

# ANALIZA DOBI SRNJAKA PRIMJENOM RAZLIČITIH METODA

---

**Turk, Viktorija**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:178:829310>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-11**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Veterinary Medicine -  
Repository of PHD, master's thesis](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET

**Viktorija Turk**

ANALIZA DOBI SRNJAKA PRIMJENOM RAZLIČITIH METODA

Diplomski rad

Zagreb, 2023.

Diplomski rad izrađen je na Zavodu za veterinarsku ekonomiku i epidemiologiju

Predstojnik Zavoda za veterinarsku ekonomiku i epidemiologiju:

doc. dr. sc. Denis Cvitković

Mentori:

izv. prof. dr. sc. Dean Konjević, Dipl. ECZM (WPH)

dr. sc. Miljenko Bujanić

Povjerenstvo za obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Zdravko Janicki
2. prof. dr. sc. Krešimir Krapinec (Fakultet šumarstva i drvne tehnologije)
3. dr. sc. Miljenko Bujanić
4. izv. prof. dr. sc. Dean Konjević (zamjena)

## ZAHVALE

*Zahvaljujem prvenstveno svojim roditeljima Sandri i Borisu na psihičkoj, fizičkoj i financijskoj podršci i razumijevanju za vrijeme ovih dugih šest godina studiranja.*

*Također, želim se zahvaliti svome dečku Davidu koji je uvijek bio iznimno velika podrška, osobito u trenucima kada je bilo najteže. Zahvaljujem se i svojim prijateljima s Fakulteta, osobito Luciji, Niki, Leu i Heleni na pomoći, podršci i dobrom društvu.*

*Zahvaljujem se prof. dr. sc. Krešimiru Krapincu i Nikolini Škvorc, dr. med. vet. na pruženoj pomoći u izradi rada, te prof. dr. sc. Hrvoju Brkiću na ustupanju rezalice u trenucima kada je to bilo iznimno potrebno.*

*Na kraju htjela bih se posebno zahvaliti svojim mentorima izv. prof. dr. sc. Deanu Konjeviću, Dipl. ECZM i dr. sc. Miljenku Bujaniću na vremenu, trudu i znanju koje su uložili u izradu ovog diplomskog rada.*

## POPIS PRILOGA

**Slika 1.** Srnjak uz hranilicu, lovište Črnovšćak (foto: arhiva lovišta).

**Slika 2.** Srna obična, ženka (foto: D. Konjević).

**Slika 3.** Primjer istrošenosti zuba i dobi (izvor: WAGENKNECHT, 1984.).

**Slika 4.** Obrojčavanje zuba srne obične. Prvi pretkutnjak (P1) u pravilu nedostaje (modificirano iz: STUBE i LOCKOW, 1994.).

**Slika 5.** Priprema za vađenje zuba. (foto: V. Turk).

**Slika 6.** Bojanje isječaka zuba. (foto: V. Turk).

**Slika 7.** Preparat pod mikroskopom. (foto: V. Turk).

**Slika 8.** Dijamantna rezalica. (foto: V. Turk).

**Slika 9.** Shema određivanja nagiba sjekutića. (foto: V. Turk).

**Slika 10.** Prikaz mjerenja visine krune M<sub>2</sub> i promjera rožišta. (izvor STUBBE i LOCKOW, 1994.).

**Slika 11.** Dijagram odnosa visine krune svih zuba i promjera rožišta. (izvor STUBBE i LOCKOW, 1994.).

**Slika 12.** Tablični prikaz odnosa visine krune M<sub>2</sub> i P<sub>3</sub>. (izvor STUBBE i LOCKOW, 1994.).

**Slika 13.** Greške u procjeni dobi srnjaka nativnom metodom procjene.

**Slika 14.** Ovisnost greške u procjeni dobi srnjaka nativnom metodom o stvarnoj dobi.

**Slika 15.** Regresijska analiza procjene dobi srnjaka pomoću nativne metode.

**Slika 16.** Greške u procjeni dobi srnjaka metodom nagiba sjekutića.

**Slika 17.** Ovisnost greške u procjeni dobi srnjaka metodom ocjene nagiba sjekutića o stvarnoj dobi srnjaka.

**Slika 18.** Regresijska analiza procjene dobi srnjaka pomoću metode ocjene nagiba sjekutića.

**Slika 19.** Greške u procjeni dobi srnjaka pomoću visine krune M<sub>2</sub> i promjera rožišta.

**Slika 20.** Ovisnost greške u procjeni dobi srnjaka metodom visine krune  $M_2$  i promjera rožišta o stvarnoj dobi srnjaka.

**Slika 21.** Regresijska analiza procjene dobi srnjaka pomoću visine krune  $M_2$  i promjera rožišta.

**Slika 22.** Greške u procjeni dobi srnjaka pomoću visine krune svih zubi i promjera rožišta.

**Slika 23.** Ovisnost greške u procjeni dobi srnjaka tehnikom visine krune svih zubi i promjera rožišta o stvarnoj dobi srnjaka.

**Slika 24.** Regresijska analiza procjene dobi srnjaka pomoću visine krune svih zubi i promjera rožišta.

**Slika 25.** Greške u procjeni dobi srnjaka metodom na temelju visine krune  $M_2$  i  $P_3$ .

**Slika 26.** Ovisnost greške u procjeni dobi srnjaka metodom visine krune  $M_2$  i  $P_3$  o stvarnoj dobi srnjaka.

**Slika 27.** Regresijska analiza procjene dobi srnjaka metodom usporedbe visina krune  $M_2$  i  $P_3$ .

**Slika 28.** Usporedba metode 1 i 2 (nativni rez) primjenom Bland Altmanovog dijagrama. Pogreška između dviju metoda iznosi 0,99, a gornja i donja granica podudarnosti -2,96 i 4,93 respektivno.

**Slika 29.** Usporedba metode 1 i 3 (nagib sjekutića) primjenom Bland Altmanovog dijagrama. Pogreška između dviju metoda iznosi -0,55, a gornja i donja granica podudarnosti -6,97 i 5,86 respektivno.

**Slika 30.** Usporedba metode 1 i 4 (visina krune  $M_2$  i promjer rožišta) primjenom Bland Altmanovog dijagrama. Pogreška između dviju metoda iznosi 0,67, a gornja i donja granica podudarnosti -3,53 i 4,58 respektivno.

**Slika 31.** Usporedba metode 1 i 5 (visina krune svih zuba i promjer rožišta) primjenom Bland Altmanovog dijagrama. Pogreška između dviju metoda iznosi -0,09, a gornja i donja granica podudarnosti -4,91 i 4,72 respektivno.

**Slika 32.** Usporedba metoda 1 i 6 (visina krune  $M_2$  i  $P_3$ ) primjenom Bland Altmanovog dijagrama. Pogreška između dviju metoda iznosi 0,14, a gornja i donja granica podudarnosti -3,85 i 4,12 respektivno.

**Slika 33.** Podgriz, gotovo vodoravni položaj sjekutića (foto V. Turk).

**Slika 34.** Nepravilni zagriz (foto V. Turk).

## **POPIS TABLICA**

**Tablica 1.** Rezultati testiranja normalnosti distribucije dobi, ovisno o metodi procjene.

**Tablica 2.** Rezultati procjene dobi srnjaka različitim metodama.

**Tablica 3.** Korelacije procijenjenih dobi s obzirom na različite metode procjene. Brojevi označeni crvenom bojom ukazuju na statistički znakovitu povezanost uz prag značajnosti od  $p < 0,05$ .

**Tablica 4.** Rezultati usporedbe procjene dobi srnjaka različitim metodama (različita slova unutar istog stupca ukazuju na statistički znakovitu razliku u procijenjenoj dobi).

## SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| 1. Uvod   | 1  |
| 2. Pregled rezultata dosadašnjih istraživanja   | 2  |
| 2.1. Srna obična  | 2  |
| 2.2. Procjena dobi divljih životinja  | 5  |
| 2.3. Procjena dobi životinja prema zubima   | 5  |
| 3. Pretpostavka i ciljevi istraživanja  | 10 |
| 4. Materijali i metode  | 11 |
| 4.1. Prikupljanje uzoraka   | 11 |
| 4.2. Značajke lokaliteta  | 11 |
| 4.3. Metode procjene dobi   | 13 |
| 4.3.1. Metoda procjene dobi bojanjem inkremetnih linija u zubima                                      | 13 |
| 4.3.2. Metoda procjene dobi na temelju inkrementnih linija nativno                                    | 16 |
| 4.3.3. Metoda procjene dobi prema nagibu sjekutića  | 17 |
| 4.3.4. Metoda procjene dobi prema visini drugog kutnjaka ( $M_2$ )<br>i promjera rožišta              | 18 |
| 4.3.5. Metoda procjene dobi prema visini svih zuba i promjera rožišta                                 | 19 |
| 4.3.6. Metoda procjene dobi prema visini trećeg pretkutnjaka ( $P_3$ ) i<br>drugog kutnjaka ( $M_2$ ) | 20 |
| 4.4. Analiza podataka   | 21 |
| 5. Rezultati istraživanja   | 23 |
| 6. Rasprava   | 44 |
| 7. Zaključci  | 50 |
| 8. Literatura   | 51 |



|               |    |
|---------------|----|
| 9. Sažetak    | 56 |
| 10. Summary   | 57 |
| 11. Životopis | 58 |

## 1. UVOD

Pravilna procjena dobi divljih životinja predstavlja poseban problem u kreiranju što učinkovitijih planova upravljanja odnosno gospodarenja. Pri tome, stručnjacima koji se bave divljim životinjama na raspolaganju ostaje nekoliko različitih metoda koje su više ili manje invazivne te različito teško provedive. Naime, divlje životinje su plahe i u pravilu im nije jednostavno prići dostatno blizu kako bi se uočile značajke potrebite za pravilnu procjenu, a pored toga dio metoda zahtijeva i hvatanje te kemijsku imobilizaciju životinje kako bi se mogla procijeniti dob. Drugi problem predstavlja činjenica da je najveći broj ovih metoda pod utjecajem raznih vanjskih čimbenika, poput primjerice različitih sastojaka u hrani koji mogu djelovati abrazivno na zub i time izazvati jače trošenje te prikazati jedinku starijom negoli to ona uistinu i jest. Drugi problemi javljaju se uslijed primjerice različitih nepravilnosti zubala (poput primjerice nepravilnog zagriža), odnosno kao posljedica različitih patoloških stanja kao što su hipoplazija/hipomineralizacija cakline, prijelom zuba i slično. Upravo zbog navedenih razloga određene metode su iznimno nepouzdanе, iako se neke od njih vrlo često primjenjuju od strane praktičara u terenskim uvjetima. Upravo iz navedenih razloga neophodno je usporediti pojedine metode procjene dobi s metodom koju većina stručnjaka prihvaća kao zlatni standard u procjeni dobi, a to je metoda brojanja inkrementnih linija u cementu isječka zuba obojanog hematoksilin – eozin bojanjem modificiranim prema Harrisu. Kako je ova metoda invazivna i zahtijeva vađenje zuba, poznavanje pouzdanosti manje invazivnih metoda od presudnog je značaja za što pravilniju procjenu dobi, kao i za pravilan odabir metode koju će se primijeniti u pojedinom slučaju.

## 2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

### 2.1. SRNA OBIČNA

Srna obična (*Capreolus capreolus* L.) je zavičajna divljač na prostoru Republike Hrvatske (JANICKI i sur., 2007.). Znanstveno gledano srna obična pripada u red parnoprstaša (Artiodactyla), podred preživača (Ruminantia), nadporodicu pravih preživača i porodicu jelena (*Cervidae*). Mužjake u pravilu nazivamo srndaći ili srnjaci, ženke su srne, a mladunčad do kraja prve lovnogospodarske godine lanad. Ženka do prvog lanjenja je srnica ili dvizica, a mužjak do čišćenja prvog rogovlja srnjačić. Ženke su manje i lakše od mužjaka za nekih 5-10% (JANICKI i sur., 2007.).



Slika 1. Srnjak uz hranilicu, lovište Črnovščak (foto: arhiva lovišta).

Rogovlje nose mužjaci, osim u iznimnim slučajevima kada se slične tvorbe mogu javiti i na glavi ženki kao posljedica jalovosti, određenih patoloških promjena na jajnicima, zbog starosti ili izazvano drugim hormonalnim promjenama ili ozljedama periosta čeonih kostiju (KONJEVIĆ, 2008.). Srna je kao vrsta rasprostranjena gotovo cijelom Europom, a u Republici Hrvatskoj je uz divlju svinju najrasprostranjenija krupna divljač (JANICKI i sur., 2007.). Srnju smatramo teritorijalnom vrstom, što znači da većinu svog života provede u na manjem području

(promjera do 10 km), osim ako nije drugim čimbenicima prisiljena na jaču migraciju (JANICKI i sur., 2007.). Karakteristično stanište srneće divljači je područje niskog raslinja, odnosno područja na rubnim krajevima rijetkih šuma, uz branjevine, na razmeđi šume i polja, naročito ako su polja ispresijecana kultiviranim posjedima (GROSPIC i sur., 2011.).

Srneća divljač ima karakterističan izgled stanovnika gustiša i livada, a odlikuju ju duge i vitke noge, čvrsto tijelo podignuto u stražnjem dijelu, a niže u grebenu. Stražnje noge jače su razvijene kako bi pobjegla od predatora u velikim skokovima (JANICKI i sur., 2007.). To ujedno ukazuje i na sposobnost brzog, ali kratkotrajnog trka, za razliku od jelena koji je sposoban trčati znatno dulje relacije.

Dlačni pokrov srna čine kraća poddlaka ili malje, na koju se nastavlja duža pokrovnica dlaka. Također, postoji pravilna izmjena ljetne i zimske dlake. Ljetna dlaka kratka je i čvrsta,



**Slika 2.** Srna obična, ženka (foto: D. Konjević).

crvenkastosmeđe boje. Zimska dlaka duža je i deblja, sivo smeđe ili kestenjasto sive boje. Na stražnjici i mužjaka i ženki nalazi se oznaka bijele boje, a koju se tradicionalno naziva “zrcalo“ (KESTERČANEK, 1896.) Ovo je područje oblika srca u ženki, dok je u mužjaka više ovalnog oblika. Vrijeme linjanja ovisi o raznim čimbenicima poput nadmorske visine staništa i

vremenskih uvjeta, fizioloških stanja poput dobi i zrelosti, ali i određenih bolesti (JANICKI i sur., 2007.).

Srneća divljač pažljivo izabire hranu, preferira meko lišće, mlade izbojke i pupove šumskog podrasta. Iz navedenoga ih svrstavamo u životinje brsta. Također, pored lišća i pupoljaka srne vole i šumsko voće, divlje jabuke, borovice i druge razne bobice pa čak i gljive od kojih su neke za čovjeka i otrovne (JANICKI i sur., 2007.). Pravilno razvijeno zubalo odrasle srneće divljači ima 32 zuba, dok se zubalo lanadi sastoji od 20 mliječnih zuba. Postupno dolazi do izmjene mliječnih u trajne zube, negdje u dobi od oko pet mjeseci i traje do četrnaestog mjeseca života. Prema pravilnoj izmjeni mliječnih i trajnih zuba moguće je odrediti dob mladunčadi. Zubalo srna je heterodontno, difiodontno i selenodontno, a prema visini kruna zuba ubrajaju se u semi-hipsodontne (HILLSON, 2005.). Zubna formula odrasle srne glasi I 3/3, C 0/1, P 3/3 i M 3/3 čime ukupno broji od 30 do 32 zuba (PRIOR, 1995.). Pri tome je očnjak donje čeljusti inciziforman, odnosno izgledom, funkcijom i položajem odgovara sjekutićima. Gornji očnjak je prisutan samo iznimno i u pravilu ima rudimentaran korijen, zbog čega se čak i ako je prisutan uglavnom izgubi prigodom obrade lubanje. Zanimljivost u obročavanju zuba srna predstavlja činjenica kako se prvi pretkutnjak u zubnoj formuli označava kao P2, neovisno o činjenici da se pravi P1 pojavljuje iznimno rijetko (ZIMA, 1988.; KIERDORF, 1993.; KONJEVIĆ i sur., 2012.). Ovaj P1 se u pravilu ne razvija dalje od razine zubnoga zametka koji nestaje tijekom intrauterinog razvoja (KIERDORF i KIERDORF, 1989.; KIERDORF, 1993.).

