta. Općenito, visoke natalne mase kod oba spola omogućavaju raniji ulazak u reprodukciju i davanje brojnijeg potomstva.

Kod jelena godišnjaka duljina grane je u vezi s gustoćom populacije (Clutton-Brock i Albon, 1989.). Prema istraživanjima Schmidt i sur. (2001.) postoji signifikantna pozitivna povezanost između duljine grana godišnjaka i broja parožaka rogovlja iduće godine ( $r_s=0,67$ ;  $n=317$ ,  $p<0,0001$ ). Međutim, u hladnijim klimatima (npr. otok Rhum u Škotskoj) na duljinu grana godišnjaka izrazito negativan utjecaj imaju gustoća populacije jelena i prosječna mjesečna temperatura zraka u lipnju. S majčine strane, na duljinu grana jelena godišnjaka nikakvu ulogu nemaju dob majki (košuta), lokalna gustoća populacije (oko košutinog životnog prostora), spol prethodnog potomstva i vođenje teleta u listopadu prije oplodnje (sukcesivno imanje teladi). Iako je nepostojanje ovisnosti između lokalne gustoća populacije košute i duljine grana njenog potomstva, treba istaknuti kako je i ovaj odnos negativan ako se kao kovarijance

<sup>1</sup> Vrste kod kojih ženke godišnje imaju jedan ciklus estrusa te daju samo jedno leglo.

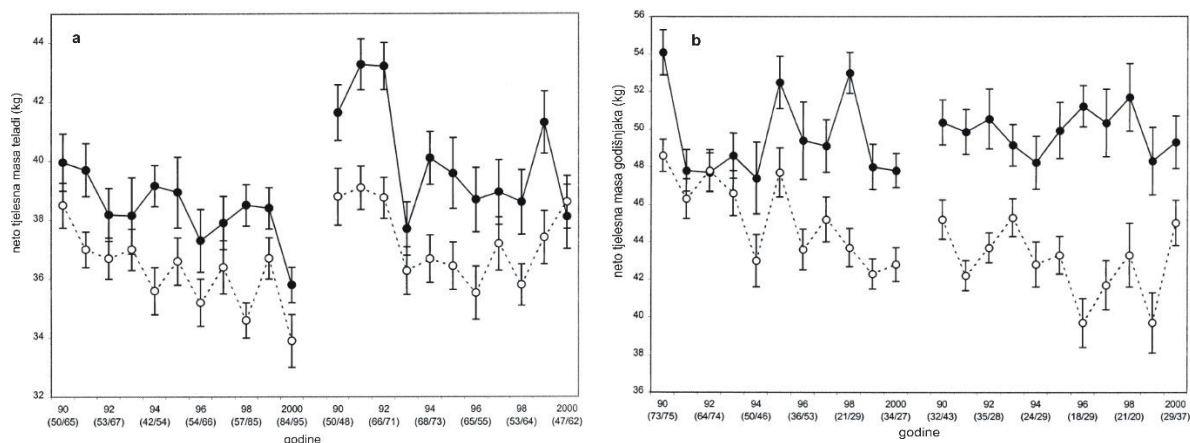
<sup>2</sup> Vrste kod kojih ženke godišnje imaju više ciklusa estrusa te mogu dati više legala godišnje.

koriste natalne mase teladi. To ponovo ističe važnost gustoće populacije kao jednog od limitirajućih čimbenika masa košuta i njihove teladi, odnosno naglašava kako samo jake košute mogu dati jaku telad, ali pri nižim gustoćama populacije. Drugim riječima, visoka gustoća populacije potiskuje nečiju bolju ili lošiju predispoziciju određenih tjelesnih značajki (masa tijela, značajke rogovlja itd.). Ako razdoblje teljenja traje od početka svibnja do sredine lipnja tada se duljina grana godišnjaka povećava kod one teladi koja je oteljena sredinom tog razdoblja, odnosno krajem svibnja do početka lipnja. Ona telad koja je oteljena nakon sredine lipnja, čak do početka kolovoza, imat će kraće grane, kao godišnjaci od prethodne.

U srednjoeuropskim uvjetima, odnosno uvjetima u kojima se prakticira prihrana, učinak kohorte je smanjen, a katkada i oprečno shvaćen kod istraživača. Pojedini znanstvenici (npr. Sibbald i sur., 1993.) navode kako je u slobodnoj prirodi kod jelena običnog kompenzacijski rast dosta ograničen te prihrana ne utječe na povećanje natalnih masa ili ubrzavanje spolne zrelosti. Međutim, većina rezultata istraživanja provedenih u srednjoeuropskim uvjetima govore suprotno. U Austriji je prihrana divljači uobičajena gospodarska mjera čak od 1500. godine na ovamo (Stahl, 1979.; Ennemoser, 1983.), a uglavnom se bazira na izlaganju kukuruzne silaže (do 60 %), repe, pivskog tropa i sijena. Ovisno o stupnju prihrane telad među kohortama na nekim lokalitetima ne mora pokazivati razlike u tjelesnim masama (Schmidt i Hoi, 2002.). Kao rezultat prihrane, kvalitativni učinak klime je smanjen (Slika 5.). Na primjer, na listopadsku tjelesnu masu teladi oba spola vremenski uvjeti tijekom zime, kada je telad još bila u uterusu, nemaju utjecaj. Međutim, srednja temperatura zraka u proljeće (travanj-svibanj) je negativno povezana s tjelesnom masom muške teladi, dok je srednja temperatura tijekom ljeta pozitivno povezana s tjelesnom masom muške teladi. Drugim riječima, hladna proljeća i hladna ljeta doprinose višoj tjelesnoj masi muške teladi. Kod ženske teladi hladan lipanj uzrokuje višu tjelesnu masu. Dakle, prihrana divljači, uglavnom, doprinosi izjednačavanju okolišnih uvjeta koji su u stvarnosti o godine do godine varijabilni, a u područjima bez prihrane uvjetuju znatne razlike u tjelesnim masama ili ostalim značajkama životnih puteva između kohorti.

Prema Schmidt i Hoi (2002.) obilna zimska prihrana omogućava preživljavanje teladi koja je manje mase i koja je oteljena kasnije. Stoga izostanak okolišnog stresa, kao što je nedostatak krme, dozvoljava da razlike (npr. genetske, maternalne, veličina životnog prostora) postaju jasnije. Te genetske i majčinske razlike unutar kohorte su 60 % izraženije kod teladi i godišnjaka u područjima gdje se provodi zimska prihrana u odnosu na područja gdje se ne provodi (npr. Fenoskandija). To znači da u uvjetima prihrane, dugoročno gledano oscilacije u

tjelesnim masama i kvaliteti rogovlja nisu toliko uvjetovane okolišnim stresovima, nego uglavnom genetskim predispozicijama što olakšava (smanjuje grešku) uzgojni odstrjel. Suprotno tome, varijabilnost među kohortama je 50 % manje izražena kod populacija jelenske divljači koje se prihranjuju nego u onim populacijama u kojima se jelenska divljač ne prihranjuje. Stoga je prirodna selekcija, u uvjetima zimske prihrane, smanjena.



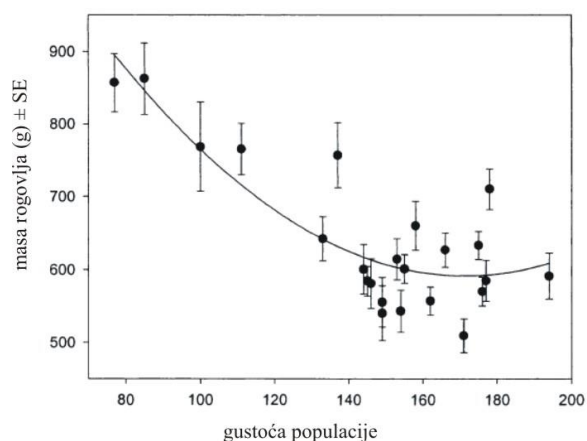
Slika 5. Prosječna i standardna pogreška neto masa kohorti muške (crni krugovi) i ženske (prazni krugovi) teladi-listopad (a) i godišnjaka-lipanj (b). Lijevo lokalitet Murau (prihrana), desno lokalitet Leoben. Brojevi u zagradama označavaju veličinu uzoraka mužjaka/ženki. Izvor: Schmid i Hoi, 2002., 269 p.

Općenito, rogovlje je rezultat hiperprodukcije tijela. U njega se ugrađuju tvari koje više nisu potrebne za tjelesni razvoj i održavanje. Stoga kulminacija izgradnje rogovlja nastupa tek nakon što jedinka završi tjelesni razvoj (Ball, 1994.). U skladu s time dokazano je kako su velike spolne značajke, poput rogova i rogovlja u krupnih preživača, dokaz kvalitete jedinke (Clutton-Brock i sur., 1979.; Solberg i Saether, 1993.; Vanpé i sur., 2007.). Kvaliteta se očituje kroz veće rogove i rogovlje, podnošenju jačeg napada nametnika, većoj izdržljivost u unutarvršnim borbama glede statusa ili izbora ženke te uživanja u ostalim prednostima dobre kondicije. Ova potonja prednost podrazumijeva bolju kvalitetu spermatozoida (uključujući i veće dimenzije testisa, Preston i sur., 2011.), izbor ženke (Byers i Waits, 2006.), uspješniju obranu spolnog partnera (Clutton-Brock, 1988.) ili kombinaciju svih navedenih kondicijskih značajki.

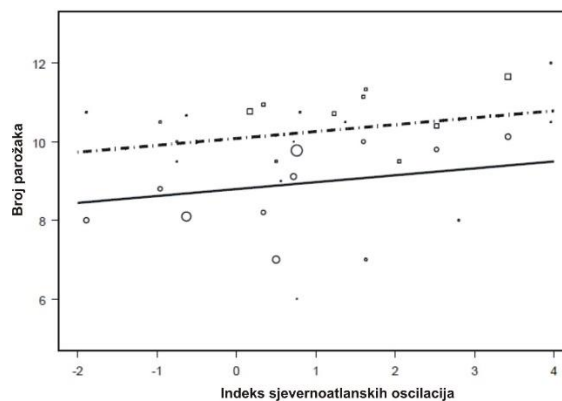
Kompromis u alokaciji resursa je ključan koncept u teoriji evolucije značajki životnih putova. Ovaj kompromis može narasti u slučaju ograničenih resursa ili vremena, tako da se energija potrebna za izgradnju jedne značajke (npr. rogovlja) ne može upotrijebiti za drugu. Na primjer, ubrzani tjelesni rast može sniziti vjerojatnost preživljavanja (Metcalf i Monaghan,

2001.) ili prouzročiti smanjen utjecaj (uspjeh) u razmnožavanju (Gadgil i Bossert, 1970; Stearns, 1976.). U povoljnim okolišnim prilikama pojedine jedinke ne moraju pokazivati kompromis, što ukazuje da kvalitetne jedinke imaju dovoljno resursa da istovremeno preusmjere energiju na nekoliko područja (Bérubé i sur., 1999.; Tavecchia i sur., 2005.). Štoviše, jedinke visoke fenotipske kvalitete ne pokazuju u potpunosti spomenuti kompromis (Roff i Fairbairn, 2007.; Weladji i sur., 2008.). Ako su resursi postali oskudni (smanjena ponuda krme uslijed visoke gustoće populacije ili nepovoljnih klimatskih uvjeta), tada će mužjaci poligamnih i dimorfnih vrsta reducirati preusmjeravanje energije u rogove i rogovlje (Toïgo i sur., 1999.; Festa-Bianchet, i sur., 2004.; Mysterud i sur., 2005.).

Glavnina istraživanja učinka preusmjeravanja resursa i kompenzacijskog rasta mužjaka je rađena na šupljorošcima (Bovidae). Kod cervida je to nešto teže provesti zbog činjenica da odbacuju rogovlje. Stoga su rezultati istraživanja opterećeni nešto grubljim aproksimacijama. Do sada se zna da se na rogovlju preusmjeravanje resursa može manifestirati na nekoliko načina.



Slika 6. Ovisnost mase rogovlja o gustoći populacije jelenske divljači. Izvor: Kruuk i sur., 2002, 1689 str.



Slika 7. Odnos između broja parožaka i NAO-a za jedinke jelena običnog, koje su došle na svijet pri niskoj gustoći populacije (kvadrati) i visokoj gustoći populacije (kružići) na području zapadne obale Norveške. Izvor: Mysterud i sur., 2005., 250 p.

Masa rogovlja jelena običnog općenito ovisi o dobi grla, gustoći populacije, količini oborina koje su pale tijekom razdoblja rasta rogovlja (lipanj i srpanj) i genotipu (Kruuk i sur., 2002.). Međutim, dok nasljednost uzrokuje oko 22 % varijabilnosti mase rogovlja, dob grla je uzrok idućih 33% varijabilnosti. Iako gustoća populacije ima važan negativan učinak na masu rogovlja (Slika 6.), u odnosu na dob i nasljednost njen utjecaj je relativno malen, tako da zajedno

s količinom oborina tijekom razdoblja rasta rogovlja uzrokuje tek oko 17 % varijabilnosti. Varijabilnost u vremenskim prilikama unutar istih sezona tijekom niza godina utječu i na razlike i trofejnim vrijednostima. Tako trofejne vrijednosti i mase trofeja jelena običnog u Češkoj ne pokazuju značajne godišnje oscilacije jer se, uglavnom, uzgajaju u kontroliranim uvjetima. Suprotno tome, trofeji jelena običnog iz Slovačke pokazuju godišnje oscilacije u trofejnoj snazi i masi, a više vrijednosti se podudaraju s godinom dobrog uroda vrsta teškog šumskog sjemena koje je prethodilo novom ciklusu rasta i razvoja rogovlja (Hell i sur., 2008.).

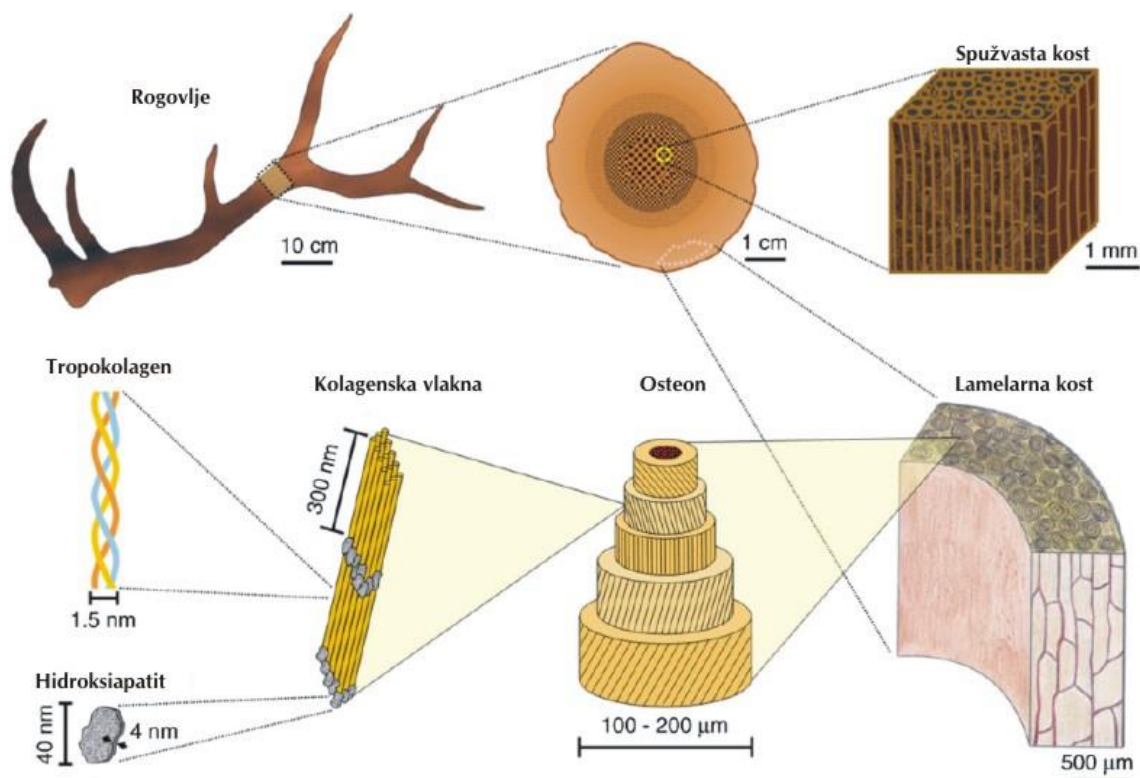
Osim izraženih promjena u masama rogovlja, kod jelena običnog u uvjetima gdje se ne provodi prihrana (primjerice Norveška), alokacija resursa dovodi do godišnjih fluktuacija i u broju parožaka (Slika 7.), ali može doći i do tzv. fluktuirajuće asimetrije. Budući da je broj parožaka ovisan o dostupnosti krmiva-resursa (bolje je reći količini i kvaliteti hranjiva) tijekom prve godine života muške teladi i ne čudi što dosadašnje morfološke analize nisu uspjele prepoznati morfološke razlike rogovlja između populacija. Od niza klimatskih pokazatelja, kao pouzdan su i jak utjecaj na rogovlje pokazale sjeverno atlantske oscilacije (NAO, North Atlantic Oscillation). NAO je meridijanska oscilacija atmosferskih masa između Islanda i Azora koja se uspoređuje s pojavom El Niao, kao južnom oscilacijom u smislu utjecaja na globalnu klimu. Ovisno o tome gdje dolazi do ravnoteže atmosferskih masa, NAO može imati “visoku vrijednost” (ravnoteža zračnih masa se odvija iznad Azorskog otočja) ili “nisku vrijednost” (ravnoteža zračnih masa se odvija iznad Islanda). Ovakvo balansiranje zračnih masa dovodi do koridora pritiska, odnosno utječe na pravac, jakost i brzinu zapadnih vjetrova uzduž Atlantskog oceana od Sjeverne Amerike do sjeverne Europe. Posljedica toga su temperature, oborine i evaporacija tijekom zime na oba kontinenta. 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 (Rogers, 1984.). 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.). Što je viši NAO u Norveškoj to je na nadmorskim visinama do 400 m dubina snijega niža, dok je na višim nadmorskim visinama obrnuto (Mysterud i sur., 2000.). Međutim, visoke dubine snijega (niži NAO) na nadmorskim visinama do 400 m uzrokuju i manji broj parožaka (Slika 7.; u prosjeku 10,4), dok su jeleni nakon visokog NAO-a (niža dubina snijega) imali veći broj parožaka (u prosjeku 11,6; Mysterud i sur., 2005.). Isti autori su došli do zaključka kako s povećanjem

tjelesne mase i veličine jelena raste i broj parožaka, ali je ovaj rast jako spor. Pri visokoj gustoći populacije, koju uzrokuje niski NAO, broj parožaka je bio 9,5. Visoki NAO uzrokuje nižu gustoću populacije, a broj parožaka je bio 10,6. Dakle, padajući broj parožaka s rastućom gustoćom populacije djeluje preko tjelesne mase. Zato ne treba više ispitivati signifikantnost ovisnosti gustoće populacije i broja parožaka jer gustoća populacije (koju je teže utvrditi) djeluje na tjelesnu masu (Mysterud i sur., 2005.).

### 1.2.2. Utjecaj načina uzgoja na kvalitetu rogovlja

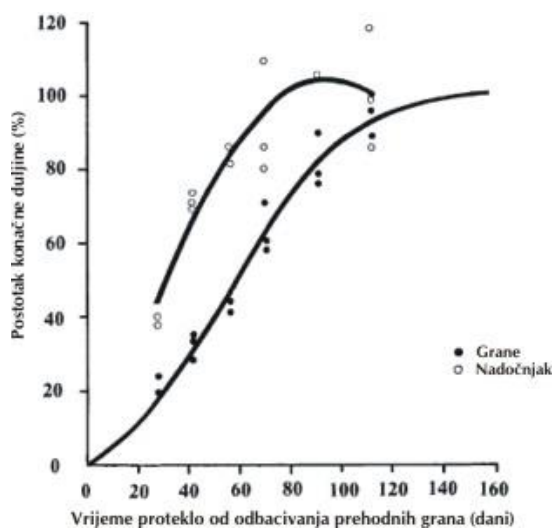
Da bi se shvatio mehanizam varijabilnosti kvalitete rogovlja nužno je osvrnuti se na njihovu građu. Iako je ciklus rasta i razvoja rogovlja u osnovi uniforman, u pojedinim vrsta cervida on se može razlikovati te je, stoga, teško dati točnu definiciju ovog organa. S anatomske-morfološke gledišta, rogovlje predstavlja okoštala skeletna ispučenja lubanje, a uglavnom se sastoje od proteinskog halogena i minerala kalcij hidroksilapatita ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ), čiji udio iznosi oko 73 %, a 27 % su spojevi organskog porijekla. Prema Chen i sur. (2008.) sastav i struktura rogovlja slična je ostalim dugim kostima u sisavaca, no postoje jasne razlike. Kostu su nosivi organi i sadrže esencijalne unutarnje tekućine (krv, koštanu srž itd.). Osim toga, one proizvode vitalne stanice nužne za odvijanje normalne funkcije organizma. Za razliku od kostiju, rogovlje ostatku tijela oduzima tekućine i minerale kako bi raslo. Rast rogovlja (antlerogeneza) zahtjeva veliku količinu kalcija i fosfora tijekom relativno kratkog razdoblja. Primjerice, za rast rogovlja običnog jelena (*Cervus elaphus*) potrebno je oko 100 grama koštanog materijala dnevno u usporedbi s rastom kostura teleta, koje treba oko 34 grama koštanog materijala dnevno (Chapman, 1975.). Ta količina se ne može dobiti isključivo preko krmiva, nego se dobavlja i iz kostura životinje (Chapman, 1975.; Muir i sur., 1987.). Duge kosti nogu i rebara su najbogatiji izvor potrebnih minerala, stoga su istraživanja pokazala kako tijekom rasta rogovlja gustoća dugih kostiju opada. Iduća razlika između kostiju i rogovlja jest sadržaj minerala. Rogovlje sadrži oko 50 masenih postotaka minerala, dok kosti sadrže između 60 i 70 masenih postotaka (Currey, 1979.).

Rogovlje se sastoji od jezgre porozne (spužvaste) kosti okružene kompaktnom (lamelarnom) kosti, koja se proteže uzdužno preko grane i parožaka. Spužvasta kost je anizotropna s kanalima usmjerenim uglavnom paralelno s duljom stranom grane. Struktura lamelarne kosti izgleda poput koncentričnih prstenova izgrađenih iz pravilno usmjerenih kolagenskih vlakana u koje su disperzno uklopljeni kristali minerala hidroksiapatita. Odjeljci kolagenskih vlakana mijenjaju smjer među slojevima lamela (Slika 8.).



Slika 8. Hijerarhijska struktura rogovlja. Prerađeno iz Chen i sur., 2008., 217 p.

Recentne studije su pokazale da način gospodarenja jelenom (uglavnom prehrana i zdravstveni tretman) znatno utječe na sastav i mehaničke značajke na makroskopskoj ljestvici (na razini tkiva), odnosno masa rogovlja jelena je povezana s tjelesnom masom i dobi grla (Muir, 1985.). Režim prehrane jelena običnog ne utječe na duljinu grana zrelog rogovlja, trajanje rasta i razvoja rogovlja te na stupanja njegove mineralizacije.

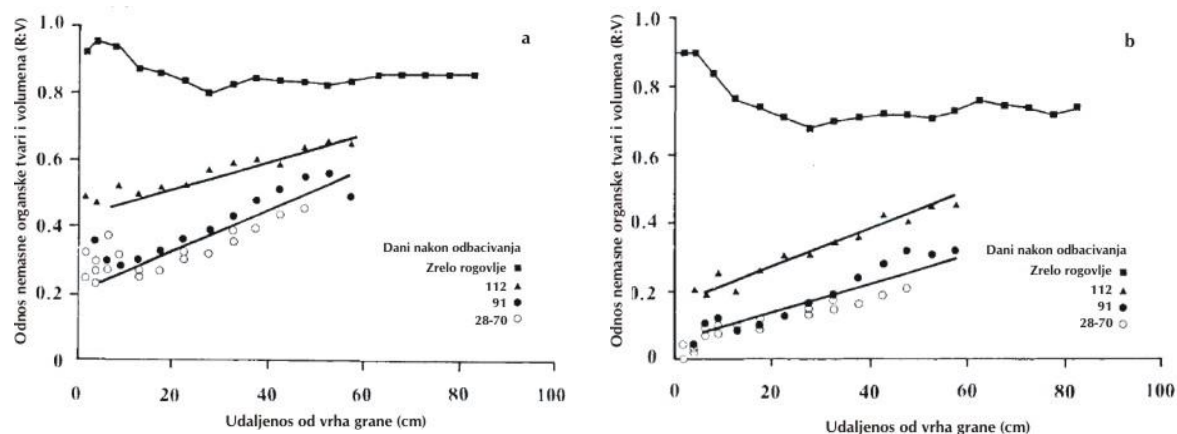


Slika 9. Dinamika rasta duljine grana i nadočnjaka jelena običnog. Izvor: Muir, 1987b, 308 p.

Kod jelena običnog rast rogovlja u prosjeku traje oko 160 dana, a 70. dan nakon što je rogovlje odbačeno novo rogovlje postigne 92 % konačne duljine (Muir i sur., 1987a). Stoga je intenzitet rasta rogovlja najintenzivniji u prvih 100 dana (Slika 9.). No, ne rastu svi dijelovi grane jednakim intenzitetom. Nadočnjak postigne svoju konačnu duljinu u prvoj polovici ukupnog trajanja rasta rogovlja, odnosno 80 dana od kada su odbačene prethodne grane. Međutim, Muir i sur. (1987a)



su pokus proveli na Novom Zelandu i to na jelenima koji su imali relativno kratke grane ( $0,71 \pm 0,013$  m), pri čemu je prosječni prirast iznosio 0,62 cm dnevno, tako da je kod jelena dugih grana dinamika prirasta vjerojatno viša.



Slika 10. a - Hod nemasne organske tvari i volumena (R:V) te b - pepela i volumena (A:V) u rogovlju jelena običnog. Izvor: Muir i sur., 1987a, 310 p.

Gustoća rogovlja nije jednaka tijekom pojedinih faza razvoja, kao ni u svim dijelovima grane (Slika 10.). On raste od distalnog prema proksimalnom dijelu, što znači da je pri vrhu poroznije, a najgušće u području oko rožišta, ali samo dok je u čupi. Kod zrelog rogovlja najveća gustoća je u distalnim dijelovima. To je i logično jer je u svim distalnim dijelovima veći udio lamelarne kosti. Stupanj mineralizacije raste od vrha prema bazi, što dokazuje da se mineralizacija intenzivnije događa pred kraj ciklusa rasta rogovlja, odnosno prije početka skidanja čupe, a izraženiji je u nadočnjaka nego u grane. Međutim, usprkos visokom unošenju kalcija tijekom rasta rogovlja, dolazi do opsežne demineralizacije kostura (Muir, 1985.). Najviša stopa mineralizacije rogovlja odvija se između 92. i 112. dana od odbacivanja prethodnih grana i iznosi oko 8,4 g Ca/dan. Na tjelesnoj bazi to iznosi 50 mg Ca/kg bruto mase dnevno. U usporedbi s laktacijom to je malo, jer ovca tijekom laktacije treba 60 do 110 mg Ca/kg bruto mase dnevno (Braithwaite, 1983.; Sykes i Geenty, 1986.). Bez obzira na to tijekom izgradnje rogovlja skelet jelena je dosta porozan jer zadovoljava 30 do 60 % potreba za kalcijem. Što se kasnije obavlja odstranjivanje rogovlja u čupi, to je manja duljina novoizrasle grane. Otprilike 89. dan od odbacivanja prethodnih grana prestaje duljinski rast i ako se rogovlje u čupi odreže nakon toga dana rožišta više ne tjeraju nove grane. Osim toga, grane koje su izrasle nakon uklanjanja rogovlja u čupi pokazuju i niži stupanj mineralizacije.

U mehaničkim svojstvima rogovlja (elastičnost, čvrstoća, udarni rad loma) postoje međuvrsne razlike. Jedan od najviših modula elastičnosti ima rogovlje losa (*Alces alces*) – 11,6 GPa; dok je elastičnost rogovlja bjelorepog jelena (*Odocoileus virginianus*) daleko manja – 6,8 GPa (Blob i Snelgrove, 2006.). Ova razlika posljedica je različite strategije sukoba (borbe) među mužjacima različitih vrsta punorožaca, posljedica čega je i različita arhitektura (izgled) rogovlja. Los ima veliko lopatasto rogovlje okruženo malim paroščima. Bjelorepi jelen ima rogovlje dugih grana s paroščima koji se protežu iz središta grana. Posljedica ovakve razlike u obliku rogovlja jest da se mužjaci losa ne mogu zaplesti rogovljem čime je moment savijanja (fleksije) viši. Modul elastičnosti rogovlja vapitija je oko 7,5 GPa, što je manje nego u losa, ali više nego u bjelorepog jelena i otprilike je isti kao i u jelena običnog (7,4 GPa; Currey, 1979.).

Tablica 1. Razlike u kemijskom sastavu makro i mikro elemenata između proksimalnog i distalnog dijela grana godišnjaka iberskog običnog jelena (*Cervus elaphus hispanicus*)

SASTAVNICE	BAZA GRANE	PAROŠCI	P
Pepeo (%)	55,7 ± 0,6	49,9 ± 1,2	0,001
Kalcij (%)	17,3 ± 0,2	15,5 ± 0,5	0,001
Fosfor (%)	8,0 ± 0,1	7,0 ± 0,2	0,001
Kalij (mg/kg)	280 ± 20	980 ± 80	0,001
Natrij (mg/kg)	7950 ± 70	7568 ± 270	>0,1
Magnezij (mg/kg)	4600 ± 60	4780 ± 140	>0,1
Cink (mg/kg)	70 ± 2	99 ± 4	0,001
Željezo (mg/kg)	50 ± 3	123 ± 19	0,001

Izvor: Landete-Castillejos i sur., 2007a; 231 p

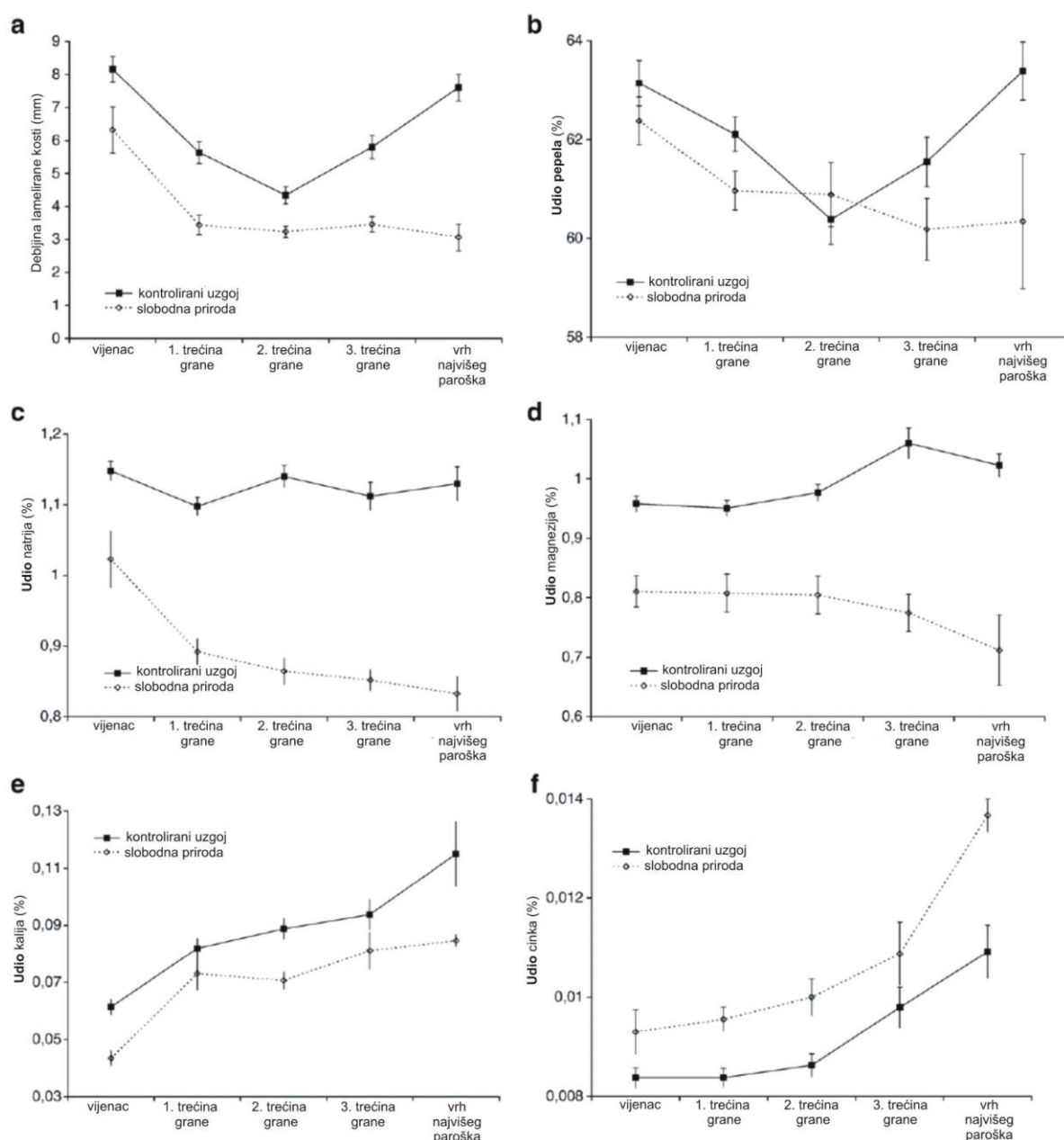
Kemijski sastav rogovlja varira, ovisno o dijelu grane. U odnosu na distalne dijelove grana (paroške) proksimalni dijelovi (odmah do vijenaca) sadrže više pepela, kalcija i fosfora, ali manje cinka i željeza (Landete-Castillejos i sur., 2007a; *Tablica 1.*). Uzrok tome mogao bi biti taj što različiti dijelovi grana imaju i različite uloge. Pojedini minerali mogu zamijeniti jedni druge ili utjecati na brzinu zadržavanja drugih minerala u tijelu. Poznat je pozitivan učinak silicija na tvrdoću kostiju (McDowell, 2003.). U stvari silicij, koji je zamijenio hidroksilapatit fazu, raste brže od čiste hidroksilapatit faze (Patel i sur., 2002.). Magnezij i stroncij (Sr) se mogu izravno ugraditi u kost, zamjenjujući kalcij u kristalnoj rešetci, što utječe na mehaničke značajke (Robey i Boskey, 2003.). Unašanje kalija u organizam smanjuje ekskreciju kalcija u urin (Robey i Boskey, 2003.), a cink, kroz svoj učinak na alkalni fosfatazu, povisuje stopu i

opseg mineralizacije (Maki i sur., 2002.). Općenito, ako je kalcij tijekom procesa rasta rogovlja iscrpljen iz kostura, jelen može povisiti unos kalija i cinka kako bi povećao učinkovitost razine kalcija u krvi. Za očekivati je da unos kalcija i fosfora također raste, ali manje je vjerojatno da uravnotežuje iscrpljivanje kalcija i fosfora iz kostura. Naime, 60 do 75 % kalcija se dobiva razgradnjom kostiju (Muir i sur., 1987b). Stoga fiziološko iscrpljivanje može objasniti razlike u strukturnim značajkama, kao što su masa i duljina rogovlja. Jeleni bolje tjelesne kondicije mogu razviti rogovlje duljih grana. Njihova bolja tjelesna kondicija ukazuje i na viši sadržaj mineralnih pričuva te razinu cirkulacije u krvi bližu optimumu (ili manjak potrebe višeg unosa kalija i cinka).

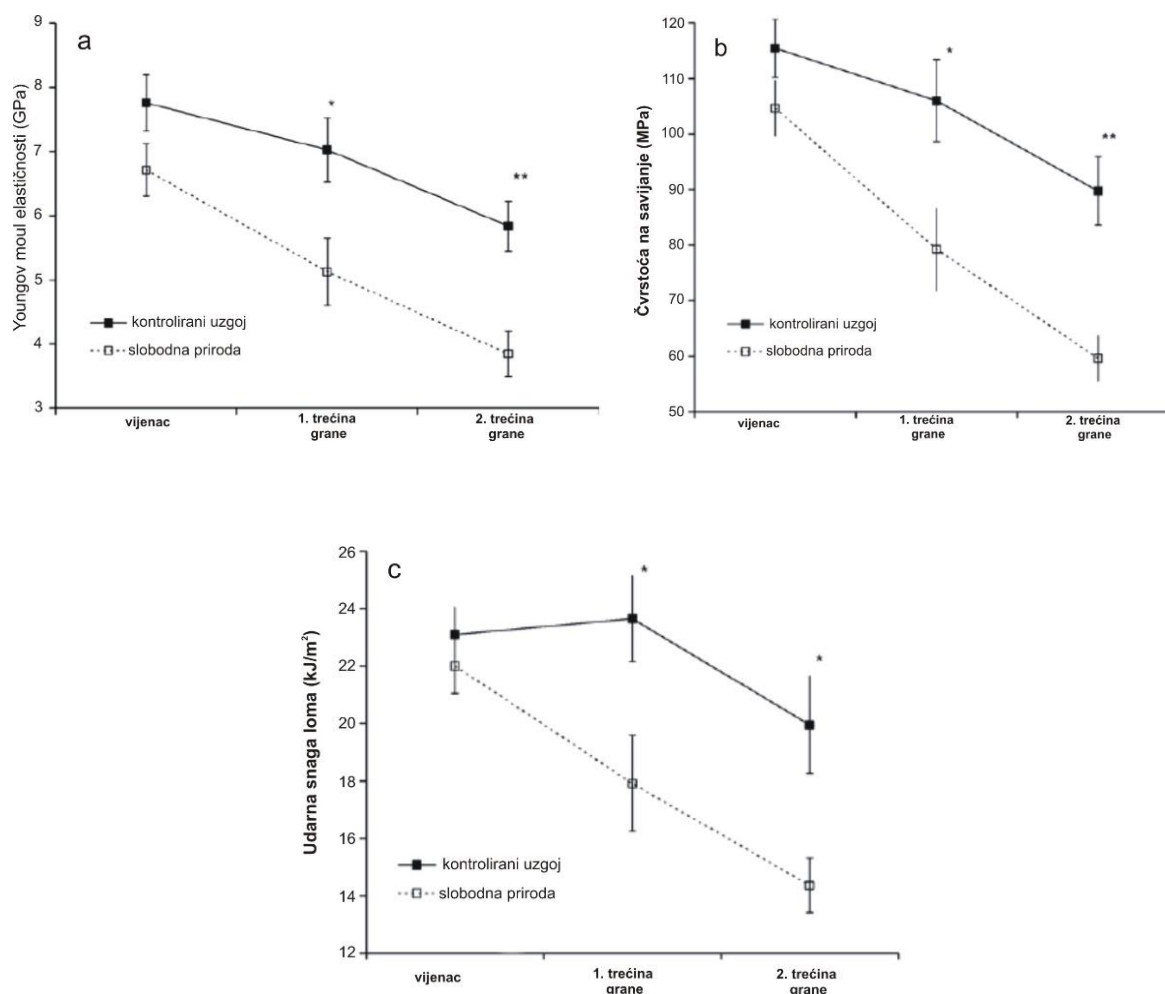
Dokazano je da veličina rogovlja može biti indeks kvalitete mužjaka i u suprotnosti je s kondicijom koja vrši pritisak na fiziologiju životinje, kao što je opterećenost nametnicima (Ditchkoff i sur., 2001a). Na primjer, napad metilja dovodi do promjena u koncentraciji minerala u serumu i jetri čak i prije nego se dogode promjene u tjelesnoj masi, ali se te promjene manifestiraju i u kemijskom sastavu rogovlja. Kod jedinki iz slobodne prirode debljina laminarne kosti rogovlja pada u distalnom smjeru, dok kod jedinki iz kontroliranog uzgoja pokazuje konkavnu ovisnost (Slika 11a). Slični trendovi se mogu uočiti i u sadržaju pepela (Slika 11b), natrija (Slika 11c) i magnezija (Slika 11d), kalija (Slika 11e) i cinka (Slika 11f), ali nije bilo razlika u sadržaju kalcija, željeza i silicija. Pri tome je najviša razlika u sadržaju natrija i magnezija. To ukazuje da jeleni iz slobodne prirode ulažu velike fiziološke napore u izgradnju distalnih dijelova rogovlja (Landete-Casteillejos i sur., 2007b).

Općenito, kod slobodnoživućih jelena dolazi do promjene u koncentraciji minerala, odnosno pada udjela tog sadržaja od proksimalnog prema distalnom dijelu. To je još jedan dokaz da su u proksimalnom dijelu grane kvalitetnijeg sastava nego u distalnom. Kod jelena iz kontroliranog uzgoja nema takvih razlika. U prirodi, odnosno na pojedinim lokalitetima postoje nedostaci u pojedinim mineralima, što može uzrokovati i neke bolesti. U prvome redu to se odnosi na natrij, čiji negativni utjecaji su već uočeni na jelenskoj divljači i divljoj svinji oba spola (Groot Bruinerink i sur., 2000.). U pojedinim slučajevima može čak doći i do pomanjkanja opskrbe kalcijem i fosforom, što se odražava na sadržaj pepela u granama. Prema Hellgren i Pits (1997.) natrij je ključan mineral u ekofiziologiji sisavaca te se smatra da je kod sisavaca biljoždera općenito, odnosno kod cervida djelomično, mineral koji u najvećoj mjeri ograničava rast i razmnožavanje. Istraživanja sa slobodnoživućim govedima su pokazala da sadržaj natrija daleko bolje objašnjava nazočnost goveda na nekoj lokaciji, nego sadržaj energije (Wallis de Vries i Shippers, 1994.). Za razliku od natrija, čija se važna uloga u

fiziologiji biljoždera otkrivena u relativno novije vrijeme, značaj sadržaja magnezija u staništu je već odavno poznat. Naime, zna se da nedostatak magnezija u ishrani izaziva poremećaj znan kao hipomagnezijemija (pašna tetanija) (McDowell, 2003.). Prema istraživanjima Ward (1966.) te Grunes i Welch (1989.) sadržaj natrija i magnezija u prirode je dosta ograničen, a čini se da je to i uzrokom prostorne distribucije i migracije divljih preživača u Africi.



Slika 11. Kretanja vrijednosti debljine lamelarne kosti (a), sadržaja pepela (b), natrija (c), magnezija (d), kalija (e) i cinka (f), ovisno o dijelu grane. Izvor: Landete-Castillejos i sur., 2007c, 1098 p.



Slika 12. Kretanje vrijednosti mehaničkih značajki rogovlja iberskog običnog jelena. a – Youngov modul elastičnosti, b – čvrstoća na savijanje, c- udarni rad loma. Izvor: Landete-Castillejos i sur., 2007c, 798 p.

Kemijski sastav, a s njim povezana i mehanička svojstva rogovlja ovise o tipu ishrane jelena (Landete-Castillejos i sur., 2007a, 2007c). Prema Lanete-Castillejos i sur. (2007a) kemijski sastav jelena godišnjaka je povezan s veličinom tijela, osobito tijekom ranog tjelesnog rasta, ali i s veličinom i masom rogovlja do te mjere da se „dobro“ i „loše“ rogovlje razlikuju i u kemijskom sastavu. Općenito, jeleni iz slobodne prirode imaju statistički lošija mehanička svojstva (nižu čvrstoću na savijanje i niže vrijednosti udarnog rada loma) od jelena iz kontroliranog uzgoja (Landete-Castillejos i sur., 2007c). Međutim, njihovo rogovlje je elastičnije. Iako postoje razlike u vrijednostima mehaničkih značajki jelena iz kontroliranog uzgoja i jelena iz slobodne prirode, trendovi spomenutih svojstava su dosta slični i mehaničke značajke uglavnom padaju u distalnom smjeru (Slika 12.). U slučaju elastičnosti to ukazuje da su distalni dijelovi grana elastičniji od proksimalnih (što je vrijednost Youngovog modula elastičnosti niža, rogovlje je elastičnije).

Tablica 2. Značajke jelena i rogovlja s obzirom na način uzgoja i vremenskih uvjeta tijekom zime u kojoj je rogovlje izgrađivano

ZNAČAJKE	SVO ROGOVLJE IZ SLOBODNE PRIRODE			PROBRANO ROGOVLJE IZ SLOBODNE PRIRODE			ROGOVLJE IZ KONTROLIRANOG UZGOJA		
	UOBIČAJENA ZIMA	ZIMA S KASNIM MRAZEVIMA	P	UOBIČAJENA ZIMA	ZIMA S KASNIM MRAZEVIMA	P	UOBIČAJENA ZIMA	ZIMA S KASNIM MRAZEVIMA	P
Lom grane (%)	9	33	<0,001						
Znatno oštećeno rogovlje barem tri paroška ili glavna grana)	25	56	<0,001						
Masa rogovlja (g)	1449±66		<0,001						
Bruto tjelesna masa (kg)	153±19		0,074						
Masa trupova (kg)	103±18		0,096				191 ± 8	209 ± 6	0,062
Udio polomljenog rogovlja (%)	36		>0,05						
Duljina grana (cm)							75 ± 2	88 ± 2	0,001
Debljina laminarnog sloja (mm)				5,65 ± 0,28	4,65 ± 0,2	0,005			
Specifična težina (g/cm <sup>3</sup> )				1750 ± 0,006	1722 ± 0,010	0,027			
Promjer grane (mm)				4,14 ± 0,11	3,85 ± 0,06	0,023			
DXA denzitometrija (g/cm <sup>2</sup> )				0,85 ± 0,01	0,79 ± 0,02	0,007			
Udarna snaga loma (kJ/m <sup>2</sup> )				54,9 ± 2,7	40,1 ± 1,8	0,001			
Youngov modul elastičnosti (GPa)				15,69 ± 0,32	15,22 ± 0,39	>0,1			
Čvrstoća na savijanje (MPa)				306,6 ± 6,4	299,0 ± 7,6	>0,1			
Neuspjeh materijala (kJ/m <sup>2</sup> )				38,0 ± 1,5	34,2 ± 1,1	0,045			
Pepeo (%)				62,3 ± 0,2	61,5 ± 0,5	0,095			
Kalcij (%)				21,0 ± 0,2	20,3 ± 0,2	0,012	19,0 ± 0,2	19,9 ± 0,2	0,001
Fosfor (%)				10,1 ± 0,1	9,8 ± 0,1	0,033	9,3 ± 0,1	9,8 ± 0,1	0,004
Magnezij (%)				0,464 ± 0,007	0,462 ± 0,005	>0,1	0,49 ± 0,1	0,49 ± 0,1	>0,1
Natrij (%)				0,591 ± 0,007	0,567 ± 0,004	0,004	0,61 ± 0,01	0,66 ± 0,02	0,024
Kalij (mg/kg)				578 ± 32	549 ± 17	>0,1	718 ± 36	650 ± 24	>0,1
Stroncij (mg/kg)				213 ± 8	212 ± 6	>0,1	427 ± 17	407 ± 18	>0,1
Silicij (mg/kg)				54 ± 4	100 ± 11	0,001	114 ± 14	84 ± 13	>0,1
Mangan (mg/kg)				4,48 ± 0,25	3,52 ± 0,42	0,056	0,88 ± 0,22	0,57 ± 0,07	>0,1
Bakar (mg/kg)				0,258 ± 0,014	0,290 ± 0,012	0,093	0,25 ± 0,02	0,34 ± 0,07	>0,1
Željezo (mg/kg)				23,1 ± 1,2	29,3 ± 2,2	0,019	29 ± 2	30 ± 7	>0,1
Cink (mg/kg)				57,9 ± 1,7	55,8 ± 1,6	>0,1	48 ± 2	54 ± 1	>0,1
Bor (mg/kg)				2,94 ± 0,21	2,68 ± 0,09	>0,1	3,7 ± 0,1	2,2 ± 0,1	0,001
Kobalt (mg/kg)				0,224 ± 0,014	0,169 ± 0,018	0,024	0,23 ± 0,01	0,28 ± 0,01	0,05

Izvor: Landete-Castillejos i sur., 2010., 820 p

Budući da je kvaliteta krmiva u slobodnoj prirodi dobrim dijelom ovisna o vremenskim čimbenicima, kvaliteta rogovlja jelena iz slobodne prirode također pokazuje oscilacije, u skladu s vremenskim prilikama, osobito ako su se negativne vremenske prilike javile tijekom ciklusa rasta. Prema istraživanjima Landete-Castillejos i sur. (2010.) u godinama s kasnim zimskim mrazevima udio polomljenog rogovlja (ono kojem je odlomljen barem jedan parožak) je 4 puta

viši (33 %) u odnosu na godine kada nije bilo kasnih zimskih mrazeva (9 %). Štoviše, kod jelena iz slobodne prirode jako polomljeno rogovlje (odlomljena su barem 3 paroška) se učestalije javlja u godini nakon zima s kasnim mrazovima (56 %) nego nakon prosječnih zima (25 %). U bruto tjelesnim masama i masama trupova nije nađena statistički značajna razlika s obzirom da li su bili kasni zimski mrazovi ili ne (Tablica 2.).

Općenito, rogovlje jelena iz kontroliranog uzgoja ima veću gustoću i veću masu u odnosu na slobodnoživuće jelene (Hyvärinen i Kay, 1977.; Lanete-Castillejos i sur., 2007a, 2007b, 2007c). Čini se da su te razlike uzrokovane poroznošću, koja može biti posljedica više razine fluorida (Kierdorf i sur., 2000.). Stoga treba razlikovati termine „debljina kore“ i „poroznost kore“. Poroznost kore se računa kao ploština pora u odnosu na ukupnu površinu uzorka, a izražava se u pikselima 1-binog snimka. Ona je bila viša u onim primarnim osteonima kod kojih nije došlo do potpune mineralizacije, a kod dobro mineraliziranih kortikalnih (lameliranih) kostiju je bila izražena samo u sitnim porama koje su prije ispunjavale krvne žile. Prema istraživanjima Landete-Castillejos i sur., 2012.) U odnosu na jelene iz kontroliranog uzgoja, rogovlje jelena iz slobodne prirode ima 5 puta porozniji kortikalni sloj ( $10,51 \pm 1,01$  % respektivno  $2,24 \pm 0,56$  %;  $p < 0,001$ ). Osim vanjskog (lameliranog, kortikalnog) sloja, poroznost rogovlja je veća i u središnjem (trabekularnom, spužvastom) sloju, no razlika u poroznosti ovog sloja između obje skupine jelena je manje izražena, ali signifikantna ( $66,04 \pm 2,38$  % respektivno  $53,35 \pm 1,24$  %;  $p < 0,001$ ). Dakle, glavni uzrok lošijih mehaničkih svojstava rogovlja je mala debljina i poroznost lameliranog (kortikalnog) sloja, a s njom su povezani volumen (opsezi grana) i masa grana.

### 1.2.3. Varijabilnost u trofejnoj snazi uvjetovana genetskim razlikama

Iako su se genetska istraživanja jelena običnog počela intenzivirati početkom 90-tih godina 20. stoljeća, ona su se uglavnom bavila istraživanjem genske raznolikosti jelenskih populacija (Hartl i sur., 1991.; Slate i sur., 2000.; Hartl i sur., 2003.; Kuehn i sur., 2003.; Zachos i sur., 2007.), taksonomske svrhe (Randi i sur., 2001.; Herzog i Gehle, 2001.; Polziehn i Stobeck, 2002.; Skog i sur., 2009.), čak i testiranje u izvornosti pojedinih populacija (Frantz i sur., 2006.) ili mehanizma kontrole gena na ciklus rasta i razvoja rogovlja (Li i sur., 2007.; Molnar i sur., 2007.; Stéger i sur., 2010.). No, općenito vrlo je malo radova u kojima su se istraživali mehanizmi utjecaja gena na jačinu rogovlja (Hartl i sur., 1991.; Hartl i sur., 1995.). Stoga se još uvijek ne može sa sigurnošću reći je li na razvoj i kvalitetu rogovlja jači utjecaj imaju okolišni ili genetski čimbenici.

Na razini cijele porodice jelena u svrhu istraživanja mehanizma alokacije resursa kao najbolji indikator su se pokazali geni glavne tkivne snošljivosti (Ditchkoff i sur., 2001a). Geni glavne tkivne snošljivosti (eng. Major Histocompatibility Complex, MHC) predstavljaju sklop gena zajednički svim kralježnjacima, a, pojednostavljeno rečeno, služi razlikovanju vlastitog od tuđeg. Naime, razred I i razred II molekula MHC gena izgrađuje antigene i pomaže prepoznati strane peptide (Klein, 1986.). Stoga služe kao esencijalna crta obrane u imunološkom odgovoru na strane patogene (npr. nametnike i bolesti). Prema istraživanju Ditchkoff i sur. (2001a), s obzirom na tipove MHC gena, postoje i razlike u kvaliteti trofeja. Tako signifikantno više trofejne vrijednosti i tjelesne mase imaju bjelorepi jeleni alelske linije tipa 12, od linija tipa 11 i 22. Naime, MHC-DRB aleli tipa 12 u sebi sadrže obje evolucijske (divergentne) baze u odnosu na ostale dvije linije (11 i 22), koji predstavljaju istu liniju. Iako je asimetrija naširoko korišten populacijski indeks, treba istaknuti kako kod bjelorepog jelena asimetrija rogovlja nije povezana s genetskim značajkama.

Osim povezanosti MHC gena i trofejnih vrijednosti iste su pozitivno povezane s razinom testosterona. S obzirom na pojedine trofejne parametre postoji povezanosti između pojedinih tipova MHC gena broja parožaka, duljine grana i opsega rogovlja. S porastom broja nematoda u kapuri (mrežavcu), pada trofejna vrijednost bjelorepog jelena, no zanimljivo da broj krpelja i trofejna vrijednost stoje u pozitivnom odnosu (Ditchkoff i sur., 2001.). Sukladno tome ako je enzimaska heterozigotnost vezana s eguliranjem plastičnosti i kapaciteta metabolizma, tada bi jedinke koje razviju veće tijelo i superiornije rogovlje imale više heterozigotnih parova gena. S druge strane, određeni aleli na enzimskim lokusima mogu biti samo djelomično povezani s točnim razvojem tijela i značajkama rogovlja. Istraživanja Hartl i sur. (1991.) nisu našli signifikantnu razliku u polimorfizmu i heterozigotnosti jedinki na istraživanim populacijama, no pretpostavljaju kako koncepcija selekcijskog odstrjela u kome se štede grla s više parožaka i duljim granama vode do promjenama u frekvencijama alela te gubitka jednog ili više rijetkih alela.

Dakle, dosadašnja istraživanja genetskih mehanizama na populacijsku ekologiju jelenske divljači nisu uspjela povezati utjecaj na trofejnu vrijednosti, ali je dokazan utjecaj na životne značajke. Tako cjeloživotni reproduksijski uspjeh u oba spola jelena običnog raste s porastom heterozigotnosti (Slate i sur., 2000.), a telad nastala križanjem u srodstvu ima manje porodne mase od one čiji roditelji nisu srodnici (Coulson i sur., 1998.). Moguć uzrok slaboj istraženosti genetike nasljeđivanja trofejne snage je teža kontrola pronalaženja roditelja. Kod mužjaka je dominantnost vezana za trofejnu snagu. Jeleni s većim i razgranatijim rogovljem (s



više parožaka) nalaze se na višoj poziciji u krdu (Bartoš i sur., 1987.), a vjerojatnost držanja harema (PBHH<sup>3</sup>), odnosno općenito reprodukcijskog potencijala raste s porastom dimenzija rogovlja (Kruuk i sur., 2002.), brojem parožaka te apsolutnom (ne i relativnom) fluktuirajućom asimetrijom (Bartoš i Bahbouh, 2006.). Jer što je neki organ većih dimenzija to mu relativna fluktuirajuća asimetrija pada (što je i logično). Iako Bartoš i Bahbouh (2006.) nisu dobili čvršću povezanost između tjelesne mase i trofejne vrijednosti, ona je u dosta slučajeva potvrđena – na području Njemačke (Brückner, 1986.) te na području Moslavačke gore u Hrvatskoj (Jumić, 2003.)

No, košute su te koje u dosta slučajeva pokazuju otklon od tipične poligamne strategije razmnožavanja. One se prije svega vole zadržavati u trofički dobrim područjima. Često puta izbjegavaju područja u kojima se zadržavaju konkurentske simpatričke vrste, npr. jelen lopatar (Carranza i Valencia, 1999.). Prema istraživanjima Bartoš i sur. (1988.) jelen je otac većine teladi onih košuta koje su bile s njim u haremu jer se dio podređenih jelena pari prije i poslije glavne sezone rike, no s vrlo slabim uspjehom oplodnje. Košute tijekom estrusa mogu pokazivati različite oblike reproduktivnog ponašanja. Mogu se sparivati s više jelena (Lucas, 1973.), s nekima ulaze u kopulaciju, a nekima ne (Bartoš, 1982.). Isto tako neke košute biraju jelene koji riču drugačije od drugih (McComb, 1991.).

U kontroliranom uzgoju učinak predaka na masu rogovlja u čupi i masu teladi pri odbijanju od sise je signifikantan i objašnjava čak 30 % varijabilnosti u masi rogovlja u čupi (Ball i sur., 1994.). Budući da je u kontroliranom uzgoju daleko lakša kontrola rasplodnih grla, potomstvo unutar istog porijekla bi trebalo imati uniformnije dimenzije. Stoga bi istraživanje dinamike razvoja rogovlja u kontroliranim uvjetima trebalo biti opterećeno s daleko manjim varijabilnostima.

---

<sup>3</sup> PBHH – Probability of becoming a harem holder

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZA

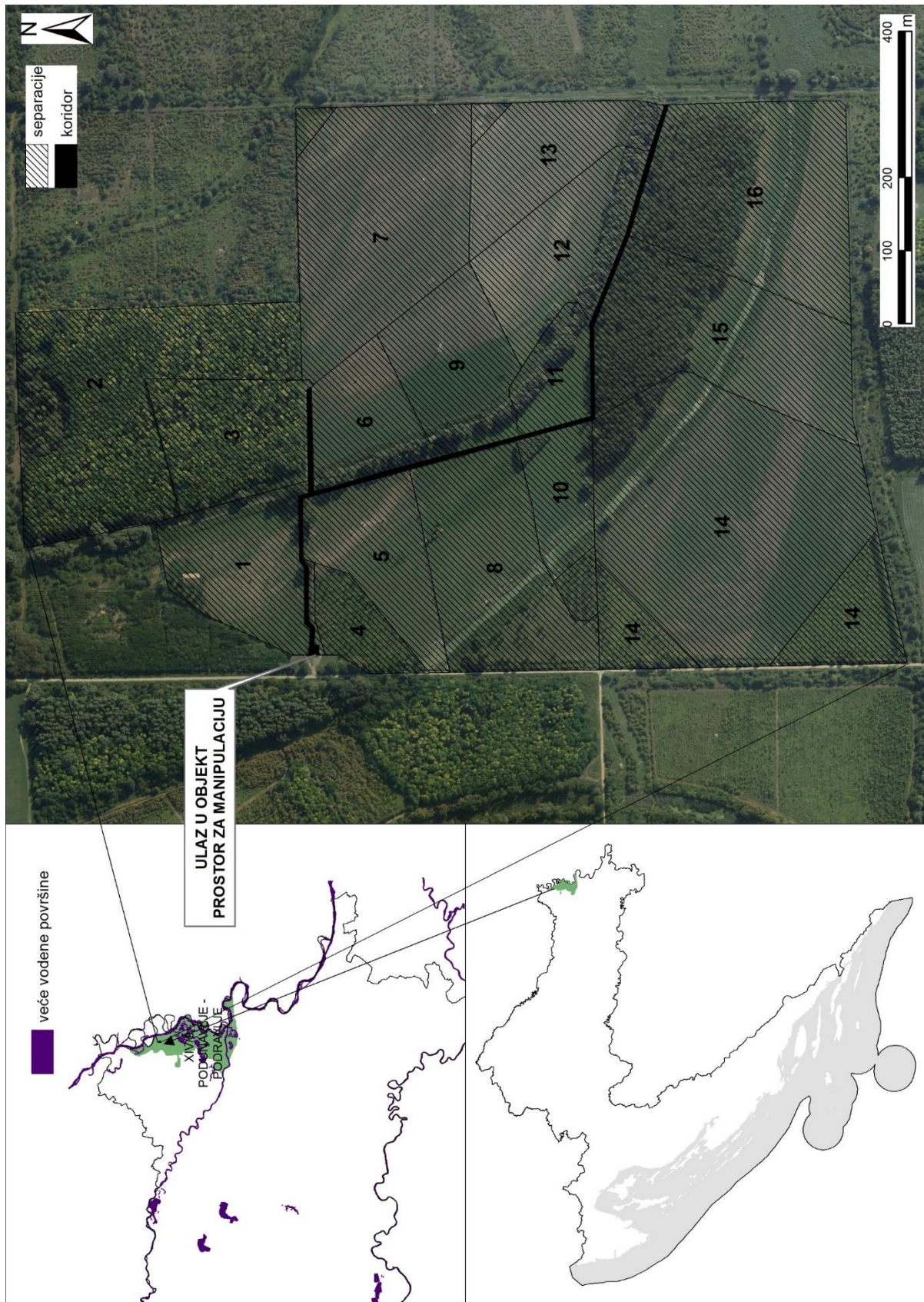
U kontroliranom uzgoju gustoća populacije divljači je velika, a proizvodnja je limitirana kvalitetom krme te povišenim rizicima od gubitka (mortaliteta) dijela populacije izazvane bolestima ili stresom (npr. srčani udar). Temeljna pretpostavka je da kulminacija trofejne vrijednosti (gospodarska starost), zbog intenzivnosti uzgoja nastupa daleko ranije u odnosu na prirodni uzgoj, a skraćivanjem gospodarske starosti mogle bi se ostvariti znatne uštede u proizvodnji, osobito glede potrošnje krme ili izlaganja riziku gubitka grla.

Stoga su glavni ciljevi istraživanja utvrditi:

- morfometrijske parametre na rogovlju koji će u ranoj fazi života ukazati na razvoj rogovlja i očekivanu trofejnu (tržišnu) vrijednost jelena,
- morfometrijske razlike rogova jelena iz kontroliranog uzgoja i jelena iz otvorenih lovišta,
- međusobnu ovisnost pojedinih morfometrijskih obilježja rogovlja,
- dob jelenske divljači na temelju morfoloških obilježja rogovlja te
- razliku u rastu i razvoju rogovlja u kontroliranom i prirodnom uzgoju

Hipoteze istraživanja su:

- postoje vidljivi parametri na rogovlju za rano prepoznavanje uzgojne vrijednosti grla,
- postoji ovisnost pojedinih pokazatelja koji su važni za procjenu očekivane trofejne (tržišne) vrijednosti jelena te
- u kontroliranom uzgoju rogovlje se brže razvija i potrebno je kraće vrijeme do postizanja gospodarske starosti grla odnosno njegove tržišne vrijednosti.



Slika 13. Položaj lovišta „PODUNAVLJE-PODRAVLJE“ i Poligona za istraživanje i očuvanje genoma jelena običnog „Šeprešat“

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Područje istraživanja

Istraživanje dinamike razvoja rogovlja jelena običnog obavljeno je na odbačenim granama rogovlja skupljenim u državnom otvorenom lovištu broj XIV/9 „PODUNAVLJE-PODRAVLJE“ te u Poligonu za istraživanje i očuvanje genoma jelena običnog „Šeprešhat“ (Slika 13.).

Lovište „PODUNAVLJE-PODRAVLJE“ je ploštine 26.810 ha. Izduženog je oblika i razvučeno u smjeru sjever-jug, paralelno s koritom Dunava. Lovište se prostire u tipičnom poplavnom području na relativno niskim nadmorskim visinama od 71 do 167 m. Kroz njega protječu dvije velike rijeke – s istočne strane Dunav, a s južne strane Drava, koje i imaju najveći utjecaj na geološke, pedološke i vegetacijske značajke ovog terena.

Tablica 3. Geološka podloga lovišta „PODUNAVLJE-PODRAVLJE“

RB	Oznaka	Naziv	Ploština (ha)	Udio (%)
1	b	Barske tvorevine: mulj, gline, pjeskoviti silt, silt	1 069	4,16
2	a	Sedimenti korita (ada, plaža): pijesak, silt	243	0,95
4	am	Mrtvaja: silt, gline, pijesci, organogeni mulj, treset	1 753	6,83
5	t1	Terasa Drave (2-6 m): pijesci, silt, gline, organogeno-barski talozi	887	3,45
6	ap''	Povodanj III. naplavne sekvence: pijesci, zabareni pijesci, gline, mulj, organogeno-barski talozi, silt	12 562	48,93
6	as	Pjeskoviti sprudovi: pijesci, siltni pijesci	60	0,23
7	ap	Povodanj I. naplavne sekvence: pijesci, siltozni pijesci, pjeskoviti silt	3 894	15,17
8	'ap	Sedimenti starijeg povodnja: sitni pijesci, pijesci, pjeskoviti siltovi	4 712	18,35
11	ap'	Povodanj II. naplavne sekvence: pijesci, glinoviti pijesci, pjeskoviti silt, barski talozi	16	0,06
12	dpr	Deluvijalno-proluvijalni sedimenti: siltovi, pijesci, blokovi prapora	6	0,02
11	l - w	Kopneni les: silt	292	1,14
12	lbk - w	Barsko-kopneni les: silt, glinovito-pjeskoviti silt	63	0,24
15	t2 - w	Riječna paleoterasa: sitnozrni glinoviti pijesci, limonitizirani silt, silt, organogene gline	22	0,09
17	l	Prapor (les): silt, glinoviti silt, pjeskoviti silt, laminirani siltovi, fosilna tla	6	0,02
20	Q1	Neraščlanjeni klastiti pleistocena: pijesci, siltovi, gline, šljunci, treset	78	0,30
22	I - r, w	Les: pjeskovito-glinoviti alverit	7	0,03
24	b - m, r	Pjeskovito-glinoviti alveriti i gline: pijesak, pjeskovite gline i šljunak	7	0,03
		UKUPNO (bez vodenih površina)	25 675	100,00

Lovište je smješteno na geološkoj podlozi mlađih sedimenata iz holocena i pleistocena (Magaš, 1978., 1987.; Trifunović i Stojadinović, 1985.; Stojadinović i sur., 1985.; Pikija i sur., 1991a, 1991b) s dominantnim udjelom naplavnih sedimenata (Tablica 4.). Eolskih sedimenata (lesa) ima malo (ispod 2 %).

Tablica 4. Pedološka podloga lovišta „PODUNAVLJE-PODRAVLJE“

RB	Dominantne jedinice	Ploština (ha)	Udio (%)
1.	aluvijalno (fluvisol)	8.896	34,81
2.	černoziem na praporu, semiglejni i tipični	258	1,01
3.	gitja	254	1,00
4.	hidromeliorirano	1.127	4,41
5.	močvarno glejno, djelomično hidromeliorirano	13.947	54,57
6.	rigolano na praporu	791	3,10
7.	ritska crnica, djelomično hidromeliorirana	285	1,11
UKUPNO BEZ VODA I NASELJA		25.809	100,00

Tablica 5. Struktura načina korištenja zemljišta lovišta „PODUNAVLJE-PODRAVLJE“

KATASTARSKA KULTURA	Ploština (ha)	Udio (%)
Stajačice	686	2,56
Tekučice	1.710	6,38
Tršćaci	7.623	28,43
Travnjaci	1.537	5,73
Šikare	142	0,53
Šume	13.085	48,81
Zapuštene površine	98	0,37
Oranice	1.528	5,70
Višegodišnji nasadi	170	0,63
Ceste i naselja	231	0,86
UKUPNO	26.810	100,00

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

Vezano na reljef i geološku podlogu u lovištu dominiraju močvarna glejna tla (54,57 %), uglavnom na geološkoj podlozi povodnja III. naplavne sekvence. Dio tih tala je i

hidromelioriran i ima udio 4,41 % (Tablica 4.). Na takvim tlima uglavnom se nalaze oranice i voćnjaci. Na drugome mjestu je aluvijalno tlo (34,81 %), koje zauzima područja terasa Dunava i Drave neposredno uz korita rijeka. Ostali tipovi tala su zastupljeni s manje od 10 %, a tla na praporu se nalaze u krajnjem južnom dijelu lovišta na uzvisinama, paralelno s rijekom Dravom.

Budući da je većina lovišta (istočni dio i onaj na lijevoj obali Drave) izložen permanentnim poplavama, a u lovištu ima i dosta depresija gotovo jedna trećina lovišta nalazi pod tršćacima i vlažnim terenima, koji su osim trskom (*Phragmites australis*) obrasli šaševima (*Carex* spp.) i sitovima (*Juncus* spp.). Šume i šikare čine gotovo 50 % lovišta, s time da je udio šikara ispod 1 %. Travnjaci i oranice zauzimaju ukupno oko 11 ha i imaju podjednak udio u lovištu.

Tablica 6. Zastupljenost uređajnih razreda u lovištu „PODUNAVLJE-PODRAVLJE“

UREĐAJNI RAZREDI	DRŽAVNE ŠUME (ha)	PRIVATNE ŠUME (ha)	UKUPNO (ha)	UDIO (%)
Kultura bijele vrbe	754		754	7,4
Kultura crne joha	2		2	0,0
Kultura crnog oraha	55		55	0,5
Kultura euroameričke topole	622	3,6	626	6,2
Panjača bijele vrbe	169		169	1,7
Panjača bagrema	304	130,9	435	4,3
Panjača OTB	138		138	1,4
Plantaža bijele vrbe	438		438	4,3
Plantaža euroameričke topole	821		821	8,1
Sjemenjača američkog jasena	372		372	3,7
Sjemenjača bijele topole	1 142	1,0	1 143	11,3
Sjemenjača bijele vrbe	2 720	37,6	2 757	27,2
Sjemenjača bagrema	220		220	2,2
Sjemenjača crnog oraha	91		91	0,9
Sjemenjača crne topole	7		7	0,1
Sjemenjača domaća topola	115		115	1,1
Sjemenjača lužnjaka	1 017	0,3	1 018	10,0
Sjemenjača poljskog jasena	579	0,4	579	5,7
Sjemenjača vrba	24		24	0,2
Sjemenjača OMB	97		97	1,0
Sjemenjača OTB	36		36	0,4
Ostale četinjače	6		6	0,1
Ostale sjemenjače	224		224	2,2
UKUPNO	9 952	174	10 126	100,0

Površina državnih šuma razdijeljena je na 6 gospodarskih jedinica: „Kopačevske podunavske šume“ (37 %), „Tikveške podunavske šume“ (24 %), „Dvorac – Siget“ (18 %), „Osječke podravske šume“ (11 %), „Zmajevačke podunavske šume“ (8 %) i „Erdutske podunavske šume“ (3 %). Privatnih šuma ima malo, svega 174 ha (Tablica 6.), ali su uređene. Bez obzira na vrstu drveća, šumske kulture i plantaže, u obraslom šumskom tlu zauzimaju 27 % površine, što ukazuje na relativno intenzivnu razinu šumarstva. Uglavnom su to sastojine vrba i topola (euroameričkih i autohtonih), no generalni udio sastojina vrba i topola, bez obzira na razinu uzgoja, iznosi čak 69 %, što je rezultat režima poplava, odnosno ukazuje na ritski karakter lovišta. Sastojina visokog uzgojnog oblika tvrdih listača je 23 %, a one uključuju sastojine hrasta lužnjaka (*Quercus robur*) – 10 %, poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia*) – 6 %, američkog jasena (*Fraxinus americana*, *F. pennsylvanica*) – 4 %, običnog bagrema (*Robinia pseudoacacia*) – 2 % i crnog oraha (*Juglans nigra*) – 1 %.

Poligon „Šeprešhat“ je osnovan 2001. godine, u sklopu projekta „KONTROLIRANI UZGOJ I ZAŠTITA JELENA OBIČNOG (*C. elaphus*)“, a njime gospodare Hrvatske šume d.o.o. – Uprava šuma podružnica Osijek, Šumarija Tikveš-Bilje. Prostor se nalazi na krajnjem istočnom dijelu Hrvatske, u Baranji, s koordinatama  $x = 18^{\circ} 40' 12''$ ,  $y = 45^{\circ} 44' 20''$ , 1,6 km zapadno od Dunava.

Uzgajalište se nalazi na nadmorskoj visini od 82 m, bez izraženog nagiba. Prema Köppenovoj podjeli uzgajalište spada u tip klime Cfbw'x' (Seletković i Katusin, 1992.). To je umjereno topla kišna klima, nema suhog razdoblja, oborine su jednako razdijeljene na cijelu godinu, najsuši dio godine pada u hladno godišnje doba. Idući na istok, pojačava se oborinski maksimum toplog dijela godine sve više te postaje glavnim maksimumom (jedan maksimum). Radi se o inačici klime tipa Cfbwx". Taj tip klime najizrazitije u istočnom dijelu Hrvatske, a predstavnici su Osijek, Ilok, a ne tako izrazit prijelazni oblik pruža se i do linije Virovitica-Daruvar. S tim tipom prestaju kontinentalni tipovi klima koji imaju oznaku w (suho razdoblje zimi) i počinju tipovi s oznakom s gdje je ljeto suhi ili najsuši dio godine.

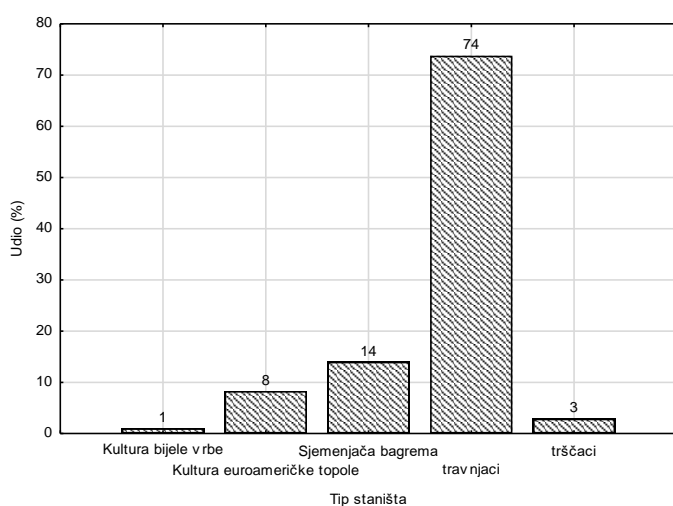
„Šeprešhat“ leži na geološkoj podlozi sedimenata starijeg povodnja, koje se granulometrijski sastoji od sitnih pijesaka, pijesaka i pjeskovitih siltova (Pikija i sur., 1991.). Ova geološka podloga spada u Panonski bazenski sustav, rezultat je nastavka erozijsko – akumulacijskih procesa riječnih tokova tijekom holocena. To su sedimenti s medijanom u rasponu 0,07 – 0,3 mm, u pravilu vrlo dobro i dobro sortirani. Dominantni mineralni sastojak je kvarc (60 – 72%), prate ga feldspati (16 – 26%), varira učešće karbonatnih zrna (1 - 14%), dok su muskovit i čestice stijena zastupljeni s 1 – 3%. Sadržaj teške mineralne frakcije iznosi 7

– 34%, a među prozirnim teškim mineralima dominira granat (60 – 68%), prate ga epidot (15–22%) i amfibol (9 – 10%), dok su redovito još zastupljeni rutil, cirkon i apatit (1 – 4%). Zanimljivo je spomenuti da su u nekim uzorcima registrirana zrna piroksena. Prema kemijskim analizama pijesci sadrže 75 – 77% SiO<sub>2</sub>, 5 – 6% CaO. Pjeskoviti siltovi zapaženi su kao proslojci ili leće unutar prethodno opisanih sedimenata, a ponekad su u vrhu pješčanih sekvenci. Srednje su sortirani, a mineralni sastav im je sličan kao kod pijesaka.

Rezultati kemijskih analiza pokazuju da čisti pijesak sadrži 65% SiO<sub>2</sub>; 8,13% CaO; 0,60% MgO; 2,89% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i 6,76% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; dok plavičastosivi izrazito siltozni pijesak sadrži 53,5% SiO<sub>2</sub>; 12,90% CaO; 4,63% MgO; 4% Fe<sub>2</sub>O<sub>2</sub> i 5,80% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Iako u geološkoj podlozi nije zabilježen sadržaj natrija, sadržaj magnezija je zabilježen u oba tipa pijeska, što je osobito važno za izgradnju kvalitetnog rogovlja. Tijekom geološkog kartiranja opisani sedimenti su zapažani u debljini do blizu 3 m, a maksimalna debljina im je vjerojatno do 6 metara.

Pedološku podlogu čini močvarno glejno, djelomično hidromeliorirano tlo, aluvijalno livadno tlo i ritske crnice. Sva tri tipa tla su izrazito plodna, osobito za poljoprivrednu proizvodnu (u ovom slučaju za uspijevanje djetelinsko-travnih smjesa).

S gledišta šumsko-gospodarske podjele uzgajalište je smješteno u Gospodarskoj jedinici Dvorac-Siget, odjeli 1, 5 i 7, a s gledišta lovno-gospodarske podjele u državnom otvorenom lovištu broj XIV/9 „PODUNAVLJE-PODRAVLJE“. Poligon je u početku (2001.) imao 53 ha, a s vremenom je proširen tako da mu je današnja ploština 74 ha. Sastoji se od prostora za manipulaciju, 16 ogradom odijeljenih polja i koridora, koji ih sve povezuje. Veličina



Slika 14. Udio načina korištenja zemljišta na poligonu „Šeprešhat“

separacija kreće se od 1,34 ha (separacija broj 11), do 13,96 ha (separacija broj 14). Cijeli je prostor ograđen ogradom visine 2,5 m i duljine 3,8 km.

Uzgajalište je opremljeno visokom zatvorenim čekom, solistima, hranilicama i pojilištima. Prehrana divljači obavljaju se ispašom na djetelinsko-travnim smjesama (ukupno 20 ha) te

izlaganjem krmiva u sljedećim postocima: peletirana hrana – 56,5 %, kabasta hrana – 29 %, sočna hrana – 7 %, silaža – 4 %, krepka krmiva – 3 % i mineralna krmiva – 0,5 %.



Dominantan tip prirodne vegetacije čini zajednica poljskog jasena i brijesta – *Fraxino angustifoliae-Ulmetum laevis* Slavnić 1952 (Vukelić, 2012.), međutim, niti u jednome dijelu uzgajališta nije razvijen taj tip vegetacije (*Slika 14.*). Veći dio uzgajališta otpada na travnjake (74 %). Sjemenjača bagrema zauzima 14 % i nalazi se u sjevernom dijelu uzgajališta, zajedno s kulturom bijele vrbe (udio je svega 1%). Kulture euroameričke topole (udio im je 8%) protežu se uz koridor separacija 14, 15 i 16, zajedno s tršćacima, koji imaju udio od 3 %.

### 3.2. Veličina uzorka

Odbačene grane rogovlja jelena običnog sakupljene su od 4 grla iz otvorenog dijela lovišta „PODUNAVLJE-PODRAVLJE“ i 10 grla iz kontroliranog uzgoja u uzgajalištu „Šeprešhat“. Budući da su u „Šeprešhatu“ sva grla bila pod nadzorom, lako je bilo odrediti vlasnika odbačene grane, kao i njihovo uparivanje. Međutim, kod jelena iz slobodne prirode su nositelji grana određivani intenzivnim praćenjem grla, a dodatnu pomoć pri uparivanju grana je dao oblik pečata, koji je kod istog grla oblikom vrlo sličan, ali zrcalno simetričan (Brna i sur., 1993.; Bačurin, 2017.). Prilikom pronalaska rogovlja, osim lokacije nalaska, bitno je bilo utvrditi jesu li odbačene grane svježije (razvile su se godinu dana prije odbacivanja) ili su starije od godinu dana. To je bilo lagano ustanoviti jer se rogovlje odbačeno prije više godina razlikuje od onog odbačenog u recentnoj godini, po sivoj boji, a na njemu se mogu vidjeti napukline. Recentno odbačeno rogovlje je tamnije i bez napuklina (Landete-Castillejos i sur., 2010.).

Tablica 7. Podaci o jelenima i broju sakupljenih grana

R.B.	KOHORTA	NAZIV GRILA	BROJ SAKUPLJENIH GRANA			BROJ UZASTOPNIH GODINA	RAZDOBLJE SAKUPLJANJA	DOB JELENA	NAČIN UZGOJA
			L	D	Σ				
1.	2002.	Đuro	7	7	14	7	2003.-2009.	1 do 7	kontrolirani
2.	2003.	Andrija	8	7	15	8	2004.-2011.	1 do 8	kontrolirani
3.	2004.	Lampion	12	12	24	12	2005.-2016.	1 do 12	kontrolirani
4.		Crni	4	4	8	4	2008.-2011.	4 do 7	kontrolirani
5.		Aron	4	4	8	4	2005.-2008.	1 do 4	kontrolirani
6.		Zeus	8	8	16	8	2006.-2013.	2 do 9	kontrolirani
7.		Glavonja	7	7	14	7	2005.-2011.	1 do 7	kontrolirani
8.		Ferenc	6	6	12	6	2003.-2008.	1 do 6	kontrolirani
9.		2006.	Kiki	6	6	12	6	2012.-2017.	6 do 11
10.	2010.	Kosi	4	4	8	4	2013.-2016.	3 do 6	kontrolirani
11.	2011.	Jelen 2	4	4	8	4	2016.-2019.	5 do 8	prirodni
12.	2012.	Jelen 4	4	4	8	4	2016.-2019.	4 do 7	prirodni
13.		Jelen 1	4	4	8	3	2017.-2019.	5 do 7	prirodni
14.	2013.	Jelen 3	6	6	12	6	2014.-2019	1 do 6	prirodni
Σ	-	-	84	83	167	-	-	-	-

Matični fond jelenske divljači poligona „Šeprešhat“ osnovan je hvatanjem teladi unutar lovišta „PODUNAVLJE-PODRAVLJE“, tijekom 3 lovne godine (2002. – 2004.). Gledano po godinama, 2002. je uhvaćeno 24 grla, 2003. 29 grla, a 2004. 37 grla teladi. Tako da je početni matični fond divljači iznosio 79 grla. Već 2005. u uzgajalištu je na svijet došlo 17 teladi (9 muških i 8 ženskih), od 20 košuta koje su sudjelovale u parenju 2004. Danas se u prostoru nalazi oko 160 grla.



Slika 15. Sakupljeni sljedovi grana jelena običnog spremljene za mjerenje pokazatelja.

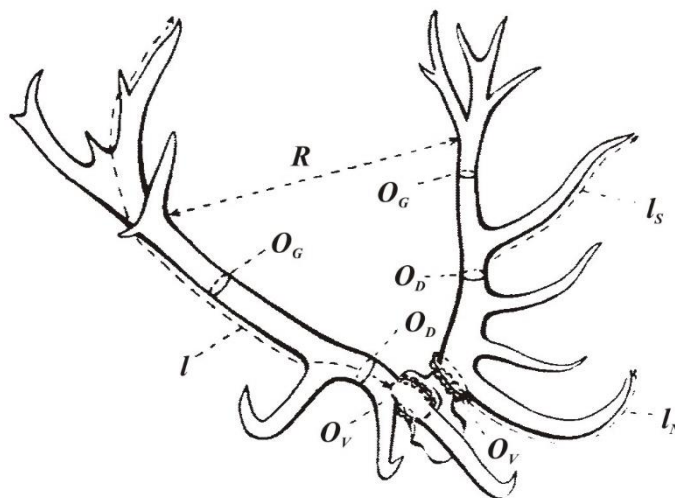
Od 10 analiziranih grla, njih 8 je uhvaćeno izvan uzgajališta u dobi teladi i prebačeno u uzgajalište, a gledano po kohortama obuhvaćaju godišta 2002. (Đuro), 2003. (Andrija) i 2004. (Lampion, Crni, Aron, Zeus, Glavonja i Ferenc). Jelen Kiki predstavlja grlo koje je došlo na svijet u uzgajalištu 2006. godine (Tablica 7.). Jeleni iz slobodne prirode predstavljaju kohorte 2010. – 2013.

Ukupno je sakupljeno 163 grane, odnosno 83 parova grana, a kod jelena Andrije je u dobi od navršениh 5 godina uzeta samo jedna (lijeva) grana. Ona je rasla tijekom 2007., a odbačena je 2008. Kod 7 grla su sakupljene i grane prvog rogovlja, odnosno rogovlja u kojoj su njihovi nositelji bili još godišnjaci. Duljina sljedova se od grla do grla razlikuje, no bitno je napomenuti da se radi o sukcesivnim sljedovima rogovlja. Grane su složene na posebne nosače po grlima i godinama (Slika 15.).

### 3.3. Izmjera pokazatelja

Na odbačenim granama rogovlja mjerene su dvije kategorije pokazatelja. Prva kategorija vezana je uz izmjere pokazatelja prema propozicijama CIC-a (Hromas i sur., 2008., Slika 16.), a tu spadaju sljedeći parametri:

1. Duljina grana rogovlja – mjeri se od donjeg ruba vijenca pa do vrha paroška na vrhu grane.
2. Masa grane rogovlja – mjeri se vagom u kilogramima s točnošću na dekagram.
3. Opseg vijenca – mjeri se opseg vijenca bez utiskivanje mjerne vrpce u udubine na vijencu.
4. Opseg grane između paroška nadočnjaka i paroška srednjaka – mjeri se na više mjesta, a uzima se najmanji opseg mjerjen između nadočnjaka i srednjaka.
5. Opseg grane između paroška srednjaka i krune rogovlja – mjeri se na više mjesta, a uzima se najmanji opseg mjerjen između srednjaka i krune.
6. Duljina paroška nadočnjaka – mjeri se od gornjeg ruba vijenca do vrha nadočnjaka.
7. Duljina paroška ledenjaka – mjeri se od sedla između nadočnjaka i ledenjaka do vrha ledenjaka.
8. Duljina paroška srednjaka – mjeri se od simetrale kuta što ga zatvaraju simetrala srednjaka i simetrala grane pa do vrha srednjaka
9. Ukupan broj parožaka
10. Broj parožaka krune
11. Duljina parožaka krune – budući da broj i duljina parožaka u kruni može dosta varirati u analizama je korištena ukupna duljina parožaka krune.



Slika 16. Način izmjere glavnih elemenata ocjene rogovlja jelena običnog.  $l$  = srednja duljina grana,  $l_N$  = srednja duljina nadočnjaka,  $l_S$  = srednja duljina srednjaka,  $O_V$  = srednji opseg vijenca,  $O_D$  = opseg grane između nadočnjaka i srednjaka (donji opseg),  $O_G$  = opseg grane između srednjaka i krune (gornji opseg) (Prerađeno iz Raić, 1967.)

Na temelju tih pokazatelja je računana trofejna vrijednost rogovlja prema CIC-ovoj formuli:

$$\text{Trofejnavrijednost} = 0,5\bar{l} + 0,25\bar{l}_n + 0,25\bar{l}_s + \bar{O}_V + O_G + O_D + 2m + R + BP + D - O$$

Gdje su:

$\bar{l}$  = srednja duljina grana

$\bar{l}_n$  = srednja duljina nadočnjaka

$\bar{l}_s$  = srednja duljina srednjaka

$\bar{O}_V$  = srednji opseg vijenca

$O_D$  = opseg grane između nadočnjaka i srednjaka (donji opseg)

$O_G$  = opseg grane između srednjaka i krune (gornji opseg)

$m$  = masa rogovlja (mjereno u gramima s točnošću na jedan gram)

$R$  = raspon rogovlja. Za raspon rogovlja mogu se dati do 3 točke jer se gleda odnos raspona prema prosječnoj duljini grana.

$BP$  = broj parožaka

$D$  = dodaci na pojedine elemente rogovlja koje ocjenjivači procjenjuju te se ukupno može dodati 18 točaka (boja rogovlja – do 2 točke, ikričavost rogovlja – do 2 točke, šiljci parožaka – do 2 točke, duljina ledenjaka – do 2 točke i duljina parožaka krune – do 10 točaka).

$O$  = odbici na nepravilnost oblika i nesimetričnost rogovlja. Ukupno se mogu oduzeti 2 točke.

Međutim, prema CIC-u masa rogovlja odnosi se na masu obiju grana zajedno s lubanjom odrezanom prema standardu. Budući da se radi o odbačenim granama (bez lubanje) masi grana je dodana fiktivna masa lubanje od 2 kg (Degmečić i Florijančić, 2018.). Druga procjena odnosi se na mjeru raspona. Raspon se mjeri između grana koje se nalaze na lubanji, okomito na središnju sagitalnu ravninu rogovlja (lubanje). Budući da su grane bile odbačene, raspon je procjenjivan. Ova greška procjene nije velika jer se točke za raspon kreću od 0 do 3.

Druga kategorija pokazatelja nije propisana nigdje, ali je mjerena radi dobivanja detaljnijeg uvida u morfološke promjene u razvoju rogovlja. U skladu s time mjereni su sljedeći parametri (Slika 17.), s time da su pravci i kutovi mjerenja prije same izmjere iscrtani kredom (Slika 18.):

1. Volumen grane rogovlja – mjereno je na način da je rogovlje (koje je bilo svezano plastičnim užetom – najlonom) uranjano u posudu s vodom. Zapremina posude je iznosila 200 litara (Slika 19.). Na posudu su ugrađene dvije slavine – donja i gornja.

Gornja slavina služi za sakupljanje vode koju je istisnula uronjena grana. Voda se ispuštala u kantu, a iz kante se ulijeva u cilindar (menzuru) zapremine 1 000 ml, s podjelom na 10 ml.

2. Kut otklona nadočnjaka - od simetrane grane do simetrane nadočnjaka, mjereno s distalne strane.
3. Duljina tetive nadočnjaka – mjeri se od križanja simetrane paroškica i simetrane grane do vrha paroškica.
4. Visina nadočnjaka – mjeri se od donjeg ruba vijenca do sjecišta simetrane paroškica i simetrane grane s vanjske strane grane.
5. Kut otklona ledenjaka – mjeri se kutomjerom s pomičnim krakovima od simetrane grane do simetrane ledenjaka, mjereno s distalne strane.
6. Duljina tetive ledenjaka – mjeri se od križanja simetrane paroškica i simetrane grane do vrha paroškica
7. Visina ledenjaka – mjeri se od donjeg ruba vijenca do sjecišta simetrane paroškica i simetrane grane s vanjske strane
8. Kut otklona srednjaka – od simetrane grane do simetrane srednjaka, mjereno s distalne strane.
9. Duljina tetive srednjaka – mjeri se od križanja simetrane paroškica i simetrane grane do vrha paroškica
10. Visina srednjaka – mjeri se od donjeg ruba vijenca do sjecišta simetrane paroškica i simetrane grane s vanjske strane
11. Visina krune – mjeri se od donjeg ruba vijenca do početka formiranja krune s vanjske strane grane.

Bez obzira radi li se o parametrima mjenim prema propozicijama CIC-a ili dodatnim parametrima duljine su mjerene mjernom vrpcom u centimetrima na milimetar točno, a kutovi tesarskim kutomjerom s pomičnim krakovima i mogućnošću izmjere kuta od 0 do 180<sup>0</sup>.

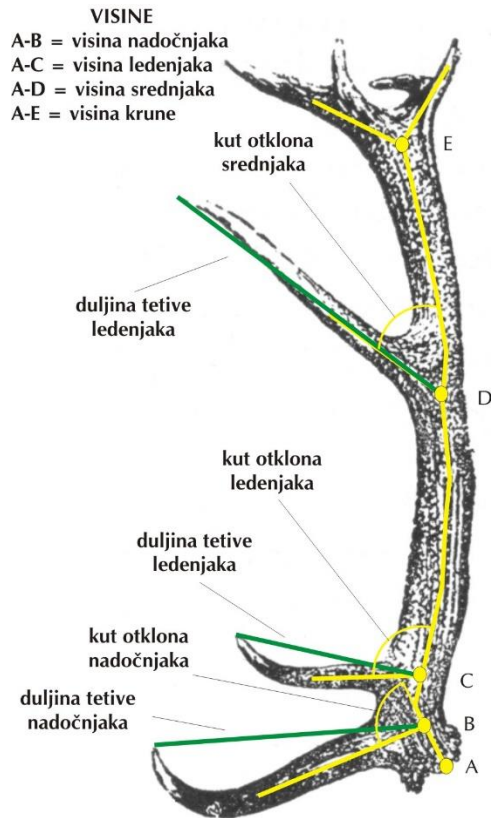
Na temelju izmjerenih pokazatelja računati su i dodatni indeksi grana:

1. Gustoća grana – predstavlja kvocijent mase i volumena grane (kg/l).
2. Zakrivljenost paroškica – predstavlja kvocijent duljine paroškica i duljine tetive paroškica. Što je ova vrijednost bliža broju 1 to je paroškica ravniji, a svaka vrijednost više od 1 ukazuje da je paroškica zakrivljeniji.