Srne se u našem podneblju pare od sredine srpnja do sredine kolovoza. Pri tome mužjaci ne formiraju hareme kao što je slučaj u jelenske divljači, već zauzimaju teritorije koje brane od drugih mužjaka i čekaju ženku koja će iskazati spremnost za parenje. Mužjak i ženka jednom kad se sretnu započinju svadbeni ritual u kojem mužjak prati ženku u krug (KONJEVIĆ, 2008.). Tijek parenja traje od tri do četiri tjedna. Srne su monoestrične životinje, a specifičnost njihovog razmnožavanja predstavlja postojanje embriotenije, stanja usporenog razvitka zametka kako bi se odgodio porod i na taj način mladunčad došla na svijet u najboljim vremenskim i prehranbenim uvjetima. Tako zrelost u srna traje oko 150 dana, međutim s embriotenijom trajanje zrelosti se produžuje na 285 – 290 dana (JANICKI i sur., 2007.). Nakon ovog razdoblja srne u pravilu lane dvoje lanadi (bližnjenje). Spolnu zrelost lanad postiže sa 14 mjeseci i ostaje s majkom sve do dolaska nove mladunčadi. Majka tek pred porod prekida vezu s prošlogodišnjom lanadi. Pri tome niti ovo nije uvijek pravilo. Naime, prema društvenoj strukturi

srne žive u formi porodičnog krda (majke s mladunčadi), proširenog porodičnog krda (majke s mladunčadi iz tekuće i prošle godine) te nagomilanog krda (više jedinki zajedno).

Prosječni životni vijek srneće divljači je od 13 do 15 godina, međutim ovako duboku starost rijetko koja jedinka doživi u prirodi budući da je lovnogospodarska starost od šest do osam godina (JANICKI i sur., 2007.).

## **2.2. PROCJENA DOBI DIVLJIH ŽIVOTINJA**

Što preciznija prosudba dobi divljih životinja vrlo je važna za uspostavljanje i provedbu što realnijih planova gospodarenja i planova zaštite pojedinih vrsta divljih životinja, ali isto tako pored ovog uzgojnog dijela i za provedbu znanstvenih istraživanja (ALEXANDER, 1958.; CAUGHLEY i SINCLAIR, 1994.). Metode procjene dobi s ciljem određivanja smjernica u gospodarenju divljim životinjama počele su se razvijati u drugoj polovici 19. stoljeća, paralelno s razvojem svijesti o potrebi očuvanja divljih životinja (WAGENKNECHT, 1984.). Od tada tehnike procjene dobi divljih životinja razvijaju se intenzivno i kod jelenske divljači se temelje većinom na analizi dijelova tijela životinja koji se prema obliku i/ili veličini dovode u svezu s dobi jedinke (KUDOIC, 2020.).

S većom ili manjom sigurnošću možemo na svakoj vrsti divljih životinja procijeniti dob na temelju više značajki poput tjelesne građe, izgleda, držanja, trofejnog razvitka, boji i polegnutosti dlake, prisutnosti dlake različite boje ili oblika, vremenu linjanja, zaigranosti, vremenu skidanja čupe ili odbacivanju rogova, itd. Za procjenu dobi prema ovim značajkama potrebno je pomno pratiti životinje preko promatračnica ili čeka. U slučaju mrtvih životinja procjenu starosti možemo upotpuniti dodatnim pokazateljima poput oblika i stupnja sraštenosti šavova čeonih kostiju, duljini i debljini rožišta, okoštalosti hrskavice grkljana ili epifiza bedrenih kostiju te značajkama zuba (KONJEVIĆ i sur., 2006.).

## **2.3. PROCJENA DOBI ŽIVOTINJA PREMA ZUBIMA**

Dob pojedine vrste divljih životinja može se odrediti pomoću zuba i to korištenjem nekoliko značajki. Za procjenu dobi mogu se teoretski koristiti mliječni, trajni pa i trajnorastući zubi. Značajke zuba koje promatramo uključuju vrijeme izbivanja, izmjene, stupanj istrošenosti zuba, oblik zuba, duljinu i izgled žvačne plohe (WAGENKNECHT, 1984.). Također, mogu se

koristiti i pokazatelji poput taloženja sekundarnog dentina, broja linija rasta, boje zuba, povlačenja zubnog mesa, resorpcije zubnog korijena, odnosa širine kanala pulpe i širine zuba i sl. (OLZE i sur., 2005.).

Metode poput utvrđivanja stupnja istrošenosti zuba, iako jednostavne, zapravo su izrazito subjektivne i pod utjecajem ne samo različitih abrazivnih tvari koje se mogu naći u hrani, već i raznih patoloških procesa na zubima. Pouzdanije metode su invazivnije i uglavnom uključuju vađenje zuba koja se može provoditi jedino kod uginule ili odstrijeljene divljači.

Nicanje i izmjena mliječnih u trajne zube je također jedan od pokazatelja koji se koriste u procjeni dobi divljači. Samo nicanje zuba složen je proces koji uključuje stanice zubnog organa (primordija) i okolne zubne alveole (WISE i sur., 2002.). Formiranje mliječnih zuba zbiva se tijekom intrauterinog razvoja ploda, a sam proces razvoja zuba odvija se u nekoliko faza koje uključuju ulazak mononuklearnih stanica u zubni folikul s ciljem razgradnje alveolarne kosti i oslobađanja puta za nicanje zuba (WISE i sur., 2002.). Za svaku vrstu životinja postoji vremenski raspored nicanja mliječnih zuba po rođenju. Također, kako zubi pravilno niču, tako dolazi i do pravilne vremenske zamjene mliječnih zuba trajnima, s određenim izuzetcima. U ovom slučaju postoje odgovarajuće tablice u kojima se nalazi upisani redoslijed izmjene zuba, za određene životinjske vrste (WAGENKNECHT, 1984.). Izuzetak u izmjeni zuba čine kutnjaci kod kojih nema pravile izmjene, budući da oni niti nemaju mliječne prethodnike. Izuzetak su također vrste s trajnorastućim zubima i vrste s polifodontnom



2jährlig P<sub>2</sub> und P<sub>3</sub> sowie M<sub>3</sub> nicht oder sehr wenig angeschliffen



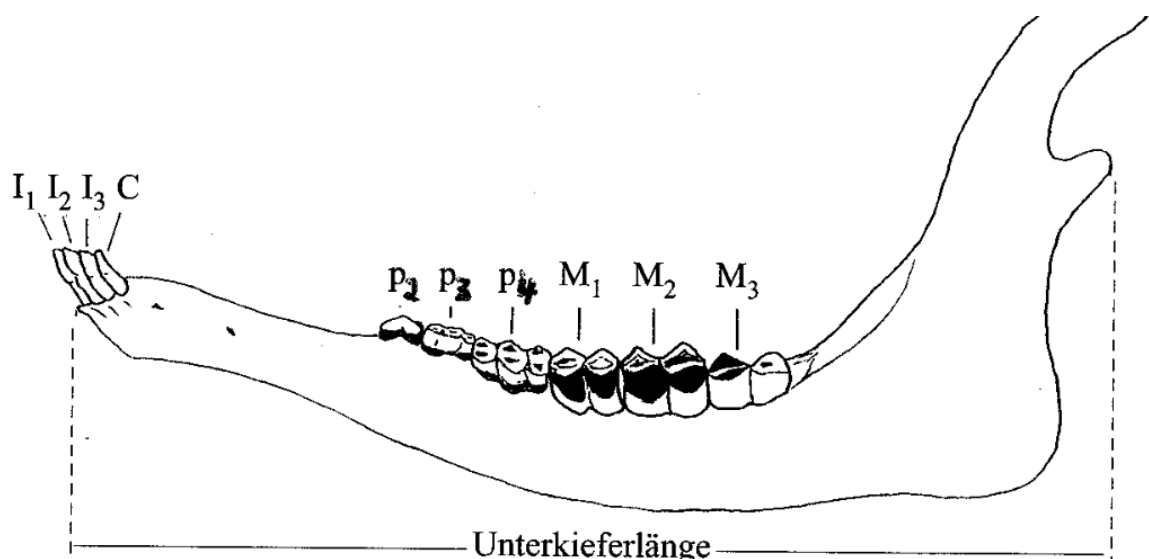
3jährlig Dentinband auf P<sub>2</sub> und P<sub>3</sub> sehr dünn, in der Regel noch nicht durchgehend

**Slika 3.** Primjer istrošenosti zuba i dobi (izvor: WAGENKNECHT, 1984.).

denticijom (više izmjena tijekom života) (KONJEVIĆ i sur., 2006.). Dob životinja se može odrediti i po stupnju istrošenosti zuba, budući da je trošenje zuba svakodnevni proces kojim dolazi do postupnog smanjenja visine krune i izravnavanja grebena na žvačnoj plohi. Stupanj



istrošenosti zuba može se koristiti za procjenu dobi onda kada je građa zubala pravilna za tu vrstu (nema nepravilnog zagriz niti pretjeranog trošenja pojedinih zuba) i kada ta vrsta divljači jede uobičajenu hranu. Međutim, trošenje zuba je proces koji ovisi o brojnim čimbenicima poput različitih patologija zuba zbog kojih životinja ne troši sve zube jednako ili zbog urođenih anomalija na zubalu koje uzrokuju krivi zagriz. Također, hipomineralizacija ili hipoplazija cakline mogu uvjetovati slabiju caklinu uslijed čega dolazi do njenog ubrzanog trošenja, a kada se caklina potroši trošenje dentina je brzo i razmjerno rano se javljaju znaci trošenja zuba. Time dolazi do promijenjenog trošenja zuba u odnosu na zdrave životinje te se stječe dojam kako je životinja zapravo znatno starija negoli na to ukazuju njeni zubi. Trošenje zuba također ovisi i o sastavu hrane koju divljač jede, odnosno može doći do pojačanog trošenja zuba zbog prisutnosti neuobičajenih sastojaka u hrani ili neuobičajene hrane (KONJEVIĆ i sur., 2006.). Veza između sastava hrane i patologije koja se javlja na zubima vrlo je čvrsta (NEIVA i sur., 2003.; SONE i sur., 2005.) i teško se ova dva čimbenika mogu razlučiti u njihovom učinku na brzinu trošenja zuba. Budući da istrošenost zuba podliježe raznim čimbenicima, samo mjerenje istrošenosti zuba je vrlo subjektivno. Zbog toga se može zaključiti da je metoda procjenjivanja dobi divljih životinja vrlo nepouzdana i ima malu praktičnu vrijednost, što nije utjecalo na činjenicu da je istodobno iznimno popularna u lovačkim i drugim krugovima (CEDERLUND i sur., 1991.; HEWISON i sur., 1999.). Čak i u slučajevima kada su stručnjaci neovisno procjenjivali zube srna poznate dobi, maksimalna odstupanja od točne dobi su iznosila od čak -5 do +6 godina (HEWISON i sur., 1999.).



**Slika 4.** Obrojčavanje zuba srne obične. Prvi pretkutnjak (P<sub>1</sub>) u pravilu nedostaje (izvor: STUBE i LOCKOW, 1994.).

Za određivanje dobi pomoću zuba koristi se još jedna skuplja i zahtjevnija, no znatno preciznija metoda koja se temelji na pretraživanju godišnjih linija rasta u području zubnog korijena, točnije u cementu (ADAMS i BLANCHONG, 2020.). Linije rasta, odnosno periodične, inkrementne linije nastaju kao odraz metabolizma, godišnjih, dnevnih i drugih ciklusa rasta u tvrdim zubnim tkivima (YILMAZ i sur., 1977.; ROSENBERG i SIMMONS, 1980.; OHTSUKA i SHINODA, 1995.; KLEVEZAL, 1996.; RISNES, 1998.). Cement se sezonski i u skladu sa rastom tijela životinje taloži duž korijena zuba te pri tom taloženju nastaju izmjenične svijetle i tamne pruge, pri čemu tamne pruge predstavljaju promatrane inkrementne linije ili godišnje linije rasta (LOW i COWAN, 1963.; GILBERT, 1966.). Sezonost u taloženju cementa očitava se kroz formiranje svijetlih i debelih pruga za vrijeme proljeća i ljeta, dok se zimske pruge vidio kao crne i tanke linije (ANONIMUS, 2023.). Istraživanje u SAD-u, u Wisconsinu, provedeno na bjelorepim jelenima (*Odocoileus virginianus*) poznate dobi, pokazalo je kako je metoda određivanja dobi pomoću inkrementnih linija u zubima preciznija od metoda koje se temelje na istrošenosti zuba. Interval pogreške kod procjene kretao se je u rasponu od 15 do 28% u odnosu na stvarnu dob (SAUER, 1971.; ROSEBERRY, 1980.; HAMLIN i sur., 2000.).

### 3. PRETPOSTAVKA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Pretpostavka istraživanja je da će metoda brojanja inkrementnih linija u cementu nativnog isječka zuba dati rezultate koji su najbliži procjeni prema zlatnom standardu (brojanje inkrementnih linija u cementu isječka zuba obojanog hematoksilin – eozin bojanjem modificiranim prema Harrisu).

Ciljevi ovoga istraživanja su:

- 1) Usporediti vrijednosti procjene dobi metodom nativnog brojanja inkrementnih linija s procjenom dobivenom primjenom zlatnog standarda
- 2) Usporediti vrijednosti procjene dobi metodom nativnog brojanja inkrementnih linija s procjenom dobivenom mjerenjem nagiba sjekutića
- 3) Usporediti vrijednosti procjene dobi metodom usporedbe visine krune  $M_2$  i promjera rožišta s procjenom dobivenom
- 4) Usporediti vrijednosti procjene dobi metodom usporedbe visine krune svih zuba i promjera rožišta s procjenom dobivenom primjenom zlatnog standarda
- 5) Usporediti vrijednosti procjene dobi metodom usporedbe visine krune  $M_2$  i  $P_3$  s procjenom dobivenom primjenom zlatnog standarda
- 6) Odrediti najprikladniju zamjensku metodu procjene dobi

## 4. MATERIJALI I METODE

### 4.1. PRIKUPLJANJE UZORAKA

Uzorci su prikupljeni na području državnog otvorenog lovišta broj: I/3 – „ČRNOVŠĆAK" (2), zajedničkog otvorenog lovišta broj: VII/508 - “DEŽANOVAC-MALO BILO” (8) te na području Parka prirode Medvednica (27). Prva dva lokaliteta predstavljaju slično, nizinsko stanište za srnu običnu. Park prirode Medvednica, brdsko-gorsko stanište, podijeljen je na sedam revira zaštite prirode kojima upravljaju lovačka društva. Uzorci su prikupljeni tijekom redovite provedbe lovnogospodarske osnove ili u sklopu provedbe Programa zaštite divljači uz odobrenja nadležnih Ministarstava. Sve lubanje obrađene su iskuhavanjem i izbjeljivanjem vodikovim peroksidom, sukladno postupku opisanom od strane FRKOVIĆ (2006.). Lubanje su posuđene za potrebe izrade ovoga diplomskoga rada te su vraćene vlasnicima.

### 4.2. ZNAČAJKE LOKALITETA

Državno otvoreno lovište broj: I/3 - "ČRNOVŠĆAK" je lovište nizinskoga tipa s nadmorskim visinama u rasponu od 99 do 107 m, smješteno na području općine Brckovljani. Prema teritorijalnom ustroju Republike Hrvatske lovište spada u Zagrebačku županiju. Ukupna površina lovišta iznosi 2178 ha, od čega na šume otpada 856 ha, a na poljoprivredno 860 ha. Matični supstrat tla čine pleistocenske ilovače i holocenske gline. Od tla nalazi se pseudoglej i hipoglej, a u pojedinim dijelovima lovišta nalaze se i veći udjeli pijeska. Hidrografske prilike su dobre i voda je dostupna divljači tijekom cijele godine i na svim predjelima lovišta. U lovištu prevladava umjereno kontinentalna klima, koja se prema razvrstavanju W. Köppena svrstava u zonu umjerene srednjoeuropske klime (umjereno topla klima kišnog tipa, Cfbwx"; SELETKOVIĆ i KATUŠIN, 1992.). Od šumskih zajednica prevladavaju šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betulli –Quercetum roboris*), šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genisto-elatae-Quercetum roboris*), šuma crne johe s trušljikom (*Frangulo-Alnetum glutinosae*), šuma poljskog jasena s kasnim drijemovcem (*Leucojo-Fraxinetum angustifoliae*) i šuma vrbe i topole (*Salici albae-Populetum nigrae*). Održavane livade su relativno rijetke, a zbog značajki tla sam biljni sastav na njima nije od veće kvalitete.