3. Odnos visine paroška ili krune – predstavlja kvocijent visine paroška i duljine grane. Što je on viši to je točka odvajanja paroška ili formiranja krune (uključujući točku račvanja na onim granama na kojima se još nije formirala kruna) viša.
4. Fluktuirajuća asimetrija (FA) – može biti apsolutna (AFA) i relativna (RFA). Apsolutna FA predstavlja iznos razlike između vrijednosti lijevog i desnog elementa izmjere (npr. duljine lijevog i duljine desnog nadočnjaka). Pod pojmom „apsolutno“ podrazumijeva se da vrijednost nema negativan predznak, odnosno termin „apsolutno“ predstavlja uvijek pozitivan predznak ( $|\Delta x_i|$ ). Relativna FA predstavlja kvocijent AFA i aritmetičke sredine mjerenog parametra. Tako bi RFA za duljinu pokazatelja izmjere bila:

$$\text{RFA} = \frac{|\Delta l_i|}{\bar{l}}$$

Fluktuirajuća asimetrija predstavlja malena slučajna odstupanja od bilateralne simetrije morfoloških osobina, a odnosi se na spolne značajke kao što su oružje i ukrasi (Møller i Hoglund, 1991.; Møller, 1992.) Ova odstupanja imaju normalnu raspodjelu oko sredine nula (Palmer i Strobeck, 1986.; 1992.). Fluktuirajuća asimetrija (FA) danas predstavlja jedan od dobrih indikatora kvalitete jedinke, jer je dokazano kako je FA najmanja u jedinki s dobrom kondicijom (Leary i Allendorf, 1989.; Parsons, 1990.).



Slika 18. Iscrtavanje pravaca izmjere dodatnih pokazatelja

Slika 17. Izmjera pokazatelja grana rogovlja jelena običnog koji nisu propisani CIC-ovim pravilima



Slika 19. Posuda za mjerenje volumena grana



Slika 20. Izmjera volumena pomoću menzure od 1000 ml



### 3.4. Statistička obrada podataka

Budući da je veličina uzorka ispod 50, testiranje normaliteta distribucije izvršeno je Shapiro-Wilk testom. Ako je distribucija bila pravilna, korištena je Pearsonova korelacija ( $r$ ), a ako nije bila pravilna, korištena je Spearmanova korelacija ( $r_s$ ).

Krivulje rasta pokazatelja su izjednačene s nekoliko funkcija: kvadratnom funkcijom modificiranom Gompertzovom funkcijom (Tjørve i Tjørve, 2010.; Tjørve i Tjørve, 2017.) i modificiranom Weibullovom funkcijom (Yang i sur., 1978.), korištenjem Gauss-Newton algoritma.

Modifikacija Gompertzove funkcije izvršena je prema preporuci Tjørve i Tjørve, (2017.), odnosno korišten je sljedeći model:

$$W_{(t)} = Ae^{(-e^{-a(t-T_i)})}$$

Gdje su:

$W_{(t)}$  = pokazatelj za koji je potrebno izračunati funkciju rasta,

$A$  = gornja asimptota (adultna vrijednost) parametra,

$a$  = stopa rasta,

$t$  = dob jedinke

$T_i$  = dob maksimalne stope rasta.

Weibullova funkcija je korištena prema preporuci Yang i sur. (1978.), odnosno korišten je sljedeći model:

$$Y = A(1 - e^{-Bt^C})$$

Gdje su:

$Y$  = pokazatelj za koji je potrebno izračunati funkciju rasta,

$A$  = gornja asimptota (adultna vrijednost) parametra,

$t$  = dob jedinke

$B$  = stopa rasta

$C$  = koeficijent ljestvice

$e$  = baza prirodnog logaritma

$T_i$  = dob maksimalne stope rasta.

Ukoliko su uspoređivane samo dvije skupine podataka korišten je t-test. Ukoliko nije nađena signifikantna ovisnost pojedinog parametra o vremenu ili razdoblju, a trebalo je usporediti nekoliko skupina tada je varijabilnost podataka testirana Leveneovim testom. U

slučaju da nije nađena signifikantna razlika u varijancama izvršena je jednostruka analiza varijance, nakon koje su isti podaci testirani Shefféovim post hoc testom. Ukoliko je postojala razlika u varijancama tada su skupine testirane neparameterskim, odnosno Kruskal-Wallis testom. Testiranje razlika između trendova rasta između različitih jedinki rađeno je analizom kovarijance (ANCOVA). U analizi su korišteni podaci transformirani Box-Cox metodom (Box i Cox, 1982.). Prilikom analize kovarijance poželjno je da pravci istraživanih skupina ne pokazuju interakciju, odnosno da se međusobno ne sijeku (Enqvist 2005). U suprotnom (pojava interakcije) teže je definirati eventualne razlike među skupinama. Ako se pronađe signifikantno razlika u vrijednostima među skupinama, tada se radi o pojavi da kod jedne skupine, unutar određenog raspona kontinuirane varijable (godine, duljina tijela) promatrani pokazatelj pokazuje veće vrijednosti nego na drugome lokalitetu, a u drugom rasponu kontinuirane varijable situacija je obrnuta. Dakle, posljedica je nemogućnost donošenja generalnog zaključka (za cijeli raspon kontinuirane varijable), a zakonitost vrijedi samo unutar određenog intervala (Fraas i Newman, 1997). U tom slučaju (interakcija) za izračun spomenutog intervala signifikantnih razlika između trendova korištena je Potthoffova modificirana Johnson-Neymanova metoda (Soyoung, 2010).

U analizi i izboru modela je korišten Akaike Information Criterion ( $AIC_c$ , Burnham i Anderson, 2002.). Izbor modela je uslijedio ukoliko je  $\Delta AIC < 2$  jedinice. Isto tako je računata i Akaike-ova težina ( $w_i$ ), koja predstavlja vjerojatnost da je model najbolji među ostalim uspoređivanim modelima. Za kreiranje najpouzdanijeg modela korištena je metoda višestruke regresije (Kachigan, 1991.)

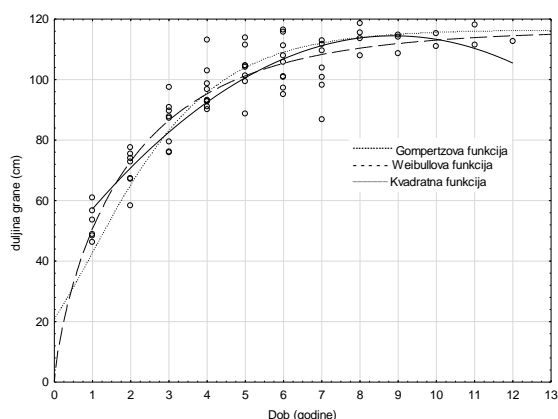
Analiza podataka je načinjena u programskom paketu Statistica 13.4.0.14 (TIBCO Software Inc. 2018).

## 4. REZULTATI

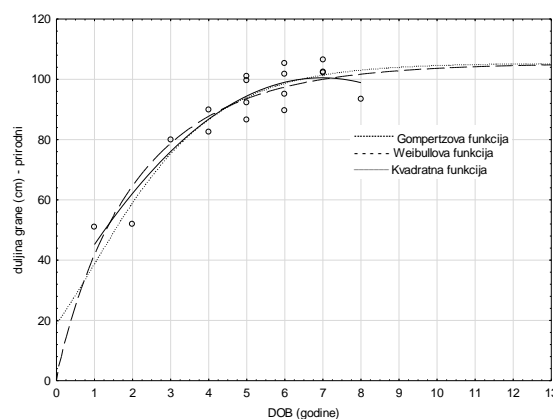
### 4.1. Razvoj i usporedba pokazatelja elemenata trofejnih vrijednosti

#### 4.1.1. Razvoj i usporedba pokazatelja duljine grana i parožaka, broja parožaka i ukupne trofejne vrijednosti

Rezultati ANCOVA-e pokazuju da jelena iz kontroliranog uzgoja imaju signifikantno dulje grane od onih iz slobodne prirode ( $g: p < 0,005$ ). Prema trendu kvadratne funkcije kulminacija duljine grana kod jelena iz kontroliranog uzgoja nastupa s navršениh 9 godina (u 10. godini, Slika 21.). Kod jelena iz slobodne prirode ta kulminacija nastupa ranije, no ona je posljedica ograničenog uzorka (maksimalna dob jelena od kog su uzete odbačene grane bila je 8 godina). Ako se usporede koeficijenti multiple determiniranosti tada u prosjeku Weibullova krivulja najbolje definira dinamiku rasta duljine grana (Tablica 7.). Prema njoj dob definira 87 % ( $R^2=0,87$ ) varijabilnosti u duljini grana kod jelena iz kontroliranog uzgoja i 84 % varijabilnosti kod jelena iz slobodne prirode ( $R^2=0,84$ ). Veći početni nagib Weibullove krivulje duljine grana ukazuje da kod jelena iz kontroliranog uzgoja grane rastu brže. Primjerice, s 3 pune godine života duljine grana dosegnu 87,3 cm. Kod jelena iz slobodne prirode u toj su dobi grane 7,3 cm kraće (duljina iznosi 80 cm). Prosječna asimptotska duljina grana kod jelena iz kontroliranog uzgoja iznosi 116,50 cm, što je ja za 11,15 cm više od asimptotske duljine grana jelena iz prirodnog uzgoja.



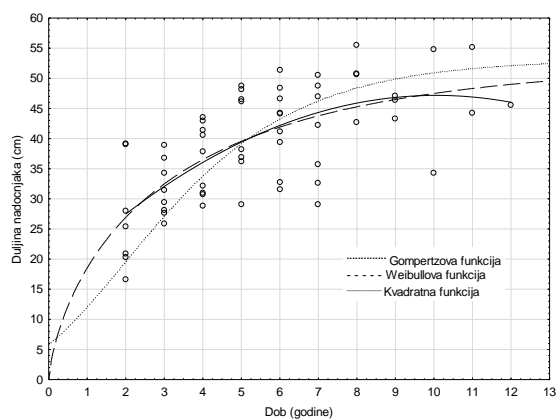
Slika 21. Razvoj duljine grana jelena običnog iz kontroliranog uzgoja



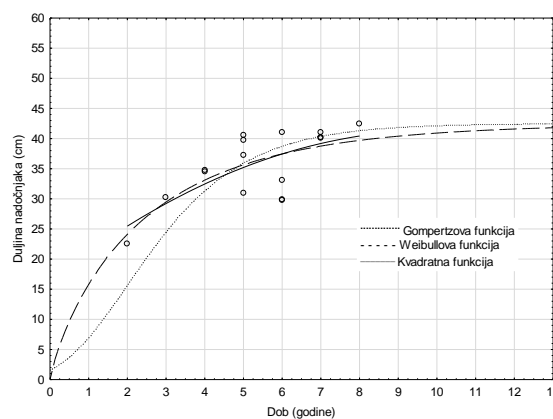
Slika 22. Razvoj duljine grana jelena običnog iz prirodnog uzgoja

Kulminacija duljine nadočnjaka kod jelena iz kontroliranog uzgoja nastupa s navršениh 9 godina (Slika 23.), dok se zbog niske maksimalne dobi uzoraka iz prirodnog uzgoja (8 godina) ne može dati sud o kulminaciji vrijednosti ove varijable (Slika 24.). Od sve tri funkcije ovisnost

duljine grana o dobi grla najtočnije se može procijeniti pomoću Weibullove funkcije (Tablica 7.). Kod jelena iz kontroliranog uzgoja svega 47 % duljine nadočnjaka je pod utjecajem dobi ( $R^2=0,47$ ), a kod jedinki iz slobodne prirode ta je ovisnost nešto viša (51 %;  $R^2=0,51$ ). Usprkos višim asimptotskim vrijednostima duljine nadočnjaka kod jelena iz kontroliranog uzgoja (53,1 cm) u odnosu na one iz prirodnog (42,5 cm) prema rezultatima ANCOVA-e nema razlike u duljinama nadočnjaka između jelena iz kontroliranog uzgoja i onih iz slobodne prirode ( $g: p=0,064$ ), iako je vrijednost procjene ( $p$ ) vrlo blizu granice statističke značajnosti od 95 %. U sprezi s činjenicom da dob ima vrlo malen (ali statistički značajan) utjecaj na duljinu nadočnjaka (ANCOVA,  $i = 4,60542$ ;  $p < 0,00001$ ) može se reći kako je ovaj pokazatelj pod jačim genetskim utjecajem.

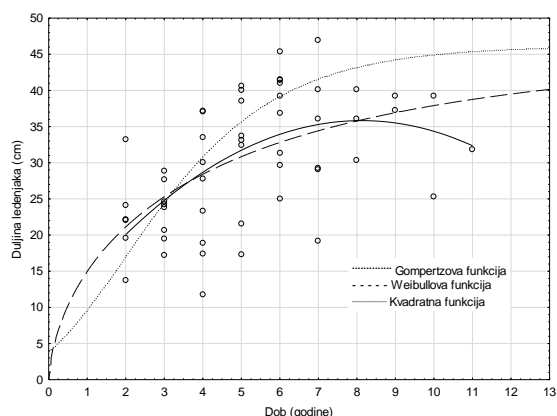


Slika 23. Razvoj duljine nadočnjaka jelena običnog iz kontroliranog uzgoja

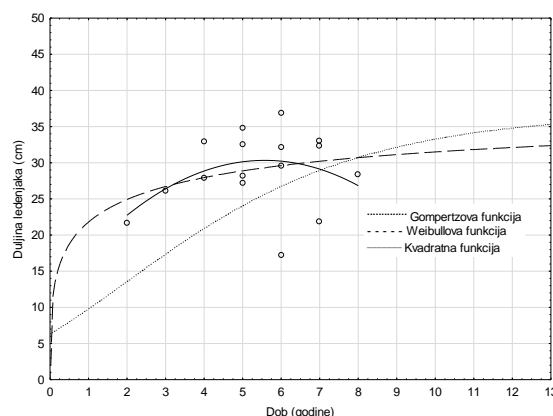


Slika 24. Razvoj duljine nadočnjaka jelena običnog iz prirodnog uzgoja

Usporedbom svih triju funkcija duljine ledenjaka u obje skupine jelena pod vrlo je malim utjecajem dobi. Kao i u prethodna dva parametra rast ledenjaka najbolje opisuje Weibullova funkcija (Tablica 7.). Kod jelena iz kontroliranog uzgoja kulminacija nastupa s navršenih 7 godina (Slika 25.), a kod jelena iz prirodnog uzgoja daleko prije – s navršenih 5 godina života (Slika 26.). Kod jelena iz kontroliranog uzgoja svega 30 % duljine ledenjaka je pod utjecajem dobi ( $R^2=0,30$ ), a kod jelena iz slobodne prirode ta je ovisnost daleko niža (7 %;  $R^2=0,07$ ). Usprkos višim asimptotskim vrijednostima duljine ledenjaka kod jelena iz kontroliranog uzgoja (46,13 cm), u odnosu na one iz prirodnog (36,9 cm), prema rezultatima ANCOVA-e nema razlike u duljinama ledenjaka između jelena iz kontroliranog uzgoja i onih iz slobodne prirode ( $g: p=0,401$ ). U sprezi s činjenicom da dob ima vrlo malen (ali statistički značajan) utjecaj na duljinu nadočnjaka (ANCOVA,  $i = 3,472$ ;  $p < 0,00001$ ) i za duljine ledenjaka se može reći kako su pod jačim genetskim utjecajem u odnosu na duljinu grane.

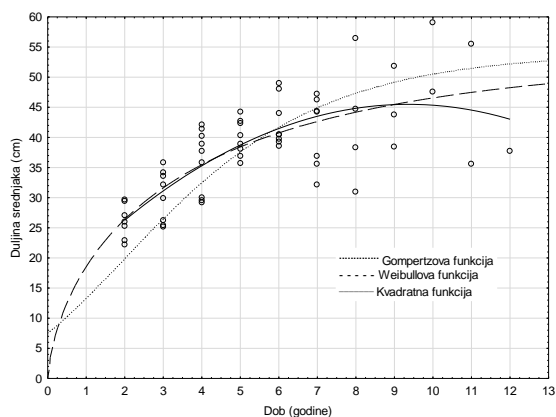


Slika 25. Razvoj duljine ledenjaka jelena običnog iz kontroliranog uzgoja

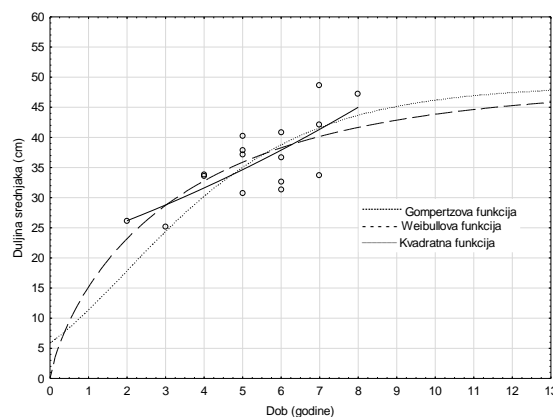


Slika 26. Razvoj duljine ledenjaka jelena običnog iz prirodnog uzgoja

Kulminacija duljine srednjaka kod jelena iz kontroliranog uzgoja nastupa s navršениh 9 godina života (Slika 27.), a kod jelena iz prirodnog uzgoja je konkavna te se ne može donijeti sud o kulminaciji duljine ovog parametra (Slika 28.). Usporedbom svih triju funkcija duljine srednjaka u obje skupine jelena su pod nešto višim utjecajem dobi nego što je to slučaj s duljinama nadočnjaka i ledenjaka. Kao i u prethodnim parametrima rast ledenjaka najbolje opisuje Weibullova funkcija (Tablica 7.). Kod jelena iz kontroliranog uzgoja 56 % duljine srednjaka je pod utjecajem dobi ( $R^2=0,56$ ), a kod jelena iz slobodne prirode ta je ovisnost nešto niža (51 %;  $R^2=0,51$ ). Usprkos višim asimptotskim vrijednostima duljine ledenjaka kod jelena iz kontroliranog uzgoja (54,0 cm) u odnosu na one iz prirodnog (48,6 cm), prema rezultatima ANCOVA-e nema razlike u duljinama srednjaka između jelena iz kontroliranog uzgoja i onih iz slobodne prirode ( $g: p=0,256$ ). U sprezi s činjenicom da dob ima vrlo malen (ali statistički značajan) utjecaj na duljinu nadočnjaka (ANCOVA,  $i = 3,472$ ;  $p<0,00001$ ) i za duljine ledenjaka se može reći kako su pod jačim genetskim utjecajem u odnosu na duljinu grane.

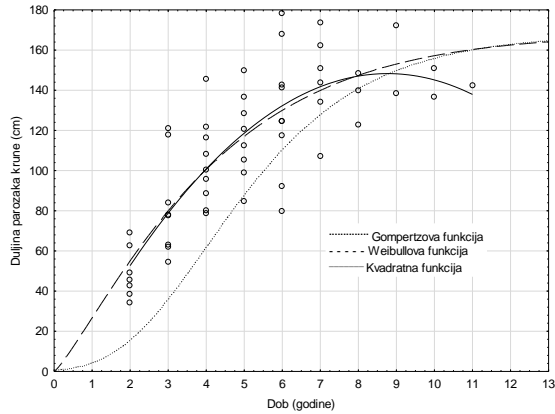


Slika 27. Razvoj duljine srednjaka jelena običnog iz kontroliranog uzgoja

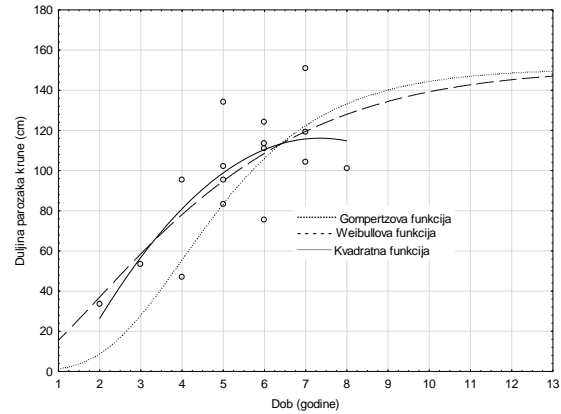


Slika 28. Razvoj duljine srednjaka jelena običnog iz prirodnog uzgoja

Za izjednačenje ukupne duljine parožaka krune moguće je koristiti i kvadratnu i Weibullovu funkciju, s time da se kod jelena iz slobodne prirode Weibullovom funkcijom dobiju nešto pouzdaniji trendovi (Tablica 7.). Gompertzova funkcija se za predviđanje razvoja ukupne duljine parožaka krune kod jelena iz kontroliranog uzgoja definitivno ne može primijeniti jer je koeficijent multiple determiniranosti 0. Temeljem Weibullove funkcije na ukupnu duljinu parožaka krune kod jelena iz kontroliranog uzgoja dob utječe sa 67 % ( $R^2=0,67$ ), a kod jelena iz prirodnog uzgoja sa 58 % ( $R^2=0,58$ ). Kulminacija ukupne duljine parožaka krune kod jelena iz kontroliranog uzgoja nastupa s navršениh 8 godina života (Slika 29.), kao i kod jelena iz prirodnog uzgoja (Slika 30.). Za razliku od duljina nadočnjaka, ledenjaka i srednjaka, gdje nije nađena statistički značajna razlika među skupinama jelena (kontrolirani i prirodni uzgoj), jeleni iz kontroliranog uzgoja imaju signifikantno duže paroške krune u odnosu na one iz slobodne prirode (ANCOVA,  $p<0,01$ ). Osim toga velika je i razlika u asimptotskim vrijednostima koja iznosi 17,18 cm (168,02 cm kod jelena iz kontroliranog uzgoja i 150,85 cm kod jelena iz prirodnog uzgoja). Kod grla starijih od 4 godine (dob najvišeg tečajnog prirasta ukupne duljine parožaka krune) ukupna duljina parožaka krune je veća od duljine grane.

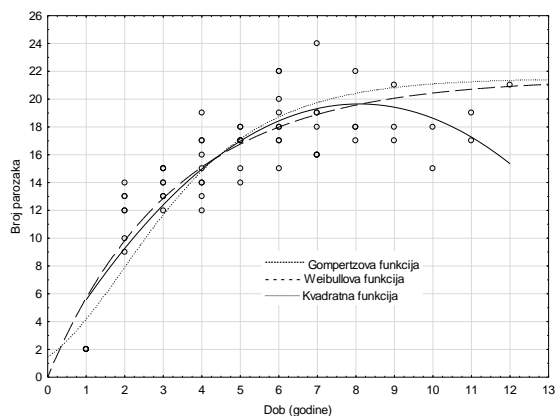


Slika 29. Razvoj duljina parožaka krune jelena običnog iz kontroliranog uzgoja

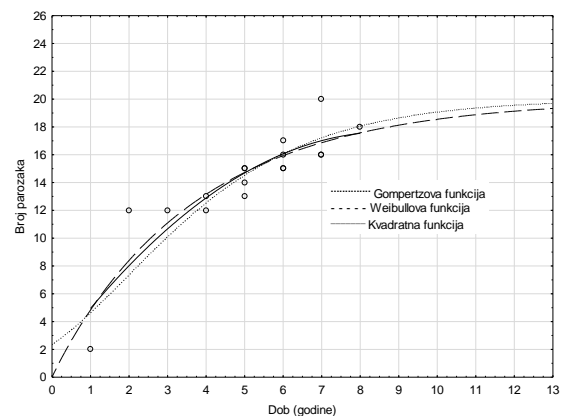


Slika 30. Razvoj duljina parožaka krune jelena običnog iz prirodnog uzgoja

Broj parožaka pokazuje statistički značajnu povezanost s dobi jelena. Slično kao i kod duljine grane te ukupne duljine parožaka krune, nema veće razlike u točnosti procjene duljine grane među korištenim funkcijama. Međutim, Weibullova funkcija i ovdje pokazuje najvišu ovisnost (Tablica 7.). Temeljem Weibullove funkcije na broj parožaka kod jelena iz kontroliranog uzgoja dob utječe sa 77% ( $R^2=0,77$ ), a kod jelena iz prirodnog uzgoja čak sa 82% ( $R^2=0,82$ ). Kulminacija broja parožaka kod jelena iz kontroliranog uzgoja nastupa s navršenih 8 godina života (Slika 31.), dok kod jelena iz prirodnog uzgoja ova vrijednost nastavlja s rastom i nakon te dobi (Slika 32.). Bez obzira u kojoj su dobi, jeleni iz kontroliranog uzgoja imaju više parožaka u odnosu na one iz slobodne prirode (ANCOVA,  $p<0,05$ ), no ta razlika nije jako naglašena. Naime, razlike u asimptotskim vrijednostima broja parožaka iznose svega 2 paroška (točnije 1,5 parožaka). Preračunato u CIC točke to su 2 točke.

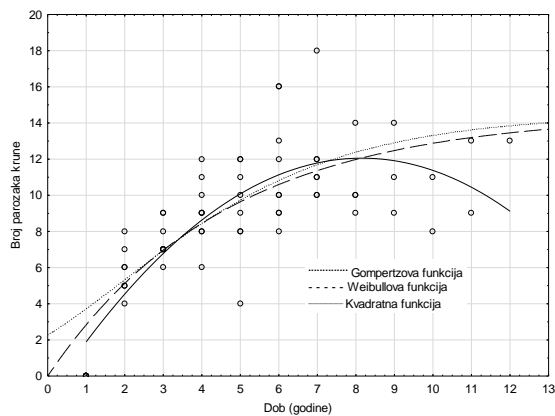


Slika 31. Razvoj broja parožaka jelena običnog iz kontroliranog uzgoja

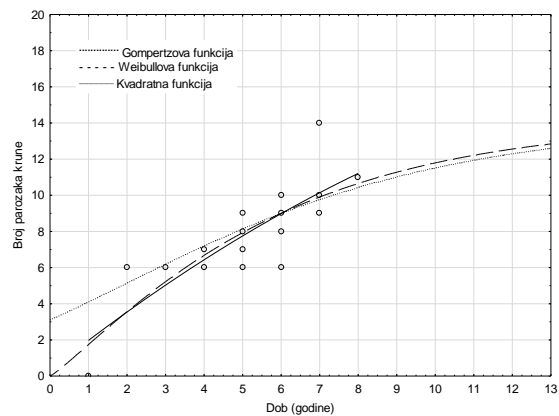


Slika 32. Razvoj broja parožaka jelena običnog iz prirodnog uzgoja

Broj parožaka krune pokazuje nešto nižu povezanost s dobi jelena, pri čemu Weibullova funkcija i ovdje pokazuje najvišu točnost (Tablica 7.). Temeljem Weibullove funkcije na broj parožaka krune kod jelena iz kontroliranog uzgoja dob utječe sa 63 % ( $R^2=0,63$ ), a kod jelena iz prirodnog uzgoja čak sa 68 % ( $R^2=0,68$ ). Kulminacija broja parožaka krune kod jelena iz kontroliranog uzgoja nastupa s navršениh 8 godina života (Slika 33.), dok kod jelena iz prirodnog uzgoja ova vrijednost nastavlja s rastom i nakon te dobi (Slika 34.). Bez obzira u kojoj su dobi, jelena iz kontroliranog uzgoja imaju više parožaka u odnosu na one iz slobodne prirode (ANCOVA,  $p<0,05$ ). Isto kao i kod ukupnog broja parožaka ta razlika nije jako naglašena jer razlike u asimptotskim vrijednostima iznose svega 1 parožak krune (točnije 0,5 parožaka).



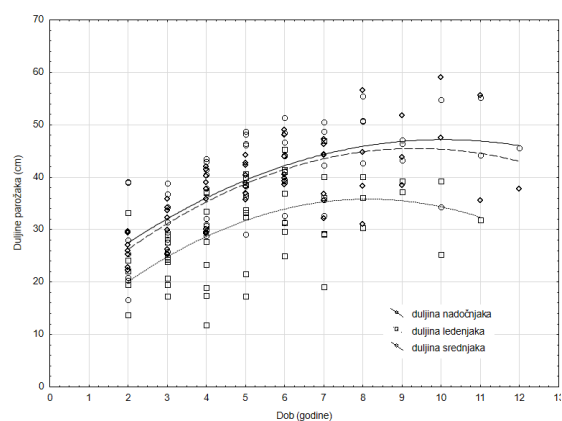
Slika 33. Razvoj broja parožaka krune jelena običnog iz kontroliranog uzgoja



Slika 34. Razvoj broja parožaka krune jelena običnog iz prirodnog uzgoja



Ako se usporede trendovi razvoja duljine nadočnjaka, ledenjaka i srednjaka (*Slika 35.*) te prethodni komentari glede razvoja duljina ova tri paroška, općenito se može zaključiti kako ledenjak pokazuje jasne razlike u razvoju. Podaci su izjednačeni kvadratnom funkcijom zbog namjere usporedbe godine kulminacije duljine te, što je još važnije, trenda smanjivanja duljine koja nastupa nakon kulminacije. Trend razvoja ledenjaka ne odstupa značajnije od trenda razvoja nadočnjaka i srednjaka, no očita je razlika u duljini. ANCOVA je pokazala da je ledenjak statistički značajno uvijek kraći od nadočnjaka ( $p < 0,00001$ ) i srednjaka ( $p < 0,00001$ ), dok između nadočnjaka i srednjaka nema signifikantne razlike u duljini ( $p = 0,772$ ). Usprkos tome čini se da se nakon dostizanja kulminacije, duljina srednjaka brže smanjuje nego duljina nadočnjaka, što ide u prilog tezi kako se sa starošću masa rogovlja pomiče u proksimalnom smjeru.



*Slika 35.* Usporedba razvoja duljina nadočnjaka, ledenjaka i srednjaka na rogovlju jelena običnog iz kontroliranog uzgoja

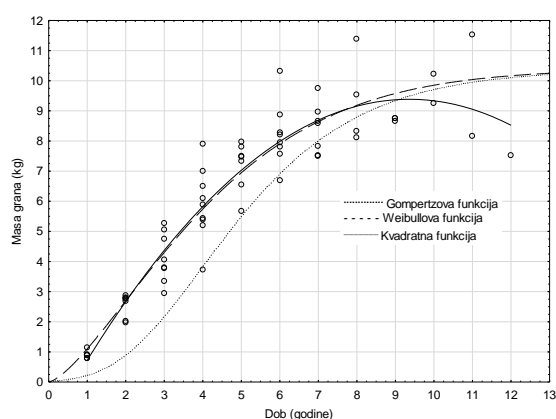
Tablica 7. Parametri krivulja duljina dijelova grana i broja parožaka ukupne trofejne vrijednosti

POKAZATELJ	TIP KRIVULJE	JEDNADŽBA	TIP UZGOJA	R <sup>2</sup>
DULJINA GRANE	kvadratna	$y = -1,549 t^2 + 21,61 t + 25,14$	prirodni	0,86
		$y = -0,92 t^2 + 16,38 t + 41,79$	kontrolirani	0,84
	Gompertzova	$y = 105,35e^{-e^{-0,55(t-1)}}$	prirodni	0,85
		$y = 116,50e^{-e^{-0,54(t-1)}}$	kontrolirani	0,83
	Weibullova	$y = 105,35(1 - e^{-0,51t^{0,91}})$	prirodni	0,84
		$y = 116,50(1 - e^{-0,57t^{0,79}})$	kontrolirani	0,87
DULJINA NADOČNJAKA	kvadratna	$y = -0,25 t^2 + 5 t + 16,48$	prirodni	0,41
		$y = -0,3 t^2 + 6,11 t + 16,46$	kontrolirani	0,45
	Gompertzova	$y = 42,50e^{-e^{-0,59(t-2)}}$	prirodni	0,25
		$y = 53,10e^{-e^{-0,40(t-2)}}$	kontrolirani	0,30
	Weibullova	$y = 42,5(1 - e^{-0,46t^{0,85}})$	prirodni	0,51
		$y = 53,1(1 - e^{-0,43t^{0,72}})$	kontrolirani	0,47
DULJINA LEDENJAKA	kvadratna	$y = -0,6 t^2 + 6,63 t + 11,86$	prirodni	0,02
		$y = -0,42 t^2 + 6,83 t + 8,08$	kontrolirani	0,31
	Gompertzova	$y = 36,90e^{-e^{-0,28(t-2)}}$	prirodni	0,22
		$y = 46,13e^{-e^{-0,45(t-2)}}$	kontrolirani	0,00
	Weibullova	$y = 36,9(1 - e^{-0,89t^{0,33}})$	prirodni	0,07
		$y = 46,13(1 - e^{-0,39t^{0,64}})$	kontrolirani	0,30
DULJINA SREDNJAKA	kvadratna	$y = 0,105 t^2 + 2,086 t + 21,588$	prirodni	0,50
		$y = -0,355 t^2 + 6,65 t + 14,369$	kontrolirani	0,55
	Gompertzova	$y = 48,60e^{-e^{-0,37(t-2)}}$	prirodni	0,42
		$y = 54,00e^{-e^{-0,34(t-2)}}$	kontrolirani	0,36
	Weibullova	$y = 48,6(1 - e^{-0,37t^{0,79}})$	prirodni	0,53
		$y = 54,0(1 - e^{-0,42t^{0,67}})$	kontrolirani	0,56
BROJ PAROŽAKA KRUNE	kvadratna	$y = -0,04 t^2 + 1,69 t + 0,32$	prirodni	0,64
		$y = -0,2 t^2 + 3,24 t - 1,15$	kontrolirani	0,66
	Gompertzova	$y = 14,00e^{-e^{-0,20(t-2)}}$	prirodni	0,61
		$y = 14,50e^{-e^{-0,31(t-2)}}$	kontrolirani	0,59
	Weibullova	$y = 14,0(1 - e^{-0,13t^{1,14}})$	prirodni	0,68
		$y = 14,5(1 - e^{-0,22t^{1,00}})$	kontrolirani	0,63
DULJINA PAROŽAKA KRUNE	kvadratna	$y = -3,15 t^2 + 46,2 t - 53,53$	prirodni	0,55
		$y = -2,09 t^2 + 36,6 t - 12,16$	kontrolirani	0,67
	Gompertzova	$y = 150,85e^{-e^{-0,52(t-4)}}$	prirodni	0,37
		$y = 168,03e^{-e^{-0,43(t-4)}}$	kontrolirani	0,00
	Weibullova	$y = 150,85(1 - e^{-0,11t^{1,37}})$	prirodni	0,58
		$y = 168,03(1 - e^{-0,17t^{1,20}})$	kontrolirani	0,67
BROJ PAROŽAKA	kvadratna	$y = -0,21 t^2 + 3,71 t + 1,45$	prirodni	0,78
		$y = -0,28 t^2 + 4,54 t + 1,31$	kontrolirani	0,75
	Gompertzova	$y = 20,00e^{-e^{-0,38(t-2)}}$	prirodni	0,79

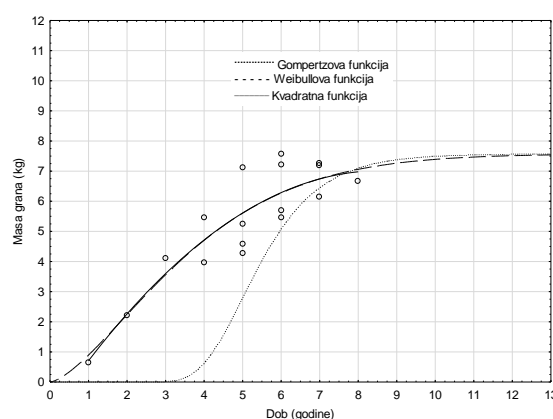
		$y = 21,5e^{-e^{-0,49(t-2)}}$	kontrolirani	0,71
	Weibullova	$y = 20,0(1 - e^{-0,28t^{0,98}})$	prirodni	0,82
		$y = 21,5(1 - e^{-0,31t^{0,99}})$	kontrolirani	0,77

#### 4.1.2. Razvoj i usporedba masa, zapremine (volumena), gustoće i opsega rogovlja jelena običnog

Kvadratna i Weibullova funkcija pokazuju relativno visoku povezanost između mase grana i dobi jelena, no u prosjeku je točnost predviđanja trenda nešto viša u Weibullove funkcije. Gompertzova funkcija nije pouzdana u procjeni razvoja mase grana kod jelena iz prirodnog uzgoja, a za procjenu razvoja mase grana jelena iz kontroliranog uzgoja daje najnižu točnost (Tablica 8.). Prema Weibullovoj funkciji, dob objašnjava 89 % ( $R^2=0,89$ ) varijance mase grana u jelena iz kontroliranog uzgoja te 81 % ( $R^2=0,81$ ) varijance mase grana u jelena iz prirodnog uzgoja. Prema trendu kvadratne funkcije kulminacija mase grana kod jelena iz kontroliranog uzgoja nastupa s navršenih 9 godina (Slika 36.). Prosječna asimptotska masa grana kod jelena iz kontroliranog uzgoja iznosi 10,39 kg, što je ja za 2,82 kg više od asimptotske duljine mase jelena iz prirodnog uzgoja ( $m_a = 7,57$  kg). Iako početni nagibi krivulja rasta ne pokazuju veće razlike (usp. Slika 36. i Slika 37.) jeleni iz kontroliranog uzgoja imaju statistički značajnu veću masu rogovlja od onih iz slobodne prirode (ANCOVA,  $p<0,01$ ).

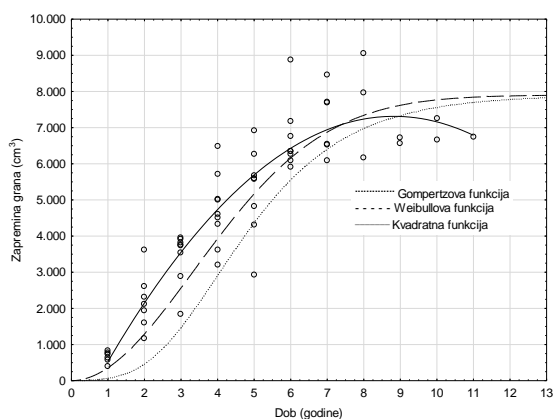


Slika 36. Razvoj mase grana jelena običnog iz kontroliranog uzgoja

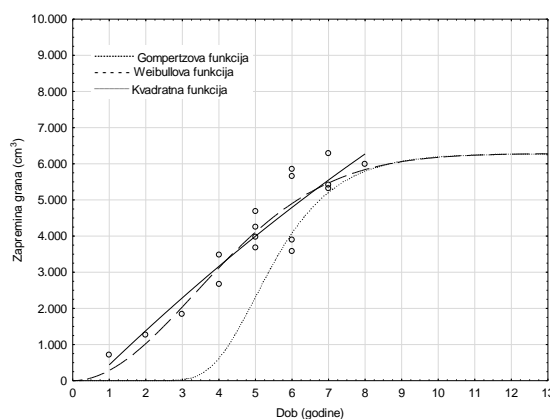


Slika 37. Razvoj mase grana jelena običnog iz prirodnog uzgoja

Zapremina rogovlja obje kategorije jelena pokazuje relativno ujednačene trendove ovisnosti o dobi pri upotrebi kvadratne i Weibullove funkcije. Gompertzova funkcija je, kao i u prethodnim slučajevima daleko manje pouzdana, osobito kod jelena iz slobodne prirode (Tablica 8.). Prema rezultatima Weibullove funkcija između mase grana i dobi jelena postoji dosta visoka povezanost – 85 % ( $R^2=0,85$ ) kod jelena iz kontroliranog uzgoja, odnosno kod jelena iz slobodne prirode ta je ovisnost i nešto viša – 86 % ( $R^2=0,86$ ). Prema trendu kvadratne funkcije kulminacija volumena grana kod jelena iz kontroliranog uzgoja nastupa s navršenih 8 do 9 godina (Slika 38.). Prosječni asimptotskog volumena grana kod jelena iz kontroliranog uzgoja iznosi  $7\,900\text{ cm}^3$ , što je za  $1\,616\text{ cm}^3$  više od asimptotskog volumena grana jelena iz prirodnog uzgoja ( $V_a = 6\,284\text{ cm}^3$ ). Za razliku od jelena iz kontroliranog uzgoja, početni nagib krivulje rasta volumena rogovlja je daleko manji kod jelena iz slobodne prirode. Primjerice, volumen od  $5\,000\text{ cm}^3$  jelena iz kontroliranog uzgoja mogu postići već s navršene 4 godine života, dok oni iz slobodne prirode tek sa 6 godina života. Stoga i ne čudi statistički značajno veći volumeni rogovlja u jelena iz kontroliranog uzgoja (ANCOVA,  $p < 0,001$ ).



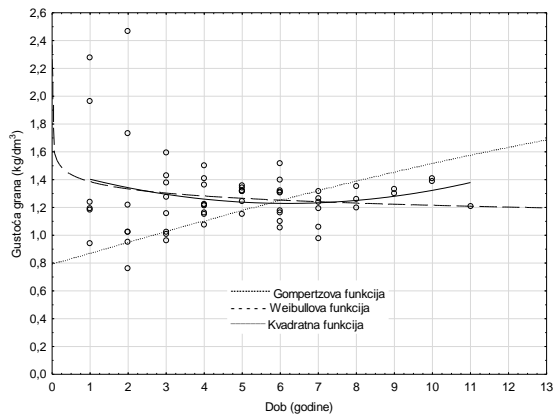
Slika 38. Razvoj zapremine grana jelena običnog iz kontroliranog uzgoja



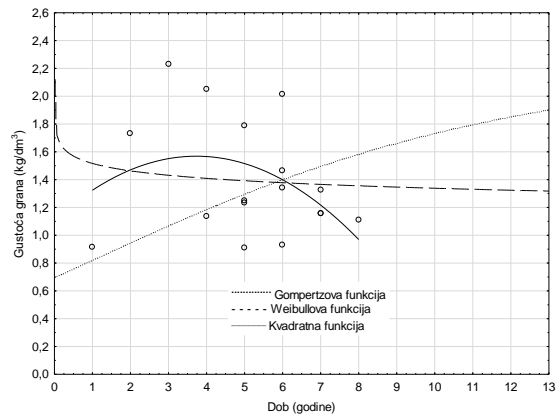
Slika 39. Razvoj zapremine grana jelena običnog iz prirodnog uzgoja

Iako masa i zapremina rogovlja u obje kategorije pokazuje visoke povezanosti s dobi grla (preko 80 %), gustoća rogovlja definitivno ne ovisi o dobi bez obzira kojom funkcijom se obavlja izjednačenje podataka (Tablica 8.). Štoviše, Gompertzovom funkcijom čak nije moguće izračunati koeficijent multiple determiniranosti. Budući da nema povezanosti između dobi jelena i gustoće grana, usporedba skupina je načinjena t-testom. T-test je pokazao da nema statistički značajne razlike u gustoći grana između jelena iz kontroliranog uzgoja i jelena iz slobodne prirode ( $t = 1,32$ ;  $p = 0,19$ ). Medijana gustoće rogovlja iznosi  $1,25\text{ kg/dm}^3$ , no vrlo je

velik opseg vrijednosti, tako da se gustoća grana kreće od 0,76 do 2,47 kg/dm<sup>3</sup>. Ovo nameće potrebu detaljnijeg istraživanja zakonitosti gustoće rogovlja jer se iz *Slika 40.* i *41.* može razabrati naznaka padajućeg trenda (pada gustoće) grana s porastom dobi.

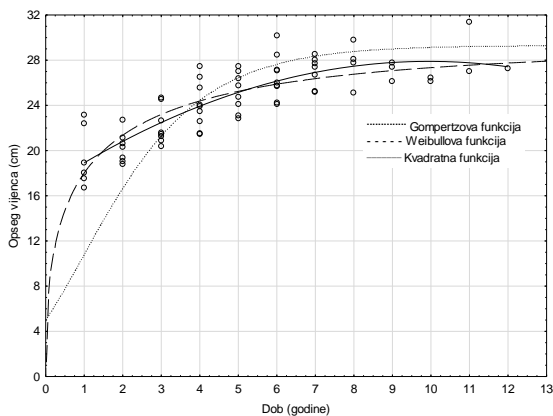


Slika 40. Razvoj gustoće grana jelena običnog iz kontroliranog uzgoja

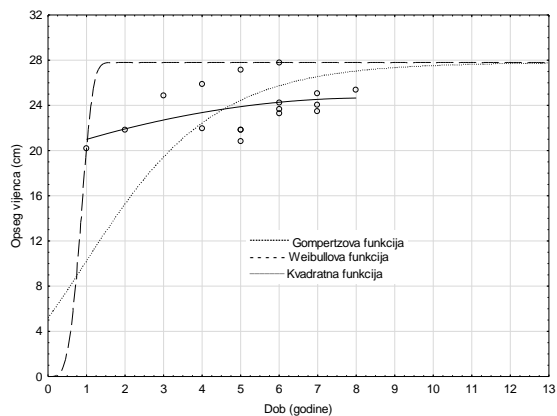


Slika 41. Razvoj gustoće grana jelena običnog iz prirodnog uzgoja

Točnost procjene razvoja opsega vijenca nije bilo moguće ustanoviti Gompertzovom funkcijom, a kod jelena iz slobodne prirode čak ni Weibullovom funkcijom (Tablica 8., Slika 43.). Čini se da je kvadratna funkcija najpouzdanija za izračun trenda razvoja opsega vijenca rogovlja. Kod jelena iz kontroliranog uzgoja točnost procjene trenda kvadratnom funkcijom je 71 % ( $R^2=0,71$ ). Prema trendu kvadratne funkcije kulminacija opsega vijenca kod jelena iz kontroliranog uzgoja nastupa s navršenih 10 godina (Slika 42.). Međutim, nema statistički značajnih razlika u opsegu vijenaca između jelena iz kontroliranog i jelena iz prirodnog uzgoja (ANCOVA,  $p=0,113$ ).

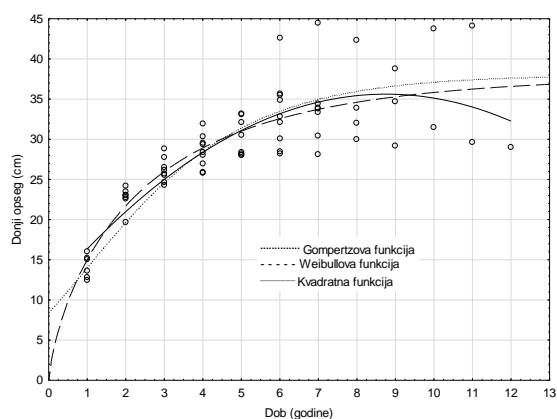


Slika 42. Razvoj opsega vijenca jelena običnog iz kontroliranog uzgoja

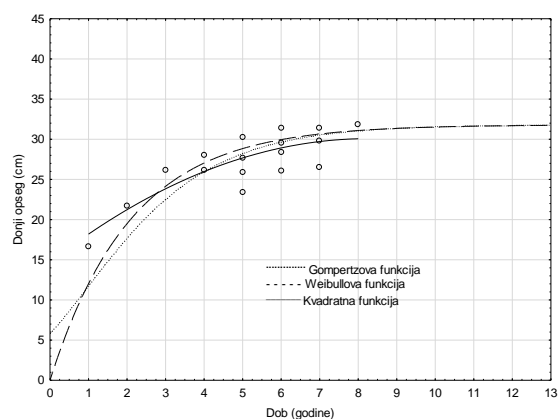


Slika 43. Razvoj opsega vijenca jelena običnog iz prirodnog uzgoja

Weibullova funkcija najtočnije procjenjuje ovisnost opsega između nadočnjaka i srednjaka s dobi (Tablica 8.). Kod jelena iz kontroliranog uzgoja točnost procjene trenda kvadratnom funkcijom je 74 % ( $R^2=0,74$ ), a kod jelena iz slobodne prirode 73 % ( $R^2=0,73$ ). Za razliku od većine istraživanih varijabli, opseg grana između nadočnjaka i srednjaka (donji opseg) te između srednjaka i krune (gornji opseg) pokazuju svojevrstu specifičnost – do dobi grla od 5 godina vrijednosti unutar populacije su dosta ujednačene. Međutim, nakon te dobi (6 godina na više) dolazi do rapidnog povećanja varijabilnosti ovih vrijednosti (Slika 44. i 46.). Prema trendu kvadratne funkcije, kulminaciju donjeg opsega jelena postižu u dobi od 8 godina. Za razliku od opsega vijenca, nađena je statistički značajna razlike između skupina. Jelena iz kontroliranog uzgoja imaju veće donje opsege od jelena iz prirodnog uzgoja (ANCOVA,  $p<0,05$ ).

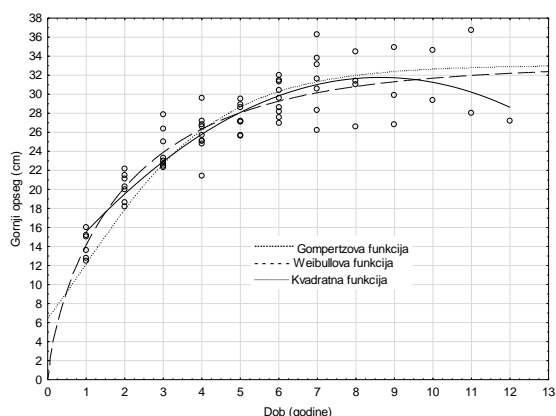


Slika 44. Razvoj donjeg opsega jelena običnog iz kontroliranog uzgoja

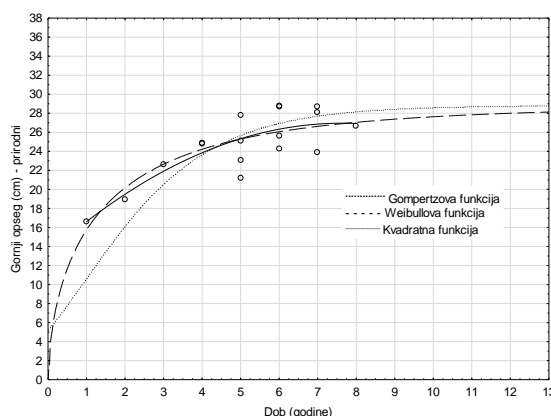


Slika 45. Razvoj donjeg opsega jelena običnog iz prirodnog uzgoja

Razvoj opsega grane između srednjaka i krune (gornji opseg) s relativno sličnom pouzdanošću najbolje opisuju kvadratna i Weibullova funkcija (Tablica 8.). Kod jelena iz kontroliranog uzgoja točnost procjene trenda Weibullovom funkcijom je 82 % ( $R^2=0,82$ ), a kod jelena iz slobodne prirode 68 % ( $R^2=0,68$ ). U odnosu na donji opseg, dob pokazuje nešto jači utjecaj na razvoj tog parametra. Prema kvadratnoj funkciji, kulminacija gornjeg opsega grana jelena iz kontroliranog uzgoja nastupa s navršenih 8 godina života (Slika 46.). Iako je razlika u gornjim opsezima grana uočljiva usporedbom Weibullovih krivulja na Slici 46. i 47., ona je i potvrđena analizom kovarijance. Jelena iz kontroliranog uzgoja imaju statistički značajno veće gornje opsege od jelena iz prirodnog uzgoja (ANCOVA,  $p<0,01$ ). Prema

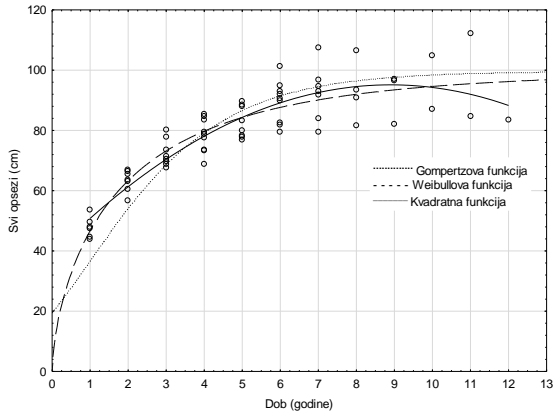


Slika 46. Razvoj gornjeg opsega jelena običnog iz kontroliranog uzgoja

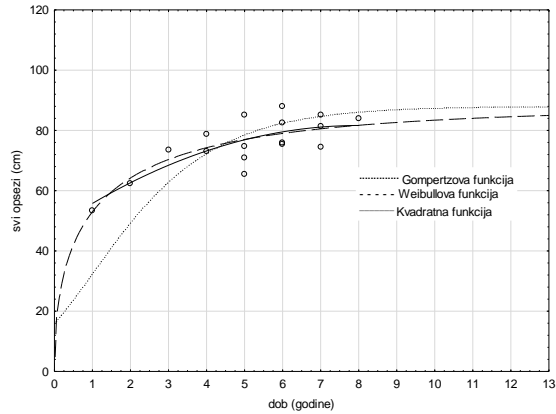


Slika 47. Razvoj gornjeg opsega jelena običnog iz prirodnog uzgoja

Prema CIC-ovoj formuli ocjenjivanja trofeja vrijednost opsega se računa kao aritmetička sredina opsega vijenca, zbroj donjeg opsega lijeve i desne grane te zbroj gornjeg opsega lijeve i desne grane. Prema istraživanjima Paljuga (2018.) ukupni udio opsega u konačnoj ocjeni trofeja iznosi oko 42 %. Stoga je vrijednosti opsega kao ključne u konačnoj ocjeni trofeja potrebno gledati u kumulativi. Analiza je ponovo pokazala kako kvadratna i Weibullova funkcija daju slične procjene točnosti (Tablica 8.). Ako se za procjenu razvoja opsega koristi Weibullova funkcija, zbog nešto niže ovisnosti opsega vijenca s dobi, povezanost kumulativnih vrijednosti s dobi jelena je nešto niža i kod jelena iz kontroliranog uzgoja dob objašnjava 81 % varijabilnosti svih opsega ( $R^2=0,81$ ). Kod jelena iz slobodne prirode ta je povezanost još niža tako da dob procjenjuje svega 65 % varijabilnosti opsega ( $R^2=0,65$ ). Prema kvadratnoj funkciji kulminacija kumulativnih opsega grana jelena iz kontroliranog uzgoja nastupa s navršenih 9 godina života (Slika 48.). Uzrok tome jest relativno kasno postizanje asimptotskih vrijednosti opsega vijenaca, koju jeleni postižu sa 10 godina, dok kulminaciju ostala dva opsega dosegnu godinu dana prije. Jeleni iz kontroliranog uzgoja imaju statistički značajno veće ukupne opsege od jelena iz prirodnog uzgoja (ANCOVA,  $p<0,05$ ).



Slika 48. Razvoj svih opsega jelena običnog iz kontroliranog uzgoja



Slika 49. Razvoj svih opsega jelena običnog iz prirodnog uzgoja

Tablica 8. Parametri krivulja masa, zapremine, gustoće te opsega grana

POKAZATELJ	TIP KRIVULJE	JEDNADŽBA	TIP UZGOJA	R <sup>2</sup>
MASA ROGOVLJA	kvadratna	$y = -0,11 t^2 + 1,887 t + -1,072$	prirodni	0,78
		$y = -0,124 t^2 + 2,321 t + -1,477$	kontrolirani	0,90
	Gompertzova	$y = 7,57e^{(-e^{(-0,92(t-5)})}$	prirodni	-
		$y = 10,39e^{(-e^{(-0,45(t-4)})}$	kontrolirani	0,66
	Weibullova	$y = 7,57(1 - e^{(-0,13t^{1,47})})$	prirodni	0,81
		$y = 10,39(1 - e^{(-0,11t^{1,42})})$	kontrolirani	0,89
ZAPREMINA ROGOVLJA	kvadratna	$y = -18,697 t^2 + 1001,6945 t + -544,498$	prirodni	0,84
		$y = -110,844 t^2 + 1956,081 t + -1317,662$	kontrolirani	0,85
	Gompertzova	$y = 6284e^{(-e^{(-0,84(t-5)})}$	prirodni	0,13
		$y = 7900e^{(-e^{(-0,52(t-4)})}$	kontrolirani	0,53
	Weibullova	$y = 6284(1 - e^{(-0,05t^{1,95})})$	prirodni	0,86
		$y = 7900(1 - e^{(-0,10t^{1,55})})$	kontrolirani	0,85
GUSTOĆA ROGOVLJA	kvadratna	$y = -0,033 t^2 + 0,245 t + 1,111$	prirodni	0,03
		$y = 0,01 t^2 + -0,08 t + 1,476$	kontrolirani	0,01
	Gompertzova	$y = 2,23e^{(-e^{(-0,15(t-1)})}$	prirodni	-
		$y = 2,37e^{(-e^{(-0,095(t-1)})}$	kontrolirani	-
	Weibullova	$y = 2,23(1 - e^{(-1,14t^{-0,09})})$	prirodni	0,09
		$y = 2,37(1 - e^{(-0,881t^{-0,09})})$	kontrolirani	0,03
OPSEG VIJENCA	kvadratna	$y = -0,067 t^2 + 1,127 t + 19,93$	prirodni	0,11
		$y = -0,112 t^2 + 2,233 t + 16,794$	kontrolirani	0,71
	Gompertzova	$y = 27,8e^{(-e^{(-0,51(t-1)})}$	prirodni	-
		$y = 29,3e^{(-e^{(-0,57(t-1)})}$	kontrolirani	-
	Weibullova	$y = 27,8(1 - e^{(-1,301t^{4,00})})$	prirodni	-
		$y = 29,3(1 - e^{(-0,95t^{0,45})})$	kontrolirani	0,67



DONJI OPSEG	kvadratna	$y = -0,225 t^2 + 3,72 t + 14,695$	prirodni	0,66
		$y = -0,32 t^2 + 5,608 t + 11,05$	kontrolirani	0,73
	Gompertzova	$y = 31,8e^{-e^{(-0,53(t-1))}}$	prirodni	0,48
		$y = 38,0e^{-e^{(-0,41(t-1))}}$	kontrolirani	0,71
	Weibullova	$y = 31,8(1 - e^{(-0,75t^{0,63})})$	prirodni	0,73
		$y = 38,0(1 - e^{(-0,50t^{0,76})})$	kontrolirani	0,74
GORNJI OPSEG	kvadratna	$y = -0,235 t^2 + 3,591 t + 13,245$	prirodni	0,64
		$y = -0,278 t^2 + 4,804 t + 11,021$	kontrolirani	0,81
	Gompertzova	$y = 28,8e^{-e^{(-0,54(t-1))}}$	prirodni	0,40
		$y = 33,05e^{-e^{(-0,49(t-1))}}$	kontrolirani	0,77
	Weibullova	$y = 28,8(1 - e^{(-0,79t^{0,61})})$	prirodni	0,68
		$y = 33,05(1 - e^{(-0,56t^{0,76})})$	kontrolirani	0,82
SVI OPSEZI	kvadratna	$y = -0,527 t^2 + 8,438 t + 47,87$	prirodni	0,58
		$y = -0,711 t^2 + 12,646 t + 38,865$	kontrolirani	0,81
	Gompertzova	$y = 88,0e^{-e^{(-0,54(t-1))}}$	prirodni	-
		$y = 99,58e^{-e^{(-0,49(t-1))}}$	kontrolirani	0,70
	Weibullova	$y = 88,0(1 - e^{(-0,92t^{0,51})})$	prirodni	0,65
		$y = 99,58(1 - e^{(-0,63t^{0,68})})$	kontrolirani	0,81

Zbog svoje veličine volumen rogovlja jelena običnog praktično je dosta teško odrediti. Stoga se ovaj pokazatelj ocjene trofeja pokušao kompenzirati izmjerama opsega. Međutim, validnost kompenzacije određena je visinom korelacije volumena i mjerenih opsega. Kod jelena iz kontroliranih uzgoja povezanost volumena i opsega je sljedeća:

- Volumen grana i srednji opseg vijenca –  $R_s = 0,8646$ ;
- Volumen grana i zbroj oba opsega vijenca –  $R_s = 0,8655$ ;
- Volumen grana i opseg grane između nadočnjaka i srednjaka –  $R_s = 0,9228$ ;
- Volumen grana i opseg grane između srednjaka i krune –  $R_s = 0,9266$ ;
- Volumen grana i kumulativni opsezi (Opsezi 1) –  $R_s = 0,9384$ ;
- Volumen grana i kumulativni opsezi u kojima su opsezi vijenca zbrajani te nije korištena njihova srednja vrijednost (Opsezi-2) –  $R_s = 0,9392$ ;

Najviša povezanost volumena grana nije s kumulativnom vrijednošću opsega koju je predložio CIC, nego sa zbrojem svih opsega obiju grana. Međutim, na temelju AIC analize ispada da je volumen rogovlja najpouzdanije procijeniti na bazi zbroja opsega vijenaca i zbroja gornjih opsega (Tablica 9.).

Tablica 9. Izbor modela za procjenu volumena grana na temelju njihova opsega

RB	Model	K	AIC	$\Delta AIC$	$w_i$
1.	OPSEG VIJENCA (cm) –sum + GORNJI OPSEG (cm)	2	994,7	0,00	0,07
2.	OPSEG VIJENCA (cm) –sum + DONJI OPSEG (cm) + SVI OPSEZI (cm) - 2	3	995,4	0,76	0,05
3.	OPSEG VIJENCA (cm) –sum + DONJI OPSEG (cm) + GORNJI OPSEG (cm)	3	995,4	0,76	0,05
4.	OPSEG VIJENCA (cm) –sum + GORNJI OPSEG (cm) + SVI OPSEZI (cm) - 2	3	995,4	0,76	0,05
5.	DONJI OPSEG (cm) + GORNJI OPSEG (cm) + SVI OPSEZI (cm) - 2	3	995,4	0,76	0,05
6.	OPSEG VIJENCA (cm) –sum + DONJI OPSEG (cm) + GORNJI OPSEG (cm) + SVI OPSEZI (cm) - 2	3	995,4	0,76	0,05
7.	OPSEG VIJENCA (cm) –sum + GORNJI OPSEG (cm) + SVI OPSEZI (cm) - 1	3	995,8	1,17	0,04
8.	DONJI OPSEG (cm) + SVI OPSEZI (cm) - 1	2	995,9	1,29	0,04
9.	DONJI OPSEG (cm) + SVI OPSEZI (cm) – 1 + SVI OPSEZI (cm) – 2	3	996,1	1,41	0,03
10.	OPSEG VIJENCA (cm) –sred + OPSEG VIJENCA (cm) –sum + GORNJI OPSEG (cm)	3	996,2	1,51	0,03

Ovisnost volumena o kumulativnim vrijednostima ima linearan oblik (Slika 50.). Pri tome volumen definira 86,79 % varijabilnosti kumulativnih opsega prema CIC-u (Opsezi – 1;  $R^2=0,8976$ ;  $p<0,00000$ ), odnosno 88,1 % ako se u kumulativnoj vrijednosti opsega ne koristi sredina opsega vijenaca nego zbroj opsega vijenaca lijeve i desne grane (Opsezi – 2;  $R^2=0,8976$ ;  $p<0,00000$ ). Generalno, pouzdanost procjene volumena pomoću opsega koju propisuje CIC tek je na 7. mjestu po pouzdanosti na listi od 10 modela (Tablica 9.). Najpouzdaniji model procjene volumena pomoću opsega bazira se na sumi opsega vijenca i sumi gornjih opsega. Prema rezultatima višestruke regresije i uz pomoć sume opsega vijenca i gornjeg opsega kao prediktora volumen grana se s točnošću 88,95 % ( $p<0,000001$ ) može izračunati prema modelu:

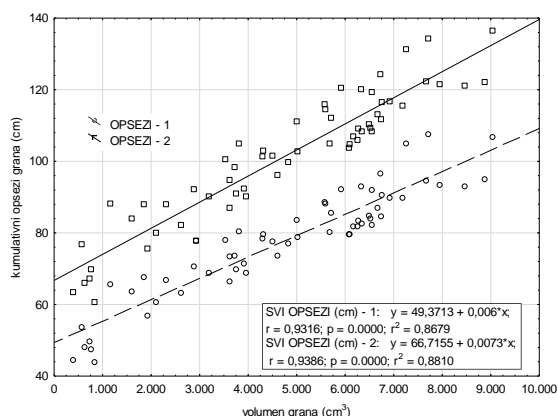
$$V = -7409,73 + 302,21 O_G + 92,990_{V-sum}$$

Gdje su:

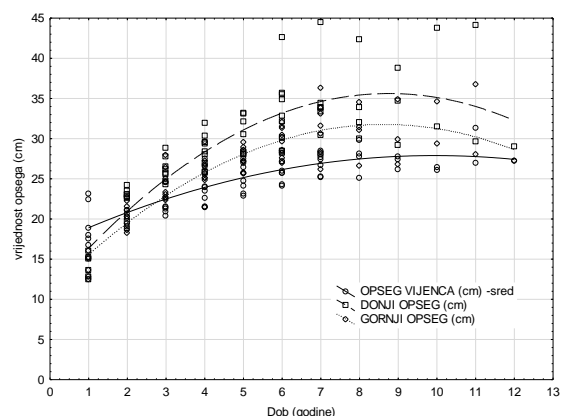
$V$  = volumen grana

$O_G$  = opseg grana između srednjaka i krune (zbroj obiju grana)

$O_{V-sum}$  = opseg vijenaca (zbroj obiju grana).



Slika 50. Ovisnost opsega grana o volumenu



Slika 51. Usporedba razvoja opsega vijenca, gornjeg i donjeg opsega na rogovlju jelena običnog iz kontroliranog uzgoja

Prilikom opsega općenito treba istaknuti kako ih je kod mladih jelena teže izmjeriti. Naime, kod godišnjaka (1. glava) ne možemo govoriti o vijencu u pravom smislu riječi, nego se radi o zadebljanju proksimalnog dijela, obično neposredno uz rožište. stoga se opseg vijenca mjeri na tome dijelu. Tijekom te godine opseg između nadočnjaka i srednjaka i srednjaka i krune nemoguće je mjeriti jer najčešće izostaju i nadočnjak i ledenjak. Stoga je opseg mjeran na sredini grana i on je predstavljao i gornji i donji opseg. Isto vrijedi i kod jelena koji su navršili drugu godinu (2. glava). Konkretno, pravi gornji opseg moguće je mjeriti tek kada se u distalnom dijelu razvije rašlja ili prava kruna (minimalno 3 paroška). Dio jelena to razvije tek s navršene 3 godine (4. glava).

U odnosu na donji i gornji opseg, opseg vijenaca raste relativno sporo (Slika 51.), a nakon dosezanja asimptotske vrijednosti (navršenih 10 godina) on vrlo polagano pada. Relativno spor rast pokazuje i gornji opseg, međutim, u odnosu na donji opseg nakon dosizanja asimptotske vrijednosti (navršenih 9 godina života) on počne padati nešto brže od donjeg opsega. Dakle, definitivno je da gornji i donji opseg stoje u antagonizmu, kao što stoje duljina nadočnjaka i srednjaka, ali s tom razlikom da među njihovim vrijednostima ipak postoji statistički značajna razlike. Naime, analiza kovarijance je pokazala da su vrijednosti donjeg opsega signifikantno više od gornjeg (ANCOVA;  $p < 0,00001$ ). Razdoblje u kojem su parametri gornjeg dijela grane približno jednaki svojim antipodima donjeg dijela, relativno je kratko. Međutim, za razliku od ranog razdoblja razvoja pa do kulminacije razlike u vrijednostima gornjeg i donjeg dijela grana relativno su male, a nakon dosezanja asimptotskih vrijednosti one se rapidno povećavaju.

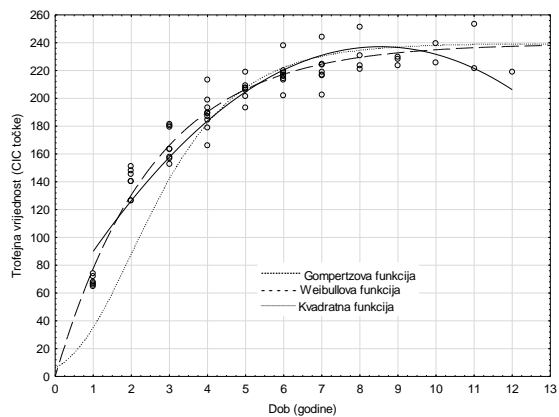
## 4.1.3. Razvoj ukupne trofejne vrijednosti

Usporedba točnosti predviđanja testiranih funkcija glede razvoja ukupnih trofejnih vrijednosti pokazala je kako Weibullova funkcija daje najpouzdanije predviđanje (Tablica 10.). Prema toj funkciji, kod jelena iz kontroliranog uzgoja dob objašnjava čak 95 % varijabilnosti ukupnih trofejnih vrijednosti ( $R^2=0,95$ ). Kod jelena iz prirodnog uzgoja ona objašnjava 91 % varijabilnosti ( $R^2=0,91$ ), što ukazuje da je uzorak jelena iz slobodne prirode bio relativno uniforman, odnosno u skladu s uobičajenim visokim trofejnim vrijednostima baranjske populacije jelena.

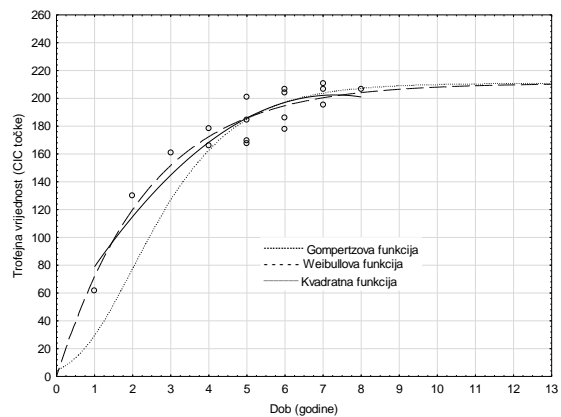
Tablica 10. Parametri krivulja ukupnih trofejnih vrijednosti

TIP KRIVULJE	JEDNADŽBA	TIP UZGOJA	R <sup>2</sup>
kvadratna	$y = -3,1 t^2 + 45,3 t + 36,76$	prirodni	0,87
	$y = -2,59 t^2 + 44,19 t + 48,39$	kontrolirani	0,91
Gompertzova	$y = 210,88 e^{(-e(-0,68(t-2)))}$	prirodni	0,69
	$y = 239,41 e^{(-e(-0,65(t-2)))}$	kontrolirani	0,75
Weibullova	$y = 210,88(1 - e^{((-0,42t^{1,02})})}$	prirodni	0,91
	$y = 239,41(1 - e^{((-0,39t^{1,01})})}$	kontrolirani	0,95

Kulminacija trofejne vrijednosti kod jelena iz kontroliranog nastupa s navršenih 9 godina (Slika 52.), dok se zbog niske maksimalne dobi uzoraka iz prirodnog uzgoja (7 godina) ne može dati sud o kulminaciji vrijednosti ove varijable (Slika 53.), međutim, nakon postizanja asimptotske vrijednosti ukupna trofejna vrijednost jelena iz kontroliranog uzgoja rapidno pada. Iz Slike 53. može se uočiti kako je ukupna trofejna vrijednost jelena u 13. godini ista kao i ona jelena u 6. godini. Brzina razvoja ukupnih trofejnih vrijednosti obje skupine jelena su relativno slične. Primjerice 120 točaka jelena obje skupine mogu postići već s navršenom drugom godinom (3. glava). Ovo još jednom ide u prilog tome kako su uzorci iz slobodne prirode reprezentanti budućih visoko kapitalnih jelena, samo što te, konačne grane, nikada nisu pronađene. Bez obzira na to, ukupna trofejna vrijednost je signifikantno viša kod jelena iz kontroliranog uzgoja u odnosu na jelene iz slobodne prirode (ANCOVA;  $p < 0,001$ ).



Slika 52. Razvoj trofejnih vrijednosti jelena običnog iz kontroliranog uzgoja



Slika 53. Razvoj trofejnih vrijednosti jelena običnog iz kontroliranog uzgoja

#### 4.2. Utjecaj dobi na promjenu oblika rogovlja jelena običnog

Distribucija kutova nadočnjaka, ledenjaka i srednjaka odgovara normalnoj. Stoga je načinjena uobičajena korelacijska analiza. Prema njoj kutovi otklona nadočnjaka, ledenjaka i srednjaka ne ovise o dobi grla, bez obzira radi li se o kontroliranom ili prirodnom uzgoju (Tablica 11.). Međutim, ovisnost odnosa tetiva te relativnih visina parožaka o dobi dosta je varijabilna, bez obzira o kojem tipu uzgoja jelena običnog se radi. Kod jelena iz kontroliranog uzgoja odnosi tetiva svih triju istraživanih parožaka ne pokazuju signifikantnu povezanost s dobi jelena. Međutim, odnosi visina svih triju parožaka pokazuju statistički značajnu ovisnost o dobi. Kod jelena iz prirodnog uzgoja, za vrijednost odnosa tetiva, statistički značajnu povezanost s dobi pokazuju ledenjak i srednjak, a za vrijednost odnosa visina, nadočnjak i srednjak.

Stoga je testiranje razlike između kutova otklona parožaka načinjeno analizom varijance (uključujući i nepokazateljski Kruskal-Wallis test), dok je testiranje razlika u odnosu tetiva i relativnim visinama parožaka načinjeno analizom kovarijance.

Tablica 11. Rezultati korelacijske analize povezanosti pokazatelja oblika rogovlja s dobi  
(brojevi otisnuti masnim tiskom ukazuju na statistički značajnu ovisnost uz  $p < 0,05$ )

POKAZATELJ	PEARSONOV KORELACIJSKI KOEFIKIJENT	POKAZATELJ	SPEARMANOV KORELACIJSKI KOEFIKIJENT
KONTROLIRANI UZGOJ			
Kut otklona nadočnjaka	0,146374	Odnos tetive srednjaka	0,037391
Kut otklona ledenjaka	0,143892	Odnos visine nadočnjaka	<b>-0,274856</b>
Kut otklona srednjaka	-0,098090	Odnos visine ledenjaka	0,019657
Odnos tetive nadočnjaka	0,291920	Visina nadočnjaka	<b>0,283843</b>
Odnos tetive ledenjaka	0,182407	Visina ledenjaka	<b>0,348853</b>
Visina srednjaka	0,078305		
Visina krune	<b>0,481915</b>		
Odnos visine srednjaka	<b>-0,451834</b>		
Odnos visine krune	<b>-0,457753</b>		
PRIRODNI UZGOJ			
Kut otklona nadočnjaka	0,397379	Odnos tetive ledenjaka	-0,182804
Kut otklona ledenjaka	-0,198510	Odnos visine nadočnjaka	<b>-0,606848</b>
Kut otklona srednjaka	-0,255015	Visina nadočnjaka	-0,393738
Odnos tetive nadočnjaka	-0,409151	Visina ledenjaka	-0,389868
Odnos tetive srednjaka	<b>0,580772</b>		
Visina srednjaka	-0,303948		
Visina krune	0,306599		
Odnos visine ledenjaka	<b>-0,609850</b>		
Odnos visine srednjaka	<b>-0,607094</b>		
Odnos visine krune	-0,492741		

#### 4.2.1. Rezultati analize kutova otklona parožaka

Budući da se radi o više-manje selekcioniranim grlima, kutovi otklona parožaka jelena iz kontroliranog uzgoja pokazuju normalnu distribuciju, dok je varijabilnost kutova otklona

parožaka jelena iz prirodnog uzgoja nešto viša. Vrijednosti kutova otklona nadočnjaka, ledenjaka i srednjaka, ne ovise o dobi grla, odnosno oni su pod jačim genetskim utjecajem. No, unutar iste jedinice njihove vrijednosti se međusobno signifikantno razlikuju (Tablica 12.). Nadočnjak s granom zatvara najveći kut. U odnosu na ledenjak taj je kut veći za otprilike 30° kontrolirani:  $p < 0,0001$ ; prirodni:  $p < 0,0001$ ). Prosječna vrijednost njegova kuta otklona s granom iznosi preko 120° te se može reći da s granom zatvara tupi kut. Vrijednosti ledenjaka stoji između vrijednosti nadočnjaka i srednjaka, a od vrijednosti srednjaka je u prosjeku viša za barem 10° kontrolirani:  $p < 0,0001$ ; prirodni:  $p < 0,001$ ). Vrijednosti mu se uglavnom kreću oko 90° ako da taj parožak s granom zatvara približno pravi kut. Za razliku od prethodna dva paroška, srednjak s granom uglavnom zatvara šiljasti kut, čije vrijednosti se kreću između 70 i 80°.

Tablica 12. Rezultati analize varijance za kutove otklona parožaka (brojevi označeni različitim slovima ukazuju na statistički značajnu razliku)

POKAZATELJ	KONTROLIRANI UZGOJ	PRIRODNI UZGOJ	NAPOMENA
TEST UNUTAR TIPOVA UZGOJA			
Kut otklona nadočnjaka	125,05 <sup>a</sup>	132,66 <sup>a</sup>	Kontrolirani uzgoj: Kruskal-Wallis test Prirodni uzgoj: Sheffé post hoc test
Kut otklona ledenjaka	85,51 <sup>b</sup>	91,22 <sup>b</sup>	
Kut otklona srednjaka	75,20 <sup>c</sup>	77,97 <sup>c</sup>	
TEST IZMEĐU TIPOVA UZGOJA			
Kut otklona nadočnjaka	125,05 <sup>a</sup>	132,66 <sup>b</sup>	Kruskal-Wallis test: $p=0,040$
Kut otklona ledenjaka	85,51 <sup>a</sup>	91,22 <sup>b</sup>	Sheffé post hoc test : $p=0,034$
Kut otklona srednjaka	75,20 <sup>a</sup>	77,97 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc test : $p=0,256$

Analiza varijance je pokazala kako se kutovi otklona pojedinih parožaka mogu značajno razlikovati između grla koja su iz različitih populacija (Tablica 12.). Jeleni iz kontroliranog uzgoja imaju statistički značajno manji kut otklona nadočnjaka (125,05° respektivno 132,66°;  $p < 0,05$ ) i ledenjaka (85,51° respektivno 91,22°;  $p < 0,05$ ) od jelena iz slobodne prirode, dok za kut otklona srednjaka nisu nađene statistički značajne razlike. Kod jelena iz slobodne prirode kutovi otklona parožaka ne pokazuju statistički značajnu povezanost s trofejnom vrijednošću (nadočnjak:  $r_s=0,013$ ; ledenjak:  $r_s=-0,078$  i srednjak:  $r_s=-0,066$ ), dok kod jelena iz kontroliranog uzgoja postoji mala, ali statistički značajna i pozitivna povezanost između trofejne vrijednosti i kutova otklona nadočnjaka ( $r_s=0,29$ ;  $p < 0,05$ ) i ledenjaka ( $r_s=0,29$ ;



$p < 0,05$ ), što ukazuje da su jeleni s većim kutovima otklona nadočnjaka i ledenjaka perspektivni što se tiče postizanja asimptotske trofejne vrijednosti.

#### 4.2.2. Rezultati analize odnosa tetiva parožaka

U većini slučajeva, odnosi tetiva parožaka uglavnom se ne mijenjaju s dobi, no kako je nađena statistički značajna pozitivna povezanost između dobi i odnosa tetive srednjaka kod jelena iz slobodne prirode ( $r=0,581$ ;  $p < 0,05$ ) načinjena je analiza kovarijance. Budući da je statistički značajna pozitivna povezanost odnosa tetive srednjaka iznimka, općenito se može reći kako je zakrivljenost nadočnjaka, ledenjaka i srednjaka pod jačim genetskim utjecajem, isto kao i kutovi otklona.

Tablica 13. Rezultati analize kovarijance (ANCOVA) za odnose tetive parožaka (jednadžbe otisnute masnim tiskom ukazuju na signifikantno više vrijednosti uz  $p < 0,05$ )

PARAMETRI	KONTROLIRANI UZGOJ	p	PRIRODNI UZGOJ	p
PAROVI U TESTU	TEST UNUTAR TIPVA UZGOJA			
Nadočnjak (N) - ledenjak (L)	N: $y = 0,010 t - 0,150$ L: $y = 0,010 t - 0,145$	0,224	N: $y = 0,004 t - 0,156$ L: $y = 0,004 t - 0,161$	0,449
Nadočnjak (N) - srednjak (S)	<b>N: <math>y = 0,008 t - 0,121</math></b> S: $y = 0,008 t - 0,14$	<0,0001	<b>N: <math>y = 0,017 t - 0,160</math></b> S: $y = 0,017 t - 0,190$	<0,00001
Ledenjak (L) – srednjak (S)	<b>L: <math>y = 0,006 t - 0,119</math></b> S: $y = 0,006 t - 0,144$	<0,00001	<b>L: <math>y = 0,009 t - 0,139</math></b> S: $y = 0,009 t - 0,174$	<0,00001
PAROŠCI	TEST IZMEĐU TIPOVA UZGOJA: Kontrolirani (K) – Prirodni (P)			
Nadočnjak	K: $y = 0,013 t - 0,164$ P: $y = 0,013 t - 0,176$			0,064
Ledenjak	K: $y = 0,006 t - 0,155$ P: $y = 0,006 t - 0,165$			0,107
Srednjak	K: $y = 0,004 t - 0,097$ P: $y = 0,004 t - 0,098$			0,872

U oba tipa uzgoja nije nađena statistički značajna razlika između odnosa tetiva nadočnjaka i ledenjaka, no u odnosu na srednjak, nadočnjak i ledenjak imaju signifikantno više vrijednosti odnosa tetiva (Tablica 13.), što znači da su zakrivljeniji. Između tipova uzgoja nije nađena statistički značajna razlika u zakrivljenosti svakog istraživanog paroška što znači da bez obzira na populaciju nadočnjak i ledenjak, kao i srednjak imaju svoje obrasce zakrivljenosti.

Budući da između tipova uzgoja nisu nađene statistički značajne razlike u zakrivljenostima među istim parošcima, povezanost između zakrivljenosti svakog pojedinog paroška i trofejne vrijednosti je načinjena za sva grla zajedno. Kod ledenjaka i srednjaka nije

nađena statistički značajna ovisnosti između zakrivljenosti paroška i trofejne vrijednosti ( $r_s = -0,217$ ; respektivno  $r_s = -0,193$ ), no nađena je statistički značajna negativna ovisnost između zakrivljenosti nadočnjaka i trofejne vrijednosti ( $r_s = -0,24$ ;  $p < 0,05$ ). To ukazuje da sa jeleni sa zakrivljenijim nadočnjacima u prosjeku imaju rogovlje niže trofejne vrijednosti, što i nije logično. Zasebna korelacija prema tipu uzgoja pokazala je kako nema statistički značajne ovisnosti između zakrivljenosti nadočnjaka i trofejne vrijednosti ni kod jelena iz kontroliranog uzgoja ( $r_s = -0,199$ ) ni kod jelena iz slobodne prirode ( $r_s = -0,327$ ).

#### 4.2.3. Rezultati analize relativne i apsolutne visine parožaka

Razlike u visinama nadočnjaka, ledenjaka i srednjaka međusobno nema smisla testirati jer je logično da se javljaju jedan iznad drugog. Zato su testirane razlike u visinama istih parožaka između tipova uzgoja. Budući da su visine parožaka uglavnom povezane s dobi načinjena je analiza kovarijance. Pri usporedbi trendova pravaca za odnose visine nadočnjaka, ledenjaka i krune javljala se interakcija, stoga je u Tablici 14. osim praga statističke značajnosti dana i dob nakon koje su vrijednosti jelena iz kontroliranog uzgoja više od kontrolne skupine.

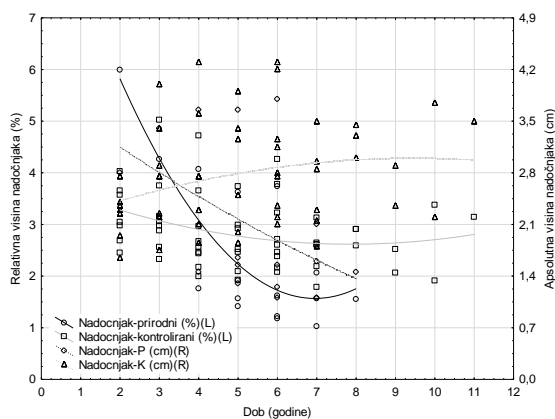
Tablica 14. Rezultati analize kovarijance (ANCOVA) za visine parožaka (jednadžbe otisnute masnim tiskom ukazuju na signifikantno više vrijednosti uz  $p < 0,05$ )

PARAMETRI	KONTROLIRANI UZGOJ	PRIRODNI UZGOJ	NAPOMENA
Nadočnjak	$y = -0,070 t + 1,400$	$y = -0,551 t + 2,512$	g: $p < 0,01$ ; $t > 3$ godine
Ledenjak	$y = -0,013 t + 2,023$	$y = -0,514 t + 3,231$	g: $p < 0,01$ ; $t > 3$ godine
Srednjak	$y = -0,38 t + 8,423$	$y = -1,299 t + 12,230$	g: $p < 0,001$ ; $t > 4$ godine
Kruna	$y = -14,171 t + 249,067$	$y = -14,171 t + 259,047$	g: $p < 0,05$

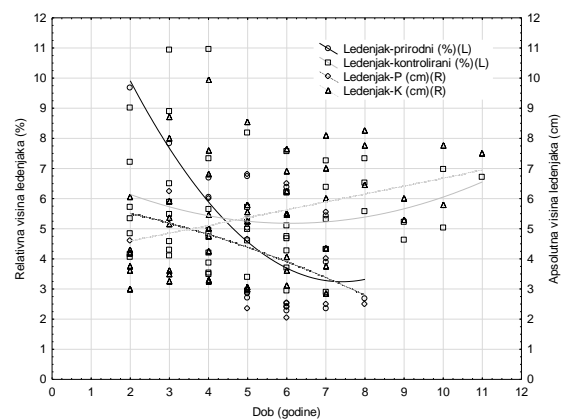
Zaključno, što je grlo starije to se relativna visina točke odvajanja parožaka od grane „spušta“, a taj trend najbolje opisuje kvadratna funkcija. Kod jelena iz prirodnog uzgoja točka relativnog pada nadočnjaka i ledenjaka signifikantno je niža nakon 3. godine nego kod jelena iz kontroliranog uzgoja, dok je dobna granica nižeg položaja srednjaka u jelena iz prirodnog uzgoja pomaknuta na dob od 4 godine (Tablici 14.).

Međutim, prema vrijednostima iz Tablice 15. te Slika 54. i 55., kod jelena iz kontroliranog uzgoja nema promjene visine nadočnjaka i ledenjaka tijekom života jelena bez

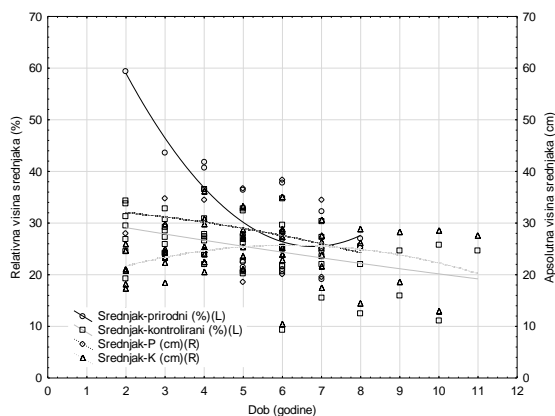
obzira radi li se o apsolutnoj ili relativnoj visini paroška. Statistički značajna ovisnost relativnih visina nadočnjaka i srednjaka jelena iz slobodne prirode vjerojatno je uzrokovana jedinkom koja je od početka imala visoko smještene nadočnjake i srednjake. Općenito, točka odvajanja (grananja) nadočnjaka se uglavnom javlja na 6 % duljine grane, odnosno u području od 0,7 do 4,3 cm od donjeg ruba vijenca (Slika 54.), dok se ledenjaci javljaju u području od 2. do 11 %-tnog dijela grane, odnosno od 2 do 11 cm od donjeg ruba vijenca (Slika 55.). Općenito, oba se javljaju u prvoj desetini duljine grane, zbog čega je i jasno zašto nema razlike u vrijednostima njihovih relativnih visina.



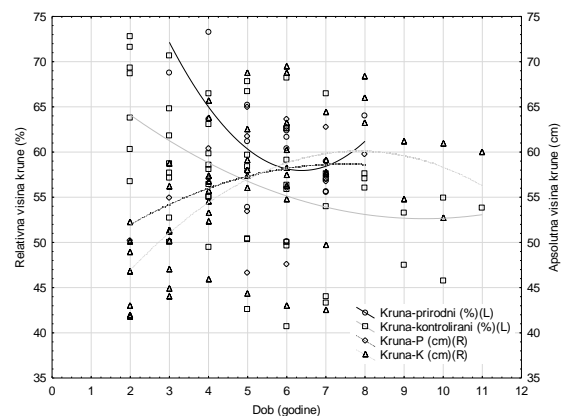
Slika 54. Dinamika relativne i apsolutne visine nadočnjaka jelena običnog iz kontroliranog i prirodnog uzgoja



Slika 55. Dinamika relativne i apsolutne visine ledenjaka jelena običnog iz kontroliranog i prirodnog uzgoja



Slika 56. Dinamika relativne i apsolutne visine srednjaka jelena običnog iz kontroliranog i prirodnog uzgoja



Slika 57. Dinamika relativne i apsolutne visine krune jelena običnog iz kontroliranog i prirodnog uzgoja

Za razliku od donjih parožaka (nadočnjaka i srednjaka), „gornji“ parošci (srednjak i parošci krune) pokazuju relativni pad visine u odnosu na duljinu grane. Razlog tome leži u

relativno stabilnom mjestu izrastanja nadočnjaka i ledenjaka – neposredno iznad vijenca, dok srednjak i parošci kruni imaju puno širi prostor izrastanja. Iako je parožak srednjak dobio naziv prema položaju javljanja (otprilike na sredini grane), u stvarnosti se on vrlo rijetko javlja na polovici grane. Čak, štoviše, on se često puta javlja u gornjem dijelu prve trećine grane (Slika 56.), točnije u drugoj desetini duljine grane. Pri tome se jasno odjeljuje od nadočnjaka i ledenjaka. No, u pojedinim slučajevima može se pojaviti već na 11. centimetru duljine grane (Slika 56.), čime se gotovo naslanja na bazu ledenjaka.

Kruna se javlja od 4. do 8. desetine grane i po tome ima najširi prostor mogućnosti javljanja bez izravnog doticanja srednjaka. U pojedinim slučajevima, njena pojava u 4. desetini ukazuje na izrazito duge paroške krune, koji su svoju bazu „potisnuli“ proksimalno. Suprotno nadočnjaku, ledenjaku i srednjaku kruna je kod jelena iz prirodnog uzgoja smještena na višim relativnim pozicijama nego kod jelena iz kontroliranog uzgoja. No, uzrok tome je vjerojatno već spomenuti deficit u uzorcima jelena iz prirodnog uzgoja starijih od 8 godina. Sukladno *Slici 56.* relativna visina srednjaka pada, dok apsolutna raste, slično je i s početnom točkom tvorenja krune (Slika 57.). Ovu je pojavu lako objasniti. Paralelno s rastom duljine grane raste i duljina parožaka krune, koji utječu na duljinu grane jer se ona mjeri do najjisturenijeg vrha paroška krune (ako se kruna razvila). Stoga se točke „podizanja“ krune i srednjaka podižu sporije nego što raste „gornji“ dio duljine grane.

Tablica 15. Rezultati regresije kvadratnom funkcijom za apsolutne i relativne visine parožaka (koeficijenti multiple determiniranosti otisnuti masno ukazuju na signifikantne vrijednosti)

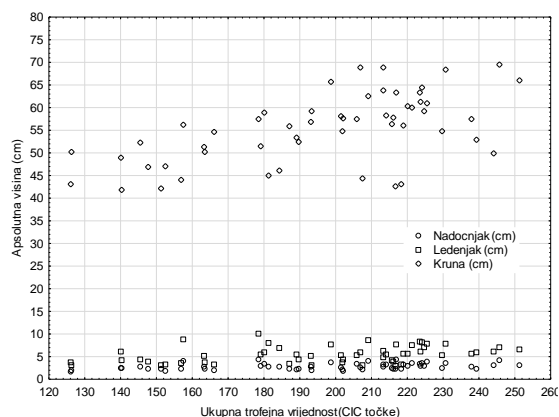
PARAMETRI	KONTROLIRANI UZGOJ				PRIRODNI UZGOJ			
	RELATIVNE VRIJEDNOSTI		APSOLUTNE VRIJEDNOSTI		RELATIVNE VRIJEDNOSTI		APSOLUTNE VRIJEDNOSTI	
	R <sup>2</sup>	p	R <sup>2</sup>	p	R <sup>2</sup>	p	R <sup>2</sup>	p
Nadočnjak	0,065154	0,067	0,037674	0,141	<b>0,596605</b>	0,01	0,099198	0,200
Ledenjak	0,002132	0,355	0,074271	0,052	<b>0,567330</b>	0,01	0,053214	0,277
Srednjak	<b>0,173277</b>	0,001	0,043292	0,121	<b>0,727854</b>	0,001	-0,045268	0,526
Kruna	<b>0,205834</b>	0,01	<b>0,301079</b>	0,00001	<b>0,335792</b>	0,05	-0,029325	0,476

Kod jelena iz kontroliranog uzgoja nađene su statistički značajne ovisnosti između ukupnih trofejnih vrijednosti i:

- ✓ Relativne visine srednjaka ( $r_s = -0,532838$ );
- ✓ Relativne visine krune ( $r_s = -0,525443$ );
- ✓ Apsolutne visine nadočnjaka ( $r_s = 0,406253$ );
- ✓ Apsolutne visine ledenjaka ( $r_s = 0,413474$ );
- ✓ Apsolutne visine krune ( $r_s = 0,584885$ ).