Zajedničko otvoreno lovište broj: VII/508 - “DEŽANOVAC – MALO BILO” teritorijalno promatrano nalazi se u jugoistočnom dijelu Bjelovarsko-bilogorske županije. Reljefno je riječ o nizinskom tipu lovišta smještenom u rasponu od 115 do 190 metara nadmorske visine, bez poplava. Teren lovišta je ravnomjerno brežuljkasto-nizinski, u nižim

predjelima su zastupljeni lapori s pijeskom. Glede tla, u nizinskim dijelovima prisutan je euglej, epiglej, hipoglej, amfiglej, pseudoglej, lesivirano i slično tlo. Ukupna površina lovišta iznosi 4413 ha, od čega oko 1470 ha čine šume, dok na poljoprivredno zemljište otpada oko 2500 ha. U lovištu se nalazi nekoliko stalnih vodotoka što osigurava redovitu i dobro raspoređenu opskrbu lovišta vodom. Klimatski gledano područje lovišta se prema W. Köppenu klasificira kao umjereno topla i kišna klima oznake Cfwbx" (SELETKOVIĆ i KATUŠIN, 1992.). U ovom području najviše oborina dolazi u vegetacijskom razdoblju od mjeseca travnja do rujna, što utječe na sastav, razvijenost i opstojnost šumskih sastojina. Od šumskih zajednica dominiraju šuma crne johe i lelujavog šaša (*Carici brizoidis-Alnetum glutinosae*), šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genisto elatae-Quercetum robirus*), šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli-Quercetum typicum*), tipična šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli-Quercetum roburis typicum*), šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba s bukvom (*Carpino betuli-Quercetum roburis fagetosum*) i šuma običnoga graba s dlakavim šašem (*Carici pilosae-Carpinetum betuli*). Livadne zajednice predstavljaju mezofilne livade srednje Europe. Kao i u većini predjela napuštanjem stočarstva ove livade polako nestaju i prelaze u branjevine i šumarke.

Zagrebačka gora ili Medvednica jedan od većih gorskih masiva na području Panonskog gorja. Preko 90% područja smješteno je iznad 200 metara nadmorske visine, dok je najviši predjel vrh Sljeme s 1 032 m. Sukladno tome, za razliku od prethodna dva lokaliteta Park prirode Medvednica ubraja se u brdska staništa. U hidrogeološkom smislu ovim područjem dominiraju površinski vodeni tokovi s obiljem vode tijekom cijele godine. Šume ovoga predjela čine sveze karakteristične za viša područja, poput sastojine hrasta kitnjaka i pitomog kestena (*Quercus-Castaneetum sativae*), hrasta kitnjaka s runjikom (*Hieracio racemosi-Quercetum petraeae*), obične bukve s mrtvom koprivom (*Lamio orvale-Fagetum sylvaticae*), bukove šume s bekicom (*Luzulo-Fagetum sylvaticae*), šume bukve i jele (*Abieti-Fagetum „pannonicum“*), šume gorskoga javora i običnog jasena (*Chrysanthemo macrophylla-Aceretum pseudoplatani*), crne johe s drhtavim šašem (*Carici brizoides-Alnetum glutinosae*) i druge. Na području Parka prirode nalaze se i brojni pašnjaci i livade.

### 4.3. METODE PROCJENE DOBI

U ovome istraživanju korišteno je šest različitih metoda procjene dobi odstrijeljene srneće divljači. Pri tome se metoda procjene dobi bojanjem inkrementnih linija u zubima pomoću modificirane metode hematoksilin – eozin po Harris-u (ROMEIS, 1968.) koristila kao zlatni standard.

#### 4.3.1. METODA PROCJENE DOBI BOJANJEM INKREMETNIH LINIJA U ZUBIMA

Ova metoda predstavlja zlatni standard kod određivanja dobi životinja pomoću zuba, ali je zbog invazivnosti njena upotreba ograničena. Za provedbu ove metode potrebno je specijalnim stomatološkim kliještama izvaditi zub. U ovome istraživanju vadili smo drugi



**Slika 5.** Priprema za vadenje zuba. (foto: V. Turk).

pretkutnjak donje čeljusti (P<sub>2</sub>) te ga pohranili u plastičnu posudu s odgovarajućom oznakom. U Laboratoriju za histologiju, histokemiju i imunohistokemiju Zavoda za anatomiju, histologiju i embriologiju zubi su dekalcinirani primjenom 5%-te otopine dušične kiseline. Duljina dekalcinacije ovisi o više čimbenika, stoga je potrebno redovito kontrolirati stupanj dekalcinacije na način da se zubi probadaju metalnom pribadačom. Jednom kad zubi postanu mekaniji, odnosno kada poprime teksturu poput gume, potrebno ih je isprati u destiliranoj vodi.

U našem slučaju to je trajalo dan i pol do dva dana. Ispiranje u destiliranoj vodi ponavlja se nekoliko puta kako eventualni ostatci kiseline ne bi utjecali na ishod samoga bojenja. Zubi se



**Slika 6.** Bojanje isječka zuba. (foto: V. Turk).

potom smrzavaju u O.C.T. mediju (Cryofix gel) (OCT = Optimal Cutting Temperature) i režu na kriostatu (Thermo Shandon Inc, MI, USA) na debljinu od 25  $\mu\text{m}$ . Flotirajući rezovi se potom stavljaju u destiliranu vodu, nakon čega idu u otopinu Harris-ovog hematoksilina u trajanju od devet minuta. Harris-ov hematoksilin priprema se pomoću 2 otopine. Prva otopina dobiva se otapanjem 1 g hematoksilina u 10 ml apsolutnog alkohola. Za drugu otopinu potrebno je 20 g kalijevog-alauna otopiti u 200 ml destilirane vode. Obje otopine potrebno je otopiti uz blago zagrijavanje, zatim ih pomiješati i zagrijavati do vrenja, ukloniti s vatre i dodati 0,5 g živinog oksida. Dobivena otopina se potom hladi i filtrira, a tako pripremljena može trajati mjesec dana. Nakon uranjanja u otopinu Harris-ovog hematoksilina, rezovi se stavljaju u običnu (vodovodnu) vodu 10 minuta, a zatim u destiliranu vodu tijekom 5 minuta. Iz destilirane vode



**Slika 7.** Preparat pod mikroskopom. (foto: V. Turk).

rezovi zuba navlače se na predmetna stakalca i prekrivaju uklopnim sredstvom Biomount aqua. Dobiveni histološki preparati zuba suše se na zraku. Jednom osušeni, spremni su za analizu pod svjetlosnim mikroskopom. Uzorci su pregledavani pod svjetlosnim mikroskopom (Olympus BX41, Olympus, Japan) pod povećanjem 400x.

Brojenjem inkrementnih linija u cementu pod mikroskopom procjenjuje se dob na način da svaka tamna linija predstavlja jednu godinu, uz dodatak godine s obzirom na mliječni zub.



#### 4.3.2. METODA PROCJENE DOBI NA TEMELJU INKREMENTNIH LINIJA NATIVNO

Za izvedbu ove metode također se koristi izvađeni zub, s jedinom razlikom što se za ovu metodu najčešće koristi treći pretkutnjak donje čeljusti (P<sub>3</sub>). Izvađene zube potrebno je označiti i potom se režu na isječke debljine 200 do 400 μm pomoću dijamantne rezalice Mecatome T180 (Presi, Eybens, Francuska). Prije rezanja zubi se učvrste na metalne pločice pomoću voska, na



**Slika 8.** Dijamantna rezalica. (foto: V. Turk).

način da korijen i kruna zuba budu u istoj ravnini. Tako pripremljenu metalnu pločicu sa zubom pričvrsti se na držač rezalice i radi se prvi rez s kojim je cilj otvoriti korijen zuba za najbolju

vidljivost linija. Nakon prvog reza slijedi „pravi“ rez na način da metalnu pločicu sa zubom približavamo dijamantnoj pili za oko 0,9 do 1,2 mm, kako bismo dobili što tanji zubni isječak. Ovdje moramo voditi računa na debljinu same rezne dijamantne ploče jer ćemo prilikom rezanja tu debljinu uzorka izgubiti zbog rezne površine. Otpiljeni komadić zuba pun je nepravilnosti i nazubljenih dijelova koji ometaju promatranje pod lupom, stoga je potrebno zub izbrusiti i ispolirati finim brusom (Naniwa Superstone 220 i 3000 grit, Japan).

Izbrušeni fragment zuba promatra se pod lupom (Bresser GmbH, Njemačka) pod povećanjem 4x gdje se određuje broj inkrementnih linija u cementu na prethodno opisan način.

#### 4.3.3. METODA PROCJENE DOBI PREMA NAGIBU SJEKUTIĆA

Ovom metodom procjenjuje se dob na temelju nagiba sjekutića, odnosno mjerenjem



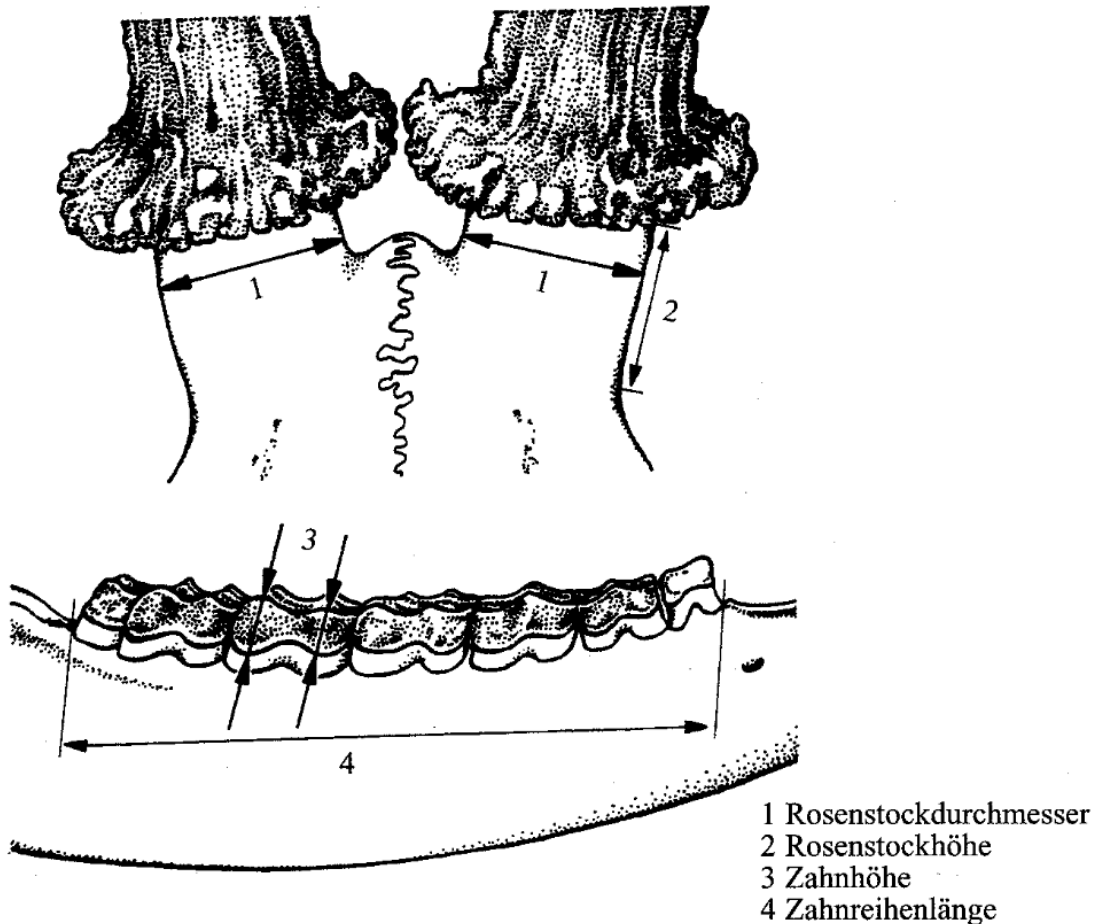
**Slika 9.** Shema određivanja nagiba sjekutića. (foto: V. Turk).

kuta koji zatvara os sjekutića i ravna linija povučena donjim rubom donje čeljusti. Donju čeljust se postavi na ravnu liniju na način da je donji rub kuta donje čeljusti poravnan s ravnom linijom, a druga točka po kojoj ravnamo donju čeljust je ona gdje se nalazi baza korijena zuba. Drugu

liniju povlačimo po vanjskoj strani krune sjekutića. Na ovaj način dobiva se kut koji se onda uvrsti u odgovarajuću tablicu iz koje je tada moguće očitati procijenjeni broj godina.

#### 4.3.4. METODA PROCJENE DOBI PREMA VISINI DRUGOG KUTNJAKA (M<sub>2</sub>) I PROMJERA ROŽIŠTA

Ova metoda se temelji na izmjeri promjera oba rožišta pomoću pomične mjerke. Pri



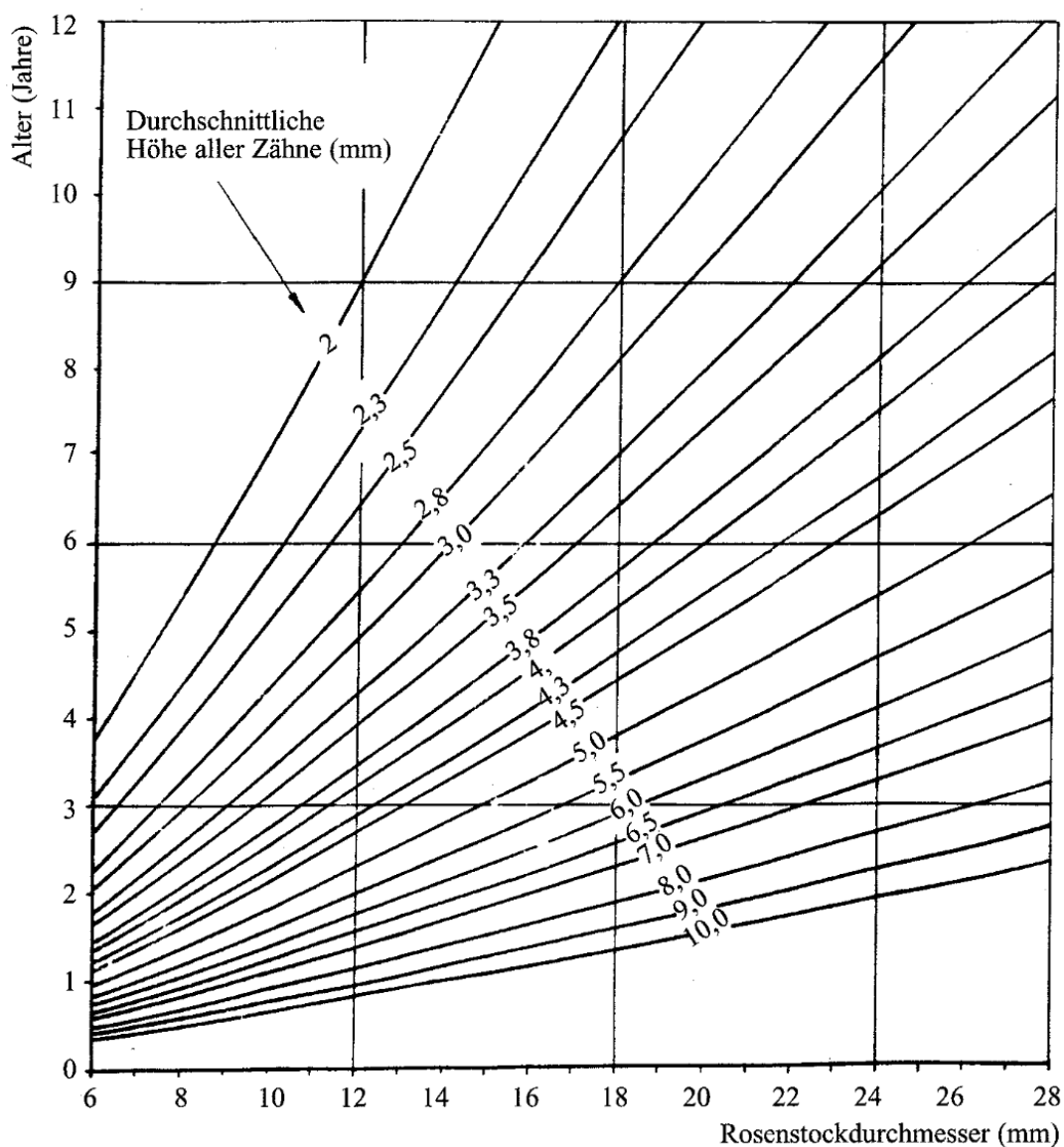
Slika 10. Prikaz mjerenja visine krune M<sub>2</sub> i promjera rožišta. (izvor STUBBE i LOCKOW, 1994.).

izračunu se koristi srednja vrijednost kako bi se dobili što točniji podatci budući da dobivene vrijednosti promjera za svaki par rogovlja variraju između lijevog i desnog rožišta za do 2 mm. Nakon toga se mjeri visina drugog kutnjaka, odnosno M<sub>2</sub>. Lijevi M<sub>2</sub> se mjeri na način da se pomičnom mjerkom izmjeri visina krune zuba. Isto se ponavlja i za drugi kutnjak s desne strane donje čeljusti. Za konačan izračun uzima se srednja vrijednost visine krune lijevog i desnog M<sub>2</sub>.