Negativna ovisnost između relativnih visina srednjaka i krune može se tumačiti velikim duljinama grana. To je već objašnjeno – s duljinom grana točke pojave parožaka „potiskuju“ se proksimalno. Međutim, glede apsolutnih vrijednosti vrijedi obrnuto pravilo s duljinom grane raste i visina izrastanja pojedinih parožaka. Iz Slike 58. jasno se vidi razlog više ovisnosti trofejne vrijednosti o visini krune, a nakon trofejne vrijednosti od

220,00 CIC točaka varijabilnost visina krune se smanjuje. Općenito, za visokopitalan trofej krune bi trebale biti razvijene na visini od preko 50 cm.



Slika 58. Ovisnost apsolutnih visina nadočnjaka, ledenjaka i krune o trofejnoj vrijednosti

### 4.3. Ispitivanje fluktuirajuće asimetrije pokazatelja rogovlja jelena običnog

#### 4.3.1. Apsolutna asimetrija pokazatelja rogovlja jelena običnog

Dob jelena u većini slučajeva nije povezana s AFA parametrima rogovlja jelena običnog. Štoviše, kod jelena iz slobodne prirode niti jedan mjereni pokazatelj nije povezan s dobi (Tablica 16.). Kod jelena iz kontroliranog uzgoja s dobi je povezana AFA duljine nadočnjaka ( $r_s = 0,3037$ ;  $p < 0,05$ ) i duljina parožaka krune, koje rastu s porastom dobi jelena ( $r_s = 0,488$ ;  $p < 0,05$ ). Ako se regresijska analiza dobi i AFA-e kod jelena iz kontroliranog uzgoja načini samo za raspon godina 1 do 8 (to je raspon dobi jelena iz prirodnog uzgoja) tada je u prvoj skupini pokazatelja s dobi povezana samo duljina parožaka krune, no ta je ovisnost nešto niža nego ako se gleda ukupan raspon dobi ( $r_s = 0,437$ ;  $p < 0,05$ ).

U drugoj skupini podataka (masa, zapremina i gustoća) je kod jelena iz kontroliranog uzgoja s dobi povezano AFA-e čak 50 % pokazatelja, bez obzira promatra li se ukupni raspon dobi jelena (1 do 12 godina) ili skraćeni (1 do 8 godina). To su parametri: masa grana ( $r_s = 0,516$ ;  $p < 0,05$ ; respektivno  $r_s = 0,539$ ;  $p < 0,05$ ), zapremina grana ( $r_s = 0,60$ ;  $p < 0,05$ ) i opseg grane između srednjaka i krune ( $r_s = 0,353$ ;  $p < 0,05$ ). Za razliku od prve skupine podataka (duljina i broj parožaka) u skraćenom opsegu dobi su koeficijenti korelacije viši nego što su kod ukupnog raspona pokazatelja.

Kod AFA-e pokazatelja oblika grana statistički značajne povezanosti pokazatelja s dobi su, kod jelena iz kontroliranog uzgoja, nađene za apsolutnu visinu srednjaka i apsolutnu visinu krune. To je i logično jer se s dobi apsolutna visina krune povećana pa su moguće i veće razlike u mjestu njene tvorbe.

Tablica 16. Rezultati korelacijske analize povezanosti apsolutne fluktuirajuće asimetrije (AFA) pokazatelja grana s dobi (brojevi otisnuti masno ukazuju na statistički značajnu ovisnost uz  $p < 0,05$ )

R.B.	PARAMETRI	$r_s -$ KONTROLIRANI UZGOJ		$r_s -$ PRIRODNI UZGOJ	METODE USPOREDBE
		SVE DOBI	DO 8 GODINA		
<b>DULJINA I BROJ PAROŽAKA</b>					
1.	Duljina grane	-0,115162	-0,131533	-0,153815	t-test
2.	Duljina nadočnjaka	<b>0,307297</b>	0,138118	0,034463	t-test
3.	Duljina ledenjaka	0,241591	0,203275	-0,027741	t-test
4.	Duljina srednjaka	0,184761	0,118057	0,128862	t-test
5.	Duljina parožaka krune	<b>0,487547</b>	<b>0,437318</b>	0,353496	ANCOVA
6.	Broj parožaka	0,228104	0,133153	0,363349	t-test
7.	Broj parožaka krune	0,113537	-0,038785	0,411135	t-test
<b>MASA, ZAPREMINA, GUSTOĆA I OPSEZI</b>					
1.	Masa grana	<b>0,516094</b>	<b>0,539170</b>	-0,079185	ANCOVA
2.	Zapremina grana	<b>0,529687</b>	<b>0,600016</b>	0,345220	ANCOVA
3.	Gustoća grana	-0,226261	-0,230704	-0,456807	t-test
4.	Opseg vijenca	-0,222240	-0,068303	0,038222	t-test
5.	Donji opseg	0,219181	0,132390	-0,129503	t-test
6.	Gornji opseg	<b>0,267944</b>	<b>0,352714</b>	0,037975	ANCOVA
<b>KUTOVI, ODNOSI TETIVA I VISINE PAROŽAKA</b>					
1.	Kut nadočnjaka	-0,052991	-0,001191	-0,199715	t-test
2.	Kut ledenjaka	0,007646	0,154841	-0,089817	t-test
3.	Kut srednjaka	0,034891	0,025877	0,084345	t-test
4.	Odnos tetive nadočnjaka	0,031621	-0,036362	-0,107884	t-test
5.	Odnos tetive ledenjaka	0,202093	-0,020113	-0,160328	t-test
6.	Odnos tetive srednjaka	0,107584	0,068187	-0,463003	t-test
7.	Aps. visina nadočnjaka (cm)	-0,054304	0,009811	-0,390386	t-test
8.	Aps. visina ledenjaka (cm)	0,057803	0,040584	-0,380776	t-test
9.	Aps. visina srednjaka (cm)	0,244713	<b>0,285867</b>	-0,091469	ANCOVA
10.	Aps. visina krune (cm)	<b>0,275367</b>	<b>0,302762</b>	-0,104965	ANCOVA
11.	Relativna visina nadočnjaka	-0,123560	-0,051805	-0,419549	t-test
12.	Relativna visina ledenjaka	-0,060626	-0,060792	-0,404565	t-test
13.	Relativna visina srednjaka	0,230848	0,243634	-0,109382	t-test
14.	Relativna visina krune	0,124022	0,157688	-0,182804	t-test

Od 14 testiranih pokazatelja statistički značajne razlike u AFA-i između jelena iz kontroliranog i prirodnog uzgoja su nađene samo u njih 4 (Tablica 17.), od čega 2 u prvoj skupini – duljina i broj parožaka (konkretno, duljina grane i duljina parožaka krune) te 2 u drugoj – masa, zapremina, gustoća i opsezi (konkretno masa grana i opseg grana između srednjaka i krune). Jeleni iz prirodnog uzgoja imaju signifikantno asimetričnije duljine grana. Prosječna AFA kod jelena iz kontroliranog uzgoja iznosi 2,24 cm; a kod jelena iz prirodnog uzgoja 4,28 cm, što znači da je prosječna razlika u duljini lijeve i desne grane kod jelena iz prirodnog uzgoja za 2 cm viša nego kod jelena iz kontroliranog. Međutim, za ostala tri parametra je AFA viša kod jelena iz kontroliranog uzgoja. Jeleni iz kontroliranog uzgoja imaju signifikantno višu asimetriju u duljini parožaka krune te kod gornjih opsega, a razlika u masama grane je kod jelena iz kontroliranog uzgoja u odnosu na one iz prirodnog, viša nakon dobi od 6 godina. Iako nije nađena statistički značajna razlika između AFA opsega grane između nadočnjaka i srednjaka, vrijednost „p“ je na samoj granici statističke pouzdanosti ( $p=0,079$ ), odnosno AFA donjih opsega bi mogla biti veća kod jelena iz kontroliranog uzgoja ( $\overline{AFA_{OD}} = 0,553$  cm) u odnosu na jelene iz slobodne prirode ( $\overline{AFA_{OD}} = 0,263$  cm), odnosno prosječna razlika između opsega grana kod jelena iz kontroliranog uzgoja iznosi 6 milimetara, a kod jelena iz slobodne prirode svega 3 mm, što u konačnici znači da su donji opsezi kod jelena iz kontroliranog uzgoja 3 mm asimetričniji od donjih opsega grana jelena iz slobodne prirode.

Rezultati analize AFA-e za parametre oblika rogovlja (kutovi, odnosi tetiva, apsolutne i relativne visine parožaka) pokazali su kako nema statistički značajne razlike između AFA-e kod jelena iz kontroliranog i prirodnog uzgoja. No, slično kao i kod opsega grane između nadočnjaka i srednjaka, razlika u AFA vrijednosti kuta nadočnjaka je na samom rubu signifikantnosti ( $p = 0,051$ ). Kao i u gornjem primjeru, ovo ukazuje da jeleni iz kontroliranog uzgoja imaju nešto asimetričnije kutove otklona nadočnjaka ( $9,59^\circ$ ) u odnosu na jelene iz slobodne prirode ( $4,69^\circ$ ). AFA kuta otklona nadočnjaka od čak  $10^\circ$  je vrlo jasno uočljiva i prostim okom te spada u izraženu asimetričnost, koja se kažnjava odbicima po CIC-ovim pravilima ocjene trofeja.

Očito je da što je jelen stariji to mu rogovlje postane asimetričnije, ali to vrijedi za raspon dobi od 1 do 8 godina.



Tablica 17. Rezultati usporedbe apsolutne fluktuirajuće asimetrije (AFA) pokazatelja grana između jelena iz kontroliranog i prirodnog uzgoja (brojevi otisnuti masno ukazuju na statistički značajnu razliku)

R.B.	POKAZATELJ	KONTROLIRANI UZGOJ	PRIRODNI UZGOJ	t- vrijednost	P
<b>DULJINA I BROJ PAROŽAKA</b>					
1.	Duljina grane (cm)	2,24	<b>4,28</b>	2,0021	<0,05
2.	Duljina nadočnjaka (cm)	1,88	2,06	0,3074	0,76
3.	Duljina ledenjaka (cm)	3,11	2,37	-0,6339	0,529
4.	Duljina srednjaka (cm)	3,42	2,51	-1,0453	0,3
5.	Duljina parožaka krune (cm)	<b><i>l = 1,747+0,393 t</i></b>	<i>l = 1,275+0,393 t</i>	-	<0,05
6.	Broj parožaka	0,64	0,65	0,0548	0,956
7.	Broj parožaka krune	0,63	0,65	-0,1108	0,912
<b>MASA, ZAPREMINA, GUSTOĆA I OPSEZI</b>					
1.	Masa grana (kg)	<b><i>l = -2,51+0,169 t</i></b>	<i>l = -1,637-0,050 t</i>	-	<0,00001; t>6
2.	Zapremina grana (cm <sup>3</sup> )	<i>l = 4,454+1,233 t</i>	<i>l = 3,567+1,233 t</i>	-	0,147
3.	Gustoća grana (kg/dm <sup>3</sup> )	0,131550	0,283672	1,507	0,136
4.	Opseg vijenca (cm)	0,407018	0,652941	1,5	0,152
5.	Donji opseg (cm)	0,552941	0,262500	-1,79	0,079
6.	Gornji opseg (cm)	<b><i>l = 0,127+0,016 t</i></b>	<i>l = 0,091+0,016 t</i>	-	<0,05
<b>KUTOVI, ODNOSI TETIVA I VISINE PAROŽAKA</b>					
1.	Kut nadočnjaka (°)	9,591837	4,687500	-1,991	0,051
2.	Kut ledenjaka (°)	8,375000	8,187500	-0,054	0,958
3.	Kut srednjaka (°)	7,612245	7,812500	0,099	0,921
4.	Odnos tetive nadočnjaka	0,035410	0,033328	-0,177	0,860
5.	Odnos tetive ledenjaka	0,023311	0,027457	0,624	0,535
6.	Odnos tetive srednjaka	0,037495	0,035720	-0,127	0,899
7.	Aps. visina nadočnjaka (cm)	0,373265	0,262500	-1,206	0,232
8.	Aps. visina ledenjaka (cm)	1,165306	0,618750	-1,480	0,144
9.	Aps. visina srednjaka (cm)	<i>l = 0,025+0,151 t</i>	<i>l = 0,009+0,151 t</i>	-	0,854
10.	Aps. visina krune (cm)	<i>l = 1,176+0,063 t</i>	<i>l = 1,15+0,0636 t</i>	-	0,774
11.	Rel. visina nadočnjaka (%)	0,396080	0,540647	0,811	0,420
12.	Rel. visina ledenjaka (%)	1,237294	1,007780	-0,540	0,591
13.	Rel. visina srednjaka (%)	2,745645	4,628813	1,253	0,215
14.	Rel. visina krune (%)	5,291889	9,941458	1,677	0,099

#### 4.3.2. Relativna asimetrija pokazatelja rogovlja jelena običnog

Za razliku od AFA mjerenih pokazatelja, kod RFA malo pokazatelja pokazuje ovisnost o dobi. U prvoj skupini podataka niti jedan pokazatelj nije povezan s dobi. U drugoj skupini podataka s dobi, jedino pokazuje ovisnost RFA opsega vijenca i to kod jelena iz kontroliranog uzgoja za razdoblje dobi od 1 do 12 godina ( $r_s = -0,355$ ;  $p < 0,05$ ). Ukoliko se raspon dobi smanji na 8 godina (1 do 8 godina) tada niti taj pokazatelj nije ovisan od dobi (*Tablica 18.*). Jedini pokazatelj koji pokazuje ovisnost o dobi u oba raspona dobi (1 do 12 i 1 do 8 godina) jest RFA relativne visine srednjaka, koja s dobi pokazuje osrednju pozitivnu ovisnost ( $r_s = 0,297$ ;  $p < 0,05$ ; respektivno ( $r_s = 0,3305$ ;  $p < 0,05$ ). Stoga je jedino za taj pokazatelj načinjena usporedba analizom kovarijance.

Od ispitanih 14 pokazatelja samo 2 parametra pokazuju statistički značajnu razliku između uspoređivanih skupina. Oba spadaju u skupinu oblika rogovlja. Jelena iz kontroliranog uzgoja imaju signifikantno višu RFA kuta otklona nadočnjaka (8,02) u odnosu na jelene iz prirodnog uzgoja (3,56), odnosno viši RFA relativne visine srednjaka (ANCOVA g:  $p < 0,05$ ), ali tek nakon starosti od 6 godina. RFA duljine grane je na rubu signifikantnosti ( $p = 0,062$ ), što ukazuje da bi jelena iz prirodnog uzgoja mogli imati signifikantno višu RFA duljine grane ( $\overline{RFA}_{lg} = 6,04$ ) u odnosu na jelene iz kontroliranog uzgoja ( $\overline{RFA}_{lg} = 2,64$ ). (*Tablica 19.*)

Zbog standardiziranosti podataka (ASF se dijeli s aritmetičkom sredinom izvornog parametra), parametri RFS-a se međusobno mogu uspoređivati. Stoga su načinjeni testovi usporedbe prve i druge skupine podataka, kako bi se dobio uvid koji od pokazatelja pokazuje najveću asimetriju. Zbog velikog broja pokazatelja oblika rogovlja i lakše interpretacije i razumijevanja rezultata analize, parametri ove skupina podataka su dodatno podijeljeni na tri podskupine – kutovi, tetive i visine. U prvoj skupini podataka (duljine i brojevi parožaka) nije bilo statistički značajne razlike između pokazatelja RFA kod jelena iz prirodnog uzgoja međutim, kod jelena iz kontroliranog uzgoja pronađeno je dosta razlika (*Tablica 20.*).

Rezultati Kruskal-Wallis testa pokazali su kako je kod prve skupine podataka fluktuirajuća asimetrija najizraženija kod duljine parožaka krune (RFA = 20,03), a najmanje izražena kod duljine grane (RFA = 2,59). Na drugome mjestu nalazi se RFA broja parožaka krune (RFA = 15,95). Između spomenutih krajnjih vrijednosti stoje RFA duljine nadočnjaka, ledenjaka, srednjaka i broja parožaka, čije su vrijednosti intermedijarne, no jasno odijeljene od RFA duljine parožaka krune. Ovo ukazuje da su parošci krune jelena iz kontroliranog uzgoja, bez obzira radi li se o njihovim duljinama ili broju, relativno uočljiv pokazatelj asimetričnosti.

Tablica 18. Rezultati korelacijske analize povezanosti relativne fluktuirajuće asimetrije (RFA) pokazatelja grana s dobi (brojevi otisnuti masnim tiskom ukazuju na statistički značajnu ovisnost uz  $p < 0,05$ )

R.B.	PARAMETRI	$r_s -$ KONTROLIRANI UZGOJ		$r_s -$ PRIRODNI UZGOJ	METODE USPOREDBE
		SVE DOBI	DO 8 GODINA		
DULJINA I BROJ PAROŽAKA					
1.	Duljina grane	-0,234656	-0,254624	-0,339805	ANOVA, t-test
2.	Duljina nadočnjaka	0,201739	0,032635	-0,116874	ANOVA, t-test
3.	Duljina ledenjaka	0,142660	0,079453	-0,025473	ANOVA, t-test
4.	Duljina srednjaka	0,052319	-0,048588	0,050945	ANOVA, t-test
5.	Duljina parožaka krune	-0,119922	0,148552	-0,076418	ANOVA, t-test
6.	Broj parožaka	-0,068619	-0,215177	0,214804	ANOVA, t-test
7.	Broj parožaka krune	0,187357	-0,196235	0,286334	ANOVA, t-test
MASA, ZAPREMINA, GUSTOĆA I OPSEZI					
1.	Masa grana	0,044635	0,013944	-0,296240	ANOVA, t-test
2.	Zapremina grana	0,046176	0,098167	-0,038586	ANOVA, t-test
3.	Gustoća grana	-0,194638	-0,188575	-0,334826	ANOVA, t-test
4.	Opseg vijenca	<b>-0,354546</b>	-0,208493	-0,068459	ANOVA, t-test
5.	Donji opseg	0,107001	-0,011741	-0,231180	ANOVA, t-test
6.	Gornji opseg	0,082463	0,128455	-0,051096	ANOVA, t-test
KUTOVI, ODNOSI TETIVA I VISINE PAROŽAKA					
1.	Kut nadočnjaka	-0,064889	-0,039616	-0,193863	ANOVA, t-test
2.	Kut ledenjaka	-0,015491	0,157592	-0,035961	ANOVA, t-test
3.	Kut srednjaka	0,098995	0,027323	0,104215	ANOVA, t-test
4.	Odnos tetive nadočnjaka	0,022812	-0,020596	-0,116874	ANOVA, t-test
5.	Odnos tetive ledenjaka	0,196148	-0,053220	-0,169318	ANOVA, t-test
6.	Odnos tetive srednjaka	0,035391	0,062585	-0,463003	ANOVA, t-test
7.	Aps. visina nadočnjaka (cm)	-0,087227	0,000104	-0,234208	ANOVA, t-test
8.	Aps. visina ledenjaka (cm)	-0,012704	-0,000336	-0,228841	ANOVA, t-test
9.	Aps. visina srednjaka (cm)	0,219923	0,250555	0,020977	ANOVA, t-test
10.	Aps. visina krune (cm)	0,205382	0,236816	-0,122868	ANOVA, t-test
11.	Relativna visina nadočnjaka	-0,053586	-0,011570	-0,298180	ANOVA, t-test
12.	Relativna visina ledenjaka	-0,039392	-0,012758	-0,286193	ANOVA, t-test
13.	Relativna visina srednjaka	<b>0,296822</b>	<b>0,330199</b>	0,047948	ANCOVA
14.	Relativna visina krune	0,169261	0,198698	-0,134855	ANOVA, t-test

Tablica 19. Rezultati usporedbe relativne fluktuirajuće asimetrije (RFA) pokazatelja grana između jelena iz kontroliranog i prirodnog uzgoja (brojevi otisnuti masnim tiskom ukazuju na statistički značajnu razliku)

R.B.	POKAZATELJ	KONTROLIRANI UZGOJ	PRIRODNI UZGOJ	t- vrijednost	P
<b>DULJINA I BROJ PAROŽAKA</b>					
1.	Duljina grane	2,640515	6,044580	1,892	0,062
2.	Duljina nadočnjaka	5,184219	6,214229	0,563	0,575
3.	Duljina ledenjaka	11,57654	8,211192	-0,77	0,444
4.	Duljina srednjaka	19,46106	16,36982	-0,637	0,527
5.	Duljina parožaka krune	9,379210	7,094912	-0,929	0,357
6.	Broj parožaka	9,336708	9,116704	-0,084	0,934
7.	Broj parožaka krune	14,69220	13,87446	-0,183	0,855
<b>MASA, ZAPREMINA, GUSTOĆA I OPSEZI</b>					
1.	Masa grana	5,794452	7,753784	1,061	0,292
2.	Zapremina grana	9,066409	10,27601	0,514	0,609
3.	Gustoća grana	9,731233	10,43550	0,287	0,775
4.	Opseg vijenca	1,775062	3,732990	1,706	0,092
5.	Donji opseg	3,575184	1,918644	-1,811	0,075
6.	Gornji opseg	3,291643	2,442180	-1,164	0,248
<b>KUTOVI, ODNOSI TETIVA I VISINE PAROŽAKA</b>					
1.	Kut nadočnjaka	<b>8,022967</b>	3,555525	-2,005	<0,05
2.	Kut ledenjaka	9,955134	9,351988	-0,148	0,883
3.	Kut srednjaka	10,46784	10,22824	-0,086	0,932
4.	Odnos tetive nadočnjaka	4,252078	3,991196	-0,169	0,866
5.	Odnos tetive ledenjaka	2,757934	3,286050	0,658	0,513
6.	Odnos tetive srednjaka	4,291047	3,921633	-0,217	0,829
7.	Aps. visina nadočnjaka	13,60431	14,10734	0,127	0,899
8.	Aps. visina ledenjaka	21,71065	13,64256	-1,337	0,186
9.	Aps. visina srednjaka	10,39291	8,298348	-0,826	0,412
10.	Aps. visina krune	9,395407	13,22818	0,966	0,338
11.	Rel. visina nadočnjaka	13,69711	18,13946	0,997	0,323
12.	Rel. visina ledenjaka	24,25584	16,52736	-0,907	0,368
13.	Rel. visina srednjaka	<b><math>l = 1,411 + 0,301 t</math></b>	$l = 4,366 - 0,357 t$	-	<0,05; $t > 6$
14.	Rel. visina krune	9,500251	21,04704	1,627	0,109

Tablica 20. Rezultati usporedbe relativne fluktuirajuće asimetrije (RFA) pokazatelja grana jelena unutar tipova uzgoja (različita slova pored vrijednosti ukazuju na statistički značajnu razliku unutar istog stupca uz razinu pouzdanosti  $p < 0,05$ )

R.B.	POKAZATELJ	KONTROLIRANI UZGOJ		PRIRODNI UZGOJ	
		VRIJEDNOSTI	TIP TESTA	VRIJEDNOSTI	TIP TESTA
<b>DULJINA I BROJ PAROŽAKA</b>					
1.	Duljina grane (cm)	2,59 <sup>a</sup>	Kruskal-Wallis	6,04 <sup>a</sup>	Kruskal-Wallis
2.	Duljina nadočnjaka (cm)	5,80 <sup>abc</sup>	Kruskal-Wallis	6,21 <sup>a</sup>	Kruskal-Wallis
3.	Duljina ledenjaka (cm)	12,20 <sup>bc</sup>	Kruskal-Wallis	3,99 <sup>a</sup>	Kruskal-Wallis
4.	Duljina srednjaka (cm)	10,26 <sup>bc</sup>	Kruskal-Wallis	7,09 <sup>a</sup>	Kruskal-Wallis
5.	Duljina parožaka krune (cm)	20,03 <sup>d</sup>	Kruskal-Wallis	16,37 <sup>a</sup>	Kruskal-Wallis
6.	Broj parožaka	9,78 <sup>ab</sup>	Kruskal-Wallis	9,12 <sup>a</sup>	Kruskal-Wallis
7.	Broj parožaka krune	15,95 <sup>c</sup>	Kruskal-Wallis	13,87 <sup>a</sup>	Kruskal-Wallis
<b>MASA, ZAPREMINA, GUSTOĆA I OPSEZI</b>					
1.	Masa grana (kg)	5,98 <sup>a</sup>	Kruskal-Wallis	7,75 <sup>a</sup>	Kruskal-Wallis
2.	Zapremina grana (dm <sup>3</sup> )	8,95 <sup>ab</sup>	Kruskal-Wallis	10,28 <sup>ab</sup>	Kruskal-Wallis
3.	Gustoća grana (kg/dm <sup>3</sup> )	9,58 <sup>ab</sup>	Kruskal-Wallis	10,44 <sup>ab</sup>	Kruskal-Wallis
4.	Opseg vijenca (cm)	1,63 <sup>c</sup>	Kruskal-Wallis	3,73 <sup>ac</sup>	Kruskal-Wallis
5.	Donji opseg (cm)	4,15 <sup>adc</sup>	Kruskal-Wallis	1,92 <sup>ac</sup>	Kruskal-Wallis
6.	Gornji opseg (cm)	3,34 <sup>de</sup>	Kruskal-Wallis	2,44 <sup>ad</sup>	Kruskal-Wallis
<b>KUTOVI PAROŽAKA</b>					
1.	Kut nadočnjaka (°)	7,78 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc	3,56 <sup>a</sup>	Kruskal-Wallis
2.	Kut ledenjaka (°)	9,89 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc	9,35 <sup>b</sup>	Kruskal-Wallis
3.	Kut srednjaka (°)	10,54 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc	10,23 <sup>c</sup>	Kruskal-Wallis
<b>ODNOSI TETIVA</b>					
1.	Odnos tetive nadočnjaka	4,25 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc	3,99 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc
2.	Odnos tetive ledenjaka	2,97 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc	3,29 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc
3.	Odnos tetive srednjaka	4,33 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc	3,92 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc
<b>VISINE PAROŽAKA</b>					
1.	Aps. visina nadočnjaka (cm)	12,97 <sup>a</sup>	Kruskal-Wallis	14,11 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc
2.	Aps. visina ledenjaka (cm)	21,18 <sup>ab</sup>	Kruskal-Wallis	13,64 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc
3.	Aps. visina srednjaka (cm)	12,20 <sup>acd</sup>	Kruskal-Wallis	8,30 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc
4.	Aps. visina krune (cm)	10,20 <sup>acd</sup>	Kruskal-Wallis	13,23 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc
5.	Rel. visina nadočnjaka (%)	13,18 <sup>a</sup>	Kruskal-Wallis	18,14 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc
6.	Rel. visina ledenjaka (%)	23,30 <sup>ab</sup>	Kruskal-Wallis	16,53 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc
7.	Rel. visina srednjaka (%)	- <sup>4</sup>	Kruskal-Wallis	10,90 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc
8.	Rel. visina krune (%)	10,17 <sup>acd</sup>	Kruskal-Wallis	21,05 <sup>a</sup>	Sheffé post hoc

<sup>4</sup> RFA relativne visine srednjaka raste s dobi te se s ostalim parametrima može uspoređivati jedino analizom kovarijance

Parametri „masivnosti“ rogovlja ne pokazuju tako velik raspon razlika RFA. Kod jelena iz kontroliranog uzgoj signifikantno najniže vrijednosti RFA ima opseg vijenca (RFA = 1,63), zatim gornji opseg (RFA = 3,34) i u sredini masa grane (RFA = 5,98), čija RFA ne pokazuje statistički značajnu razliku s RFA zapremine i gustoće grane. Kod jelena iz prirodnog uzgoja slijed vrijednosti je nešto drugačiji. Statistički najniže vrijednosti imaju RFA donjeg (RFA = 1,92), gornjeg opsega (RFA = 2,44) i opsega vijenca (RFA = 3,73), a najviše gustoća (RFA = 1,63) i zapremina grana (RFA = 1,63). Masa grana i ovdje predstavlja osrednju RFA.

Parametri RFA kutova parožaka jelena iz kontroliranog uzgoja ne pokazuju statistički značajne razlike, međutim, kod jelena iz slobodne prirode razlike su signifikantne. Najveća odstupanja pokazuje RFA kutova srednjaka (RFA = 10,23), nešto manju kutovi ledenjaka (RFA = 9,35), a najmanju kutovi nadočnjaka (RFA = 3,56). To znači da su kutovi otklona nadočnjaka relativno simetrični u odnosu na ostala dva paroška, odnosno da se, gledano sa strane, srednjaci rijetko kada preklapaju. Zanimljivo je da sva tri glavna paroška (nadočnjak, ledenjak i srednjak) pokazuju relativno postojanu RFA.

Suprotno kutovima parožaka, kod visina parožaka kod jelena iz prirodnog uzgoja nije nađena statistički značajna razlika između pokazatelja RFA. Kod jelena iz kontroliranog uzgoja RFA vrijednosti visina su signifikantno najviše kod apsolutne i relativne visine ledenjaka (RFA = 21,18; respektivno RFA = 23,30). Međutim, apsolutna i relativna visina nadočnjaka čine svojevrsne „prijelazne“ vrijednosti između pokazatelja ledenjaka s jedne strane te apsolutne i relativne visine krune i apsolutne visine srednjaka. Zaključno, razlike u vrijednostima RFA su daleko manje izražene nego kod prve i druge skupine podataka.

## 4.3.3. Smjerna asimetrija pokazatelja rogovlja jelena običnog

Rezultati analize smjerne asimetrije duljine i broja parožaka pokazuju kako nema statistički značajne razlike u duljinama grana, duljinama nadočnjaka, ledenjaka, srednjaka i parožaka krune te ukupnog broja parožaka i parožaka krune između lijeve i desne grane rogovlja jelena običnog bez obzira radi li se o jelenima iz kontroliranog ili prirodnog uzgoja (Tablica 21.). Gotovo svi parametri pokazuje signifikantnu ovisnost o dobi. Izuzetak su jedino duljine ledenjaka kod jelena iz slobodne prirode. Distribucija podataka pojedinih pokazatelja signifikantno se razlikuju od normalnih pa je načinjena Box-Cox transformacija. Takvi parametri su duljine grana u oba tipa uzgoja, te broj parožaka krune kod jelena iz kontroliranog uzgoja. Bez obzira na vrstu testa i izvorne ili transformirane podatke iz Tablice 21., ne može se izvući ni približno pravilo smjerne asimetrije jer su, usprkos tome što nema signifikantne razlike, čas nešto jača jedna, a čas druga strana grane.

Tablica 21. Rezultati usporedbe smjerne asimetrije (DA) pokazatelja duljina i broja parožaka rogovlja

R.B.	POKAZATELJ	KONTROLIRANI UZGOJ	p	PRIRODNI UZGOJ	p
1.	Duljina grane	$l_{GL} = 29373,54+33907,39 t$ $l_{GD} = 29060,69+33907,39 t$	0,884	$l_{GL} = -$ $1796321+4064580 t$ $l_{GD} = -$ $1443072+4064580 t$	0,718
2.	Duljina nadočnjaka	$l_{NL} = 26,624+2,328 t$ $l_{ND} = 26,164+2,328 t$	0,497	$l_{NL} = 22,637+2,472 t$ $l_{ND} = 22,225+2,472 t$	0,603
3.	Duljina ledenjaka	$l_{LL} = 20,411+1,995 t$ $l_{LD} = 19,951+1,995 t$	0,552	L: $l_{LL} = 28,606$ cm D: $l_{LD} = 29,200$ cm	0,762
4.	Duljina srednjaka	$l_{SL} = 3,420+0,167 t$ $l_{SD} = 3,419+0,167 t$	0,982	$l_{SL} = 19,895+3,146 t$ $l_{SD} = 19,176+3,146 t$	0,392
5.	Duljina parožaka krune	$l_{KL} = 27,950+15,783 t$ $l_{KD} = 27,929+15,783 t$	0,989	$l_{KL} = 17,614+14,497 t$ $l_{KD} = 18,589+14,497 t$	0,818
6.	Broj parožaka	$l_{PL} = 5,971+4,620 t$ $l_{PD} = 6,033+4,620 t$	0,894	$l_{PL} = -0,353+4,555 t$ $l_{PD} = 0,241+4,555 t$	0,525
7.	Broj parožaka krune	$l_{PKL} = 29373,54+0,320 t$ $l_{PKD} = 29060,69+0,320 t$	0,472	$l_{PKL} = 0,528+0,020 t$ $l_{PKD} = 0,53+0,020 t$	0,67

Parametri masivnosti rogovlja pokazuju nešto manju ovisnost o dobi, od prethodnih pokazatelja. To je već spomenuta gustoća grana (u oba tipa uzgoja) te, što je dosta čudno, opseg vijenaca u jelena iz slobodne prirode (Tablica 22.). Iako je povezanost tog parametra relativno osrednja (lijeva grana:  $r_s = 0,40$ ; desna grana  $r_s = 0,43$ ), ta povezanost nije statistički značajna. Naime, povezanost opsega vijenaca s dobi kod jelena iz kontroliranog uzgoja je daleko veća (lijeva grana:  $r_s = 0,81$ ; desna grana  $r_s = 0,81$ ).

Statistički značajnu razliku distribucija, u odnosu na normalnu pokazuju masa grana, zapremina grana, opseg vijenca te gornji i donji opseg kod jelena iz kontroliranog uzgoja, odnosno gustoća grana u obje skupine jelena. Općenito, kod jelena iz slobodne prirode distribucije podataka su daleko bliže normalnima. Iako nisu nađene statistički značajne razlike u dimenzijama pokazatelja lijeve i desne strane rogovlja, za razliku od pokazatelja duljina i broja parožaka čini se da u većem broju slučajeva nešto više vrijednosti imaju parametri desne strane (izuzetak je zapremina desnih grana u jelena iz slobodne prirode, koja pokazuje nešto višu vrijednost). Treba istaknuti kako su vrijednosti gornjih opsega grana jelena iz slobodne prirode gotovo identične, odnosno općenito, ako bi se točnost iskazivanja opsega svela na jedan milimetar, tada bi razlika maksimalno iznosila svega 0,1 mm.

Tablica 22. Rezultati usporedbe smjerne asimetrije (DA) pokazatelja mase, zapremine, gustoće i opsega rogovlja jelena običnog

R.B.	POKAZATELJ	KONTROLIRANI UZGOJ	p	PRIRODNI UZGOJ	p
1.	Masa grane	$m_L = -0,280+1,049 t$ $m_D = -0,293+1,049 t$	0,829	$m_L = 0,417+0,445 t$ $m_D = 0,394+0,445 t$	0,777
2.	Zapremina grane	$V_L = 513,133+771,534 t$ $V_D = 505,655+771,534 t$	0,864	$V_L = -$ $146,688+416,180 t$ $V_D = -$ $114,453+416,180 t$	0,582
3.	Gustoća grane	L: $\bar{\rho} = 0,201224 \text{ kg/dm}^3$ D: $\bar{\rho} = 0,188627 \text{ kg/dm}^3$	0,670	L: $\bar{\rho} = 1,433 \text{ kg/dm}^3$ D: $\bar{\rho} = 1,370 \text{ kg/dm}^3$	0,668
4.	Opseg vijenca	$O_{VL} = 217,289+59,977 t$ $O_{VD} = 217,135+59,977 t$	0,976	L: $\overline{O_{VL}} = 23,765 \text{ cm}$ D: $\overline{O_{VD}} = 23,677 \text{ cm}$	0,907
5.	Donji opseg	$O_{DL} = 1,2774+0,023 t$ $O_{DD} = 1,2771+0,023 t$	0,874	$O_{DL} = 10,513+0,635 t$ $O_{DD} = 10,469+0,635 t$	0,819
6.	Gornji opseg	$O_{GL} = 26,835+13,842 t$ $O_{GD} = 26,570+13,842 t$	0,801	$O_{GL} = 8,607+0,731 t$ $O_{GD} = 8,607+0,731 t$	1,00



Od 14 pokazatelja oblika rogovlja, njih 4 u oba tipa uzgoja ne pokazuju povezanost s dobi (Tablica 23). To su: kutovi ledenjaka i srednjaka, odnos tetive nadočnjaka i apsolutna visina srednjaka. Kod jelena iz kontroliranog uzgoja s dobi nisu povezani odnosi tetive ledenjaka i srednjaka te relativna visina ledenjaka, dok kod jelena iz slobodne prirode s dobi nisu povezani još kut nadočnjaka, apsolutna visina nadočnjaka, ledenjaka te apsolutna i relativna visina krune.

Tablica 23. Rezultati usporedbe smjerne asimetrije (DA) pokazatelja oblika rogovlja jelena običnog

R.B.	POKAZATELJ	KONTROLIRANI UZGOJ	p	PRIRODNI UZGOJ	p
KUTOVI					
1.	Kut nadočnjaka	$Kut_{NL} = 121,686+0,953 t$ $Kut_{ND} = 120,14+0,953 t$	0,287	L: $\overline{Kut_{NL}} = 132,125^0$ D: $\overline{Kut_{ND}} = 133,188^0$	0,668
2.	Kut ledenjaka	L: $\overline{Kut_{LL}} = 84,173^0$ D: $\overline{Kut_{LD}} = 86,792^0$	0,2	L: $\overline{Kut_{LL}} = 90,500^0$ D: $\overline{Kut_{LD}} = 91,938^0$	0,705
3.	Kut srednjaka	L: $\overline{Kut_{SL}} = 74,982^0$ D: $\overline{Kut_{SD}} = 75,43^0$	0,816	L: $\overline{Kut_{SL}} = 77,750^0$ D: $\overline{Kut_{SD}} = 78,188^0$	0,903
ODNOSI TETIVA					
1.	Odnos tetive nadočnjaka	L: $\overline{OT_{NL}} = 0,875$ D: $\overline{OT_{ND}} = 0,865$	0,427	L: $\overline{OT_{NL}} = 0,847$ D: $\overline{OT_{ND}} = 0,841$	0,652
2.	Odnos tetive ledenjaka	L: $\overline{OT_{LL}} = 0,856$ D: $\overline{OT_{LD}} = 0,859$	0,835	$OT_{LL} = -0,109-0,001 t$ $OT_{LD} = -0,110-0,001 t$	0,806
3.	Odnos tetive srednjaka	L: $\overline{OT_{SL}} = 0,911$ D: $\overline{OT_{SD}} = 0,92$	0,462	$OT_{SL} = 0,84+0,014 t$ $OT_{SD} = 0,842+0,014 t$	0,803
VISINE PAROŽAKA					
1.	Aps. visina nadočnjaka	$h_{APSNL} = 0,903+0,084 t$ $h_{APSD} = 0,904+0,084 t$	0,957	L: $\overline{h_{APSNL}} = 2,131 \text{ cm}$ D: $\overline{h_{APSD}} = 2,044 \text{ cm}$	0,81
2.	Aps. visina ledenjaka	$h_{APSL} = 4,143+0,245 t$ $h_{APSD} = 4,088+0,245 t$	0,758	L: $\overline{h_{APSL}} = 4,28 \text{ cm}$ D: $\overline{h_{APSD}} = 4,04 \text{ cm}$	0,701
3.	Aps. visina srednjaka	L: $\overline{h_{APSSL}} = 24,462 \text{ cm}$ D: $\overline{h_{APSSD}} = 24,511 \text{ cm}$	0,963	L: $\overline{h_{APSSL}} = 28,144 \text{ cm}$ D: $\overline{h_{APSSD}} = 28,481 \text{ cm}$	0,892
4.	Aps. visina krune	$h_{APSKL} = 46,510+1,708 t$ $h_{APSKD} = 46,255+1,708 t$	0,734	L: $\overline{h_{APSKL}} = 58,631 \text{ cm}$ D: $\overline{h_{APSKD}} = 56,187 \text{ cm}$	0,274
5.	Rel. visina nadočnjaka	$h_{RELNL} = 1,069-0,053 t$ $h_{RELND} = 1,073-0,053 t$	0,868	$h_{RELNL} = 1,194-0,123 t$ $h_{RELND} = 1,181-0,123 t$	0,762

6.	Rel. visina ledenjaka	L: $\overline{h_{RELL}} = 5,519 \%$ D: $\overline{h_{RELD}} = 5,541 \%$	0,954	$h_{RELL} = 1,7-0,115 t$ $h_{RELD} = 1,696-0,115 t$	0,929
7.	Rel. visina srednjaka	$h_{RELSL} = 227,076-23,884 t$ $h_{RELSD} = 225,867-23,884 t$	0,827	$h_{RELSL} = 1,136-0,007 t$ $h_{RELSD} = 1,137-0,007 t$	0,75
8.	Rel. visina krune	$h_{RELKL} = 63,883-1,173 t$ $h_{RELKD} = 63,756-1,173 t$	0,873	L: $\overline{h_{RELKL}} = 63,552 \%$ D: $\overline{h_{RELKD}} = 55,46 \%$	0,068

Za razliku od prethodnih skupina podataka kod jelena iz kontroliranog uzgoja 9 od 14 pokazatelja pokazuje normalnu distribuciju podataka. Budući da dio pokazatelja ne pokazuje povezanost s dobi, Box-Cox transformacija je načinjena za tri parametra. To su: apsolutna i relativna visina nadočnjaka te relativna visina srednjaka. Kod jelena iz slobodne prirode 7 od 14 pokazatelja ne pokazuje normalnu distribuciju podataka. Ako se iz tog skupa izuzmu oni parametri koji ne pokazuju povezanost s dobi, Box-Cox transformacije su načinjene za njih 4. To su: odnos tetive ledenjaka, relativna visina nadočnjaka te relativna visina ledenjaka i srednjaka.

Rezultati testiranja smjerne asimetrije oblika rogovlja pokazali su kako nema razlike između lijeve i desne strane rogovlja, isto kao i u prethodnim dvjema skupinama podataka. Doduše, za razliku od pokazatelja duljina i broja parožaka te masivnosti rogovlja, kod pojedinih pokazatelja oblika su ustanovljene nešto veće (ali ne signifikantne) razlike. To su, u prvome redu, kut nadočnjaka ( $p = 0,287$ ) i kut ledenjaka ( $p = 0,2$ ) kod jelena iz prirodnog uzgoja te apsolutna ( $p = 0,274$ ) i relativna visina krune ( $p = 0,068$ ) kod jelena iz slobodne prirode. Ova potonja razlika najbliža je granici pouzdanosti. Pema tim podacima, jeleni iz kontroliranog uzgoja imaju nešto veći kut lijevih nadočnjaka i desnih ledenjaka (oko  $2^\circ$ ), a jeleni iz prirodnog uzgoja nešto višu krunu – za oko 2 cm, odnosno za oko 8 %.

## 5. RASPRAVA

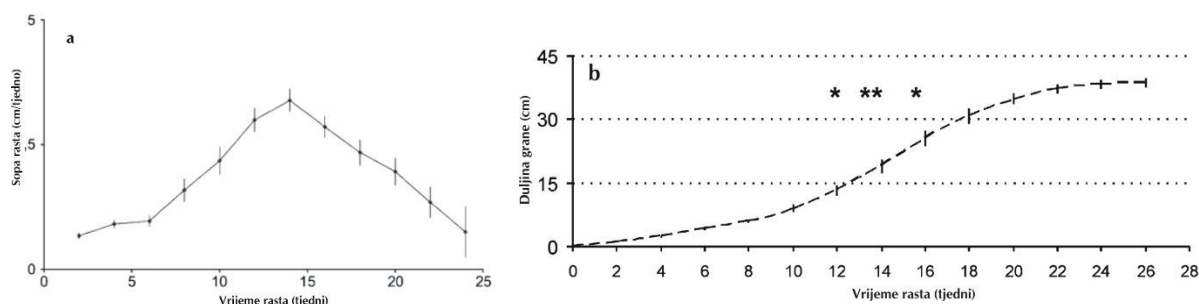
Donošenje smjernica uzgojnog odstrjela ima svoju evoluciju i, ovisno o metodama koje su korištene za dobivanje kriterija, indikatori perspektivnog (onog grla koje potencijalno može postići visoke trofejne vrijednosti) i neperspektivnog grla (jedinka kod koje će trofejna snaga brzo kulminirati, ali će biti ispod prosječna za populacijske vrijednosti) se razlikuju. Dubajić (1964.) navodi kako je jedan od glavnih kriterija pri izlučivanju jelena običnog na području Baranje (područje s najduljom tradicijom uzgoja jelena običnog u Hrvatskoj) u uzgojnom selektivnom odstrjelu bio okrugli oblik rogovlja („O“) dok je rogovlje „V“ i „U“ oblika bilo osobito cijenjeno. Isto tako napominje kako između „V“ i „U“ oblika postoji vrlo veliki broj prelaznih tipova rogova.

Druga razina je bila izmjera trofejnih vrijednosti odstrijeljenih grla, procjena dobi i analiza razvoja trofejnih vrijednosti i elemenata ocjene trofeja temeljem regresijskih modela. Naime, ispočetka se vrlo malo znalo o razvoju trofejnih vrijednosti jelena običnog, no razvojem metoda za procjenu dobi, osobito kada je razvijena metoda procjene dobi brojanjem naslaga zubnog cementa (Mitchel, 1967.); Almasan i Rieck, 1970., koja se počela relativno sporo primjenjivati, ali je njena masovna primjena počela od kraja 70-tih godina, te razvojem statističkih metoda počela su istraživanja razvoja trofejnih vrijednosti, koja su bila neophodna u rješavanju problema tehnologije uzgoja jelena običnog (i ostalih vrsta krupne divljači, ne samo dvopapkara). Jedan od temeljnih ciljeva ovakvih istraživanja je bio određivanje gospodarske starosti pojedinih vrsta krupne divljači (odnosno dobi kulminacije trofejne vrijednosti), a dobrim dijelom su provedena i kod nas, na području Baranje (čak u nekoliko navrata - Raguž, 1978a; Bečejac i sur., 1984.; Degmečić i Jumić, 2007.), Donje Podravine (Marman, 1994.) i Moslavačke gore (Jumić, 2003.).