Ovako dobiveni rezultati unose se u grafikon iz kojeg se potom očitava procijenjena dob odstrijeljene srneće divljači.

#### 4.3.5. METODA PROCJENE DOBI PREMA VISINI SVIH ZUBA I PROMJERA ROŽIŠTA

Promjer rožišta dobiven je na prethodno opisan način, uzevši srednju vrijednost lijevog i desnog rožišta. Visina svih zuba mjerena je kao visina drugog pretkutnjaka (P2), trećeg pretkutnjaka (P3), četvrtog pretkutnjaka (P4), prvog kutnjaka (M1), drugog kutnjaka (M2) i trećeg kutnjaka (M3). Dakle, 6 zuba sa svake strane donje čeljusti. Za svaki zub stoga postoje



Slika 11. Dijagram odnosa visine kruna svih zuba i promjera rožišta. (izvor STUBBE i LOCKOW, 1994.).

dvije vrijednosti na temelju kojih se izračunava prosječna vrijednost za svaki zub. Potom se na temelju prosječnih vrijednosti za svaki zub računa prosječna visina svih zuba. Procjena dobi na temelju ove metode također se određuje iz odgovarajućeg grafikona.

#### 4.3.6. METODA PROCJENE DOBI PREMA VISINI TREĆEG PRETKUTNJAKA (P<sub>3</sub>) I DRUGOG KUTNJAKA (M<sub>2</sub>)

Pri ovoj metodi mjere se visine krune drugog pretkutnjaka i drugog kutnjaka. Mjerenje se provodi na prethodno opisan način. Dobivene prosječne visine zuba P<sub>2</sub> i M<sub>2</sub> uvrste se u tablicu iz koje se očitava procijenjena dob.

|                               |               | Höhe des P <sub>3</sub> in mm |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------------|---------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|                               |               | 2                             | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Höhe des M <sub>2</sub> in mm | Alter (Jahre) |                               |   |   |   |   |   |   |   |
|                               | 2             | 10                            | 8 | 8 | 7 | - | - | - | - |
|                               | 3             | 9                             | 8 | 7 | 6 | - | - | - | - |
|                               | 4             | -                             | 7 | 6 | 5 | 5 | 4 | - | - |
|                               | 5             | -                             | - | 5 | 5 | 4 | 3 | - | - |
|                               | 6             | -                             | - | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 | - |
|                               | 7             | -                             | - | - | 4 | 3 | 2 | 2 | - |
|                               | 8             | -                             | - | - | - | 3 | 2 | 1 | - |
|                               | 9             | -                             | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 |

Slika 12. Tablični prikaz odnosa visine krune M<sub>2</sub> i P<sub>3</sub>. (izvor STUBBE i LOCKOW, 1994.).

#### 4.4. ANALIZA PODATAKA

U ovome radu je kao zlatni standard procjene dobi korištena metoda brojenja inkrementnih linija u cementu zuba koji je prethodno dekalciniran, a isječci su obojani hematoksilin – eozin metodom modificiranom po Harisu. Procjena dobi ovom tehnikom se temeljila na točnosti od jedne godine, iako je u pojedinim slučajevima zbog nemogućnosti ovakve procjene dob ocjenjivana na razdoblje unutar dvije godine (primjerice formulirano kao srnjak u dobi do tri do četiri godine). Na isti način je dob procjenjivana i nativnim rezom zuba bez dekalcinacije i bojenja. U okviru ostalih triju metoda analizirane su vrijednosti pojedinih značajki zubi i rožišta, iz kojih su se naknadno tablično očitavale vrijednosti dobi. U pojedinim slučajevima je dobivena dob procijenjena s točnošću od pola godine (pa je tako dob srnjaka ocijenjena na od tri do tri i pola godine). Zbog statističke obrade podataka ovako procijenjena dob preračunata je na srednju vrijednost procijenjene dobi. Tako je na primjer za dob procijenjenu u rasponu od tri do tri i pola godine u statističkoj analizi upotrijebljena dob od 3,25 godina (aritmetička sredina procijenjene dobi).

Budući da je veličina uzorka manja od 50 normalnost distribucije za svaku tehniku procjene dobi testirana je Shapiro-Wilk testom (ZAR, 1999.), a rezultati su prikazani u Tablici 1. Od ukupnih šest metoda procjene dobi podaci dobiveni na temelju usporedbe nagiba sjekutića i visine drugog kutnjaka donje čeljusti M<sub>2</sub> te promjera rožišta, jedini pokazuju normalnu distribuciju. Stoga se je povezanost između točnosti pojedinih metoda ispitivala neparametrijskim testom. Nadalje, zbog malog uzorka koristio se Kendall Tau korelacijski koeficijent. **Osim toga, korištenje Kendall Tau koeficijenta olakšava i interpretaciju rezultata. Tako primjerice, ukoliko procijenjena dob zlatnim standardom i nativnom metodom ima koeficijent korelacije  $\tau = 0,4529$ , to znači da je u 45,29 % srnjaka dob jednako procijenjena pomoću obje metode.**

**Tablica 1.** Rezultati testiranja normalnosti distribucije dobi, ovisno o metodi procjene.

| RB | METODA                          | Shapiro-Wilk | p       | Napomena                      |
|----|---------------------------------|--------------|---------|-------------------------------|
| 1. | OBOJENI PREPARAT                | 0,71281      | 0,00000 | Statistički znakovita razlika |
| 2. | NATIVNI PREPARAT                | 0,93877      | 0,04217 | Statistički znakovita razlika |
| 3. | NAGIB SJEKUTIĆA                 | 0,94430      | 0,06920 | Normalna distribucija         |
| 4. | M <sub>2</sub> I ROŽIŠTE        | 0,97177      | 0,45829 | Normalna distribucija         |
| 5. | SVI ZUBI I ROŽIŠTE              | 0,93456      | 0,03107 | Statistički znakovita razlika |
| 6. | P <sub>3</sub> I M <sub>2</sub> | 0,87238      | 0,00055 | Statistički znakovita razlika |

Razlike u varijancama ispitane su Levene-ovim testom. Razlike u procijenjenoj dobi, ovisno o metodi procjene testirane su Kruskal-Wallis testom.

Dob jedinki dobivena različitim metodama je izjednačena funkcijom potencija korištenjem Levenberg-Marquardt algoritma, koji je standardni postupak u navedenom programu.

Dobiveni podaci analizirani su pomoću Statsoft 14.0.0.15 (TIBCO Software Inc. 2018).

Bland Altmanov dijagram je metoda analize podudarnosti dviju pretraga. Ova metoda omogućava identifikaciju razlike između dvije metode kao i potencijalna odstupanja u vidu ekstremnih vrijednosti (outliera). Analiza se temelji na određivanju razlike i srednje vrijednosti između rezultata dviju metoda, određivanja pogreške, kao i gornjeg i donjeg nivoa podudarnosti metoda (greška  $\pm 1,96$ \*st. dev.), u ovom slučaju na temelju intervala pouzdanosti od 95% ( $z=1,96$ ). Izračuni i dijagrami načinjeni su u programu Excel.

## 5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati procjene dobi srnjaka različitim metodama dani su u Tablici 2.

**Tablica 2.** Rezultati procjene dobi srnjaka različitim metodama.

| Metode<br>Oznaka<br>uzorka | Linije<br>dekalciniranom i<br>obojanom zubu | na<br>nativnom<br>rezu zuba | Linije<br>na<br>Nagib<br>sjekutića | Odnos<br>visine M <sub>2</sub><br>i<br>promjera<br>rožišta | Visina svih<br>zuba<br>i<br>promjer<br>rožišta | Odnos<br>visine P <sub>3</sub><br>i M <sub>2</sub> |
|----------------------------|---|-----------------------------|------------------------------------|--|--|--|
| SO-9                       | 5   | 4                           | 4                                  | 3-3,5  | 3-4  | 4  |
| SO-10                      | 4   | 3                           | 3                                  | 2,5-3  | 3-3,5  | 4  |
| SO-21                      | 4   | 4                           | /                                  | 3  | 3.5  | 4  |
| SO-22                      | 7   | 3                           | 6-7                                | 4,5-5  | 6-6,5  | 5  |
| SO-23                      | 5   | 4                           | 4-5                                | 2,5-3  | 3.5  | 3  |
| SO-1                       | 5   | 4                           | 4-5                                | 3-3,5  | 4-4,5  | 5  |
| SO-2                       | 6   | 4                           | 8-9                                | 4,5-5  | 5-5,5  | 5  |
| SO-3                       | 4   | 3-4                         | 4-5                                | 2-3  | 3  | 4  |
| SO-4                       | 11  | 5                           | 9                                  | 5,5-6  | 8,5-9  | 7  |
| SO-5                       | 5   | 4                           | 9                                  | 4,5-5  | 5-5,5  | 5  |
| SO-6                       | 5   | 3                           | 9-10                               | 4-4,5  | 4-5  | 4  |
| SO-7                       | 10  | 5                           | 10-11                              | 4-5  | 8-9  | 6  |
| SO-8                       | 4   | 3                           | <2                                 | 4-4,5  | 5-5,5  | 4  |
| SO-24                      | 4   | 4                           | 2                                  | 4-4,5  | 5-5,5  | 5  |
| SO-25                      | 3   | 3                           | 3-4                                | 3-4  | 4-4,5  | 4  |
| SO-26                      | 4   | 4                           | 8-9                                | 3,5-4  | 5  | 4  |
| SO-27                      | 4   | 4                           | <2                                 | 2-2,5  | 3  | 4  |
| SO-28                      | 6   | 5                           | 5-6                                | 5-5,5  | 7-7,5  | 5  |



|       |     |         |     |       |       |   |
|-------|-----|---------|-----|-------|-------|---|
| SO-29 | 3   | 2       | 6-7 | 2     | 2-2,5 | 3 |
| SO-30 | 3   | 2       | 4   | 2-2,5 | 2     | 2 |
| SO-31 | 4   | 4       | 8-9 | 3,5-4 | 4-4,5 | 4 |
| SO-32 | 4   | 3       | 8-9 | 3-3,5 | 4-4,5 | 4 |
| SO-33 | 3   | 2       | 5-6 | 2,5-3 | 3-3,5 | 2 |
| SO-34 | 4   | 3       | 4   | 4,5-5 | 5-5,5 | 5 |
| SO-35 | 4   | 3       | < 2 | 3     | 3-3,5 | 4 |
| SO-36 | 3   | 3       | < 2 | 2-2,5 | 2-2,5 | 4 |
| SO-37 | 4   | 4       | 3-4 | 3-3,5 | 4,5-5 | 5 |
| SO-14 | 3-4 | 2,5     | 4   | 2-2,5 | 3     | 3 |
| SO-13 | 4-5 | 3,5     | 4   | 4-4,5 | 5     | 5 |
| SO-15 | 3-4 | 2,5     | 3   | 3,5-4 | 4,5   | 5 |
| SO-18 | 4-5 | 3,5-4,5 | 6   | 4-4,5 | 5,5   | 5 |
| SO-17 | 5-6 | 3,5-4,5 | 5-6 | 5,5   | 5,5-6 | 5 |
| SO-11 | 4-5 | 3,5     | 5   | 3-3,5 | 3,5   | 5 |
| SO-20 | 3-4 | 4,5     | 5   | 3,5-4 | 3,5-4 | 4 |
| SO-16 | 3-4 | 3,5     | 3   | 3,5   | 3,5-4 | 4 |
| SO-12 | 4-5 | 2,5     | 5-6 | 4,5   | 4,5-5 | 5 |
| SO-19 | 3-4 | 3,5     | 4   | 4     | 4,5   | 5 |

Uz pretpostavku da je brojanje inkrementnih linija u cementu na dekalciniranom i obojenom zubu zlatni standard u procjeni dobi divljih životinja, svaka od ostalih ovdje primijenjenih metoda pokazuje statistički znakovitu povezanost s njom (Tablica 3.), jedino se snaga ovisnosti mijenja sukladno metodi. Najvišu ovisnost sa zlatnim standardom pokazuje metoda procjene dobi pomoću visine krune trećeg pretkutnjaka i drugog kutnjaka donje čeljusti ( $\tau = 0,6284$ ), a najmanju metoda procjene dobi temeljena na nagibu sjekutića ( $\tau = 0,4325$ ), koja je samo nešto manja od metode procjene na nativnom rezu zuba ( $\tau = 0,4529$ ).

Ostale metode procjene dobi međusobno pokazuju različitu jačinu ovisnosti. Pri tome metode procjene dobi temeljene na nagibu sjekutića i visini P<sub>3</sub> i M<sub>2</sub> međusobno ne pokazuju statistički znakovitu ovisnost ( $\tau = 0,1971$ ). Najveću međusobnu ovisnost pokazuju dobi procijenjene metodom visine svih zubi i promjera rožišta te visine drugog kutnjaka i promjera rožišta ( $\tau = 0,8462$ ). To je i logično, s obzirom da obje metode pokazuju približno sličnu povezanost sa zlatnim standardom ( $\tau = 0,5877$ ; respektivno  $\tau = 0,5845$ ).

**Tablica 3.** Korelacije procijenjenih dobi s obzirom na različite metode procjene. Brojevi označeni crvenom bojom ukazuju na statistički znakovitu povezanost uz prag značajnosti od  $p < 0,05$ .

|                                  | Zlatni<br>standard | nativna<br>metoda | nagib<br>sjekutića | M <sub>2</sub> i<br>promjer<br>rožišta | svi zubi<br>i<br>promjer<br>rožišta | P <sub>3</sub> i<br>M <sub>2</sub> |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| Zlatni standard                  | 1,0000             | 0,4529            | 0,4325             | 0,5877                                 | 0,5845                              | 0,6284                             |
| nativna metoda                   | 0,4529             | 1,0000            | 0,2189             | 0,2855                                 | 0,3380                              | 0,3833                             |
| nagib sjekutića                  | 0,4325             | 0,2189            | 1,0000             | 0,3163                                 | 0,3139                              | 0,1971                             |
| M <sub>2</sub> i promjer rožišta | 0,5877             | 0,2855            | 0,3163             | 1,0000                                 | 0,8462                              | 0,6515                             |
| svi zubi i promjer rožišta       | 0,5845             | 0,3380            | 0,3139             | 0,8462                                 | 1,0000                              | 0,6891                             |
| P <sub>3</sub> i M <sub>2</sub>  | 0,6284             | 0,3833            | 0,1971             | 0,6515                                 | 0,6891                              | 1,0000                             |

**Tablica 4.** Rezultati usporedbe procjene dobi srnjaka različitim metodama (različita slova unutar istog stupca ukazuju na statistički znakovitu razliku u procijenjenoj dobi).

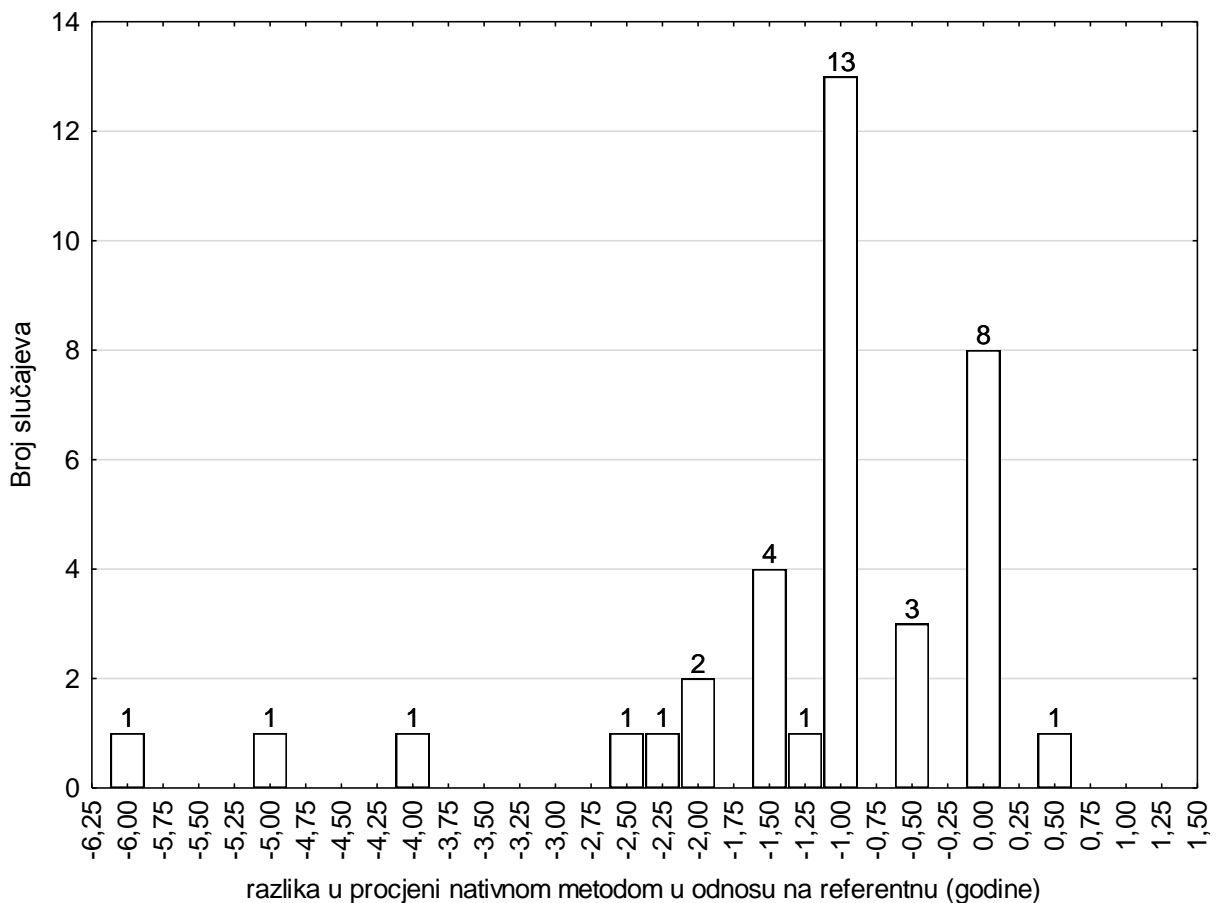
| METODE                           | n  | Prosječna          | Min  | Max   | Std. dev. |
|----------------------------------|----|--------------------|------|-------|-----------|
|                                  |    | dob<br>(godine)    |      |       |           |
| Zlatni standard                  | 37 | 4,70 <sup>ac</sup> | 3,00 | 11,00 | 1,68      |
| nativna metoda                   | 37 | 3,49 <sup>b</sup>  | 2,00 | 5,00  | 0,79      |
| nagib sjekutića                  | 36 | 5,07 <sup>a</sup>  | 1,00 | 10,50 | 2,59      |
| M <sub>2</sub> i promjer rožišta | 37 | 3,66 <sup>cb</sup> | 2,00 | 5,75  | 0,97      |
| svi zubi i promjer rožišta       | 37 | 4,45 <sup>ac</sup> | 2,00 | 8,50  | 1,49      |
| P <sub>3</sub> i M <sub>2</sub>  | 37 | 4,35 <sup>ac</sup> | 2,00 | 7,00  | 0,98      |

Prosječna dob srnjaka procijenjena metodom brojanja inkrementnih linija na obojenom histološkom preparatu zuba iznosila je  $4,7 \pm 1,68$  godina, pri čemu se dob kretala od tri do 11 godina (Tablica 4.). Na razini cijelog uzorka dob dobivena ovom metodom ne pokazuje znakovitu razliku od dobi procijenjene pomoću nagiba sjekutića ( $5,07 \pm 2,59$  godina), visine krune M<sub>2</sub> i promjera rožišta ( $3,66 \pm 0,97$  godina), visine krune svih zubi i promjera rožišta ( $4,45 \pm 1,49$  godina) te visine krune P<sub>3</sub> i M<sub>2</sub> ( $4,35 \pm 0,98$  godina). Statistički znakovitu razliku procijenjene dobi u odnosu na metodu brojanja inkrementnih linija u cementu obojenih histoloških preparata zuba pokazuje jedino metoda brojanja inkrementnih linija na nativnom rezu ( $\chi^2 = 28,64$ ;  $p < 0,05$ ). Međutim, ako se procijenjena dob zaokruži na cijele godine tada bi dob dobivena metodom brojanja inkrementnih linija u cementu obojenih isječaka zuba bila pet godina, što je u prosjeku (vrijedi za cijeli uzorak) ista dob koja se dobiva procjenom metodom nagiba sjekutića te visine krune svih zubi i promjera rožišta.

Svakako treba uočiti kako prosječna procijenjena dob pomoću inkrementnih linija na nativnom rezu zuba pokazuje statistički znakovitu razliku od one dobivene s ostale tri metode, izuzev zlatnog standarda – pomoću nagiba sjekutića, visine krune svih zuba i promjera rožišta te visine krune P<sub>3</sub> i M<sub>2</sub>. No, ako se dob zaokruži na cijelu godinu tada se prosječna dob dobivena

primjenom nativnog isječka zuba i visinom krana P<sub>3</sub> i M<sub>2</sub> u stvarnosti ne razlikuje, jer kod obje metode ona iznosi 4 godine.

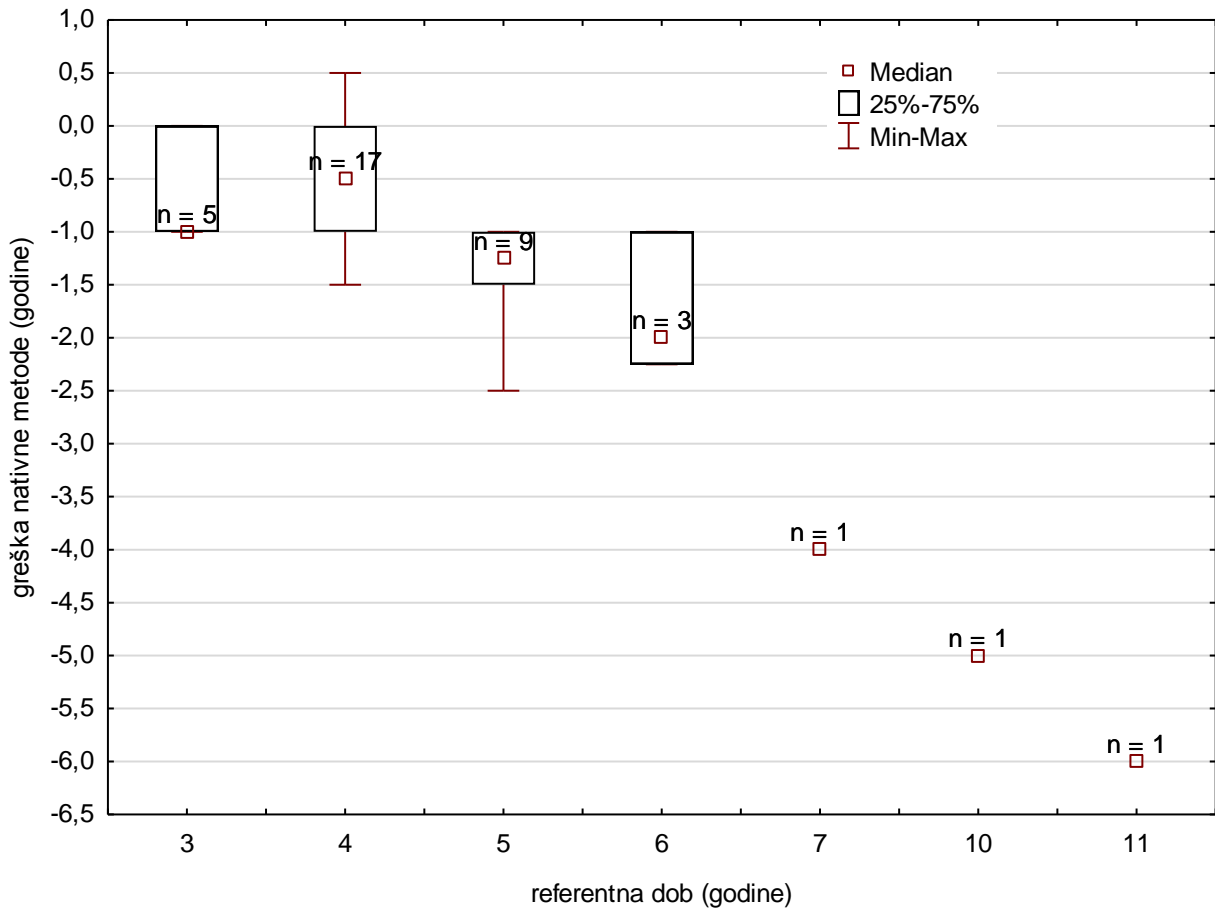
Nativnom metodom procjene dobi srnjaka dob je točno procijenjena na osam od 37 srnjaka (21,6 %). Greška procjene dobi ovom metodom, u apsolutnom iznosu kreće se od nula do šest godina, no njome se dob uglavnom podcjenjuje. U najvećem broju slučajeva (13,35 %) dob je podcijenjena za jednu godinu.



**Slika 13.** Greške u procjeni dobi srnjaka nativnom metodom procjene.

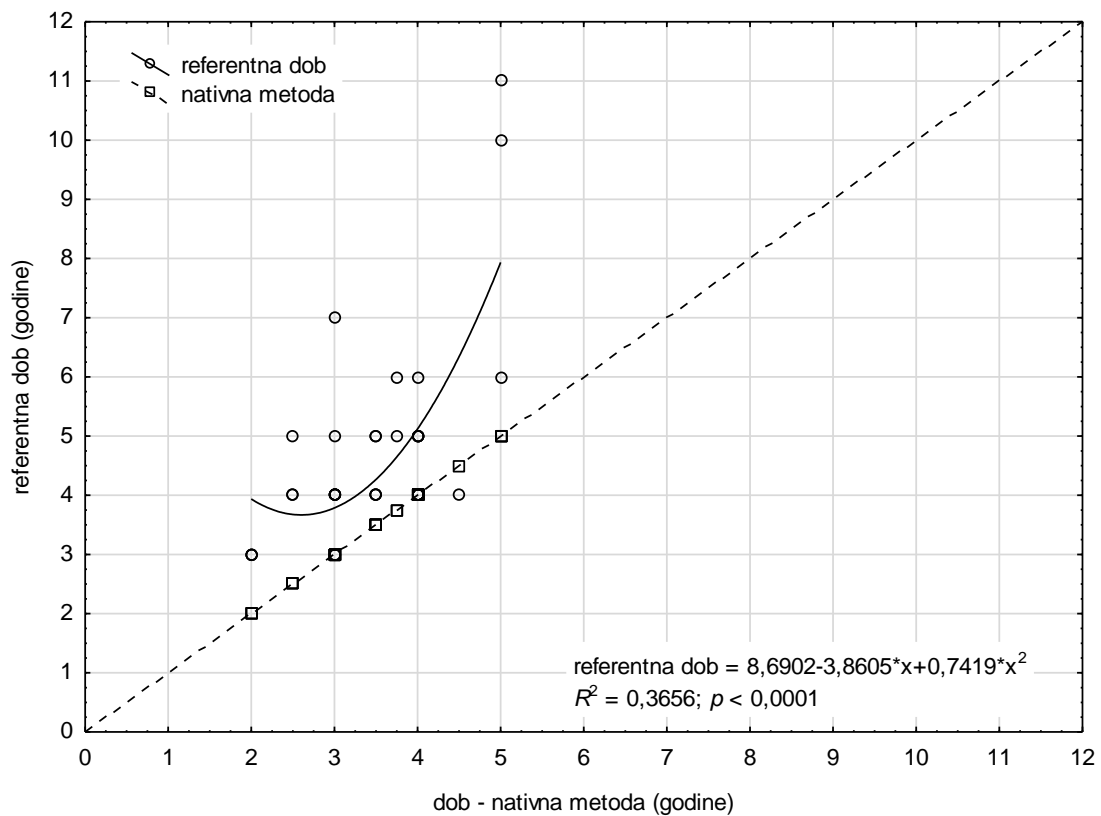
Općenito gledano, pogreška u procjeni dobi raste sa stvarnom dobi srnjaka (Slika 14.). Pri tome se greška u procjeni kod mladih srnjaka (jedinke u dobi od tri i četiri godine) kreće u rasponu od jedne godine, a najmanje su kod srnjaka u dobi od četiri godine, s time da kod tih srnjaka nativnom metodom procjene dob čak može biti i precijenjena za jednu godinu. Zrelim

srnjacima (referentne dobi od sedam do 11 godina) dob je procijenjena za od četiri do šest godina.

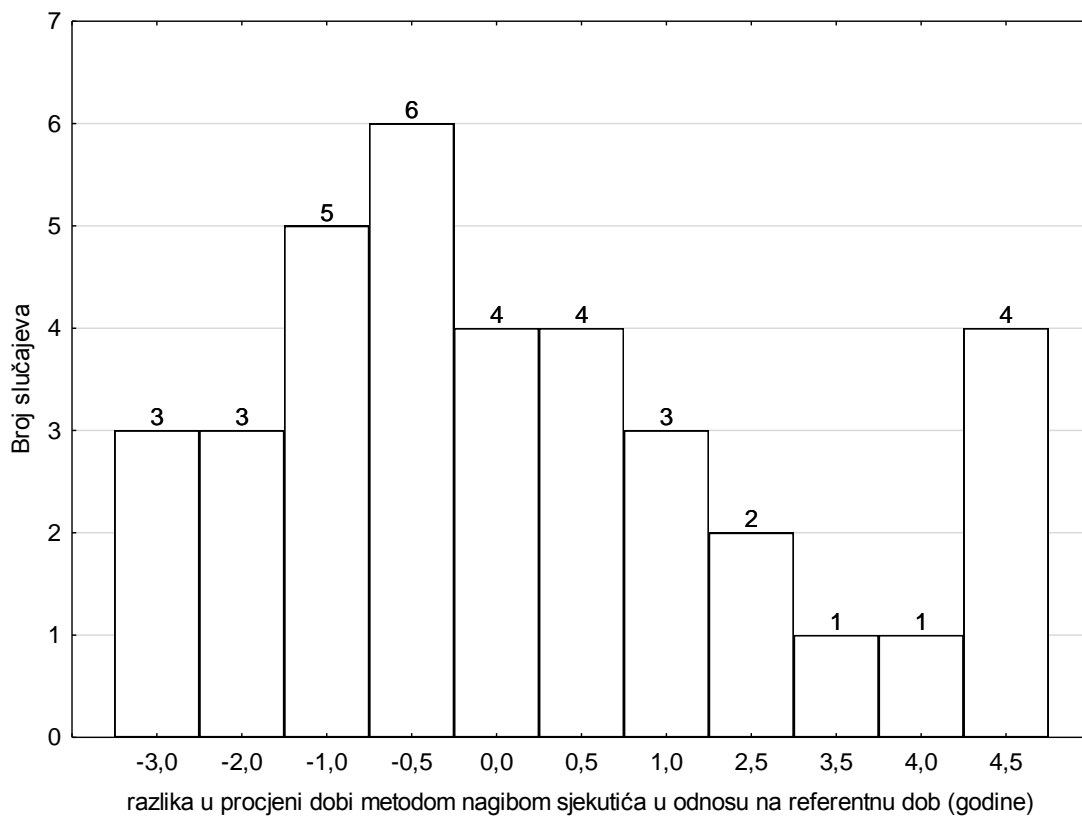


**Slika 14.** Ovisnost greške u procjeni dobi srnjaka nativnom metodom o stvarnoj dobi.

Stvarna točnost dobi procijenjene nativnom metodom može se vidjeti na Slici 15. Ukoliko se procjena dobi nativnom metodom izjednači kvadratnom funkcijom tada regresijska krivulja objašnjava 36,56 % varijabilnosti ( $R^2 = 0,3656$ ;  $p > 0,001$ ), što znači da je točnost procjene ovom metodom u odnosu na zlatni standard svega 36,56 %. Na Slici 15. jasno je vidljivo kako regresijska krivulja praktički počinje tek od točke konkavnosti. U pojedinim slučajevima za referentnu dob od, primjerice, pet godina, nativnom metodom su srnjacima u pojedinim slučajevima procijenjene dobi od 2,5; 3; 3,5; 3,75; 4 i 5 godina. Dakle, jedino je u ovom posljednjem slučaju dob procijenjena točno.