U konačnici, treća razina izučavanja zakonitosti razvoja trofejnih vrijednosti jelena običnog sakupljanje odbačenih grana i analiza razvoja trofeja na individualnoj razini (na razini jedinke). Podaci o trofejnim vrijednostima odstrijeljenih jelena su pristrani jer lovci često puta odstrjeljuju jača grla (Ditchkoff i sur., 2000.). Stoga su podaci bazirani na mjerama odbačenih grana pouzdaniji. Nažalost, do sada je vrlo malo radova koji su se bavili obradom podataka odbačenih grana (Lockow i Dittrich, 1986.; Lockow, 1991.; Ditchkoff i sur., 2000.; Fierro i sur., 2002., Degmečić i Florijančić, 2018.).

## 5.1. Razvoj i usporedba pokazatelja elemenata trofejnih vrijednosti

Procjena perspektivnosti grla može se obavljati već nakon razvoja prvog rogovlja i predstavlja okosnicu u procjeni trofejne perspektivnosti jelena (Degmečić, 2011.). Normalan razvoj rogovlja ovisi o postojanju rožišta koja se izdižu iz čeonih kostiju, odnosno prvo rogovlje počinje rasti nakon što rožišta dosegnu duljinu (visinu) od 5 do 6 cm (Fennessy i Suttie, 1985.). Vrijeme nastanka rožišta pokazuje visoku povezanost s tjelesnom masom, odnosno uhranjenošću grla (Lincoln, 1971.), a kod jelena običnog se javlja pri bruto tjelesnoj masi od 41 do 56 kg. No, rogovlje godišnjaka ne raste jednakom brzinom tijekom razdoblja rasta (Slika 59.). U prva 3 tjedna travnja rogovlje raste vrlo sporo, nakon čega počinje lagano rasti, a maksimalni prirast postiže negdje u drugoj polovici lipnja (14. tjedan od početka rasta,  $3,4 \text{ cm} \pm 0,25 \text{ cm/tjedno}$ ), a dinamika ovisi o duljini trajanja fotoperiode, koja u uvjetima sredozemne klime iznosi 9 do 15 sati dnevno (Garcia i sur., 2003.). Pri tome prestaje s rastom u prvoj polovici listopada (Gaspar-López i sur., 2008a, 2008b). Prema Fennessy i Suttie (1985.) u lošijim trofičkim uvjetima prvo rogovlje su uglavnom lagani i kratki šiljci, dok se na boljim staništima prvo rogovlje može već granati (imati paroške ili naznake parožaka). Kod škotskog jelena običnog prvo je rogovlje dugo  $40 \pm 2,5$  (SE) cm, a izraste za  $11,8 \pm 0,5$  tjedana. I kod škotskog i kod iberskog jelena to su oko 10 cm kraće grane nego u godišnjaka iz Šeprešhata.



Slika 59. Dinamika rasta prvog rogovlja iberskog jelena običnog. A- stopa rasta grana. Izvor: Gaspar-López i sur. 2008b, 754 p. b – kumulativni rast grana. Izvor: Gaspar-López i sur. 2008a, 754 p.

Tijekom prvih ranih faza rasta rogovlja razina LH hormona, kao posljedica razine gonadotropnog hormona<sup>5</sup> (GnRH) je znatno reducirana u odnosu na onu tijekom razvoja rožišta, a nakon toga se, tijekom razdoblja brzog rasta rogovlja, naglo povisi i to na vrlo visoku razinu. Razina testosterona je najviša u kasnijoj fazi razvoja rožišta, a nakon toga, kako se

<sup>5</sup> Gonadotropni hormon - hormon adenohipofize koji nadzire endokrinu i reprodukciju funkciju jajnika i sjemenika. (izvor: <http://struna.ihjj.hr/naziv>)

rogovlje razvija, pada, da bi se ponovo znatno povisila (dosegla vrhunac) u razdoblju tijekom rike, odnosno u fazi čišćenja čupe. U odnosu na drugo rogovlje, prvo je u istoj fazi jače kalcificirano i sporije raste. Uzrok tome je vjerojatno viša razina testosterona. Vjerojatno je isti razlog što to prvo rogovlje i nema paroške.

Međutim, ukoliko se trofičke prilike pogoršaju klimatski čimbenici mogu izazvati veće oscilacije u trofejnim vrijednostima. To se ne odnosi samo na područje sjeverne Europe. U aridnim uvjetima (sredozemno područje) jeleni iz slobodne prirode razvijaju trofejno jače rogovlje u godini kišne i tople zime, a lošije nakon suhe ili nakon vlažne i hladne zime (Martínez Salmerón, 2014.). Međutim, ovi su rezultati dosta oprečni s rezultatima koje su dali Azorit i sur. (2002.), što ukazuje da temperatura zraka možda i nije najbolji pretkazivač trofejnih vrijednosti, odnosno da zimska prihrana ublažava ove odnose. Iako bi prema spomenutim istraživanjima, bilo moguće pretpostaviti kako na području Šeprešhata nema signifikantnih fluktuacija u mjerenim elementima između kohorti ili čak između godina kod odraslih grla, budućim istraživanjima na području Šeprešhata bilo bi dobro provjeriti ovu zakonitost.

Dosta autora navodi kako je trofejna vrijednost grla funkcija dobi bez obzira o kojoj se populaciji radi (Dittrich i Lockow, 1986.; Marman, 1994.; Azorit i sur., 2002.; Jumić, 2003.; Degmečić, 2009.; Martínez Salmerón, 2014.). Ovisno o lokalitetu utjecaj dobi na varijabilnost trofejnih vrijednosti može varirati od 41,31 % do 62,41 % ( $p < 0,0001$ ; Martínez Salmerón, 2014.). No, što je uzgoj ove divljači ekstenzivniji to je utjecaj dobi na trofejnu vrijednost manji. Ovo se i poklapa s rezultatima u ovom doktorskom radu gdje je kod jelena iz kontroliranog uzgoja ustanovljeno kako dob objašnjava čak 95 % varijabilnosti. No, činjenica kako kod jelena iz slobodne prirode dob kontrolira 91 % varijabilnosti trofejnih vrijednosti ukazuje kako područje Podunavlja, na razini cijele Europe predstavlja optimalan prostor u uzgoju prirodnih populacija ove životinjske vrste.

Za razliku od sadašnjeg stanja u Hrvatskoj, gdje je gospodarenje jelenskom divljači svedeno na razinu lovišta (iako su uzgojna područja za ovu vrstu preložena još 2006., Grubešić, 2006.), u većini istočno europskih zemalja (uključujući i bivši DDR) se jelenom gospodarilo prema rajonima, odnosno uzgojnim područjima koja su obuhvaćala nekoliko lovišta određenog područja (iako su prije 90-tih godina uzgojna područja postojala i u Hrvatskoj). Temeljna pretpostavka prilikom osnivanja uzgojnog područja je bila da prostor uzgojnog područja mora obuhvatiti životni prostor cijele populacije ili subpopulacije jelenske divljači. Tada je i istraživanje razvoja rogovlja imalo smisla jer se odnosilo na jednu populaciju i moglo se komparirati s drugim populacijama. Primjerice, Bališ (iz Hell, 1983.) je dinamiku razvoja

jelenskog rogovlja s uzgojnog područja Poľana (Okrug središnje Slovačke) usporedio s rogovljem iz Visokih Tatri i Velikih Fatri. Hell (1983.) na temelju elemenata ocjene trofeja i ukupnih trofejnih vrijednosti jelenske divljači te preciznije procijenjenom dobi odstrjeljenih grla (metodom naslaga zubnog cementa) još jednom izradio dinamiku rasta rogovlja. Vrhunac trofejne vrijednosti te dimenzija pojedinih elemenata izmjere trofeja ovi jeleni dosežu relativno kasno (s 12 ili 13 godina, Tablica 24.), što ukazuje na nešto lošije stanišne uvjete u odnosu na panonski dio Hrvatske, odnosno pojavu kompenzacijskog rasta.

Gospodarsku starost često povezuju s biološkom zrelošću trofejne divljači, odnosno onom zrelosti nakon koje opada vrijednost pojedinog elementa (npr. tjelesne mase, rogovlja u čupi ili što je i najčešće trofejne vrijednosti). Općenito gledano, sva se gledišta svode na naturalne podatke, odnosno praćenje razvoja pojedinog elementa u odnosu na dob. Tako Raguž (1978a) navodi da su na području Baranje smjernice gospodarenja jelenskom divljači bile postavljene s obzirom na gospodarsku starost od 12 godina, što su kasnije potvrdili Bečejac i sur., 1984.; te Degmečić, 2009.).

Tablica 24. Dinamika trofejnih vrijednosti i dimenzija elemenata ocjene trofeja jelena običnog u uzgojnog području Poľana

PARAMETRI	DOB GRILA (godine)													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
trofejna vrijednost (CIC točke)		97,4	116,4	133,1	147,8	160,2	170,5	178,7	184,7	188,5	190,2	189,7	187,1	182,3
duljina grane (cm)	34,9	48,4	60,3	70,8	79,8	87,4	93,5	98,1	101,2	102,9	103,1	101,9	99,1	94,9
masa rogovlja (kg)		1,5	2,4	3,3	4,1	4,8	5,4	5,9	6,2	6,5	6,6	6,7	6,6	6,5
duljina srednjaka (cm)		15,0	20,2	24,0	27,3	30,0	32,2	33,8	34,9	35,5	35,6	35,1	34,0	32,5
duljina nadočnjaka (cm)		17,9	21,2	24,6	26,6	28,7	30,4	31,8	32,7	33,3	33,4	33,2	32,6	31,6
broj parožaka		6,8	7,9	8,9	9,8	10,5	11,1	11,5	11,8	12,0	12,1	12,0	11,8	11,4
opseg vijenca (cm)		16,5	18,2	19,8	21,2	22,5	23,5	24,3	25,0	25,5	25,8	25,9	25,8	25,6
donji opseg (cm)		98,0	10,9	11,9	12,9	13,7	14,5	15,2	15,8	16,2	16,6	16,9	17,2	17,3
gornji opseg (cm)		6,8	8,4	9,8	11,1	12,2	13,1	13,8	14,4	14,7	14,9	15,0	14,8	14,5
duljina lubanje (cm)	35,2	39,5	41,3	42,2	42,7	43,1	43,3	43,4	43,6	43,7	43,7	43,8	43,8	43,8
širina lubanje (cm)	15,3	16,6	17,3	17,7	17,9	18,1	18,2	18,3	18,4	18,5	18,5	18,6	18,6	18,6
debljina rožišta (mm)	21,2													

Izvor: Hell (1983.), 41 p.

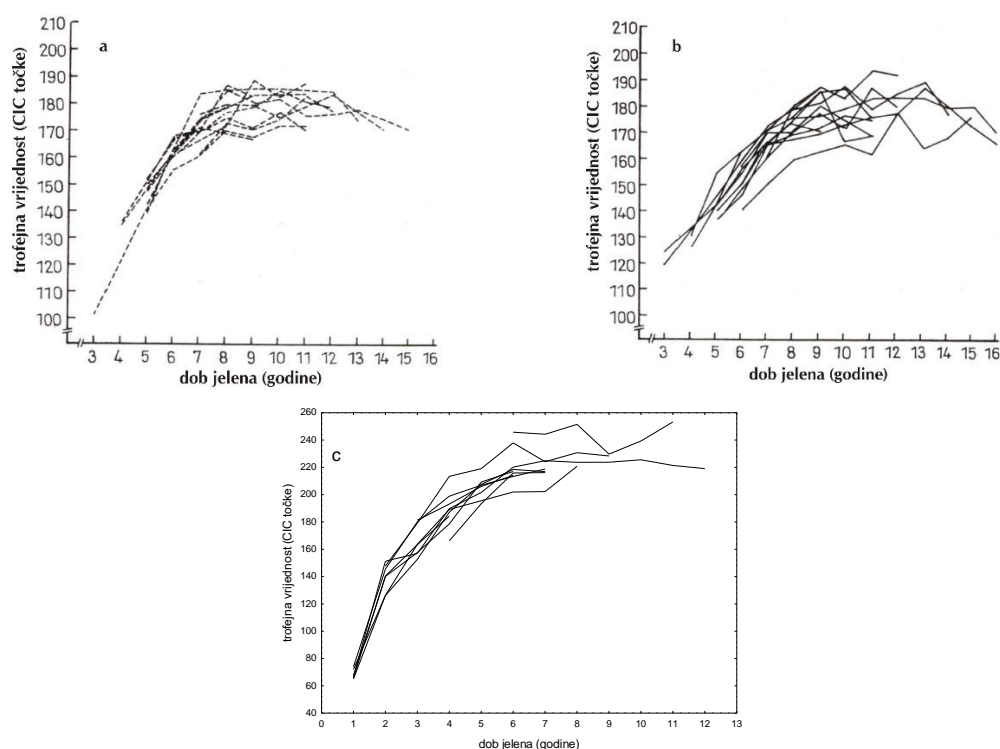
U njemačkoj literaturi (Raesfeld i Reulecke, 1988.) navodi se gospodarska starost od 14 i više godina, no istu navodi i Marman (1994.) za staništa nizinskih hrastovih šuma donje Podravine (lokalitet Đurđenica). U srednjoj Europi ovako visoka gospodarska starost posljedica

je surovijih životnih uvjeta (odnosno, s njim povezanog kompenzacijskog rasta) jer tamo jelenska divljač uglavnom obitava u gorskom i planinskom području. No, još uvijek nije jasna tako visoka gospodarska starost na području Đurđenice jer se panonsko područje smatra optimalnim za ovu divljač. Bečejac i sur. (1984.) su analizom jelenske divljači u Belju (n=1 932 grla) dobili da signifikantno smanjenje duljine grane nastupa nakon 15 godine života, ali to tumače premalim uzorkom u starosnoj skupini od 15 godina. Osim toga, navode kako je lovnogospodarska starost od 12 godina opravdana jer time nije samo osigurana maksimalna trofejna zrelost nego i mogućnost da uzgojno vrijedna grla ostavljaju dovoljan broj potomaka. Nadalje, preporučuju da bi se jeleni trebali odstrjeljivati tek od 9. godine starosti, s time da izuzetno vrijedna grla treba ostavljati do starosti od 13, pa čak i 14 godina. Činjenica je da autori lovnogospodarsku starost nisu određivali regresijom nego nanošenjem aritmetičkih sredina pojedinih elemenata izmjere trofeja, odnosno aritmetičkih sredina vrijednosti trofeja (doduše, isto je radio i Marman, 1994.). Kasnije analize razvoja trofejnih vrijednosti jelena običnog u suboptimalnim staništima, odnosno brdskim šumskim područjima u kojima dominiraju sastojine obične bukve (Moslavačka gora) pokazala su kako u uvjetima intenzivne prihrane jelenska divljač kulminaciju trofejnih vrijednosti može postići i puno prije – u dobi sa 10 navršenih godina (Jumić, 2003.).

Međutim, istraživanje razvoja trofejnih vrijednosti dobiveno na temelju izjednačenja regresijskom krivuljom grla iz odstrjela kod punorožaca imaju svoj veliki nedostatak. Naime, postoji više vrsta odstrjela koji se razlikuju po kriteriju (uzgojni-seleksijski, uzgojni-sanitarni i redovni, odnosno trofejni) te, ako se podaci ne razluče prema spomenutom kriteriju, tada to dovodi do pristranosti u uzimanju podataka (Martinez i sur., 2005.) jer će se na temelju toga steći pogrešni zaključci o populaciji. Naime, grla odstrijeljena uzgojnim-seleksijskim odstrjelom predstavljaju tzv. „minus varijante“, odnosno jedinke koje su izlučena iz populacije uglavnom iz dobnog razreda pomlatka, mladih i srednjedobnih grla, a razlog je bio ispodprosječna razvijenost rogovlja i tijela. Grla koja su iz populacije izlučena redovitim odstrjelom predstavljaju ona grla koja su postigla svoj trofejni maksimum. Stoga, krivulja do dobnog razreda zrelih grla predstavlja prosječnu vrijednost uzgojno nevrjednih grla, a drugi dio krivulje, koji prolazi kroz vrijednosti zrelih grla (kod jelena običnog ovaj dobní razred obuhvaća jelene koji su prošli dob od 8 ili 9 godina), predstavlja prosječnu trofejnu vrijednost iznadprosječnih i prosječnih grla (budući da se uzgojno nevrjednim grlima nije dopustilo razvijati do gospodarske starosti). Njemački znanstvenici su još 80-ih godina uočili ovu grešku te su počeli raditi analizu trofejnog razvoja na temelju odbačenih grana. Tako su Lockow i

Dittrich (1986.), na temelju 195 parova odbačenih grana od 34 jelena u srebrnoj i 183 para odbačenih grana 28 jelena u brončanoj medalji, došli do sljedećih zaključaka:

1. Uz iznimku jelena u dobi od 5 i 13 godina ne postoji statistički značajna razlika u duljini grana između jelena u srebrnoj i jelena u brončanoj medalji (*Slika 60a i 60b*);
2. U dobi od 4 i 6 godina jeleni u brončanoj medalji imaju signifikantno dulje nadočnjake od onih u srebrnoj medalji;
3. Jeleni u srebrnoj medalji su u dobi od 7, 9, 10 i 13 godina imali statistički dulje srednjake od svojih vršnjaka u brončanoj medalji;
4. U dobi od 6 do 12 godina jeleni u srebrnoj medalji imaju veće donje i gornje opsege;
5. Nakon 5. godine života masa grana jelena u srebrnoj medalji signifikantno je viša od mase grana jelena u brončanoj medalji;
6. Nakon 5. godine života jeleni u srebrnoj medalji imaju veći ukupan broj parožaka i broj parožaka krune u odnosu na svoje vršnjake u brončanoj medalji.



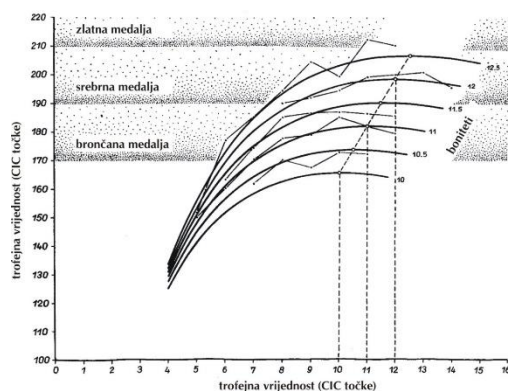
Slika 60. Individualni razvoj trofejnih vrijednosti grla jelena običnog. a – brončana medalja. – srebrna medalja. Izvor: Lockow i Dittrich, 1986.; 65 p., c – Šeprešhat (ovaj doktorski rad)

Iz Slike 60. se jasno može uočiti kako trofejna vrijednost odbačenih grana na individualnoj razini može znatno oscilirati. Štoviše, jelen u dobi od 8 godina može imati višu trofejnu vrijednost nego godinu dana poslije, a nakon toga mu se vrijednost opet može znatno

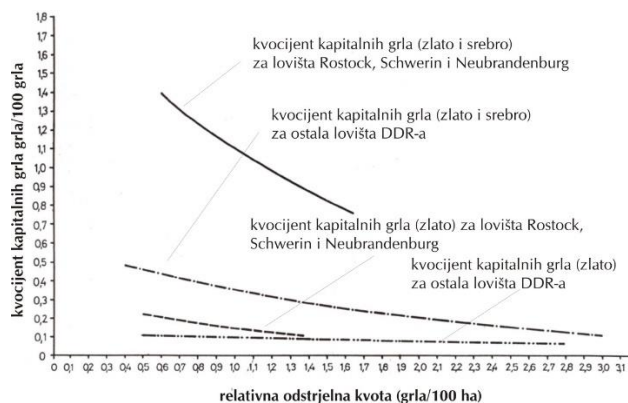


povisiti. Ako se usporede grafikoni Slike 60., u odnosu na jelene iz Njemačke (Slika 60a i 60b), trofejne vrijednosti jelena iz Šeprešhata (Slika 60c) pokazuju znatno manje godišnje oscilacije. Ovo otežava procjenu određivanja individualne kulminacije trofejne zrelosti jer se nakon 9. godine može javiti pad i još jedan maksimum trofejnih vrijednosti. Međutim, ako se taj pad javi i drugu godinu za redom velika je vjerojatnost da jelen više neće doseći prvotnu asimptotsku vrijednost. Budući da bi takva procjena značila da se odstrjel mora izvršiti tek dvije godine nakon postizanja kulminacije trofejne vrijednosti, daje se općenita gospodarska starost, koja u slučaju Šeprešhata iznosi 9 godina, nakon koje se grlo još može držati u uzgoju najviše jednu godinu. Naime, na Slici 60c može se uočiti kako je jedno grlo asimptotsku vrijednost (237,92 CIC točke) postiglo već s navršenih 6 godina života, a jedno s navršenih 8 godina doseglo 251,47 CIC točke, a 3 godine nakon toga 1,79 CIC točaka više (253,26 CIC točke). Ovo povećanje trofejne vrijednosti od svega 1,79 CIC točku opravdava odgađanje odstrjela jedino u svrhu korištenja jelena za sparivanje.

Temeljem takvog pristupa, analize razvoja pokazatelja rogovlja, Lockow i Dittrich (1986.) su utvrdili da jeleni s asimptotskim trofejnim vrijednostima u razredu srebrne medalje kulminaciju trofejne vrijednosti dosegnu sa 12 godina života, a oni s asimptotskim trofejnim vrijednostima u razredu brončane medalje kulminaciju trofejne vrijednosti dosegnu i puno prije – s 10 godina. Temeljem toga autori (kasnije i sam Lockow, 1991.) predlaže model procjene boniteta staništa s obzirom na kulminaciju trofejne vrijednosti pojedine populacije (Slika 62.). Međutim, na temelju sakupljanja i sparivanja odbačenih grana konačna trofejna vrijednost može se samo projicirati. Naime, za točan izračun trofejne vrijednosti nedostaju podaci o masi lubanje i rasponu. Doduše, za raspon se prema CIC-ovoj metodi ocjenjivanja trofeja mogu dodati do 3 točke (Hromas i sur., 2008.), što ne predstavlja veću grešku u procjeni, dok je greška procjene mase nešto viša. Lockow (1991.) je za izračun mase trofeja, na masu grana dodavao 0,6 kg (masa odrezane lubanje), ako se radi o jelenima u dobi do 5 godina, odnosno 0,8 kg za grla starija od 5 godina. To je dosta niža fiktivna (pretpostavljena masa) lubanje nego što je korištena u ovom doktorskom radu (2 kg). Međutim, dio znanstvenika je svoje modele bazirao na granama rogovlja koje su rezali (pilom) oko 2 cm iznad rožišta (npr. Hyvärinen i Kay, 1977.; Landete-Castillejos i sur., 2007a, 2007b, 2007c, 2010., 2012). Stoga su metode istraživanja razvoja trofejnih vrijednosti relativno teško usporedivi jer nedostaje standardizacija postupka te, u konačnici, zaključci predstavljaju određene aproksimacije.



Slika 61. Počelo bonitiranja staništa za jelena običnog na temelju prosječnih trofejnih vrijednosti rogovlja na populacijskoj razini i dobi kulminacije trofejnih vrijednosti. Izvor: Lockow, 1991., 27 p.



Slika 62. Visine odstrjela i udjela kapitalnih grla u odstrjelu jelenske divljači za područje bivšeg DDR-a. Izvor: Schreiber i Lockow, 1988., 97 p.

U srednjoj Europi učinak kohorte (npr. gustoće populacije) na divlje preživaae nije bio poznat dokraja 90-ih godina 20. stoljeća. Sredinom 70-ih godina u bivšem DDR-u naglo je porastao broj divljih dvopakara (Schreiber i Lockow, 1988.), a rapidno je pao kvocijent kapitalnih trofeja (broj kapitalnih grla na 100 grla odstrijeljene divljači svih dobnih i spolnih skupina iste vrste). Pri tome ja najmanje pala kvaliteta trofeja jelena običnog (Slika 62.), što znači da je jelenska divljač, u odnosu na ostale divlje parnoprstaše, uzgojno jača vrsta. Pretpostavlja se da je nagli skok gustoće populacije divljih parnoprstaša nastupio zbog povećanog učešća poljoprivrednih kultura, no činjenica jest da, što se u nekom lovištu uzgaja više vrsta divljih parnoprstaša, to je manji udio kapitalnih grla u odstrjelu. Ovo zahtjeva umetanje nove dimenzije u procjenu bonitetnih razreda – gustoća populacije.

Rajský i sur. (2003.) su rast rogovlja izjednačavali Warenovom funkcijom rasta ( $y=ax^b e^{cx}$ , gdje „x“ predstavlja dob grla u godinama). Analizirajući 132 trofeja jelena običnog iz razdoblja 1970.-2002. dobili su da trofejne vrijednosti jelena iz podunavskog dijela Slovačke kulminiraju u dobi grla od 12 godina, dok se rast duljine grana, nadočnjaka i srednjaka te opseg vijenaca proteže i do dobi od 13 godina. Podaci njihova uzgojnog područja se podudaraju s podacima iz susjednog područja u Mađarskoj (Feiszt, 2003. iz Rajský i sur., 2003.) što će reći kako bi se oba uzgojna područja mogla objediniti u jedno da nema državnih granica. Uzgojna područja za jelena običnog u Slovačkoj su podijeljena prema kvalitativnim razredima trofejnih elemenata. Svaki kvalitativni razred je imao propisane dimenzije elemenata trofeja (rogovlja) te se prema tim elementima određivao bonitetni razred uzgojnog područja. To je počelo slično onom kojeg je dao Lockow (1991.), ali ovo vrlo vjerojatno vrijedi ako nema značajnih razlika u gustoći populacije.

Postizanje asimptotske vrijednosti trofejne snage s navršenih 9 godina (u 10. godini), dobiven u ovoj disertaciji, posljedica je svojevrsnog sinkroniziranja asimptotskih vrijednosti većine „ključnih“ trofejnih pokazatelja – duljine grane, duljine nadočnjaka, duljine srednjaka i mase grana, čija vrijednost kod jelena iz kontroliranog uzgoja također postiže asimptotsku vrijednost u 10. godini života. Naime, broj parožaka (uključujući i broj parožaka krune), gornji i donji opseg postižu asimptotske vrijednosti godinu dana prije, međutim, u odnosu na prethodne parametre, nakon postizanja asimptotskih vrijednosti njihov pad dimenzija je daleko blaži pa je gubitak vrijednosti godinu dana nakon maksimuma relativno malen i uspješno se kompenzira maksimalnim vrijednostima „kasnih“ pokazatelja (opsezi grana).

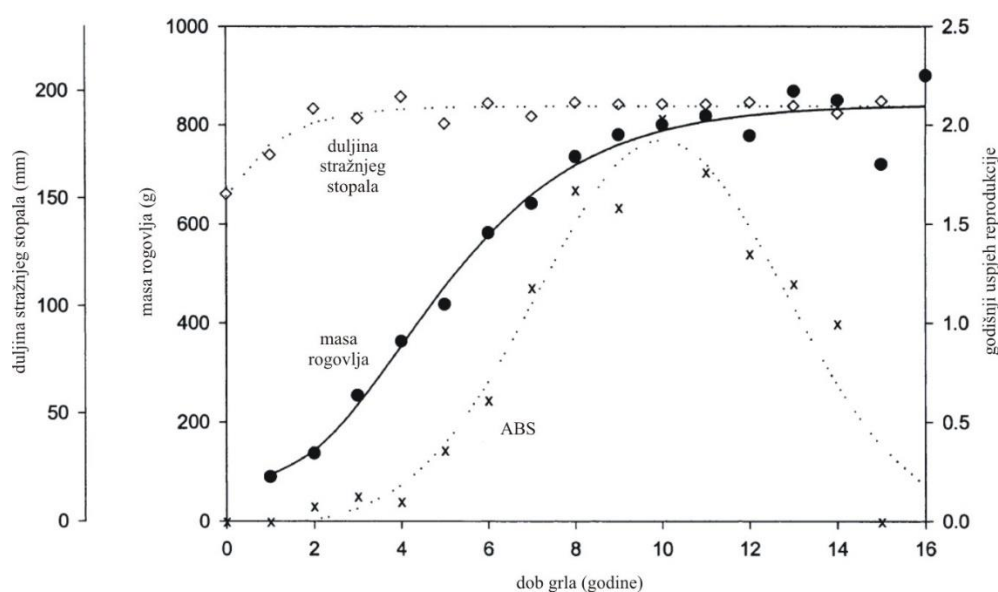
Budući da je vrlo jaka povezanost između dobi grla te duljine srednjaka i ukupne duljine parožaka krune, može se govoriti kako je gornji dio grane (uključuje duljinu srednjaka te broj i ukupnu duljinu parožaka krune) pod jačim utjecajem dobi, odnosno manjim genetskim utjecajem. Stoga je Degmečić (2009.) upravo srednjak postavio kao ključan kriterij selekcije mužjaka jelenske divljači u svim dobnim kategorijama mužjaka. Pojednostavljeno gledano, perspektivna mlada grla su ona čiji srednjaci su duži od 20 cm, perspektivni srednjodobni jeleni oni čiji srednjaci su duži od 32 cm, a perspektivni zreli jeleni, od kojih se još očekuje određeno povećanje trofejne vrijednosti oni čiji srednjaci su duži od 40 cm.

Bačurin (2017.) je za jelene s područja Moslavačke gore (Garjevica) ovisnost dimenzija pokazatelja o dobi također izjednačavao kvadratnom funkcijom te nije dobio statistički značajnu povezanost između dobi te duljine nadočnjaka i ledenjaka ( $R^2=0,126$ ;  $p=0,077$ ; respektivno ( $R^2=0,06$ ;  $p=0,718$ ), odnosno povezanost duljine srednjaka s dobi je bila relativno velika – gotovo 70 % ( $R^2=0,689$ ;  $p<0,00001$ ). No, kulminacija postizanja duljine srednjaka tamo nastupa relativno kasno, u dobi između 11 i 12 godina.

Kvadratnu funkciju za izradu regresijskog modela jelenske divljači na području Baranje koristio je i Degmečić (2009.) i dobio slične maksimume pokazatelja kao i Bačurin (2017.) za područje Moslavačke gore. No, činjenica kako su u uvjetima kontroliranog uzgoja u Šeprešhatu (ovaj doktorski rad), zbog izrazito intenzivnog rasta, kulminacije pokazatelja nastupaju čak i godinu dana ranije nego što je slučaj s jelenima iz slobodne prirode.

Iako se masa rogovlja čini kao važan čimbenik trofejne vrijednosti, ona je prije svega vrlo vrijedan populacijski (kondicijski indeks). Naime, postoji negativna interakcija između

mase rogovlja i dobi grla s obzirom na vrijednost godišnjeg uspjeha reprodukcije (ABS<sup>6</sup>). Budući da je masa rogovlja (masa jedne grane) funkcija dobi grla (Slika 63.), to znači da je učinak mase rogovlja izraženiji kod mlađih grla nego kod starijih. To je i logično, jer mlado, iznadprosječno razvijeno grlo (ne samo glede veličine tijela, nego i glede veličine rogovlja) ima veću vjerojatnost ranije ući u parenje nego njegov slabiji vršnjak. Doduše, u populacijskoj ekologiji kao pouzdani populacijski indeksi su se pokazali duljina donje čeljusti i duljina stražnjeg papka (ovu potonju je na terenu lakše izmjeriti jer ne zahtjeva obradu). No, duljina stražnjeg papka ne pokazuje povezanost s ABS-om te sa životnim uspjehom reprodukcije – LBS<sup>7</sup> (Kruuk i sur., 2002.). Ako se usporede kulminacije vrijednosti duljinskih pokazatelja s parametrima masivnosti rogovlja, uočava se kašnjenje kulminacije vrijednosti ovih potonjih pokazatelja od jedne godine. Sukladno Slici 63. i činjenici kako je teško individualno procijeniti vrijeme postizanja asimptotske vrijednosti, krajnje je opravdano „poštedjeti“ jelena koji je postigao asimptotsku trofejnu vrijednost još jednu ili dvije godine, jer je i nakon postizanja maksimalne trofejne vrijednosti vjerojatnost „osvajanja“ harema još uvijek vrlo velika. U konačnici, tijekom tog vremena može dati i najbrojnije potomstvo.



Slika 63. Ovisnost mase rogovlja, duljine stražnjeg stopala i godišnjeg uspjeha reprodukcije o dobi jelena.  
Izvor: Kruuk i sur, 2002, 1687 p.

Činjenica je kako se u dosta modela rasta koristi Gompertzova funkcija, no ona je do sada prošla dosta preinaka (Tjørve i Tjørve, 2017.). Međutim, u ovoj disertaciji se ona nije

<sup>6</sup> Godišnji uspjeh reprodukcije (ABS=Annual Breeding Success) predstavlja ukupni broj mladunčadi koji je neka jedinka (bilo mužjak ili ženka) proizvela tijekom jedne godine.

<sup>7</sup> životni uspjeh reprodukcije (LBS=Lifetime Breeding Success) predstavlja ukupni broj mladunčadi koji je neka jedinka (bilo mužjak ili ženka) proizvela tijekom cijelog svog života.

pokazala dovoljno dobrom za izradu regresijskih modela. Od nje se čak i kvadratna funkcija pokazala točnijom. Vjerojatno je jedan od problema vezan s točnošću procjene maksimalnog prirasta. Naime, i Weibullova funkcija koristi asimptotske vrijednosti i dob u kojoj se ta vrijednost postiže te ju je moguće koristiti i u slučajevima kada je uzorak relativno manjkav. U ovoj disertaciji je to bio slučaj kada su kod nekih jelena manjkali parovi grana iz pojedinih godina. Svejedno, Weibullova se funkcija pokazala kao relativno pouzdana i u budućnosti bi bilo dobro testirati njenu vrijednost kod drugih divljih paroprstaša.

## 5.2. Gustoća rogovlja kao potencijalni indeks kvalitete tehnologije uzgoja – usporedba s asimetrijom

Rogovlje predstavlja izrazito skupu izraslinu, do te mjere da može iscrpiti životinju (Landete-Castillejos i sur., 2007a, 2007b, 2007c, 2012), a životinja ga pokušava izgraditi što je moguće impozantnije. Stoga si samo mužjaci u dobroj kondiciji mogu „priuštiti ekstravagantno šepurenje“, odnosno promidžbu. Androgeni (testosteron i ostali spolni hormoni), pod čijim utjecajem je i rast rogovlja, imaju imunosupresivan učinak (Grossman, 1984.; Alexander i Stimson, 1988.; Folstad i sur., 1989.). Stoga veličina rogovlja služi kao reklama do kojeg protega (granice) jelen može podnijeti nutricionističku i androgenu supresiju imunološkog sustava, odnosno demonstrira genetsku kvalitetu signaliziranjem dobre fizičke spremne tijekom razdoblja visoke nutricionističke potražnje, smanjene imunokompeticije te povišene osjetljivosti na nametnike (Maynard Smih, 1985.; Folstad i Karter, 1992.). Budući da ženke biraju mužjake na temelju spolnih ukrasa (Zahlavi i Zahlavi, 1997.) ili otpornosti mužjaka na nametnike (Hamilton i Zuk, 1982.), odnosno dobrog izgleda, to ukazuje da mužjaci, svojim „dobrim“ izgledom zapravo reklamiraju svoje „dobre gene“. Budući da je za izgradnju rogovlja potreban znatan metabolički napor, jako rogovlje ukazuje (odnosno daje poruku) da jedinka ima dobru sposobnost obave i prerade krmiva. Primjerice, postoji negativna povezanost između trofejne vrijednosti rogovlja bjelorepog jelena i razine napada jedinke američkim metiljem (*Fascioloides magna*) (Mulvey i Aho, 1993.).

Prema Currey (1999.) rogovlje sadrži 30 do 35 wt %<sup>8</sup> organske tvari, što je znatno više nego u kostima (20 do 30 wt %) i 55 do 60 wt % minerala što je znatno manje nego u kostima (60 do 70 wt %). Pokusi su pokazali da je rogovlje, nakon kostiju bovida i čovjeka pokazivalo više mikro nakupina, odnosno otpornije je na udarce. Naime, što je broj mikropukotina veći to je veća otpornost na fature (Vashishti i sur., 1997.; 2000.; 2003.). Deformacije fibrila su u prosjeku u pola manje od deformacija ukupnog tkiva rogovlja (Krauss i sur., 2009.). Takav specifičan obrazac deformacije nema čak ni pleksiformna kost bovida. Kako bi se omogućio vrlo brz rast poželjno je kao srednji stadij tvorbe kosti imati uzdužnu mrežu pora, što rogovlje i ima (Krauss i sur., 2011.). Dakle, osim što služi kao indikator spremne grla (promidžba), jeleni ga rabe i za (pretežito) unutarvrnsne borbe. Stoga njegova unutrašnja građa i kemijski sastav teže udovoljavati zahtjevnim mehaničkim naprezanjima. Kod nekih grla je ono građeno bolje, a kod nekih ne, tako da možemo govoriti o „kvalitetnijem“ ili „slabije kvalitetnom“ rogovlju, bez obzira na njegovu trofejnu vrijednost.

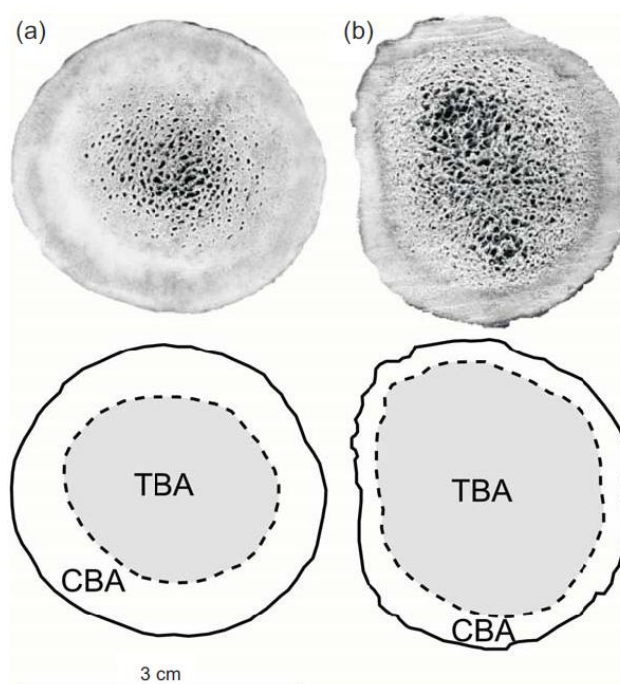
<sup>8</sup> wt % - maseni postotci

Dosta su oprečna stajališta znanstvenika o kvaliteti rogovlja iz umjetnog uzgoja. Romić (1979) je analizirao rogovlje 41 grla iz prirodnog i 41 grla iz umjetnog uzgoja te je pronašao da je rogovlje slobodnoživućih jelena veće mase, dulje i deblje, nego li od onih grla iz umjetnog uzgoja. Nedostatak je što nije naveo podrijetlo divljači, tako da nije poznat lokalitet prikupljanja podataka. Osim toga, rogovlje jelena iz prirodnog uzgoja imalo je manji sadržaj vlage, a veći udio pepela. Grane jelena iz kontroliranog uzgoja imale su veći sadržaj kalcija, silicija i klora. Nadalje, rogovlje jelena iz slobodne prirode imalo je veći sadržaj dušika, natrija, kalija, željeza, cinka, mangana, kobalta, bakra, sirovih bjelančevina. Od esencijalnih aminokiselina, kod jelena iz prirodnog uzgoja je bilo više fenilalanina, leucina, izoleucina, lizina, histidina, treonina i triptofana. Arginina i norvalina je bilo približno jednako, a metionina i valina je bilo više kod jelena iz zarobljeništa. Od neesencijalnih aminokiselina jelena iz slobode imali su više alanina, cistina i glutaminske kiseline. Aminomaslačne kiseline, glicina, prolina, oksiprolina i tirozina je bilo jednako u obje skupine. Asparaginske kiseline je bilo više kod jelena iz zarobljeništa. Sumarno gledano, jelena iz prirodnog uzgoja u svim su dobnim kategorijama imali relativno više esencijalnih aminokiselina, a jednako stara divljač iz umjetnog uzgoja, neesencijalnih. Nadalje, dobivena je vrlo jaka korelacija između količine dušika u rogu te mase i duljine grana, a negativna korelacija je ustanovljena između količine fosfora i mase grana.

S druge strane, novija istraživanja su pokazala kako razina gospodarenja jelenom (uglavnom povezana s ishranom) utječe na sljedeće značajke rogovlja:

- gustoću, debljinu vanjskog (lameliranog) sloja i udio pepela (Estevez i sur., 2008.)
- mineralni profil, koji odražava fiziološki napor rasta rogovlja (Landete-Castillejos i sur., 2007b)
- mehaničku kvalitetu koštanog materijala ili intrinzična mehanička svojstva (Landete-Castillejos i sur., 2007c).

Dopunska hranidba mineralima (ali ne i kalcijem i fosforom), tijekom razdoblja odbacivanja rogovlja je povezana s kemijskim sastavom rogovlja. Naime, kalcij i fosfor dolaze u rogovlje nakon razgradnje kostiju (Muir i sur., 1987.). Prema istraživanjima Estevez i sur. (2009.), ako je ključan mineral u godinama s oštrom klimom oskudan, tada jelena investiraju u izgradnju manjeg rogovlja s debljim rubnim (lameliranim) dijelom. Debljina tog sloja te njegov udio u poprečnom presjeku grane je veća kod jelena iz kontroliranog uzgoja (Slika 64.).



Slika 64. Poprečni presjek grane pri vijencu. A-jeleni iz kontroliranog uzgoja. B-jeleni iz slobodne prirode. CBA=područja kompaktne (lamelirane) kosti, TBA=područje spužvaste (trabekularne) kosti. Izvor: Estevez i sur., 2009., 238 p.

Tablica 25. Usporedba sastavnica i sadržaja minerala u rogovlju slobodnoživućih iberskih jelena i onih iz kontroliranog uzgoja

Sastavnice	Potrebe za mineralima	Slobodnoživući jeleni	Jeleni iz kontroliranog uzgoja	P
Udio bjelančevina (% ST)	16	10 ± 3	16 ± 0,6	0,005
Kalcij (g/kg)	5,0-7,7	7 ± 2	8,4 ± 0,5	-
Kalij (g/kg)	6,5	7 ± 2	11,0 ± 0,3	0,001
Magnezij (g/kg)	2,0	1,0 ± 0,2	3,6 ± 0,1	0,001
Natrij (g/kg)	0,4	0,11 ± 0,02	0,62 ± 0,05	0,001
Željezo (mg/kg)	50	221 ± 42	249 ± 10	-
Cink (mg/kg)	35	21 ± 3	39 ± 1	0,001

Izvor: Estevez i sur., 2009.; 239 p

Suprotno mišljenjima kako se kvaliteta rogovlja (i dimenzije) mogu povisiti isključivo krepkim krmivima, Estevez i sur. (2009.) su povećanje kvalitete postigli kvalitetnim voluminoznim krmivima - navodnjavanje djetelinsko-travnih smjesa (u aridnim uvjetima)



sljedećeg sastava: 50 % trstikasta vlasulja, 30 % klupčasta oštrica, 15 % lucerna i 5 % bijela djetelina. Prema Estevez i sur. (2009.), kemijski sastav krmiva kod jelena iz kontroliranog uzgoja je imao 6 puta više natrija, 4 puta više magnezija te 2 puta više kalija nego u krmivima jelena iz slobodne prirode (Tablica 25.). Rezultat je bio i viši sastav tih elemenata u rogovlju, ali i viši udio bjelančevina (Tablica 26.).

Tablica 26. Usporedba sastavnica i sadržaja minerala u rogovlju slobodnoživućih iberskih jelena i onih iz kontroliranog uzgoja

Sastavnice	Slobodnoživući jeleni	Jeleni iz kontroliranog uzgoja	p
Ploština lamelirane kosti (mm <sup>2</sup> )-CBA	380 ± 36	522 ± 29	0,007
Ploština spužvaste kosti (mm <sup>2</sup> )-TBA	481 ± 20	480 ± 14	-
odnos CBA:TBA	0,45 ± 0,01	0,5 ± 0,01	0,001
Udio bjelančevina (%)	36,6 ± 0,2	35,3 ± 0,3	0,007
Pepeo (%)	61,2 ± 0,4	62,3 ± 0,5	-
Kalcij (g/kg)	345 ± 2	350 ± 0,3	-
Natrij (g/kg)	9,2 ± 0,2	11,5 ± 0,2	0,001
Magnezij (g/kg)	8,1 ± 0,3	9,9 ± 0,2	0,001
Kalij (mg/kg)	661 ± 30	864 ± 46	0,001
Željezo (mg/kg)	68 ± 7	50 ± 5	-
Cink (mg/kg)	98 ± 4	95 ± 4	-

Izvor: Estevez i sur., 2009.; 239 p

U skladu s recentnim istraživanjima, rogovlje jelena iz kontroliranog uzgoja ima veću debljinu kore i manju poroznost. Poroznost rogovlja je rezultat nepotpunog formiranja tijekom faze primarne osteogeneze osteona, odnosno njihove djelomične ispunjenosti (Landete-Castillejos i sur., 2012.). Općenito je udio kalija u rogovlju godišnjaka iberskog jelena običnog u negativnoj povezanosti s porastom mase jelena, proizvodnjom mlijeka i sadržajem bjelančevina u mlijeku njihovih majki (Gómez i sur., 2008.).

Kalij se deponira isključivo u spužvastoj (medijalnoj) kosti grane, a primarni, u potpunosti mineralizirani osteoni ne sadrže cink. No, za razliku od kalija on se može naći i u kortikularnom, prijelaznom i spužvastom sloju rogovlja pa je bolji indikator poroznosti. Stoga visok sadržaj kalija i cinka ukazuje na visoku razinu poroznosti, ali u različitim dijelovima – visok sadržaj cinka ukazuje na poroznost lameliranog (kortikularnog) sloja, a visok sadržaj

kalija na visok udio spužvaste kosti (Landete-Castillejos i sur., 2012.). Naime, sadržaj kalija raste u distalnom smjeru jer je i udio spužvaste kosti u tim dijelovima viši. Budući da oba minerala zajedno objašnjavaju čak 40 % varijabilnosti mehaničkih značajki rogovlja oni su bolji pretkazivači kvalitete rogovlja nego poroznost (no, operativno gledano te su analize skuplje). Što je poroznost korteksa (kore) viša, rogovlje ima manju elastičnost, odnosno i manju čvrstoću (općenito, lošijih mehaničkih svojstava). Međutim, čini se da poroznost kore raste sa sadržajem kalija, cinka, željeza i silicija, odnosno pada s rastom sadržaja pepela (uglavnom mangana i natrija). Zaključno, grane i parošci su čvršće u proksimalnim dijelovima nego u distalnim. Zato se i lomovi vršnih dijelova rogovlja učestaliji nego u proksimalnim dijelovima.