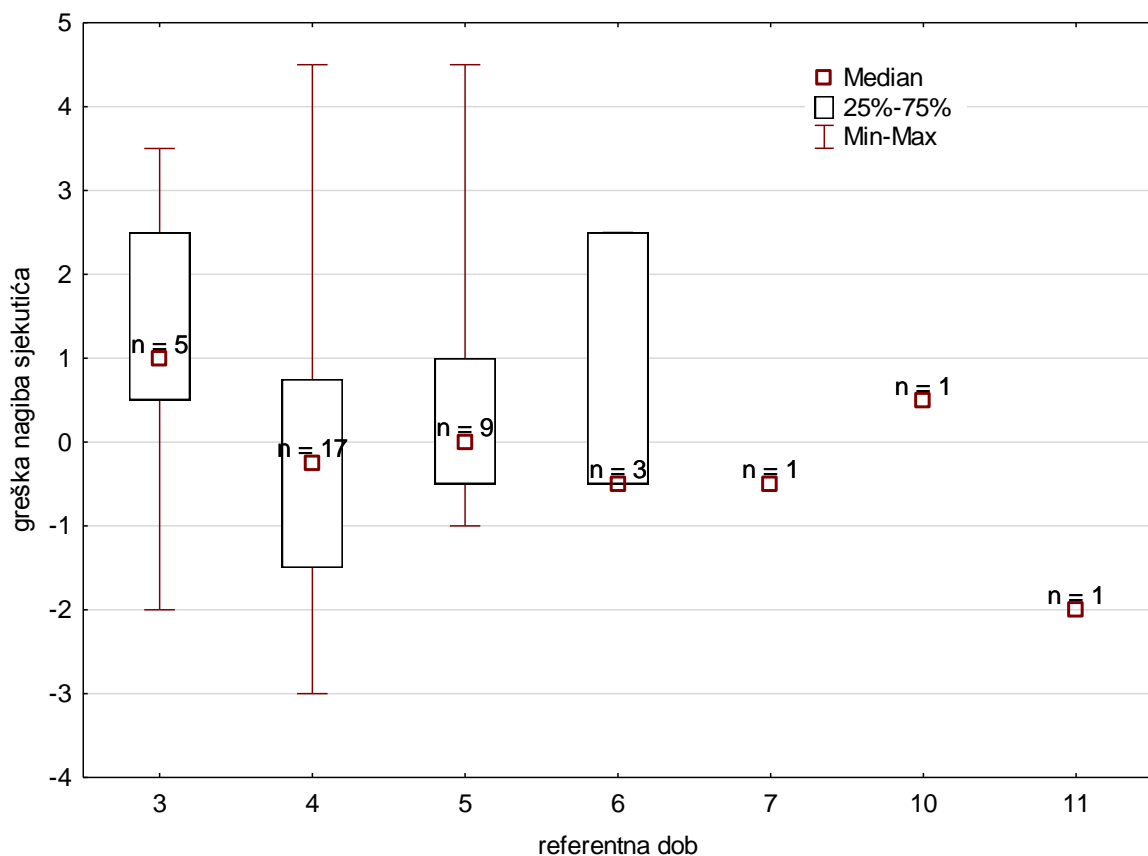


Slika 15. Regresijska analiza procjene dobi srnjaka pomoću nativne metode.



Slika 16. Greške u procjeni dobi srnjaka metodom nagiba sjekutića.

Pomoću metode ocjene nagiba sjekutića dob je točno procijenjena na četiri od 36 srnjaka (11,1 %). Greška procjene dobi ovom metodom se u apsolutnom iznosu kreće od 0 do 4,5 godine (Slika 16.), no i tom se metodom dob srnjaka uglavnom podcjenjuje. Iako je ovom metodom dob točno procijenjena u 11,1 % slučajeva treba uočiti kako je u šest slučajeva (16,7 %) dob podcijenjena za pola godine, odnosno u četiri slučaja (11,1 %) precijenjena za pola godine. Stoga je točnost ove metode viša u odnosu na prethodnu, jer je u 27,8 % srnjaka dob procijenjena s točnošću od -0,5 do +0,5 godina. Međutim, prema svakom od „repova“ distribucije pogreške procijene dobi velik je broj slučajeva u kojima je dob procijenjena pogrešno. Drugim riječima velik je broj slučajeva u kojima je dob precijenjena ili podcijenjena za više od jedne godine.

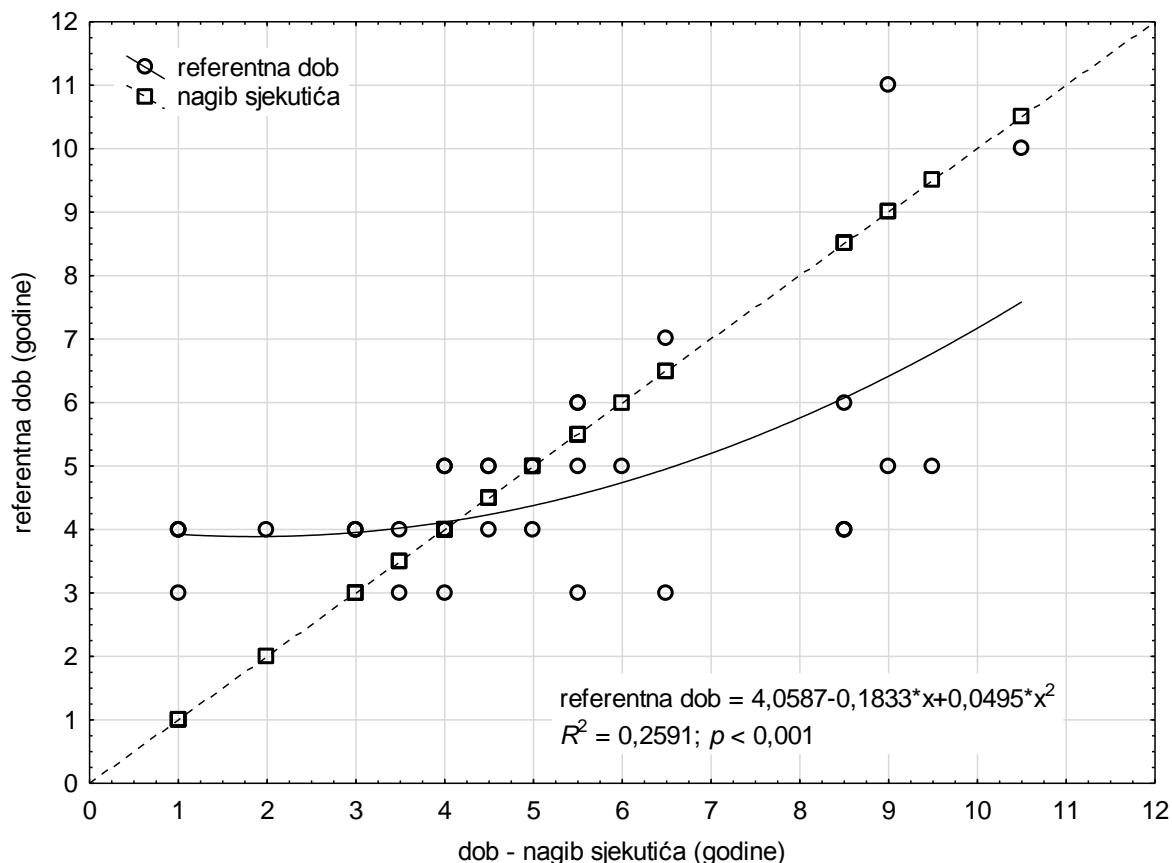


**Slika 17.** Ovisnost greške u procjeni dobi srnjaka metodom ocjene nagiba sjekutića o stvarnoj dobi srnjaka.

Za razliku od prethodne metode, greška procjene dobi pomoću ocjene nagiba sjekutića ne pokazuje jasniju povezanost sa stvarnom dobi srnjaka, no vrlo su veliki rasponi pogreške procjene dobi kod srnjaka starih tri, četiri i pet godina (Slika 17.). Tako se pogreška u procjeni

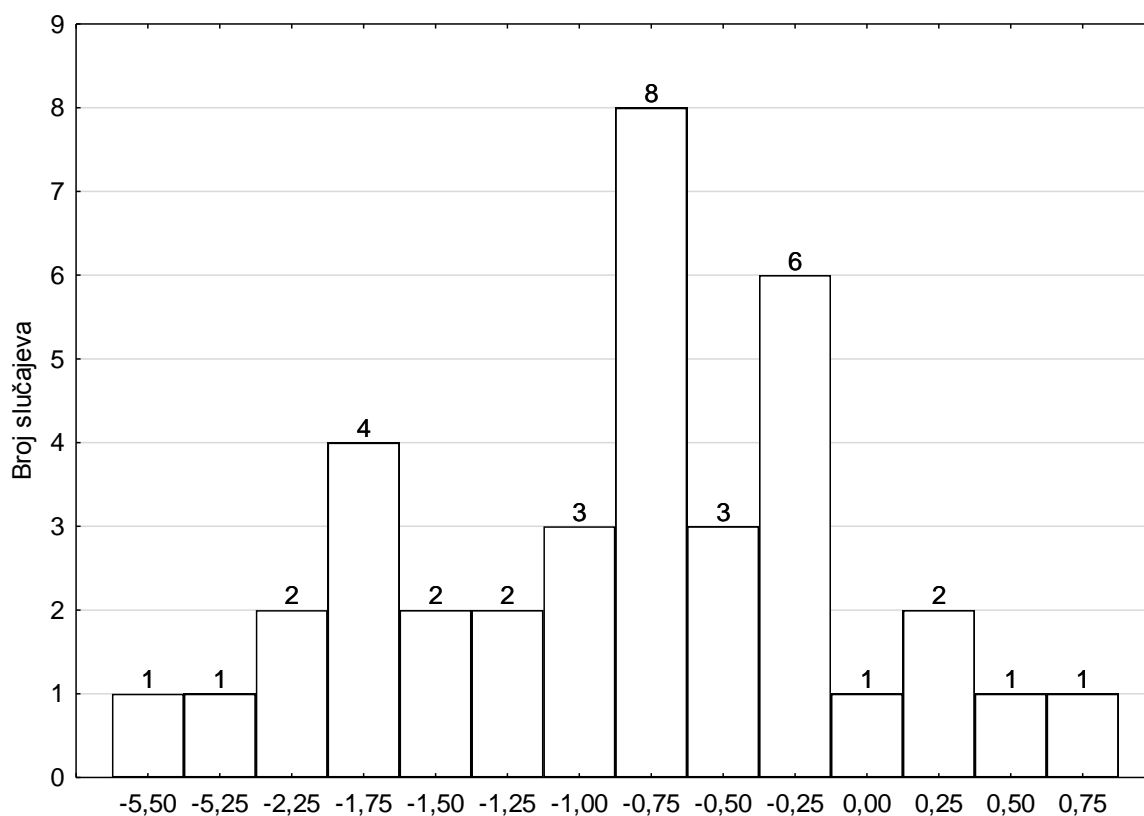
dobi srnjaka stvarne dobi od četiri godine kretala od -3 do 4,5 godine. Činjenica jest kako kod starih srnjaka (jedinke u dobi od 7 i više godina) nije bilo veće pogreške u procjeni s obzirom da se ista kretala od -2 do +0,5 godina. Stoga je ova metoda pogodna za procjenu dobi izrazito starih srnjaka.

Ako se pogleda Slika 18. jasno se može uočiti kako se metodom procjene dobi pomoću ocjene nagiba sjekutića srnjacima do dobi od četiri godine dob podcjenjuje, dok se srnjacima starijima od četiri godine dob precjenjuje. Stvarna točnost procijenjene dobi iznosi 25,91 % ( $R^2 = 0,2591$ ;  $p > 0,001$ ). I ovdje se može uočiti samo jedan krak regresijske krivulje, no ona je dosta položena. Razlog tome nedvojbeno su već spomenute velike greške u procjeni dobi srednjedobnih srnjaka koje iznose i do nekoliko godina.