U industrijaliziranim područjima i područjima s intenzivnom poljoprivredom rogovlje mladih jelena (dob od 2 do 4 godine) sadrži signifikantno manje kalcija nego rogovlje srednjedobnih jelena – dob od 6 do 8 godina (127,83 mg/g respektivno 150,00 mg/g) te signifikantno više magnezija od svojih istovrsnika iz područja s manjom polucijom (5,53 mg/g, respektivno 4,42 mg/g). Sadržaj fosfora u rogovlju jelena iz zagađenih područja je signifikantno niži (76,57 mg/g mladi jelena; 73,65 mg/g srednjedobni jelena) nego kod jelena iz područja s malom polucijom (94,34 mg/g mladi jelena; 89,76 mg/g srednjedobni jelena), bez obzira na dobnu kategoriju. Kalcij i magnezij se u rogovlju relativno slično ponašaju, iako igraju različite uloge. Još uvijek nije dovoljno poznato koje uloge u izgradnji rogovlja ima magnezij. Udio magnezija u rogovlju je daleko niži od udjela kalcija i fosfora. On nije povezan s dobi grla, a kreće se u rasponu od 4,5 do 6,5 mg/g.

Suprotno rezultatima ovog istraživanja, prema Hyvärinen i Kay (1977.), gustoća rogovlja ovisi o dobi grla. Kod jelena dobi od 3 i 4 godine rogovlje je veće mase i gustoće u odnosu na tjelesnu masu ili tjelesni prirast od rogovlja jelena dobi od 2 godine. Pri tome je od ključnog značaja tip krmiva. Oni jelena kojima nije izlagana koncentrirana hrana (hranili su se gotovo isključivo napasivanjem) imali su nižu masu i gustoću rogovlja, ali i tjelesnu masu od onih jelena kojima je izlagana koncentrirana hrana. Što je rogovlje gušće, to je udio pepela, fosfora i magnezija viši, a udio cinka niži. Udio kalcija, bakra i mangana nema statistički značajan utjecaj na gustoću rogovlja. Čini se da visok udio silicija u rogovlju nije poželjan, ali još uvijek nije jasno raste li čvrstoća rogovlja s udjelom mangana (Landete-Castillejos i sur., 2010.).

Gustoća rogovlja je najviše istraživana na srnećoj divljači jer ju je, zbog malog trofeja, relativno lako izmjeriti. Kod krupnijih trofeja (jelen obični, jelen lopatar – *Dama dama* itd.) izmjera volumena, koji je ključan za izračun gustoće, iziskuje velike posude s vodom tako da

je s vremenom volumen pri ocjenjivanju trofeja zamijenjen izmjerom jednog ili više opsega. Prema analizama podataka jelena iz Šeprešhata, taj volumen je najviše povezan sa zbrojem opsega vijenaca i gornjih opsega. Međutim, iako nije nađena statistički značajna razlika u gustoći grana između jelena iz Šeprešhata i onih iz prirodnog uzgoja, u usporedbi s podacima koje je dao Stubbe (1977.), jeleni iz Baranje pokazuju daleko veću varijabilnost gustoće (Tablica 27.).

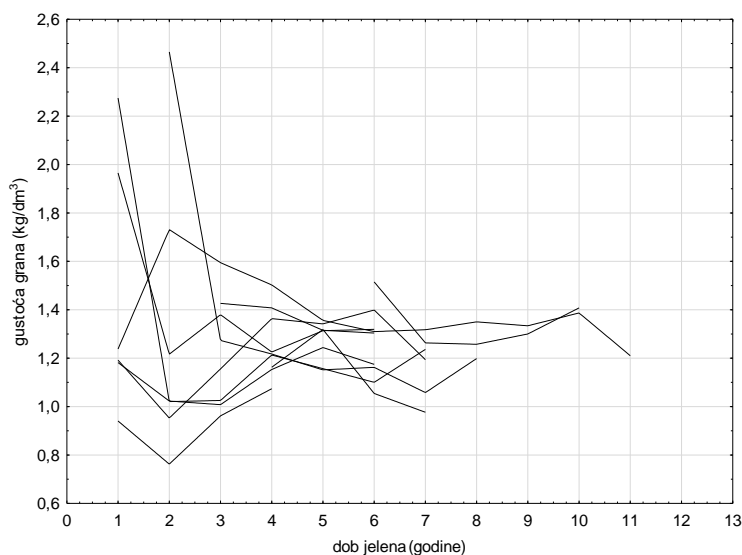
Tablica 27. Usporedba gustoća rogovlja jelena lopatara, jelena običnog i srnjaka prema Stubbe (1977.) i jelena običnog iz ove disertacije

VRSTA DIVLJAČI	IZVOR PODATAKA	VELIČINA UZORKA	PROSJEČNA SPECIFIČNA TEŽINA GRANA (g/cm <sup>3</sup> )	STANDARDNA DEVIJACIJA	MIN – MAX (g/cm <sup>3</sup> )
Srnjak	Stubbe (1977.)	75	1,62	0,16	1,25 – 1,86
Jelen lopatar	Stubbe (1977.)	29	1,20	0,07	1,09 – 1,42
Jelen obični	Stubbe (1977.)	175	1,28	0,10	1,04 – 1,53
	Podunavlje-Podravlje, prirodni uzgoj	17	1,40	0,42	0,91 – 2,23
	Šeprešhat, kontrolirani uzgoj	55	1,28	0,29	0,76 – 2,47

Gledano na razini srednjoeuropskih cervida, najgušće rogovlje imaju srnjaci, a najmanje jelen lopatar, no čini se da nema razlike u gustoći grana između jelena iz Njemačke i onih iz Šeprešhata. Obje skupine imaju prosječnu gustoću rogovlja 1,28 g/cm<sup>3</sup>.

Budući da je većina biljaka deficitarna u većini minerala, isti imaju esencijalnu ulogu u ishrani parnoprstaša. Međutim, domestikacija je dovela do toga da životinje krmu biraju na temelju njena izgleda, a ne na temelju fizioloških potreba (Maller, 1967.; Cronin i sur., 2009.). Kod slobodnoživućih životinja sadržaj minerala u krmi može biti pod jakim utjecajem klime (Roche i sur., 2009.). U sredozemnom području jeleni mogu podnijeti vruća i suha ljeta, koja uglavnom utječu na laktaciju i rast rogovlja. Košute i telad ne pokazuju velike razlike u masama tijela između skupina hranjenim sa ili bez dodatnih minerala. Dugoročno, godišnjaci hranjenim mineralnim dodacima tijekom faze laktacije njihovih majki (kada su još bili telad), imaju signifikantno višu masu od kontroliranih jelena (97,8±1,8 kg respektivno 92,5±1,6 kg; p=0,033) te nešto veće opsege grana (15,8±0,5 cm respektivno 14,8±0,3 cm; p=0,068). Ako im se mineralni dodaci dodaju samo nakon laktacije (ne i tijekom), tada mužjaci imaju manju masu

čak i od onih mužjaka kojima mineralni dodaci nisu izlagani ni prije ni poslije laktacije (Ceacero i sur., 2010.). Bez obzira izlažu li se tijekom laktacije košutama i teladi mineralni dodaci ili ne, kvaliteta mlijeka, točnije udio mliječnih bjelančevina u mlijeku, pozitivno utječe na kasniju masu ili duljinu rogovlja jelena (Gomez i sur., 2006.).



Slika 65. Individualna varijabilnost u gustoći grana kod jelena iz Šeprešhata

grla nisu pokazivala ovakvu pojavu (Slika 65.), štoviše, relativno niska početna gustoća rogovlja je kasnije kompenzirana i dosegla je vrijednost iznad prosjeka populacije. Uzrok tome mogao bi biti upravo izostanak izlaganja mineralnih krmiva tijekom laktacije, no čini se da se taj nedostatak kasnije može ispraviti.

Dosta je znanstvenih radova koji idu u prilog FA ili RFA kao jednom od populacijskih indeksa, no budući da je smjerna asimetrija izraženija od fluktuirajuće i može se smatrati normalnom, to je korištenje FA kao indeksa kvalitete populacije vrlo upitno. Primjerice, pri unutarvršnim borbama jeleni se služe rogovljem na način da svoju desnu granu naslanjaju na protivnikovu lijevu (Lincoln, 1992.). Pri tome parošci sprječavaju ozljede glave i očiju koje bi nastale klizanjem protivničke grane po grani suparnika, što je najučinkovitije kod simetričnog rogovlja. Stoga asimetričan način borbe ima za posljedicu i asimetričan razvoj lijevih i desnih vratnih mišića.

Fluktuirajuća asimetrija kod iberskog jelena raste do 8. (9.) godine, a nakon toga pada, a, kao i kod srednjoeuropskih populacija jelena običnog, uočena je nešto jača razvijenost desne grane (Martínez Salmerón, 2014.). Prema njenim analizama 59,45 % trofeja je imalo dulju desnu granu. Što se parožaka tiče, 56,22 % trofeja je imalo jednak broj parožaka na obje grane

(pravilni trofeji); na 24,42 % trofeja više parožaka je bilo na desnoj strani; a na 19,35 % trofeja je više parožaka bilo na lijevoj strani. Grana s većim brojem parožaka ne mora biti i duža. Ovakav hod FA nije pravilo. Naime, Putman i sur. (2000.) te Mateos i sur. (2008.) su dobili konkavnu ovisnost FA o dobi, što će reći da u starijoj dobi razvoj rogovlja postaje nestabilan. Ukoliko je krivulja konveksna, tada to ide u prilog tezi Solberg i Sæther (1993.) te Ditchkoff i de Freese (2010.), koja kaže da samo kvalitetna grla mogu dosegnuti stariju životnu dob (8 ili 9 godina).

Smjerna asimetrija odražava sistematske razlike između desne i lijeve strane tijela koje pokazuju sklonost bilateralnog značaja prema jačem razvoju jedne strane u odnosu na drugu, ali u predvidivom obrascu i s prostornim ponavljanjem (Palmer 1994.). Ona predstavlja jasne unutarnje i vanjske asimetrije nekih struktura (Palmer, 2004.). Značajke tih asimetrija su da su nepromjenjive uzduž uzoraka i uzrokuju daljnji razvoj jedne strane u odnosu na drugu. Međutim, neki autori ukazuju kako smjerna asimetrija ne može odražavati razvojnu stabilnost i individualnu kvalitetu s obzirom na genetsku podlogu (Graham i sur., 1993.).

Smjernu asimetriju u korist desnog rogovlja je pronađena i kod jelena lopatara (Alvarez, 1995.). Stoga se čini da jeleni u unutarvršnim sukobima jače koriste desnu granu. Međutim, do danas nije u potpunosti poznat odnos između jačeg ili slabijeg korištenja lijevih i desnih ekstremiteta kod jelena, iako je poznato da ozljeda desnih ekstremiteta dovodi do malformacije lijeve grane rogovlja (Marburger i sur., 1972.). Moguće objašnjenje je faza rapidnog rasta rogovlja do dobi jelena od 8 ili 9 godina, u kojoj je osobito osjetljivo na stres (Lincoln, 1994.; Pélabon i Van Breukelen, 1998.). Nakon postizanja spolne zrelosti mužjaka FA pada zbog toga što je jelen u toj dobi sposoban kanalizirati korištenje resursa za druge aktivnosti kao što je borba ili razvoj asimetričnijeg rogovlja (Solberg i Sæther, 1993.).

Prema Bartoš i Bahbouh (2006.), statistički značajna, no slaba do osrednja korelacija je nađena između apsolutne fluktuirajuće asimetrije sljedećih pokazatelja rogovlja:

- Mase rogovlja i duljine grana .....  $r_s=0,28$ ;  $p<0,01$
- Duljine grana i opsega pečata .....  $r_s=0,26$ ;  $p<0,06$
- Opsega pečata i opsega vijenca .....  $r_s=0,32$ ;  $p<0,05$
- Opsega vijenca i donjeg opsega .....  $r_s=0,29$ ;  $p<0,05$
- Gornjeg i donjeg opsega .....  $r_s=0,28$ ;  $p<0,05$
- Opsega pečata i broja parožaka .....  $r_s=0,27$ ;  $p<0,06$
- Opsega vijenca i broja parožaka krune .....  $r_s=0,34$ ;  $p<0,02$
- Broja parožaka i broja parožaka krune .....  $r_s=0,50$ ;  $p<0,01$

Kod jelena iz Šeprešhata povezanost AFA-e s dobi je ustanovljena u 6 od 27 pokazatelja, odnosno u 3 od 11 pokazatelja koji čine sastavni dio trofejne vrijednosti – broj parožaka krune, masa grana i gornji opseg. No, zanimljivo je da je ona izraženija kod jelena iz kontroliranog uzgoja nego kod jelena iz slobodne prirode. Jedina izraženija AFA kod jelena iz slobodne prirode bila je duljina grane.

Iako fluktuirajuća asimetrija, kao indeks kvalitete populacije, nije u potpunosti pouzdan (Ditchkoff i sur., 2001a; Kruuk i sur., 2003.), do sada je utvrđena povezanost između tog populacijskog parametra i uspjeha razmnožavanja kod losa (Bowyer i sur., 2001.), soba (Markusson i Folstad, 1997.), srnjaka (Pélabon i van Breukelen, 1998.), običnog jelena (Bartoš i Bahbouh, 2006.), jelena lopatara (Putman i sur., 2000.) i bjelorepog jelena (Ditchkoff i sur., 2001b). Pojedini elementi ne pokazuju apsolutnu ili relativnu fluktuirajuću asimetriju, ali pokazuju tzv. smjernu asimetriju. Bartoš i Bahbouh (2006.) su utjecaj smjerne asimetrije primijetili na duljini grane i opsegu pečata – naime, desne vrijednosti su bile signifikantno više od lijevih.

Statistička usporedba dimenzija pojedinih elemenata grane na području Moslavačke gore (Bačurin, 2017.) pokazala je najmanju RFA kod opsega vijenca i grana te duljini grana, kao i duljini nadočnjaka, duljini tetive nadočnjaka, odnosno kutu otklona nadočnjaka. Ovo se poklapa i s podacima iz ovog doktorskog rada, što će reći da RFA navedenih pokazatelja grane nisu dobri pokazatelji kvalitete populacije. Daleko su pouzdaniji duljine ledenjaka i srednjaka. Doduše, RFA mase grana također pokazuje signifikantno veliku RFA, no na živom jelenu ili na trofeju nju je nemoguće izmjeriti jer zahtjeva rezanje grana kako bi se izvagale. Ako se uzme u obzir da na promatranom uzorku nisu nađene statistički značajne razlike u smjernoj asimetriji, može se zaključiti kako su jeleni oba tipa uzgoja rasla u relativno povoljnim uvjetima, odnosno, razlike nađene kod AFA-e su vjerojatno posljedica genetskih predispozicija, a ne stanišnih uvjeta. Budući da nisu nađene signifikantne razlike u duljinama glavnih elemenata, ocjene trofeja lijeve i desne grane rogovlje jelena iz Šeprešhata (i iz slobodne prirode Baranje) ne bi smjele imati velikih odbitaka čak i ako se ocjenjuje u SCI sustavu ocjenjivanja trofeja.

### 5.3. Stabilnost i specifičnost morfologije rogovlja u kontekstu donošenja suda o odstrjelu

Dosadašnja istraživanja su dokazala kako između veličine tijela i rogovlja postoji određen alometrijski odnos, a kao evolucijska posljedica spolnog odabiranja i kompeticije među mužjacima (Plard i sur., 2011.; Lemaître i sur., 2014.), no između svih pokazatelja (Ceacero, 2016.). Dostupnost krmiva je prvi ograničavajući čimbenik izgradnje rogovlja. Prema Muir (1987.), u najlošijoj ponudi krmiva je moguće izvući 25 % minerala, a u najboljoj 80 %. Drugi ograničavajući čimbenik je skelet, jer masa skeleta objašnjava 74 % varijabilnosti investiranja u izgradnju rogovlja (Gómez i sur., 2012.). Kod krupnijih cervida sadržaj minerala u krmivima može biti i niži, ali im je viši utjecaj pričuve za izgradnju rogovlja (u kosturu). Mužjaci onih vrsta koji mogu alocirati (preusmjeriti) resurs prema tjelesnoj masi mogu ograničiti preusmjeravanje k masi ili duljini rogovlja, što može dovesti do nelinearnog (alometrijskog) odnosa između veličine rogovlja i tjelesne mase. Veličina (i duljina) rogovlja raste linearno s povećanjem mase tijela do granice tjelesne mase od 100 (110) kg). Nakon probijanja te granice rast više nije tako izražen, već se smanjuje. Drugim riječima, za istu veličinu tijela cervidi, vrsta prosječne mase preko 100 (110) kg, imaju manje rogovlje od sitnijih cervida. S evolucijskog gledišta ovo je pozitivan odnos i posljedica je evolucijskih procesa, jer bi prema linearnom trendu cervidi velike mase morali nositi proporcionalno veliko rogovlje, koje nisu u stanju izgraditi radi ograničenosti resursa (Lemaître i sur., 2014b).

Budući da jelen obični naseljava relativno veliko područje Euroazije, razumljivo je da se do sada razlikuju brojne podvrste, koje su različitih tjelesnih dimenzija, ali i različite morfologije rogovlja. Do sada je objavljeno dosta radova o morfologiji jelenskog rogovlja u različitim populacijama (Capelli i sur., 2017.; Mattioli i Ferretti, 2014.; Caboni i sur., 2006.; Azorit i sur., 2002.; Hartl i sur., 1991.; Bečejac i sur., 1984.; Drechsler, 1980.; Neumann, 1968.; Isaković, 1969.). Značajno, nedostaje jedan zajednički pregled po regijama, potkrijepljen spoznajama genske analize. No, to ne znači da će i ona pokazati jasnu sliku jer, primjerice, masa rogovlja može biti pod jakim utjecajem staništa (Kruuk i sur., 2002.), a isto vrijedi i za broj parožaka (Mysterud i sur., 2005.). Kod nas se u lovačkim krugovima još uvijek može čuti kako postoji forma rogovlja tzv. „Beljskog jelena“; (Brna, 1964.; Munkačević, 1964.; Isaković, 1969), no temeljem dosadašnjimh istraživanja čini se kako je europske podvrste jelena običnog, prema morfologiji rogovlja, gotovo nemoguće razlučiti.

Volokh (2015.) je analizirao 510 grana (od čega 234 s lubanjom) jelenskog rogovlja na području Ukrajine. Maksimalna trofejna vrijednost rogovlja nije prelazila 207,44 CIC točke, a s morfološkog gledišta, zabilježen je velik broj prijelaznih oblika. Primjerice, ustanovljeno je 7

oblika rogovlja (od okruglih do izraženo ovalnih), a slično kao i u nas, ledenjaci se u pravilu javljaju, no oni mogu biti različitih duljina i s nadočnjakom mogu tvoriti različite kutove, od šiljastog do paralelnog položaja.

Tablica 28. Razlike u broju parožaka među različitim populacijama jelena običnog na području Europe

LOKALITET	BROJ PAROŽAKA	IZVOR
Mesola (Italija)	6,2	Mattioli i Ferretti (2014.)
Glenfeshie (Ujedinjeno Kraljevstvo)	6,6	Mitchell i sur. (1986.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Sardinija (Italija)	7,8	Mattioli, Caboni, Murgia, neob. iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Ticino (Švicarska)	9,4	Salvioni (1999.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Donja Saska (Njemačka)	9,8	Drechsler (1980.)
Karpati (Poljska)	9,8	Wierbowska (1999.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Norveška	10,0	Mysterud i sur. (2005.)
	10,7	Røskaft (1978.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Slovenija	10,7	Hafner (2008.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Mazurija (Poljska)	11,0	Zalewski (usm. priop.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Sjeverni Apenini (Italija)	13,0	Mattioli (1996.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Latvija	13,0	Danilkin (1996.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Litva	13,8	
Baranja (Šeprešhat)	20 (24)	Ova disertacija

Dio uzroka ovakve varijabilnosti nedvojbeno treba tražiti u križanju različitih provenijencija jelena, no dijelom su tome podloga i okolišni uzroci. Jedan od ključnih primjera za to, osim broja parožaka, jest i antagonizam veličine rogovlja i tjelesne mase. Porast tjelesne mase prije rike se ne javlja istovremeno s rastom rogovlja, nego tek nakon što je rast rogovlja završen (Gaspar –Lopez i sur., 2010.). Stoga se može izvući zaključak – prvo rogovlje, a onda tjelesna masa. Nadalje, količina materijala koja će se ugraditi u rogovlje ovisi o tjelesnoj masi i kondiciji na početku rasta rogovlja, a ne o tjelesnoj masi koju će jelen doseći netom pred riku što je i logično jer je tada rogovlje već u potpunosti razvijeno, odnosno zrelo (Gómez i sur.,



2012.). Rogovlje s duljim granama nije poželjno s gledišta biomehaničkih značajki jer raste vjerojatnost njihova loma. Za bolje razumijevanje biomehaničke uloge trebalo bi istražiti odnose oblika rogovlja, prosječnog broja paroška i prosjek ukupne duljine rogovlja (grana i parožaka), no vjerojatno je to i razlog da ABS i LBS pokazuju visoku povezanost s parametrima masivnosti, odnosno masom rogovlja (Kruuk i sur., 2002.).

Tablica 29. Razlike u udjelima jedinki jelena običnog s krunom i ledenjacima među različitim populacijama jelena običnog na području Europe („-“ nema podataka)

LOKALITET	NAZOČNOST KRUNE (%)	NAZOČNOST LEDENJAKA (%)	IZVOR
Korzika (Francuska)	0	0	Vigne i Marinvald-Vigne (1988.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Mesola (Italija)	3,6	2,2	Mattioli i Ferretti (2014.)
Sardinija (Italija)	14,0	7,3	Mattioli, Caboni, Murgia, neob. iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Grison (Švicarska)	32,4	0	Buchli (1992.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Vogezi (Francuska)	55,0	0	Klein (19879.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Harz (Njemačka)	-	50,0	Drechsler (1980.)
Alpe (Slovenija)	67,0	53,0	Hafner (usm. priop.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Mazurija (Poljska)	70,8	-	Zalewski (usm. priop.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Karpati (Poljska, Slovačka i Rumunjska)	-	71,5	Isaković (1969.)
Lublin (Poljska)	72,0	-	Dziedzic i sur. (1999.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Allier (Francuska)	77,5	-	Danilkin (1996.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Sjeverni Apenini (Italija)	82,0	82,5	Hartl i sur. (1991.)
Baranja (Hrvatska)	-	94,5	Isaković (1969.)

Prerađeno iz: Mattioli i Ferretti (2014.)

Iako je danas uobičajeno istraživati razlike među populacijama i podvrstama primjenom genskih metoda, klasične morfometrijske metode još se uvijek primjenjuju (najčešće u kombinaciji s genskim). Međutim, one zahtijevaju izmjeru velikog broja uzoraka. Već je prije rečeno kako u Europi jelen obični obitava u brojnim relativno međusobno izoliranim populacijama, od čega su neke hibridne. Relativno čistu populaciju predstavljaju populacija mesolskog običnog jelena na području rezervata Mesola u sjeveroistočnoj Italiji te sardinijskog

običnog jelena (*C. e. corsicanus*) na Sardiniji. Obje populacije (podvrste) karakterizira malen rast. Kod mesolskog običnog jelena je i manje izražen spolni dimorfizam, na krznu ima žute mrlje (točkast uzorak), rogovlje je manje i jednostavnije te ima niže reprodukcijske vrijednosti (Mattioli i Ferretti, 2014.; Mattioli i sur., 2003.; Mattioli, 1993., 1990.). Međutim, i među krupnijim podvrstama postoje određene razlike u morfologiji, odnosno u broju parožaka (Tablica 28.), nazočnosti krune i srednjaka (Tablica 29.) te duljini grane (Tablica 30.).

Tablica 30. Razlike u duljini grana među različitim populacijama jelena običnog na području Europe

LOKALITET	DULJINA GRANE (cm)	IZVOR
Sardinija (Italija)	63,0	Caboni i sur. (2006.)
Mesola (Italija)	70,2	Mattioli i Ferretti (2014.)
Norveška	72,5	Røskaft (1978.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Sierra Morena (Španjolska)	75,5	Azorit i sur. (2002.)
Harz (Njemačka)	82,9	Drechsler (1980.)
Mazurija (Poljska)	84,6	Zalewski (usm. priop.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Hohenbucko (Njemačka)	85,5	Neumann (1968.)
Karpati (Poljska)	88,2	Wierbowska (1999.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Istočne Alpe (Slovenija)	89,5	Hafner (2011. i usm. priop.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Sjeverni Apenini (Italija)	92,0	Mattioli (1996.) iz Mattioli i Ferretti (2014.)
Baranja (Hrvatska) i Bačka (Vojvodina, Srbija)	96,8	Bečejac i sur. (1984.)

Prerađeno iz: Mattioli i Ferretti (2014.)

Ako se usporede podaci iz Tablice 28. i 30., može se uočiti svojevrsan pravac povećanja vrijednosti određenih pokazatelja rogovlja koji bi išao od južne do srednje Europe, a nakon toga se pravac mijenja prema jugoistočnoj (Baranja), gdje su te vrijednosti i najviše. Zapravo, radi se o svojevrsnom luku. U ovakvu shemu kretanja vrijednosti jedino se ne uklapaju one u populaciji jelena na području sjevernog dijela Apeninskog masiva. Čini se da tamo rogovlje može postići i više vrijednosti. Međutim, na međunarodnim lovačkim izložbama od Drugog svjetskog rata na ovamo nije izloženo rogovlje jelena iz Italije jačih trofejnih vrijednosti

(Krapinec i sur., 2009.), odnosno definitivno se po trofejnoj snazi ne može uspoređivati s onim iz panonskog dijela Europe (osobito iz Mađarske). Primjerice, u ovoj disertaciji je rogovlje jelena imalo i do 20 parožaka, svi su imali ledenjake i krune te se može reći kako je, u usporedbi s dimenzijama rogovlja ostalih populacija, relativno velikih dimenzija.

Međutim, ako se prouče znanstveni radovi u kojima je obrađena problematika morfologije jelenskog rogovlja nameće se zaključak kako je iberski jelen obični relativno najbolje istražena podvrsta u kontekstu istraživanja morfologije i građe rogovlja. Upravo zbog kakvih-takvih morfoloških razlika počela rasta i razvoja oblika rogovlja iberskog običnog jelena, mogu se na ostale podvrste jelenske divljači primijeniti samo okvirno.

Na iberskom jelenu se promjene u obliku rogovlja javljaju u koordiniranom smjeru između gornjeg i donjeg dijela grana, tako da se u sredini strukture oformi srednjak. Na primjer, ako se gornji dio rogovlja sužava, tada se donji dio normalno produljuje prema lubanji (bočno gledano vrhovi parožaka zatvaraju trokut) i suprotno. Dakle, duljina srednjaka je suprotna duljini krune. Osim toga, starija grla imaju zakrivljenije paroške, ali su i različito usmjereni – nadočnjak je uglavnom usmjeren frontalno (prema čelu), dok je srednjak usmjeren lateralno (prema van) (Martínez Salmerón, 2014.).

Analiza odbačenih grana iberskog običnog jelena je pokazala kako je kod starijih jelena učestalija nazočnost ledenjaka te je zbog toga rogovlje s ledenjakom uglavnom i veće mase (Fierro i sur., 2002.). Štoviše, odrasli iberski jelen čije rogovlje nema ledenjaka smatra se uzgojno nevrijednim. Morfologija rogovlja iberskog običnog jelena povezana je i s trofejnim vrijednostima. Zakrivljenije rogovlje, odnosno rogovlje s duljim i zakrivljenijim parošcima u iberskog jelena običnog imalo je više trofejne vrijednosti, ali s porastom trofejnih vrijednosti raste i varijabilnost oblika rogovlja (Martínez Salmerón, 2014.). Stoga, na temelju regresije varijabilnosti oblika rogovlja i trofejne vrijednosti nije moguće pobliže odrediti optimalnu trofejnu dob (gospodarsku starost), koja se, stoga, kod iberskog običnog jelena kreće od 4 do 9 godina. Iako Martínez Salmerón, (2014.) svoja istraživanja nije provodila na razini svake jedinice, analizirajući odbačene grane, nego na trofejima rogovlja, ona zaključuje kako se oblik rogovlja mijenja s dobi. Pri tome je glavna promjena oblika povezana s „rastućim odjeljivanjem“ grana, osobito u distalnom dijelu. Pod pojmom rastuće odjeljivanje misli se na povećanje raspona. Kod mlađih grla raspon je najmanji, kao i broj parožaka. Dakle, spomenuto rastuće odjeljivanje rezultira i povećanim brojem parožaka. Kod jelena na području Šeprešhata „starenje“, odnosno rast trofejnih vrijednosti je povezano s padom relativnih visina srednjaka i

krune – kod zrelih i trofejno jakih jelena srednjak je smješten u prvoj trećini grane, a krune otprilike na polovici grane.

Trofejna vrijednost iberskog običnog jelena računa se po sljedećoj formuli:

$$TV = \frac{\bar{l}_{grana}}{2} + \frac{\bar{l}_{nadočnjak} + \bar{l}_{srednjak}}{4} + R$$

Gdje su:

$\bar{l}_{grana}$  = srednja duljina grana,

$\bar{l}_{nadočnjak}$  = srednja duljina nadočnjaka,

$\bar{l}_{srednjak}$  = srednja duljina srednjaka,

$R$  = raspon rogovlja

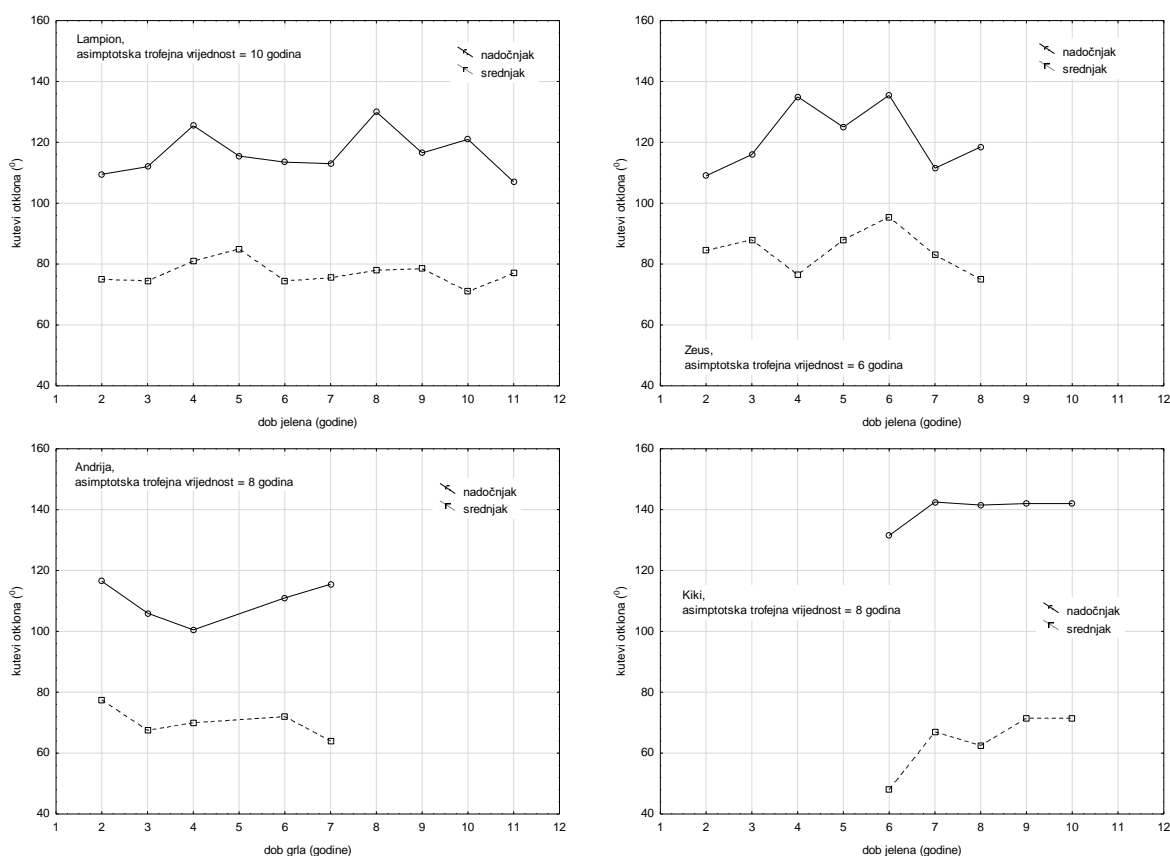
Ova je formula dosta jednostavna i, za razliku od formule CIC-a, u sebi ne sadrži dva ključna elementa – volumen rogovlja i masu rogovlja. To joj je i ključan nedostatak. Naime, ako se pogledaju radovi koji su se bavili istraživanjem mehaničkih svojstava rogovlja (Landete-Castillejos i sur., 2007a, 2007b, 2007c, 2010.) jedna od ključnih značajki kvalitete rogovlja upravo je odnos između volumena i mase, odnosno gustoća – što je veća, to su jedinki na raspolaganju bili bolji resursi. Stoga i ne čudi da su u Španjolskoj uzgojne linije povezane s brojem parožaka. Na području srednje, a pogotovo i istočne Europe, budući da se radi o masivnijem rogovlju, linije se više baziraju na duljinama i simetričnosti parožaka i grana. Stoga, različiti pristupi definiranju uzgojnih smjernica idu u prilog tezi kako različite rase jelena običnog ipak pokazuju određene morfološke specifičnosti, barem što se tiče rogovlja.

Kod jelena iz Šeprešhata ili općenito otvorenih lovišta u području Podunavlja, nije nađena ta zakonitost. Zakrivljenost parožaka ne mijenja se s dobi, a duljine i opsezi se razvijaju postupno te dosižu svoje asimptotske vrijednosti, koje su uglavnom sinkronizirane s ukupnom trofejnom vrijednošću, a izgledi parožaka nisu vezani uz dob. Između duljine nadočnjaka i duljine srednjaka, nije nađena statistički značajna razlika, no nađena je statistički značajna razlika u kutovima otklona i zakrivljenosti između parožaka, no ti kutovi nisu povezani s dobi. Slično je dobio i Bačurin (2017.) kod jelena s Moslavačke gore.

Kod perspektivnih grla pri pogledu rogovlja iz profila, u slučaju jednake duljine nadočnjaka i srednjaka oba vrhovima zatvaraju pravac koji je više-manje paralelan s pravcem stražnjeg obrisa grane. Pri tome su usmjereni u suprotnim smjerovima, nadočnjak gleda prema dolje, a srednjak prema gore. No, vrhovi oba paroška su usmjereni prema gore, i kod

nezakrivljenih srednjaka, i kod konkavno zakrivljenih nadočnjaka. Budući da se u poznijoj dobi kutovi otklona i zakrivljenost nadočnjaka i srednjaka ne mijenjaju, a skraćivanje duljine srednjaka se odvija brže, bočni obris grane više nije pravokutan nego se postupno prema vrhu sužava. Suprotno uvriježenim mišljenjima lovaca, kut otklona parožaka ne ovisi o dobi grla, odnosno uvjetovan je genetski.

Iako je Degmečić (2009.) upravo za područje Baranje razvio model uzgojnih linija na temelju neto tjelesne mase, mase rogovlja, duljina grana i duljina srednjaka, u slobodnoj prirodi je sva četiri parametra relativno teško procijeniti. Jednostavnije je koristiti kriterij koji su predložili Rasefeld i Reulecke (1988.), a koji se temelji na spomenutom okviru koji zatvaraju vrhovi parožaka sa stražnjim rubom grane te izgledom krune (perspektivno grlo u pravilu ima podjednako duge paroške krune). No, time još uvijek nije točnije definiran trenutak do kojeg će se neko grlo držati u populaciji.



Slika 66. Razlike u otklonima kutova nadočnjaka i srednjaka kod četiri grla iz kontroliranog uzgoja – Lampion, Zaus, Andrija i Kiki

Temeljem istraživanja u ovoj disertaciji, vrijeme bi bilo moguće definirati pomoću razlike kutova što ga s granom zatvaraju nadočnjak i srednjak, ali nakon što je grlo doseglo asimptotsku masu. Naime, procjenitelj ne zna da li je postignuta trofejna vrijednost rogovlja ujedno i asimptotska. Već je napomenuto da se zaključak o postizanju asimptotske mase može vidjeti 2 godine nakon što je ona postignuta. Vrlo rijetko dolazi do drugog skoka trofejnih vrijednosti. No, okvirno za to može poslužiti već izmjerena prosječna dob postizanja maksimalnih trofejnih vrijednosti. U slučaju Šeprešhata to je 9 godina. Iz Slike 66. može se vidjeti da su 3 od 4 visokokapitalnih jelena (Zeus, Andrija i Kiki) ovu trofejnu vrijednost postigli već s 8 godina, a jedan (Lampion) tek sa 10 godina. U slučaju potpune primjene gospodarske zrelosti od 9 godina, Lampion bi bio odstrjeljen godinu dana prerano. No, budući da je dob postizanja asimptotske trofejne vrijednosti teško predvidjeti, jer je svedena na razinu jedinke, razlike između kutova otklona nadočnjaka i srednjaka mogu detaljnije pomoći oko donošenja suda o odstrjelu grla. Naime, nakon 9 godine (prosječna dob asimptotskih vrijednosti) povremeno ova dva paroška postignu razliku u otklonu kutova od barem 50<sup>0</sup>. Kod Lampiona to je bilo s navršenih 10 godina, kod Zeusa i Kikija s navršenih 8 godina, a kod Andrije kada je završio 7 godina (8. glava). Za ostala grla iz uzgoja ne može se donijeti sud, jer nema rogovlja iz kasnijih dobi (nakon 8. godine).

Ovakav način procjene ispravnosti odstrjela relativno je operativno primjenjiv jer, ako se rogovlje gleda iz profila, tada se lako može procijeniti razlika u kutovima nadočnjaka i srednjaka. Međutim, na kraju ovog doktorskog rada ostaje pitanje definiranja kriterija pri selekcioniranju jedinki koje će se uzgajati u uzgajalištu. Za to je potrebno prikupiti dovoljno velik uzorak, odnosno grane prvog rogovlja i rogovlja u kome je postignuta asimptotska trofejna vrijednost, što predstavlja dugoročno istraživanje.

## 6. ZAKLJUČAK

Većina istraživanih pokazatelja kod jelena iz kontroliranog uzgoja imala je više vrijednosti od jelena iz slobodne prirode, a razdoblje postizanja asimptotskih vrijednosti u kontroliranom uzgoju znatno je skraćeno. Kod jelena iz kontroliranog uzgoja uočeno je sljedeće:

- kulminacija broja parožaka, broja parožaka krune te duljina parožaka krune nastupa s navršenih 8 godina života (u 9. godini),
- imaju dulje paroške krune u odnosu na one iz slobodne prirode (ANCOVA,  $p < 0,01$ ) pri čemu je relativno velika razlika u asimptotskim vrijednostima koja iznosi 17,18 cm (168,02 cm kod jelena iz kontroliranog uzgoja i 150,85 cm kod jelena iz prirodnog uzgoja),
- imaju dulje grane od onih iz slobodne prirode ( $g: p < 0,005$ ), pri čemu kulminacija duljine grana, nadočnjaka i srednjaka te trofejne vrijednosti nastupa s navršenih 9 godina (u 10. godini),
- prosječna asimptotska duljina grana iznosi 116,50 cm, što je ja za 11,15 cm više od asimptotske duljine grana jelena iz prirodnog uzgoja,
- imaju više parožaka u odnosu na one iz slobodne prirode (ANCOVA,  $p < 0,05$ ),
- imaju veću masu (ANCOVA,  $p < 0,01$ ) i veći volumen rogovlja (ANCOVA,  $p < 0,001$ ),
- imaju veće donje opsege (ANCOVA,  $p < 0,05$ ), veće gornje opsege (ANCOVA,  $p < 0,01$ ), kao i veće ukupne opsege (ANCOVA,  $p < 0,05$ )
- ukupna trofejna vrijednost je veća u odnosu na jelene iz slobodne prirode (ANCOVA;  $p < 0,001$ ).

Sve ovo potvrđuje da se u kontroliranom uzgoju rogovlje brže razvija te da je potrebno kraće vrijeme do postizanja gospodarske starosti grla odnosno povećanja njegove tržišne vrijednosti. Razlika između kutova otklona nadočnjaka i srednjaka može poslužiti za donošenje odluke o odstrjelu jelena, pri čemu je znak da je jelen prošao asimptotsku starost razlika između kutova otklona nadočnjaka i srednjaka od barem  $70^\circ$ , što dokazuje da postoji ovisnost pojedinih parametara koji su važni za procjenu očekivane trofejne (tržišne) vrijednosti jelena, kao i da se na rogovlju mogu relativno rano uočiti vidljivi parametri na rogovlju za prepoznavanje uzgojne vrijednosti grla. Konačno, kod jelena iz kontroliranoga uzgoja u našem istraživanju, uočeno je da se zakrivljenost parožaka ne mijenja s dobi. Isto tako, duljine i opsezi se razvijaju postupno te dosižu svoje asimptotske vrijednosti, koje su uglavnom sinkronizirane s ukupnom trofejnom

vrijednošću, dok izgledi parožaka nisu vezani uz dob. Između duljine nadočnjaka i duljine srednjaka, nije nađena razlika, ali smo našim istraživanjem potvrdili da postoji razlika u kutovima otklona i zakrivljenosti između parožaka i nisu povezani s dobi. Podatak da kod jelena iz kontroliranog uzgoja dob objašnjava čak 95 % varijabilnosti, a kod jelena iz slobodne prirode 91 %, ukazuje da područje Podunavlja, na razini cijele Europe predstavlja optimalan prostor u uzgoju prirodnih populacija ove životinjske vrste, što predstavlja



## 7. LITERATURA

1. Adamič, M. (1990): Prehranske značilnosti kot element načrtovanja varstva, gojitve in lova parkljaste divjadi s odudarkom na jelenjadi (*Cervus elaphus* L.). Universa Edvarda Kardelja v Ljubljani – VDO Biotehniška fakulteta, Institut za gozdno in lesno gospodarstvo VTOZD za gozdarstvo, Strokovna in znanstvena dela 105, Doktorska disertacija na Univerzi v Beogradu, Ljubljana, 203 pp.
4. Almasan, A., Rieck, W. (1970): Untersuchungen der Zahnstruktur zur Alterbestimmung beim Rotwild (*Cervus elaphus* L.). Zeitschrift für Jagdwissenschaft 16(2): 49-55.
5. Anderson, M. (1994): Sexual selection. Princeton University Press, Princeton, 624 pp.
6. Azorit, C., Analla, M., Carrasco, R.E., Monoz-Cobo, J. (2002): Influence of age and environment on antler traits in Spanish red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). Zeitschrift für Jagdwissenschaft 48(3): 137–144.
7. Bačurin, M. (2017): Modeli identifikacije odbačenih rogova jelena običnog (*Cervus elaphus* L.). Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Zagreb, 39 pp.
8. Ball, A.J., Thompson, J.M., Fennessy, P.F. (1994): Relationship between velvet antler weight and liveweight in red deer (*Cervus elaphus*). New Zealand Journal of Agricultural Research 37: 153-157.
9. Bartoš, L. (1982a): A note on the sexual behaviour in red deer hind. Zeitschrift für Säugetierkunde 47: 185–187.
10. Bartoš, L., Bahbouh, R. (2006): Antler size and fluctuating asymmetry in red deer (*Cervus elaphus*) stags and probability of becoming a harem holder in rut. Biological Journal of Linnean Society 87: 59-68.
11. Bartoš, L., Perner, V., Losos, S. (1988): Red Deer Stags Rang Positions, Body Weight and Antler Growth. Acta Theriologica 33(14): 2019-217.
12. Bečejac, B., Brna, J., Mikuška, J., Valter, J. (1984): Veličina rogovlja jelena običnog (*Cervus elaphus* L., 1758) na području Bačke s obzirom na starosnu dob. Rad Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Knj. 411, Razred prirodne znanosti, Knj. 20, Zagreb, 121-149.
13. Bérubé, C.H., Festa-Bianchet, M., Jorgenson, J.T. (1999): Individual differences, longevity, and reproductive senescence in bighorn ewes. Ecology, 80: 2555–2565.
14. Blob, R.W., Snelgrove, J.M. (2006): Antler stiffness in moose (*Alces alces*): Correlated evolution of bone function and material properties? J. Morph. 267, 1075–1086.

15. 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.
16. Box, G. E. P.; Cox, D. R. (1982): An Analysis of Transformation Revisited, Rebutted. *Journal of American Statistical Association*, 77(377): 209-210.
17. Braithwaite, G.D. (1983): Calcium and phosphorus requirements of the ewe during pregnancy and lactation. I. Calcium. *British journal of nutrition* 50: 711-722.
18. Brna, J. (1964): Prilog poznavanju beljskog jelena. *Jelen - bilten lovno-šumskog gazdinstva Beograd*, posebno izdanje Operativno-naučnog centra - Bilje, 1:19-31 .
19. Brna, J., Nikolandić, Đ., Urošević, B. (1993): Porast trofejne vrijednosti rogova jelena u ograđenim uzgajalištima. *Šumarski list*, 66(3-5): 27:38.
20. Brna, J., Pasa, E., Urošević, B. (1989): Poremećaji dobne i trofejne strukture srednjodobnih i starih jelena u lovištu LŠG „Jelen“, pod pritiskom visoke lovnoturističke potražnje i realizacije. *Šumarski list*, 63(1): 27:38.
21. Brückner, E. (1986): Beziehungen zwischen Körper- und Geweihmasse des Rothirsches *Cervus elaphus* L. unter Berücksichtigung der Alters- und Güteklassen. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 14:77-81.
22. Bubenik AB. (1982b): Proposal for standardized nomenclature for bony appendices in Pecora. Iz: Brown R.D., (ur.) *Antler development in Cervidae*. Kingsville, TX: Caesar Kleberg Wildlife Research Institute, 187–194.
23. Burnham, K.P., Anderson, D.R. (2002): *Model Selection and Multimodal Inference. A Practical Information-Theoretic Approach*, 2<sup>nd</sup> edn. Springer Verlag, New York, 488 pp.
24. Byers, J.A., Waits, L. (2006): Good genes sexual selection in nature. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 103: 16343–16345.
25. Caboni, A., Murgia, C., Mattioli, S. (2006): Antler characteristics of the Sardinian red deer (*Cervus elaphus corsicanus*): a preliminary analysis. 166 p. In: Bartoš L., Dušek A., Kotrba R., Bartošová-Vichová J. (ur.) *Advances in deer biology. Deer in a changing world. Proceeding of the 6th Deer Biology Congress, Prague*, 275 pp.
26. Car, Z. (1967a): Prirodni uzgoj divljači. iz Dragišić, P. (ur.); *Lovački priručnik, Lovačka knjiga*, Zagreb, 327-386.
27. Car, Z. (1967b): Razvrstavanje i prirodoslovlje divljači. Iz Dragišić, P., (ur): *Lovački priručnik, Lovačka knjiga*, Zagreb, 69-287.