**Slika 18.** Regresijska analiza procjene dobi srnjaka pomoću metode ocjene nagiba sjekutića.

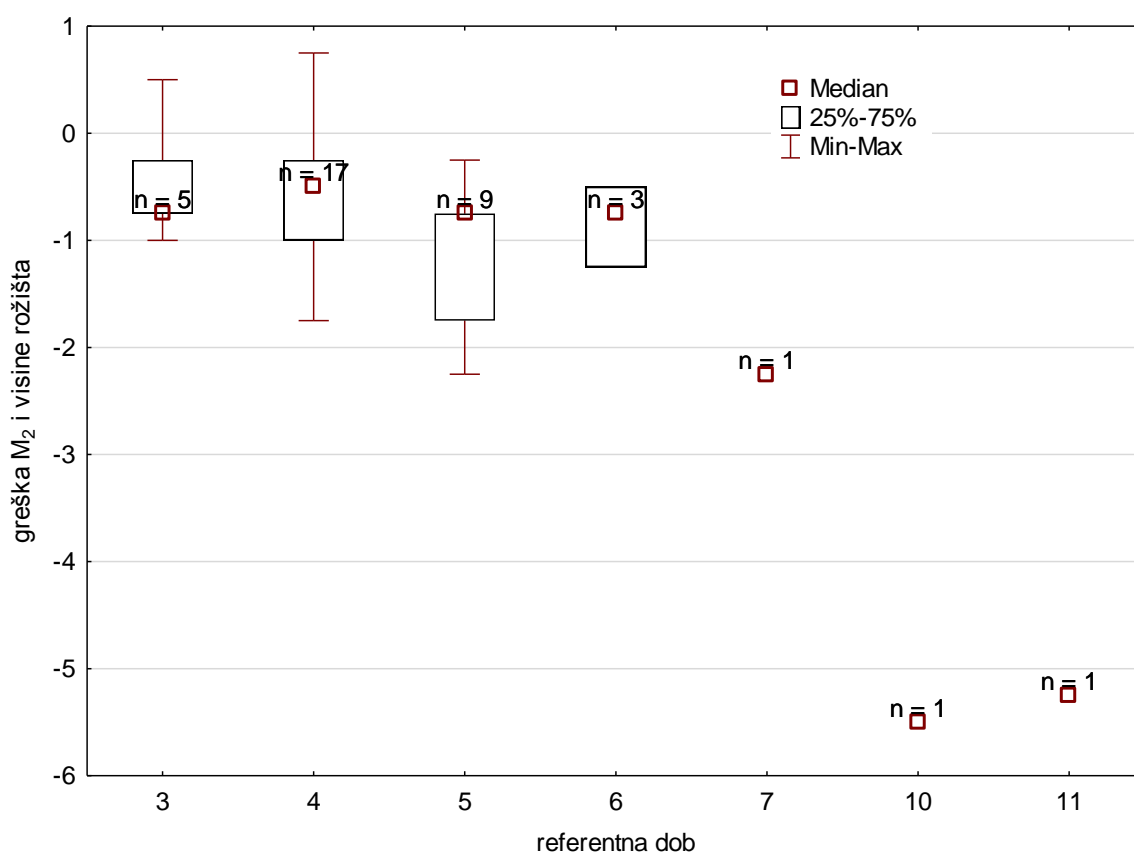




**Slika 19.** Greške u procjeni dobi srnjaka pomoću visine krune  $M_2$  i promjera rožišta.

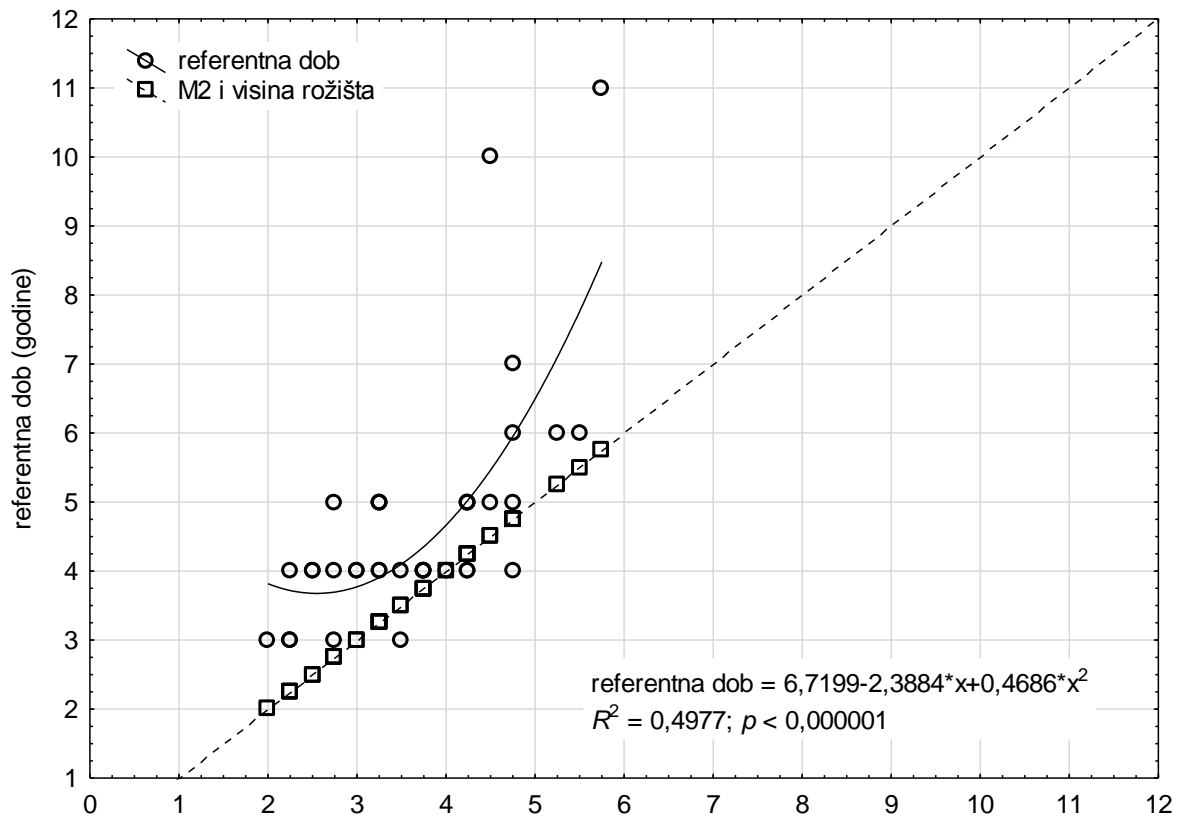
Pomoću visine krune  $M_2$  i promjera rožišta točna je dob procijenjena na vrlo malo srnjaka, odnosno na svega jednom primjerku (2,7 %). Greška procjene dobi ovom metodom, u apsolutnom iznosu kreće se od 0 do 5,5 godina (Slika 19.), no i tome se metodom dob srnjaka uglavnom podcjenjuje. Treba uočiti kako je u devet slučajeva (24,3 %) dob podcijenjena za pola godine (u šest slučajeva za 0,25 godina i u tri slučajeva za 0,5), odnosno u tri slučaja (8,1 %) precijenjena za pola godine (u dva slučaja za 0,25 godina i u jednom slučaju za 0,5 godina). Stoga je točnost ove metode, viša u odnosu na prethodne dvije jer je u 32,4 % srnjaka točna dob procijenjena s točnošću od -0,5 do +0,5 godina. Budući da se broj slučajeva u kojima je došlo do velike pogreške u procjeni dobi (reповi distribucije) relativno malen može se zaključiti kako je ovo ujedno i razmjerno točna metoda.

Kod srnjaka u dobi od tri do šest godina greška procjene nije izravno povezana s dobi, ali u višim dobnim razredima dolazi i do veće pogreške u procjeni dobi, jer se dob isključivo podcjenjuje (Slika 20.). Kod srednjedobnih srnjaka (jedinke u dobi od tri i četiri godine) te dijela zrelih srnjaka (jedinke u dobi od pet i šest godina) pogreška procjene dobi kretala se u granicama od -2,25 do 0,75 godina. Svakako treba uočiti kako je pogreška procjene dobi bila relativno najmanja u srnjaka u dobi od tri godine i kretala se od -1 do 0,5 godina. Slično je i u srnjaka u dobi od šest godina. Sukladno tome ova bi metoda bila relativno pouzdana za srednjedobne i „mlađe“ pripadnike dobne kategorije zrelih srnjaka.

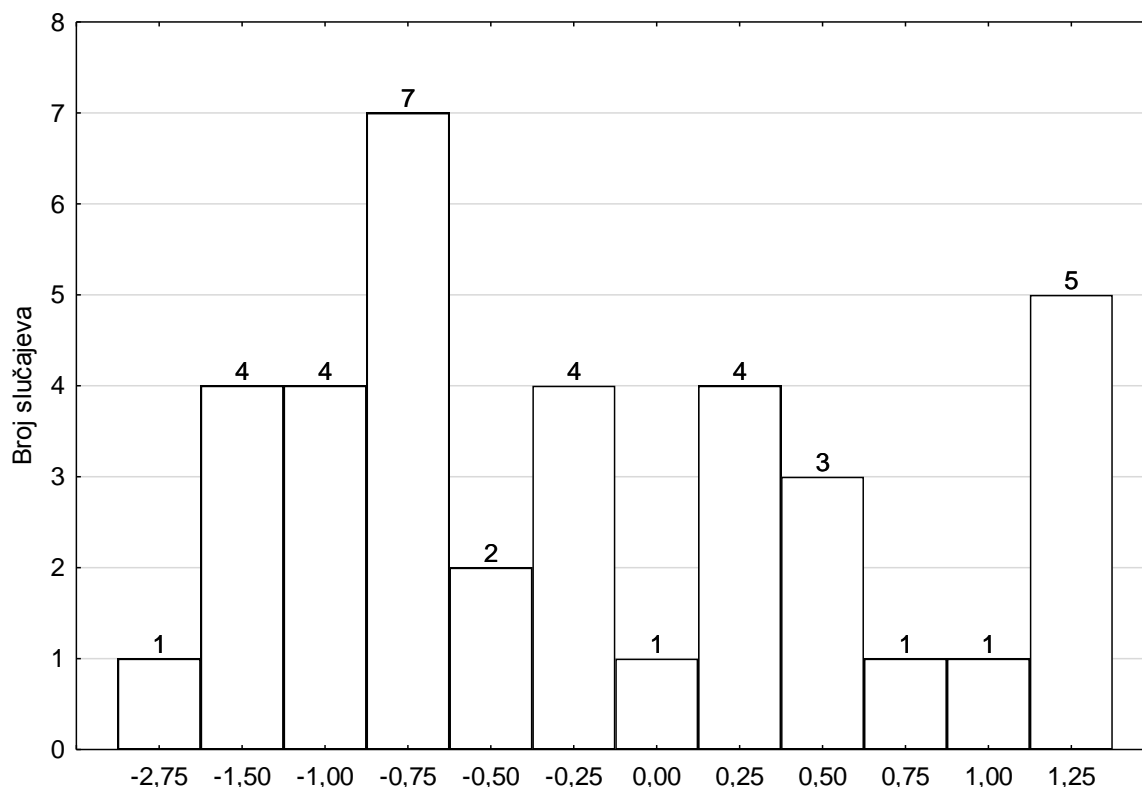


**Slika 20.** Ovisnost greške u procjeni dobi srnjaka metodom visine krune  $M_2$  i promjera rožišta o stvarnoj dobi srnjaka.

Varijabilnost točnosti procjene dobi pomoću visine krune  $M_2$  i promjera rožišta je 49,77 % ( $R^2 = 0,4977$ ;  $p > 0,000001$ ). Na Slici 21. jasno se može uočiti kako regresijska krivulja u dijelu mlađih srnjaka ne pokazuje neki značajan rast da bi u dijelu koji se odnosi na starije srnjake ona pokazala skokovit rast. To još jednom ukazuje na velike pogreške ove metode za procjenu dobi starijih srnjaka. Međutim, isto tako treba uočiti na nešto veću grešku procjene dobi petogodišnjih srnjaka (kategorija srednjedobnih), čija je dob procjenjivana u rasponu od 2,5 do 4,5 godine, odnosno kod niti jedne jedinice nije procijenjena točno.



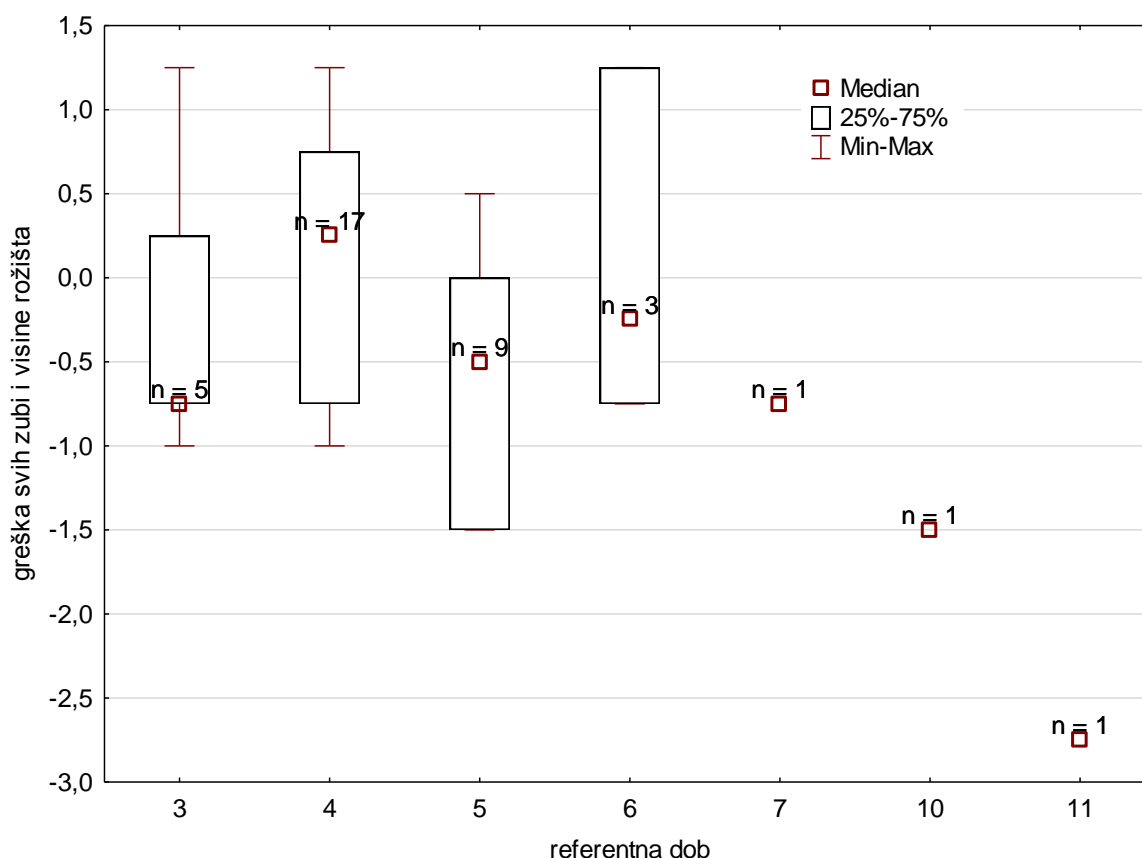
**Slika 21.** Regresijska analiza procjene dobi srnjaka pomoću visine krune  $M_2$  i promjera rožišta.



**Slika 22.** Greške u procjeni dobi srnjaka pomoću visine krana svih zubi i promjera rožišta.

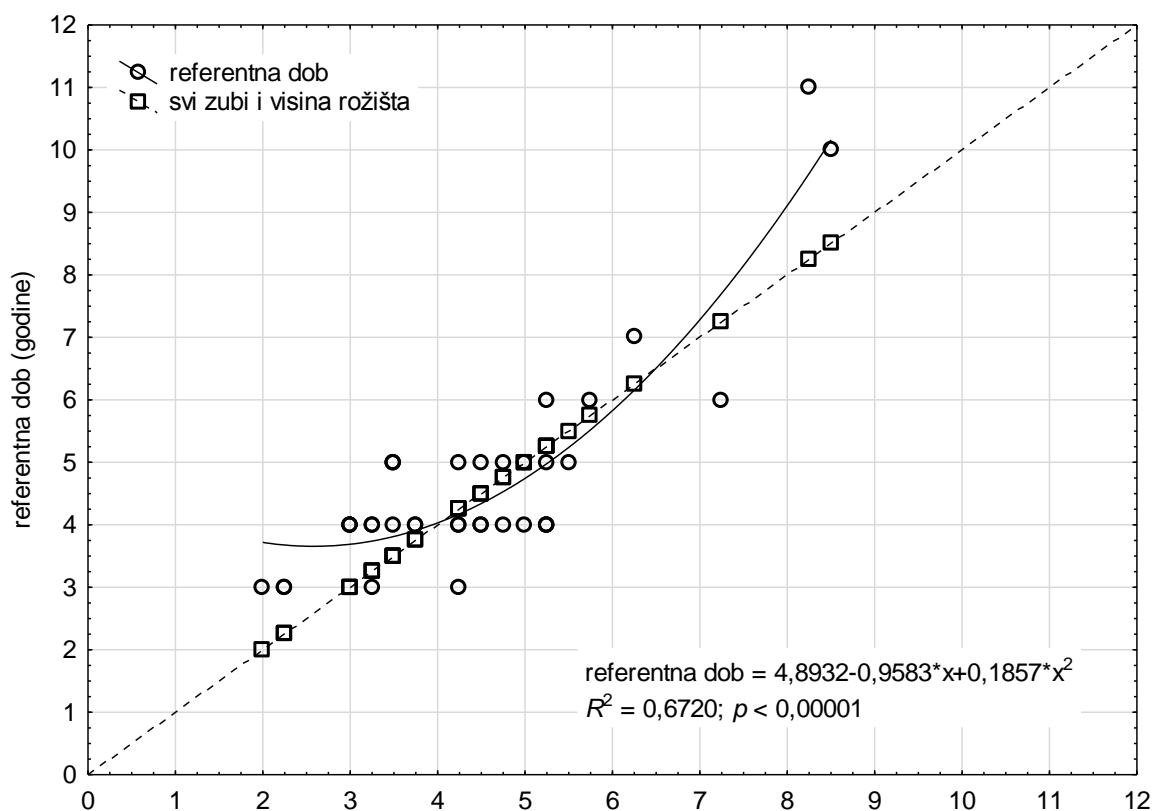
Kao i u prethodnoj metodi, pomoću visine krana svih zubi i promjera rožišta dob je točno procijenjena na samo jednom uzorku (2,7 %), no greška procjene dobi ovom tehnikom općenito uzevši je vrlo mala, budući da se kreće u apsolutnom rasponu od 0 do 2,75 godina (Slika 22.). Rast ili pad broja slučajeva u kojima je dob podcijenjena ili precijenjena ne pokazuje određeni trend. Broj slučajeva kada je pogreška u procjeni dobi neznatno precijenjena (0,25 do 0,5 godina) je razmjerno velik (četiri, respektivno tri slučaja), a isto tako je velik broj slučajeva kada je dob precijenjena za 1,25 godina (pet slučajeva). Broj slučajeva kada je dob podcijenjena je razmjerno veći, no u najvećem broju slučajeva (sedam slučajeva, 18,9 %) dob je podcijenjena za samo 0,75 godina. Sveukupno, u 13 slučajeva (35,1 %) dob je pogrešno procijenjena u rasponu od -0,5 do +0,5 godina. Pri tome je u šest slučajeva podcijenjena za do pola godine (u četiri slučaja za 0,25 godina i u tri slučaja za 0,5).

Kod srnjaka dobi od tri do šest godina greška procjene nije povezana s dobi, no u višim dobnim razredima dolazi i do veće pogreške u procjeni dobi jer se dob isključivo podcjenjuje (Slika 23.). Kod mladih i dijela srednjedobnih srnjaka (jedinke u dobi od tri i četiri godine) te dijela srednjedobnih i zrelih srnjaka (jedinke u dobi pet i šest godina) pogreška procjene dobi je u granicama od -1,5 do 1,25 godina. Svakako treba uočiti kako je pogreška procjene dobi bila relativno najmanja u srnjaka dobi od tri i četiri godine i kretala se od -1 do 1,25 godina. Sukladno tome ova bi metoda bila relativno pouzdana za srednjedobne i mlade srnjake. Kod srnjaka u poznijoj dobi (10 i 11 godina) pogreška procjene dobi je relativno velika (1,5 do 2,75 godina).