28. Caro, T.M., Graham, C.M., Stoner, C.J., Flores, M.M. (2003): Correlates of horn and antler shape in bovids and cervids. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 55: 32-41.
29. Carranza, J., Valencia, J. (1999): Red deer females collect on male clumps at mating areas. *Behavioral Ecology* 10: 525–532.
30. Carrión D, García AJ, Gaspar-López E, Landete-Castillejos T, Gallego L. (2008) Development of body condition in hinds of Iberian red deer during gestation and its effects on calf birth weight and milk production. *The Journal of Experimental Zoology* 309A, 1–10. doi: 10.1002/jez.425
31. Chapman, D.J. (1975): Antlers – bones of contention. *Mammal Review* 5(4): 121-172.
32. Chen, P.-Y., Lin, A.Y.M., Lin, Y.-S., Seki, Y., Stokes, A.G., Peyras, J., Olevsky, E.A., Meyers, M.A., McKittrick, J. (2008): Structure and mechanical properties of selected biological materials. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, I: 208-226.
33. Clutton-Brock, T.H. (1988): *Reproductive Success: Studies of Individual Variation in Contrasting Breeding Systems*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, 538 pp.
34. Clutton-Brock, T.H., Albon, S.D. (1989): *Red deer in the Highlands: Dynamics of a Marginal Population*. Wiley-Blackwell, London, 268 pp.
35. Clutton-Brock, T.H., Albon, S.D., Gibson, R.M., Guinness, F.E. (1979): The logical stag: adaptive aspects of fighting in red deer (*Cervus elaphus* L.). *Animal Behaviour* 27: 211–225.
36. Clutton-Brock, T.H., Albon, S.D., Harvey, P.H. (1980): Antlers, body size and breeding group size in Cervidae. *Nature* 285: 565-567.
37. Clutton-Brock, T.H., Lonergan, M.E. (1994): Culling regimes and sex ratio biases in highland red deer. *Journal of Applied Ecology* 31:521–527. doi:10.2307/2404447
38. Coltman, D.W., Festa-Bianchet, M., Jorgenson, J.T., Strobeck, C. (2001): Age-dependent sexual selection in bighorn rams. *Proceedings of the Royal Society B* 269: 165-172.
39. 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.
40. Coulson, T.N., Pemberton, J.M., Albon, S.D., Beaumont, M.A., Marshall, T.C., Slate, J., Clutton-Brock, T.H., Guinness, F.E. (1998): Microsatellites measure inbreeding depression and heterosis in red deer *Proceedings of the Royal Society B* 265, 489^495.

41. Currey, J.D. (1999): The design of mineralised hard tissues for their mechanical functions. *The journal of Experimental Biology* 202: 3285-3294.
42. Currey, J.D. (1979): Mechanical properties of bone tissues with greatly differing functions. *The Journal of Biomechanics* 12: 313–319.
43. Currey, J.D. (1999): What determines the bending strength of compact bone? *J. Exp. Biol.* 202, 2495–2503.
44. Dahlan, I. (2009): Characteristics and Cutability of Farmed Rusa Deer (*Cervus timorensis*) Carcasses for Marketing of Venison. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 22(5): 740-746.
45. Damm, G.R. (2008): Recreational trophy hunting: „What do we know and what should we do?“. *Best Practices in Sustainable Hunting*, 5-11. (<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/aj114e/aj114e01.pdf>)
46. Degemčić, D., Jumić, V. (2007): Analiza morfometrijskih karakteristika rogovlja i neto tjelesne težine kod mužjaka jelena običnog (*Cervus elaphus* L. 1758) na području državnog lovišta XIV/9 Podunavlje – Podravlje od 2001. do 2006. godine. *Šumarski list* 81(7-8): 333-344.
47. Degmečić, D. (2009): Model sustava za potporu pri uzgoju jelena običnog (*Cervus elaphus*, L.) u slobodnoj prirodi. Doktorski rad, Osijek, 156 pp.
48. Degmečić, D. (2011): Selekcija jelenske i srneće divljači. Mala lovačka biblioteka, Hrvatski lovački savez, Zagreb, 112 pp.
49. Degmečić, D., Florijančić, T. (2018): Red deer (*Cervus elaphus* L.) – the first milestone in antler development. *Poljoprivreda* 24(1): 59-64.
50. Dittrich, G., Lockow, K.-W. (1986): Beziehungen zwischen der Körper- und Trophäenentwicklung bei Rotwild. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 14: 69-76.
51. Dietrich, U. (1987): Beitrag zum Status des in Argentinien eingebürgerten Rothirsches (*Cervus elaphus* L., 1758). *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 33(1): 15-22.
52. Ditchkoff, S.S., Lochmiller RL, Masters RE, Hooper SR, Van Den Busshe RA. (2001a): Major-histocompatibility-complex-associated variation in secondary sexual traits of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*): evidence for good-genes advertisement. *Evolution* 55:616–625.
53. Ditchkoff, S.S., Welch, E.R., Lochmiller R.L. (2000): Using cast antler characteristics to profile quality of white-tailed deer *Odocoileus virginianus* populations. *Wildlife Biology* 6:53–58.

- 
54. Drechsler, H. (1980): Über die Geweihbildung bei Rothirschen im 'Rotwildring Harz' in den Jahren 1959–1978. *Z. Jagdwiss.* 26:207–219.
  55. Dubajić, M. (1964): Uticaj veštačke selekcije na kvalitativni razvoj jelenske divljači na Belju. *Jelen - bilten lovno-šumskog gazdinstva Beograd*, posebno izdanje Operativno-naučnog centra - Bilje, 1: 67-92 .
  56. Dzięciołowski, R. (1970): Relations between the Age and Size of Red Deer in Poland. *Acta Theriologica*, 15(17): 253-268.
  57. Ennemoser, E. (1983): Unser Rotwild. 10 Jahre Rotwildhegegemeinschaft „Gurgltal – Mieminger Plateau“. Schlüsselverlag, Innsbruck. 159 pp.
  58. Enqvist, L. (2005): The mistreatment of covariate interaction terms in linear model analyses of behavioural and evolutionary ecology studies. *Anim Behav*, 70: 967-971.
  59. Estevez, J.A., Landete-Castillejos, T., García, A.J., Ceacero, F., Gallego, L. (2008): Population management and bone structural effects in composition and radio-opacity of Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) antlers. *European Journal of Wildlife Research* 54(2): 215-223.
  60. Estevez, J.A., Landete-Castillejos, T., Martínez, A., García, A.J., Caecero, F., Gaspar-López, G, E., Calatayud, A., Gallego, L. (2009): Antler mineral composition of Iberian red deer *Cervus elaphus hispanicus* is related to mineral profile of diet. *Acta Theriologica* 54(3): 235-242.
  61. Fennessy, P.F., Suttie, J.M. (1985): Antler Growth: Nutritional and Endocrine Factors. *Biology of Deer Production* 22: 239-250.
  62. Festa-Bianchet, M. (2003): Exploitative wildlife management as a selective pressure for the life history evolution of large mammals. Iz: Festa-Bianchet, M., Apollonio, M. (ur.): *Animal behaviour and wildlife conservation*. Island Press, Washington, D.C., 191–208.
  63. 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.
  64. Fierro, Y., Gortazar, C., Landete-Castillejos, T., Vicente, J., García, A., Gallego, L. (2002): Baseline values for cast antlers of Iberian red deer (*Cervus elaphus*). *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 48(4): 244-251.

- 
65. Fraas, J.W., Newman, I. (1997): The use of the Johnson-Neyman confidence bands and multiple regression models to investigate interaction effects: Important tools for educational research and program evaluators. Paper presented at the Annual Meeting of the Eastern Educational Research Association. URL: [http://mlrv.ua.edu/1997/V24\\_N1\\_A8.pdf](http://mlrv.ua.edu/1997/V24_N1_A8.pdf)
  66. Frantz, A.C., Tigel Pourtois J., Heuertz, M., Schley, L., Flamand, M.-C., Krier, A., Bertouille, S., Chaumont, F., Burke, T. (2006): Genetic structure and assignment tests demonstrate illegal translocation of red deer (*Cervus elaphus*) into a continuous population. *Molecular Ecology* 15(11): 3191-3203.
  67. Fuller, T.K., Pace, R.M.III, Markl, J.A., Coy, P.L. (1989): Morphometrics of White-Tailed Deer in North-Central Minnesota, *Journal of Mammalogy*, 70(1): 184–188.
  68. Gadgil, M., Bossert, W.H. (1970): Life historical consequences of natural selection. *American Naturalist*, 104: 1–24.
  69. Gaillard, J.-M., Loison A., Toïgo, C., Delorme, D., Van Laere G. (2003): Cohort effects and deer population dynamics. *Ecoscience* 10: 412-420.
  70. 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.
  71. Gaspar-López E, García AJ, Landete-Castillejos T, Carrión D, Estévez JA, Gallego L. (2008a): Growth of the first antler in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *European Journal of Wildlife Research* 54:1–5.
  72. Gaspar-López, E., Landete-Castillejos, T., Gallego, L., Garcia, A.J. (2008b): Antler growth rate in yearling Iberian deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *European Journal of Wildlife Research* 54(4): 753-755.
  73. Ginsberg, J.R., Milner-Gulland, E.J. (1994): Sex-biased harvesting and population-dynamics in ungulates-implications for conservation and sustainable use. *Conserv Biol* 8:157–166 doi:10.1046/j.1523-1739.1994.08010157.x
  74. Goss, R.J. (1983): Deer antlers. Regeneration, function and evolution. New York: Academic Press, 316 pp.
  75. Groot Bruinderink, W.T.A., Lammertsma, D.R., Hazebroek, E. (2000): Effects of cessation of supplemental feeding on mineral status of red deer *Cervus elaphus* and wild boar *Sus scrofa* in The Netherlands. *Acta Theriologica* 45:71–85.

- 
76. Grubešić, M. (2006): Uzgojna područja za jelena, divokozu i divlju svinju na području Republike Hrvatske. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, 96 pp.
77. Grune, D.L., Welch, R.M. (1989): Plant contents of magnesium, calcium and potassium in relation to ruminant nutrition. *Journal of Animal Science* 67: 3485–3494.
78. Hanzal, V. (1989): Srovnání makrostruktury paroží některých jelenovitých. *Folia venatoria* 19: 49-57.
79. Hartl GB, 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
80. Hartl, D.L., Clark, A.G. (1997): Principles of population genetics, 3rd edition Sinauer, Sunderland, 545 pp.
81. Hartl, G.B., Zachos, F., Nadlinger, K. (2003): Genetic diversity in European red deer (*Cervus elaphus* L.): anthropogenic influences on natural population. *Comptes Rendus Biologies* 326: 37-42.
82. Hell, P. (1983): Rast parožia jeleňa obyčajného (*Cervus elaphus* L.) v Chránenej poľovnej oblasti Poľana. *Folia venatoria* 13: 35-50.
83. Hell, P.; Rajský, M.; Slamečka, J. (2008): Grenzen des Trophäenwachstums und ihre Bedeutung für das Image der Jägerschaft. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung* 33: 75-85.
84. Hellgren, E.C., Pitts, W.J. (1997): Sodium economy in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). *Physiological Zoology* 70: 547–55.
85. Herzog, S., Gehle, T. (2001): Genetic structures and clinal variation of European red deer *Cervus elaphus* populations for two polymorphic gene loci. *Wildlife Biology* 7(1): 55-59.
86. Hewitt, G.M. (2004): Genetic consequences of climatic oscillations in the Quaternary. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 359: 183–195.
87. Hromas, J., Feuereisel, J., Maierhofer, K. (2008): Trophäenbewertung der europäischen Wildarten (aktualisierte Bewertungskriterien). CIC-Kommission „Ausstellungen und Trophäen“ – Herausgegeben für den Trophäenbewertungskurs der Internationalen Kommission für Trophäenbewertung in Nasswald vom 30. Mai bis 1. Juni 2008, 135 pp.
88. <http://www.bioportal.hr/gis/>

89. Hurrell, J.W. (1995): Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitation. *Science* 269: 676-679.
90. Hyvärinen, H., Kay, R.N.B. (1977): Variation in the weight, specific gravity and composition of the antlers of red deer (*Cervus elaphus* L.). *British Journal of Nutrition* 38: 301-311.
91. Isaković, I. (1969): Morfologija jelenjih parogova Belja. Jelen - bilten lovno-šumskog i poljoprivrednog gazdinstva "Jelen", posebno izdanje Operativno-naučnog instituta "Dr Ilija Đuričić" - Bilje, 8: 5-59.
92. Jumić, V. (2003): Tjelesni i trofejni razvoj jelena običnog (*Cervus elaphus* L.) u državnom lovištu VII/4 "GARJEVICA". Stručni magistarski rad obranjen na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 76 pp.
93. Kachigan, S.K. (1991): *Multivariate statistical analysis: a conceptual introduction*, 2<sup>nd</sup> ed., Radius Press, New York, 303 pp.
94. Kawtikwar, P.S., Bhagwat, D.A., Sakarkar, D.M. (2010): Deer antlers – Traditional use and future perspectives. *Indian Journal of Traditional Knowledge* 9(2): 245-251.
95. Kierdorf, U., Kierdorf, H., Boyde, A. (2000): Structure and mineralisation density of antler and pedicle bone in red deer (*Cervus elaphus* L.) exposed to different levels of environmental fluoride: a quantitative backscattered electron imaging study. *J Anat* 196: 71-83.
96. Klein, J. (1986): *Natural history of the major histocompatibility complex*. John Wiley and Sons, New York, 775 pp.
97. Knox, W.M. (2011): The Antler Religion. *Wildlife Society Bulletin* 35(1): 45-48.
98. Köller, J., Kabai, P., Demeter, A. (1988): Untersuchungen zur regionalen Differenzierung ungarischer Rotwildpopulationen anhand morphologischer Geweihmerkmale. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 34(2): 86-97.
99. Köller, J., Kabai, P., Demeter, A. (1989): Die Nutzung morphologischer Abwurfstangenmerkmale zur objektiven Differenzierung ungarischer Rotwildpopulationen. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 35(3): 151-163.
100. Konjević, D. (2007): Kakvoća mesa jelenske divljači iz uzgoja. *Meso* 9: 52-57.
101. Krapinec, K., Grubešić, M., Tomljanović, K., Kovač, I. (2009): Uloga lovačkih izložbi te njihov značaj u valorizaciji stupnja razvijenosti lovstva pojedine zemlje s posebnim osvrtom na Hrvatsku. *Ekonomika i ekohistorija*, 5(5):5-43.



- 
102. Kraus, S., Fratzl, P., Seto, J., Currey, J., Estevez, J.A., Funari, S.S., Gupta, H. (2009): Inhomogeneous fibril stretching in antler starts after macroscopic yielding: Indication for a nanoscale toughening mechanism. *Bone* 44(6): 1105-1110.
103. Kruuk, L.E.B., Slate, J., Pemberton, J.M., Broherstone, S., Guinness, F., Clutton-Brock, T. (2002): Antler size in red deer: heritability and selection but no evolution. *Evolution* 56: 1683-1695.
104. Kuehn, R., Schroeder, W., Pirchner, F., Rottmann, O. (2003): Genetic diversity, gene flow and drift in Bavarian red deer populations (*Cervus elaphus*). *Conservation Genetics* 4:157-166.
105. Landete-Castillejos T, Estevez JA, Martínez A, Ceacero F, Garcia A, Gallego L. (2007b): Does chemical composition of antler bone reflect the physiological effort made to grow it? *Bone* 40 (4):1095–1102.
106. Landete-Castillejos T, Garcia A, Gallego L. (2007a): Body weight, early growth and antler size influence antler bone mineral composition of Iberian Red Deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Bone* 40(1):230–235.
107. Landete-Castillejos, T., Currey, J.D., Ceacero, F., Garcia, A.J., Gallego, L., Gomez, S. (2012): Does nutrition affect bone porosity and mineral tissue distribution in deer antlers? The relationship between histology, mechanical properties and mineral composition. *Bone* 50(1): 245-254.
108. Landete-Castillejos, T., Currey, J.D., Estevez, J.A., Fiero, Y., Calatayud, A., Ceacero, F., Garcia, A.J., Gallego, L. (2010): Do drastic weather effects on diet influence changes in chemical composition, mechanical properties and structure in deer antlers? *Bone* 47(4): 815-825.
109. Landete-Castillejos, T., Currey, J.D., Estevez, J.A., Gaspar-López, E., Garcia, A., Gallego, L. (2007c): Influence of physiological effort of growth and chemical composition on antler bone mechanical properties. *Bone* 41(5): 794-803.
110. Langvatn, R., Loison, A. (1999): Consequences of harvesting on age structure, sex ratio and population dynamics of red deer *Cervus elaphus* in central Norway. *Wildlife Biology* 5(4): 213–223.
111. Laurian, C., Ouellet, J.P., Courtois, R., Breton, L., St-Onge, S. (2000): Effects of intensive harvesting on moose reproduction *Journal of Applied Ecology* 37:515–531 doi:10.1046/j.1365-2664.2000.00520.x

- 
112. Leary, R.F., Allendorf, F.W. (1989): Fluctuating asymmetry as an indicator of stress: implications for conservation biology. *Trends in Ecology & Evolution* 4: 214-217.
113. Lemaître J.F., Vanpé, C., Plard, F., Gaillard, J.M. (2014b) The allometry between secondary sexual traits and body size is nonlinear among cervids. *Biol Lett* 10:20130869
114. Lemaître, J.F., Gaillard, J.M., Pemberton, J.M., Clutton-Brock T.H., Nussey D.H. (2014a): Early life expenditure in sexual competition is associated with increased reproductive senescence in male red deer. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281: 20140792, doi.org/10.1098/rspb.2014.0792.
115. Li, C., Stanton, J.-A.L., Robertson, T.M., Suttie, J.M., Sheard, P.W., Harris, A.J., Clark, D.E. (2007): Nerve Growth Factor mRNA Expression in the Regenerating Antler Tip of Red Deer (*Cervus elaphus*). *PLoS ONE* 2(1): e148. doi:10.1371/journal.pone.0000148.
116. Lincoln, G.A. (1992): Biology of antlers. *J. Zool. London.* 226: 517-528.
117. Lincoln, G.A. (1971): Puberty in a seasonally breeding male, the red deer stag (*Cervus elaphus*). *Journal of Reproduction and Fertility* 25: 41-54.
118. Lockow, K.-W. (1991): Vorhersage der Geweihentwicklung des Rothirsches – eine Entscheidungshilfe für Wahlabschuß. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 37(1): 24-35.
119. Lockow, K.-W., Dittrich, G. (1986): Prognose der Geweihentwicklung anhand quantitativer Abwurfstangenmerkmale des Rothirsches (*Cervus elaphus* L.). *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 14: 59-68.
120. Lucas, C.J. (1973): The world of park deer. *Deer* 2: 988–990.
121. Ludwig, J., Vocke, G. (1990): Die Vereinfachung einer Wachstumfunktion, dargestellt am Rothirschgeweih. *Z. Jagdwiss.* 36(4): 219-225.
122. Magaš, N. (1978): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Osijek L34-86. Geološki zavod, Zagreb (1981-1987); Savezni geološki institut, Beograd.
123. Magaš, N. (1978): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Osijek L34-86. Geološki zavod, Zagreb (1986); Savezni geološki institut, Beograd, 72 pp.
124. Maki, K., Nishioka, T., Nishida, I., Ushijima, S., Kimura, M. (2002): Effect of zinc on rat mandibles during growth. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 122: 410–3.
125. Malo, A.F., Garde, J.J., Soler, A.J., Garcia, A.J., Gomendio, M., Roldan, E.R. (2005): Male fertility in natural populations of red deer is determined by sperm velocity and the proportion of normal spermatozoa. *Biology of Reproduction* 72: 822–829.

126. Marman, Ž. (1994): Trofejna struktura populacije jelena običnog (*Cervus elaphus* L.) i njena ovisnost o izboru odstrjela. Magistarski specijalistički rad obranjen na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 41 pp.
127. Martínez Salmerón, D. (2014): Three-dimensional study of the Iberian red deer antler (*Cervus elaphus hispanicus*): application of geometric morphometrics techniques and other methodologies. PhD Thesis, Universitat de Barcelona. Departament de Biologia Animal, 292 pp.
128. Martínez, M., Rodríguez-Vigal, C., Jones, O.R., Coulson, T., San Miguel, A. (2005): Different hunting strategies select for different weights on red deer. *Biology Letters* 1: 353-356.
129. Mateos, C., Alarocos, S., Carranza, J., Sánchez-Prieto, C., Valencia, J. (2008): Fluctuating asymmetry of red deer antlers negatively relates to individual condition and proximity to prime age. *Animal Behaviour* 75: 1629-1640.
130. Mattioli, S. (1990): Red deer in the Italian peninsula, with particular reference to the Po delta population. *Deer* 8:95–98.
131. Mattioli, S. (1993): Antler conformation in red deer of the Mesola Wood, northern Italy. *Acta Theriologica* 38:443–450.
132. Mattioli, S., Ferretti, F. (2014): Morphometric characterization of Mesola red deer *Cervus elaphus italicus* (Mammalia: Cervidae). *Italian Journal of Zoology* 81(1): 144-154.
133. McComb, K. (1991): Female choice for high roaring rates in red deer, *Cervus elaphus*. *Animal Behaviour* 41: 79–88.
134. McDowell, L.R. (2003): *Minerals in Animal and Human Nutrition*-second edition. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 666 pp.
135. Metcalfe, N.B., Monaghan, P. (2001): Compensation for a bad start: grow now, pay later. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(5): 254–260.
136. Milner-Gulland, E.J., Bukreeva, O.M., Coulson, T., Lushchekina, A.A., Kholodova, M.V., Bekenov, A.B., Grachev, I.A. (2003): Reproductive collapse in saiga antelope harems. *Nature* 422:135 doi:10.1038/422135a
137. Mitchell, B. (1967): Growth layers in dental cement for determining the age of red deer (*Cervus elaphus* L.). *The Journal of Animal Ecology* 36(2): 279-293.

- 
138. Moen, R.A., Pastor, J., Cohen, Y. (1999): Antler growth and extinction of Irish elk. *Evolutionary Ecology Research* 1: 235-249.
139. Møller A.P. (1992): Patterns of fluctuating asymmetry in weapons: evidence for reliable signalling of quality in beetle horns and birds spurs. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 248: 199-206.
140. Møller A.P.; Hoglund, J. (1991): Patterns of fluctuating asymmetry in avian feather ornaments: implications for models of sexual selection. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 245: 1-5.
141. Molnar, A., Gyurjan, I., Korpos, E., Borsy, A., Steger, V., Buzas, Z., Kiss, I., Zomborszky, Z., Papp, P., Deak, F., Orosz, L. (2007): Identification of differentially expressed genes in the developing antler of red deer *Cervus elaphus*. *Molecular Genetics and Genomics* 277: 237–248.
142. Muir, P.D. (1985): Studies on the growth and compositional development of antlers in red deer (*Cervus elaphus*). PhD thesis, Lincoln College University of Canterbury New Zealand, 156 pp.
143. Muir, P.D., Sykes, A.R., Barrell, G.K. (1987a): Growth and mineralisation of antlers in red deer (*Cervus elaphus*). *New Zealand Journal of Agricultural Research* 30(3): 305-315,
144. Muir, P.D., Sykes, A.R., Barrell, G.K. (1987b): Calcium metabolism in red deer (*Cervus elaphus*) offered herbages during antlerogenesis: kinetic and stable balance studies. *The Journal of Agricultural Science* 109: 357–364.
145. Munkačević, V. (1964): Morfološke osobine rogova beljskih jelena. *Jelen - bilten lovno-šumskog gazdinstva Beograd, posebno izdanje Operativno-naučnog centra - Bilje*, 1: 33-65.
146. Mysterud, A. (2011): Selective harvesting of large mammals: how often does it result in directional selection? *Journal of Applied Ecology* 48:827–834.
147. Mysterud, A., Meisingset, E., Langvatn, R., Yoccoz, N. G., Stenseth, N. Ch. (2005): Climate-dependent allocation of resources to secondary sexual traits in red deer. *Oikos*, 111: 245 - 252.
148. Neumann, A. (1968): Rotwildpopulation Hohenbucko. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung* 6:93–101.
149. Nowicka, W., Machoy, Z., Gutovwska, I., Nocoń, I., Piotrowska, S., Chlubek, D. (2006): Contents of Calcium, Magnesium, and Phosporus in Antler and Cranial Bones of the

- European Red Deer (*Cervus Elaphus*) from Different Regions in Western Poland. Polish Journal of Environmental Studies. 15(2): 297-301.
150. Nuney, L. (1993): The influence of mating system and overlapping generations on effective population size. *Nature* 47(5): 1329-1341.
151. Palmer, A.R., Strobeck, C. (1986): Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, pattern. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 17: 391-421.
152. Palmer, A.R., Strobeck, C. (1992): Fluctuating asymmetry as a measure of developmental stability: implications of non-normal distributions and power of statistical tests. *Acta Zoologica Fennica* 191:57-72.
153. Paljug, P. (2018): Važnost pojedinih elemenata ocjene trofeja divljih parnoprstaša na ukupnu trofejnu vrijednost. Završni rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 33 pp.
154. Parsons, P.A. (1990): Fluctuating asymmetry: an epigenetic measure of stress. *Biological Reviews* 65: 131-145.
155. Patel, N., Best, S.M., Bonfield, W., Gibson, I.R., Hing, K.A., Damien, E., Revell, P.A. (2002): A comparative study on the in vivo behavior of hydroxyapatite and silicon substituted hydroxyapatite granules. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* 13: 1199–206.
156. Pikija, M., Šikić, K. i Trifunović, S. (1991a): Osnovna geološka karta 1:100 000, list Mohač L 34-74. Hrvatski geološki institut, Zagreb, 2015.
157. Pikija, M., Šikić, K. i Trifunović, S. (1991b): Osnovna geološka karta 1:100 000, Tumač za list Mohač L 34-74. Hrvatski geološki institut, Zagreb, 2015., 88 pp.
158. Polziehn, R.O., Strobeck, C. (2002): A Phylogenetic Comparison of Red Deer and Wapiti Using Mitochondrial DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 22(3): 342-356.
159. Pozo, A., Schingler, S., Cubaynes, S., Cusac, J.J., Coulson, T., Malo, A.F. (2016): Modelling the Impact of Selective Harvesting on Red Deer Antlers. *The Journal of Wildlife Management* 80(6): 978-989.
160. Preston, B.T., Stevenson, I.R., Lincoln, G.A., Monfort, S.L., Pilkington, J.G., Wilson, K. (2011): Testes size, testosterone production and reproductive behaviour in a natural mammalian mating system. *Journal of Animal Ecology* 81: 296–305.
161. Puppe, K., Ludwig, J. (1989): Vergleichende Untersuchungen zur Merkmalsausbildung des Rothirschgeweihes. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 16: 162-168.

- 
162. Putman, R.J., Sullivan, M.S., Langbein, J. (2000): Fluctuating asymmetry in antlers of fallow deer (*Dama dama*): the relative roles of environmental stress and sexual selection. *Biological Journal of the Linnean Society* 70: 27–36.
163. Raesfeld, F., Reulecke, K. (1988): *Das Rotwild*. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 416 pp.
164. Raguž, D. (1978a): Financijska odstrjelna zrelost jelenske divljači. Doktorska disertacija obranjena na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 524 pp.
165. Raguž, D. (1978b): Financijska odstrjelna zrelost jelenske divljači. Doktorska disertacija obranjena na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu – Prilozi, Zagreb, 216 pp.
166. Raić, L. (1967): Ocjenjivanje lovačkih trofeja. Iz Dragišić, P. (ur.): *Lovački priručnik*. Lovačka knjiga, Zagreb, 576-614.
167. Rajský, M., Pavlík, Š., Rajský, D. (2003): Rast parožia a trofejová kvaliteta jelenej zveri v Podunajskej poľovnej oblasti. *Folia venatoria* 33: 33-44.
168. Randi, E., Mucci, N., Claro-Hergueta, F., Bonnet, A., Douzey, J.P. (2001): A mitochondrial DNA control region phylogeny of the Cervinae: speciation in *Cervus* and implications for conservation. *Animal Conservation* 4: 1-11.
169. Robey, P.G., Boskey, A.L. (2003): Extracellular matrix and biomineralization of bone. Iz: Favus, M.J. (ur). *Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism*. Washington, DC, USA: American Society for Bone and Mineral Research, 2003. p. 38–46.
170. Roff, D.A., Fairbairn, D.J. (2007): The evolution of trade-offs: where are we? *Journal of Evolutionary Biology*, 20: 433–447.
171. Romić, S. (1979): Utjecaj načina života i hranidbe jelena na osobine njihovog rogovlja. *Arhiv za lovstvo broj 3-4*, Zagreb, 1-93 p.
172. 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.
173. Sæther, B.-E., Haagenrud, H. (1985): Geographical variation in the antlers of Norwegian moose in relation to age and size. *The Journal of Wildlife Management* 49(4): 983-986.
174. Schmidt, K.T., Hoi, H. (2002): Supplemental feeding reduces natural selection in juvenile red deer. *Ecography* 25: 265-272.

175. Schmidt, K.T., Stien, A., Albon, S.D., Guinness, F.E. (2001): Antler length of yearling red deer is determined by population density, weather and early life history. *Oecologia* 127: 191-197.
176. Schreiber, R., 1980: Die Bonitätskennziffern und Spitzentrophäen der DDR. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 11: 109-134.
177. Schreiber, R., Lockow, K-W. (1988): Statistische Untersuchungen zum Medaillentrophäenaufkommen und zur Auswirkung der Wilddichte auf die Trophäenqualität der Schalenwildarten in der DDR. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 15: 9-101.
178. Schreiber, R., Lockow, K-W. (1989): Die Entwicklung des Schmalspießers im Mittelgebirgsvorland. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung*, 16: 169-180.
179. Seletković, Z.; Katušin, Z., 1992: Klima Hrvatske. Iz: Rauš, Đ. (ur.) Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet Zagreb i Hrvatske šume p. o. Zagreb, 13-19 pp.
182. Sibbald, A.M., Fenn, P.D., Kerr, W.G., Loudon, A.S. (1993): The influence of birth date on the development of seasonal cycles in red deer hinds (*Cervus elaphus*). *Journal of Zoology* 230: 593–607.
183. Skog, A., Zachos, F.E., Rueness, E.K., Feulner, P.G.D., Mysterud, A., Langvatn, R., Lorenzini, R., Hmwe, S.S., Lehoczky, I., Hartl, G.B., Stenseth, N.C., Jakobsen, K.S. (2009): Pylogeography of red deer (*Cervus elaphus*) in Europe. *Journal of Biogeography* 36: 66-77.
184. Slate, J., Kruuk, L.E.B., Marshall, T.C., Pemberton, J.M., Clutton-Brock, T.H., 2000: Inbreeding depression influence lifetime breeding success in a wild population of red deer (*Cervus elaphus*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 267: 1657-1662.
185. 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.
186. Soyoung, K., 2010. Alternatives to analysis of covariance for heterogeneous regression slopes in educational research. *Korean Journal of Teacher Education*, 26(1): 73-91.
187. Stahl, D. (1979): *Wild. Lebendige Umwelt*. Orbis Academicus: Problemgeschichte von Naturschutz, Landschaftspflege und Humanoekologie: Sonderbd 2,2. – Alber, Freiburg Muenchen, 349 pp.

188. Stearns, S.C. (1976): Life-history tactics: a review of the ideas. *Quarterly Review of Biology*, 51: 3–47.
189. Stéger, V., Molnár, A., Borsy, A., Gyurján, I., Szabolcsi, Z., Dancs, G., Molnár, J., Papp, P., Nagy, J., Puskás, L., Barta, E., Zomborszky, Z., Horn, P., Podani, J., Semsey, S., Lakatos, P., Orosz, L. 2010: Antler development and coupled osteoporosis in the skeleton of red deer *Cervus elaphus*: expression dynamics for regulatory and effector genes. *Molecular Genetics and Genomics* 284(4): 273-287. doi:10.1007/s00438-010-0565-0.
190. Stojadinović, P., Čanović, M., Kemenci, R., Trifunović, S. (1985b): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Odžaci L34-87. Geološki institut, Beograd, Nafta-gas sektor za istraživanje, Novi Sad (1984), Savezni geološki institut, Beograd, 54 pp.
191. Stubbe, Ch. (1977): Zum Verhältnis von Gewicht zu Volumen und den Korrelationen zwischen den wichtigsten Geweihmaßen bei Rot-, Dam- und Rehwild. *Beiträge zur Jabd- und Wildforschung* 10: 186-193.
192. Sykes, A.R., Geenty, K.G. (1986): Calcium and phosphorus balances of lactating ewes at pasture. *Journal of agricultural science, Cambridge* 106: 369-375.
193. Szidnai, L., Köller, J. (1987): Die Entwicklung der Jagdstrecken bei männlichem Schalenwild im Verhältnis zum Aufkommen an Medaillentrophäen in Ungarn im Zeitraum 1981-1985. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 33(1): 1-8.
194. Šegota, T., Filipčić, A., 2003: Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje. *Geoadria* 8(1): 17-37.
195. 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.
196. TIBCO Software Inc. (2018): Statistica (data analysis software system), version 13. <http://tibco.com>.
197. Tjørve, E., Tjørve, K.M.C. (2010): A unified approach to the Richards-model family for use in growth analyses: Why we need only two model forms. *Journal of Theoretical Biology*.; 267: 417-425. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2010.09.008> PMID: 20831877
198. Tjørve, K.M.C., Tjørve, E. (2017): The use of Gompertz models in growth analyses, and new Gompertz-model approach: An addition to the Unified-Richards family. *PLoS ONE* 12(6): e0178691. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178691>.



- 
199. Toïgo, C., Gaillard, J.M., Michallet, J. (1999): Cohort affects growth of males but not females in Alpine Ibex (*Capra ibex ibex*). *Journal of Mammalogy* 80: 1021–1027.
200. Torres-Porras, J., Caranza, J., Pérez-González, J., 2009: Selective culling of Iberian red deer stages (*Cervus elaphus hispanicus*) by selective montería in Spain. *European Journal of Wildlife Research* 55(2): 117-123.
201. Trifunović, S., Stojadinović, P. (1985a): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Odžaci L34-87. Geološki institut, Beograd, Nafta-gas sektor za istraživanje, Novi Sad (1973-1983), Savezni geološki institut, Beograd.
202. Tucak, Z., Banaj, B., Šubarić, D. 1999: Beitrag zur Morphometrie des Rotwildes (*Cervus elaphus* Linné 1758) aus dem Donaugebiet Bačka. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 45(2): 127-133.
203. Valentičić, S., 1958: Das Rotwild Jugoslawiens. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 4(4): 153-63.
204. 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. *The American Naturalist* 169(4): 481-493
205. Volokh, A. (2015): Investigation of Red Deer (*Cervus elaphus*) antlers in the Ukrainian Steppe and results. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung* 40: 145-164.
206. Vukelić, J. (2012): Šumska vegetacija Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu-Šumarski fakultet, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 403 pp.
207. Wallis de Vries, M.F., Schippers, P. (1994): Foraging in a landscape mosaic: selection for energy and minerals in free-ranging cattle. *Oecologia* 100: 107–117.
208. Ward G.M. (1966): Potassium metabolism of domestic ruminants: a review. *Journal of Dairy Science* 49: 268-276.
209. Weckerly, F.W. (1998): Sexual-size dimorphism: influence of mass and mating system in the most dimorphic mammals. *Journal of Mammalogy* 79(1): 33-52.
210. 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.
211. Yang, R.C., Kozak, A., Smith, J.H.G. (1978): The potential of Weibull-type functions as flexible growth curves. *Canadian Journal of Forest Research* 8(4): 424-431.

212. Zachos, F.E., Altoff, C., Steynith, Y.V., Eckert, I., Hartl, G.B. (2007): Genetic analysis of and isolated red deer (*Cervus elaphus*) population showing signs of inbreeding depression. *European Journal of Wildlife Research* 53(1): 61-67.

## 8. SAŽETAK

S obzirom na morfološko-fiziološka obilježja rasta i razvoja rogovlja jelen obični u zoologijskoj je sistematici svrstan u punorošce (porodica Cervidae), a rogovlje je sekundarna oznaka spola koje nose samo mužjaci. U smislu lovstva jelen obični svrstan je u lovnu divljač, a njegovo rogovlje predstavlja trofej na temelju kojega se procjenjuje njegova vrijednost. U uzgojno-seleksijskom radu značajna pozornost usmjerava se na njihovu kvalitetu, a posljedično tomu na veću financijsku vrijednost i bolju konkurentnost na tržištu. Jelen obični najčešće se uzgaja u slobodnoj prirodi, ali se sve češće uzgaja i u kontroliranim uvjetima, pri čemu živi u relativno idealnim životnim uvjetima hranidbe uz smanjeni prirodni mortalitet. Istraživanje je obavljeno u znanstveno istraživačkom centru „Šeprešhat“ poduzeća "Hrvatske šume d.o.o.“ i lovištu „Podunavlje-Podravlje“ u Baranji, a bazirano je na biometrijskim podacima 167 parova odbačenih grana rogovlja od 10 jelena iz kontroliranog uzgoja i 4 jelena iz slobodne prirode, što ukupno iznosi 4.016 pokazatelja. Odbačeno rogovlje skupljano je od 2004. do 2017., a mjereno je 11 standardnih mjera koje propisuje Međunarodni savjet za lovstvo (tzv. CIC), te još 11 inoviranih pokazatelja koji egzaktnije pokazuju vrijednost odnosno perspektivnost jelena običnog (volumen rogovlja, kut otklona nadočnjaka, duljina tetive nadočnjaka, visina nadočnjaka, kut otklona ledenjaka (stupanj), duljina tetive ledenjaka, visina ledenjaka, kut otklona srednjaka, duljina tetive srednjaka, visina srednjaka i visina krune). Rezultati pokazuju da jeleni iz kontroliranog uzgoja imaju značajno ( $P < 0,005$ ) dulje grane od onih iz slobodne prirode. Kod jelena iz kontroliranog uzgoja kulminacija broja parožaka, broja parožaka krune te duljina parožaka krune nastupa s navršenih 8 godina života (u 9. godini), duljine grana, nadočnjaka i srednjaka te trofejne vrijednosti jelena iz kontroliranog uzgoja nastupa s navršenih 9 godina (u 10. godini), dok se gospodarska starost u slobodnom uzgoju procjenjuje na 12 godina. Ledenjak je uvijek kraći ( $P < 0,00001$ ) od nadočnjaka i srednjaka, dok između nadočnjaka i srednjaka nema razlike u duljini ( $P = 0,772$ ). Od pokazatelja „masivnosti“ rogovlja gustoća grana ne pokazuje ovisnost o dobi grla. Nije utvrđena razlika u gustoći rogovlja između jelena iz slobodne prirode i jelena iz kontroliranog uzgoja, a ona u prosjeku iznosi  $1,25 \text{ kg/dm}^3$ , (od  $0,76$  do  $2,47 \text{ kg/dm}^3$ ). Kutovi otklona nadočnjaka, ledenjaka i srednjaka ne ovise o dobi grla, bez obzira radi li se o kontroliranom ili prirodnom uzgoju, dok je odnos tetiva i relativnih visina parožaka o dobi dosta varijabilna, bez obzira o kojem tipu uzgoja se radi. Kod jelena iz kontroliranog uzgoja odnosi tetiva svih triju istraživanih parožaka ne pokazuju povezanost s dobi jelena. Razlika između kutova otklona nadočnjaka i srednjaka može poslužiti za donošenje

odluke o odstrjelu jelena. Znak da je jelen prošao asimptotsku starost je razlika između kutova otklona nadočnjaka i srednjaka od barem  $70^\circ$ . Od tri testirane funkcije razvoja rogovlja najbolje se pokazala Weibullova funkcija, a nakon nje kvadratna. Gompertzova funkcija, u gotovo svim slučajevima, objašnjava vrlo malo varijabilnosti u svim ispitivanim pokazateljima. Zaključno, većina istraživanih pokazatelja kod jelena iz kontroliranog uzgoja imala je više vrijednosti od jelena iz slobodne prirode, a razdoblje postizanja asimptotskih vrijednosti u kontroliranom uzgoju je znatno skraćeno.

**Ključne riječi:** morfometrija rogovlja, kontrolirani uzgoj, jelen obični, Gompertzova funkcija, kvadratna funkcija, Weibullova funkcija,

## 9. SUMMARY

Based on the morphophysiological antler growth and development features, the red deer is classified in zoological systematics as true deer (the family Cervidae), with the antlers representing a secondary sexual characteristic since they can be found only on male animals. In terms of hunting, the red deer is classified as big game, and the antlers of the red deer are deemed as a trophy which determines its value on the market. Deer farmers and breeders pay particular attention to their quality and subsequently higher financial value and market competitiveness. The red deer is most often bred in the open, but breeding in fenced controlled conditions is becoming more popular. In the latter case, the deer live in relatively ideal feeding conditions with a reduced natural mortality rate. The research was conducted in the “Šeprešhat” research centre managed by the company “Hrvatske šume d.o.o.” and the “Podunavlje-Podravlje” hunting grounds in Baranja, and was based on biometric data from 167 pairs of shed antlers from ten feedlot cervids and four wild cervids, which makes a total of 4016 parameters. The shed antlers were collected from 2004 to 2017 and measured according to 11 standard parameters prescribed by the International Council for Game and Wildlife Conservation (CIC), and additionally according to 11 new parameters that more precisely determine the value and potential of the red deer (antler volume, brow tine deflection angle, brow tine length, brow tine height, bay tine deflection angle (degrees), bay tine length, bay tine height, tray tine deflection angle, tray tine length, tray tine height, crown height). The results show that stags from controlled breeding have significantly ( $P < 0,005$ ) longer tines than their wild counterparts. When breeding in controlled conditions, the number of tines, crown tines and crown tine lengths culminate after 8 years of age (in the 9th year); the highest lengths of beams, brow tines, and bay tines are reached after 9 years of age (in the 10th year), whereas the economic life in the open is estimated at 12 years of age. The bay tine is always shorter ( $P < 0,00001$ ) than the brow tine and the tray tine; there are no length differences between the brow tine and the tray tine ( $P = 0,772$ ). Among the indicators of “largeness” of antlers, the density of antlers does not correlate with deer age. No differences were observed in the density of stags bred in the open and those bred in controlled conditions. The average density is  $1.25 \text{ kg/dm}^3$ , (from  $0.76$  to  $2.47 \text{ kg/dm}^3$ ). The deflection angles of brow, bay and tray tines do not depend on deer age nor the open or controlled breeding conditions; however, the relationship between lengths and relative heights of tines is rather variable, regardless of the breeding environment. Stags bred in controlled breeding conditions do not show a correlation between the lengths of all three tines

covered in this research. The difference between the deflection angles of brow and bay tines can serve as a decision point for shooting the deer. The difference between deflection angles of brow and bay tines of at least  $70^\circ$  is an indicator of passed asymptotical senescence. From the three tested functions describing antler development, the Weibull function performed the best, followed by the quadratic function. The Gompertz function, in almost all cases, explains very little variability across all parameters covered in the research. To conclude, the majority of parameters had higher values in stags bred in fenced controlled conditions than in stags bred in the open, and the time required to reach the asymptotic values in controlled breeding conditions is significantly shortened.

**Key words:** antlers morphometry, controlled breeding, red deer, Gompertz function, quadratic function, Weibull function

## 10. ŽIVOTOPIS

Vlado Jumić, mr., dipl. ing. šum., rođen je u Grabovcu 13. svibnja 1965. Osnovnu školu završio je u Kneževim Vinogradima, a srednju školu u Osijeku u zvanju dravno-tehnološki stručni radnik. Godine 1984. zapošljava se kao tehničar u Lovno šumskom gazdinstvu „Jelen“ Beograd, Šumariji Tikveš. Školske 1994./95. godine upisao se na Šumarski fakultet u Zagrebu, koji je završio 1999. obranom diplomskoga rada pod naslovom „Uzgoj krupne divljači u uzgajalištu „Garjevica“ Lovnoga gospodarstva Moslavina“. Na istom fakultetu upisao je poslijediplomski studij iz Lovstva, koji je 2003. završio obranom magistarskog rada pod nazivom „Tjelesni i trofejni razvoj jelena običnog (*Cervus elaphus* L.) u državnom lovištu Garjevica“ te stekao stručni naziv magistar lovstva. Za vrijeme studija osnivao je Lovnu sekciju Šumarskog fakulteta i bio njezin prvi predsjednik. Tijekom 1996. i 1997. bio je sudionik međunarodnog natjecanja šumarskih fakulteta u Brnu. Poslijediplomski (doktorski) studij Poljoprivredne znanosti, smjer Lovstvo i kinologija upisao je na Poljoprivrednom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Popularne, stručne i znanstvene članke povremeno objavljuje u šumarskim i lovačkim glasilima. Odlikovani je dragovoljac Domovinskog rata, pričuvni dočasnik i ratni vojni invalid, te predsjednik Udruge dragovoljaca i veterana Domovinskog rata Hrvatse šume d.o.o. Član je Hrvatskog šumarskog društva. Zaposlenik je državne tvrtke Hrvatske šume d.o.o. gdje trenutno obnaša poslove voditelja Uprave šuma Podružnica Osijek. Oženjen je i otac dvojice sinova.