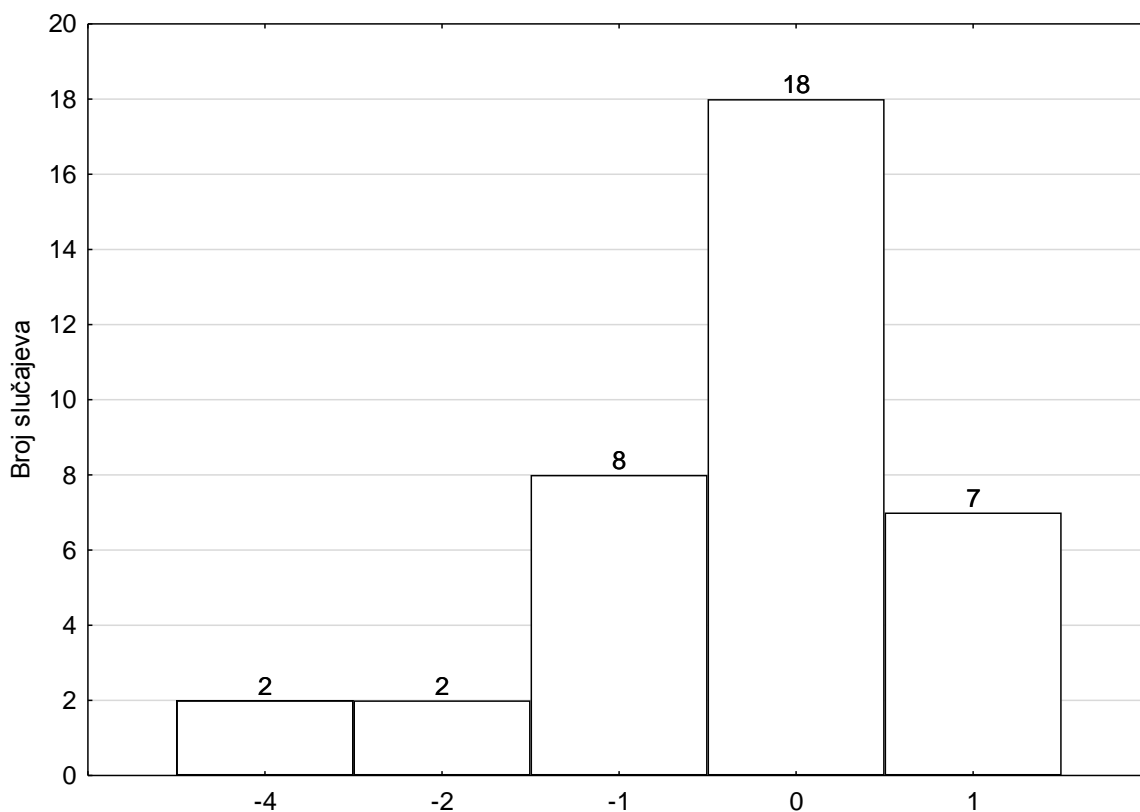


**Slika 23.** Ovisnost greške u procjeni dobi srnjaka tehnikom visine krana svih zubi i promjera rožišta o stvarnoj dobi srnjaka.

Dob dobivena na temelju visine kruna svih zubi i promjera rožišta objašnjava 67,20 % stvarne dobi srnjaka ( $R^2 = 0,6720$ ;  $p > 0,0001$ ). Usprkos tome što je dob srnjaka od tri do četiri godine procijenjena relativno točno, regresijska krivulja pokazuje izvjesnu položenost, no u kasnijoj dobi ona naglo raste (Slika 24.). Zanimljivo je kako niti jednom srnjaku dobi od četiri godine nije točno procijenjena dob, a u ukupnom uzorku su ti srnjaci bili zastupljeni s čak 17 uzoraka. Odnos regresijske krivulje i pravca izjednačenja procjene dobi ukazuje kako i ovom metodom uglavnom dolazi do podcjenjivanja dobi.



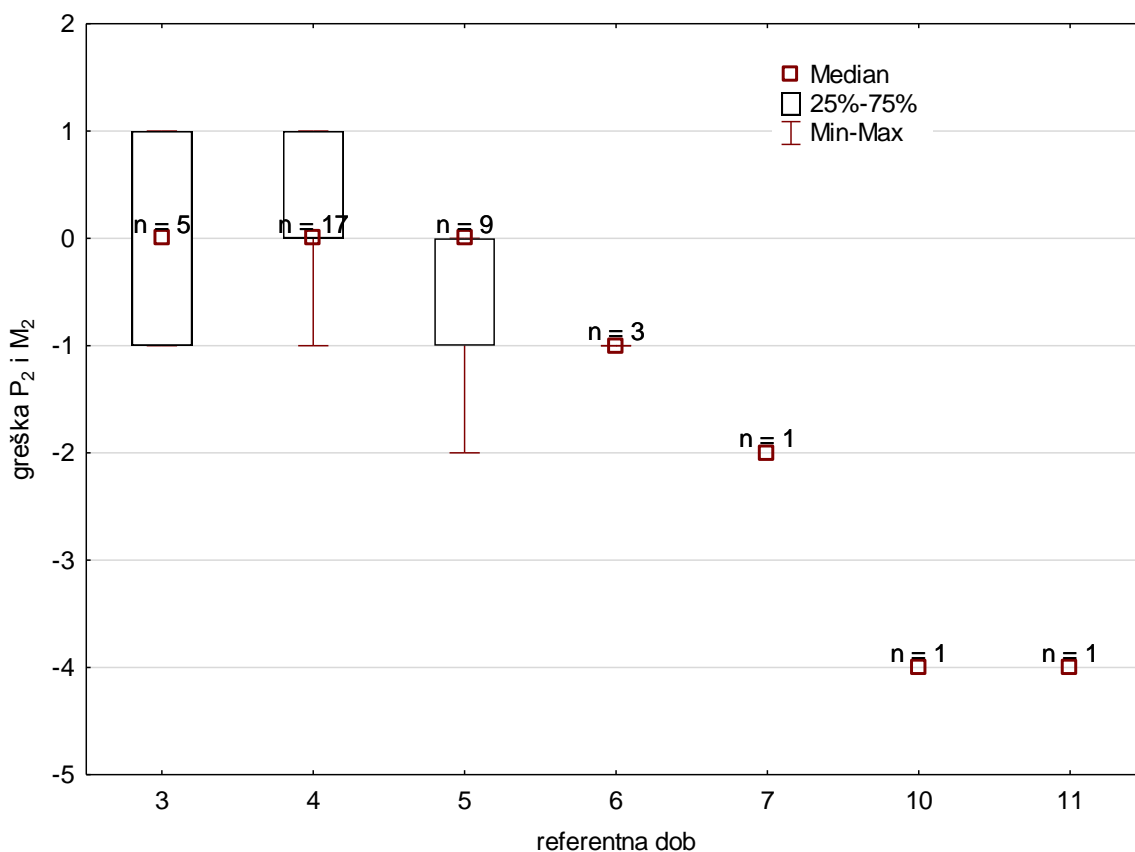
**Slika 24.** Regresijska analiza procjene dobi srnjaka pomoću visine kruna svih zubi i promjera rožišta.



**Slika 25.** Greške u procjeni dobi srnjaka metodom na temelju visine kruna  $M_2$  i  $P_3$ .

Metodom usporedbe visine kruna  $M_2$  i  $P_3$  dob je točno moguće procijeniti na slučaju od 18 srnjaka (48,6 %; Slika 25.). Pri tome je u osam srnjaka dob podcijenjena za jednu godinu (21,6 %), a u njih sedam precijenjena za jednu godinu (18,9 %). To znači da se greška od  $\pm 1$  godine utvrdila u 40,5 % slučajeva, a uvažavajući činjenicu da je ista procijenjena točno na 48,6 % srnjaka to činu ovu metodu najpouzdanijom nakon zlatnog standarda. No, ovom metodom se dob može podcijeniti za do četiri godine te se greška procjene dobi u apsolutnom iznosu kreće od jedne do četiri godine. Pored toga, idući prema repu krivulje broj pogrešnih slučajeva procjene se smanjuje.

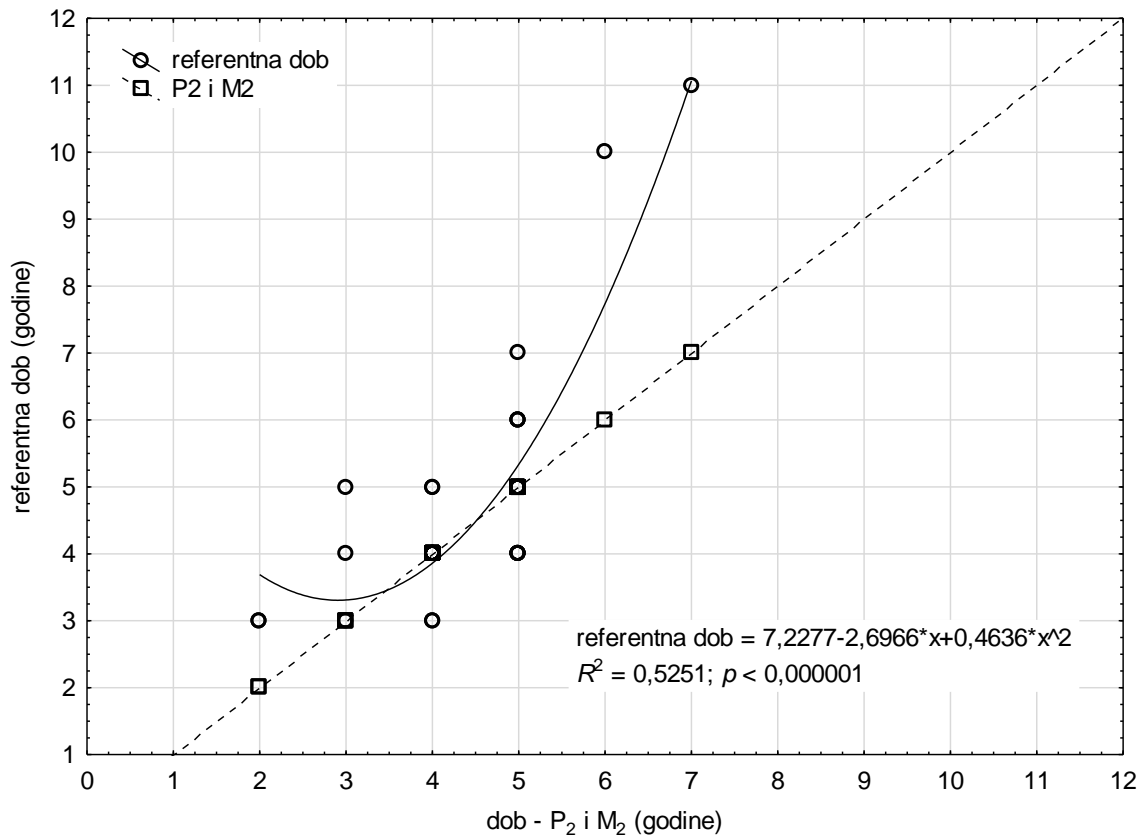
Ova metoda, kao i nativna pokazuje trend povećanja greške, ovisno o dobi srnjaka (Slika 26), odnosno s porastom dobi raste i greška procjene. U najvećem broju slučajeva se radi o pogrešci procjene od dvije godine, odnosno  $\pm 1$  godinu (srnjaci u dobi od tri i četiri godine) Kod zrelih srnjaka ovom tehnikom se dob isključivo podcjenjuje. Ta greška procjene kod starih srnjaka može iznositi i do četiri godine.



**Slika 26.** Ovisnost greške u procjeni dobi srnjaka metodom visine kruna  $M_2$  i  $P_3$  o stvarnoj dobi srnjaka.

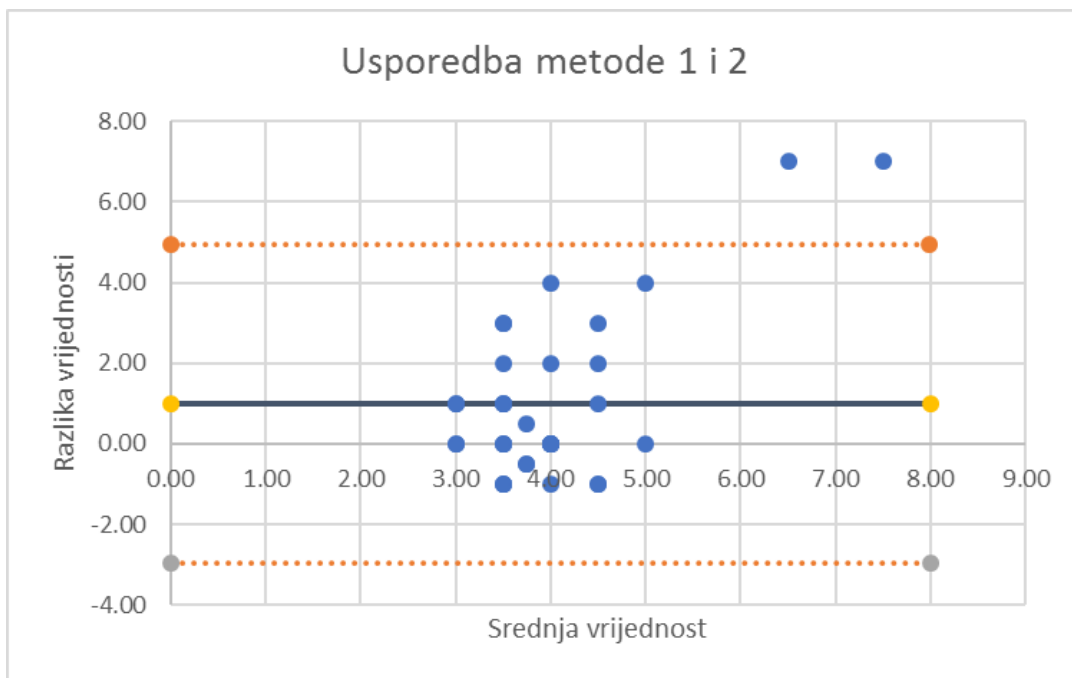
Usprkos tome, općenita točnost procjene metodom visine kruna  $M_2$  i  $P_3$  iznosi 52,51 % ( $R^2 = 0,5251$ ;  $p > 0,000001$ ). Regresijska krivulja u ovom slučaju ne pokazuje pojedine „položene“ dijelove nego je općenito dosta strma (Slika 27.), što je i logično, jer greška procjene dobi raste s porastom dobi srnjaka. Slično kao i u prošloj metodi, može se uočiti kako krivulja u jednom svom dijelu dodiruje pravac izjednačenja vrijednosti dobi procijenjene usporedbom visina kruna  $M_2$  i  $P_3$ , što još jednom ukazuje kako je ta metoda najtočnija za srnjake u dobi od tri do pet godina.



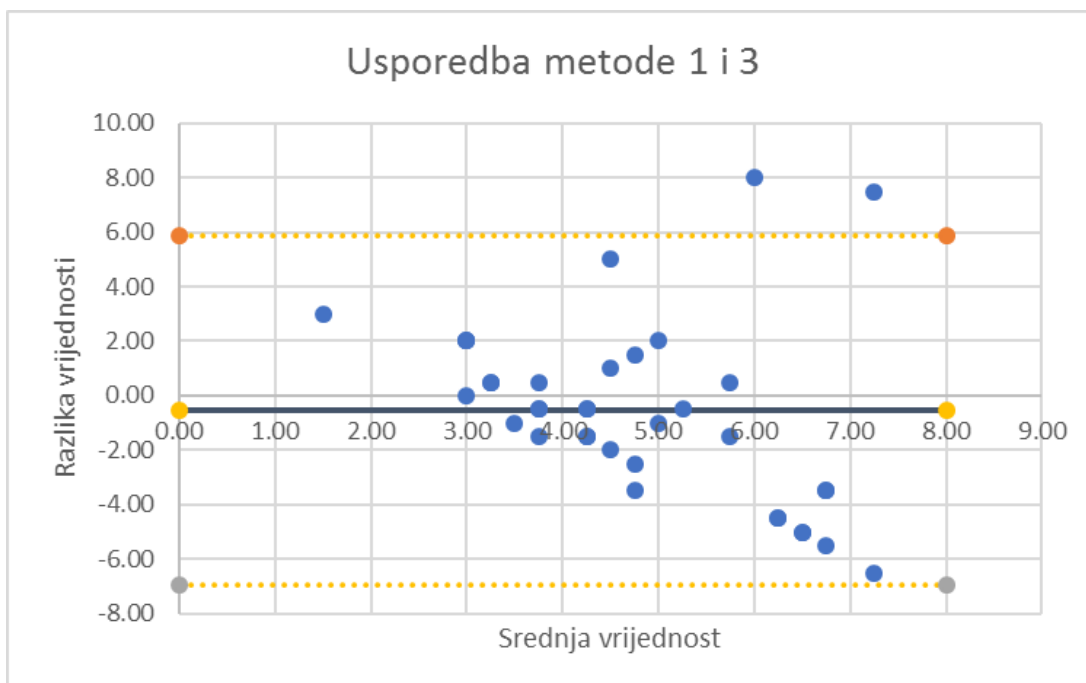


**Slika 27.** Regresijska analiza procjene dobi srnjaka metodom usporedbe visina krune M<sub>2</sub> i P<sub>3</sub>.

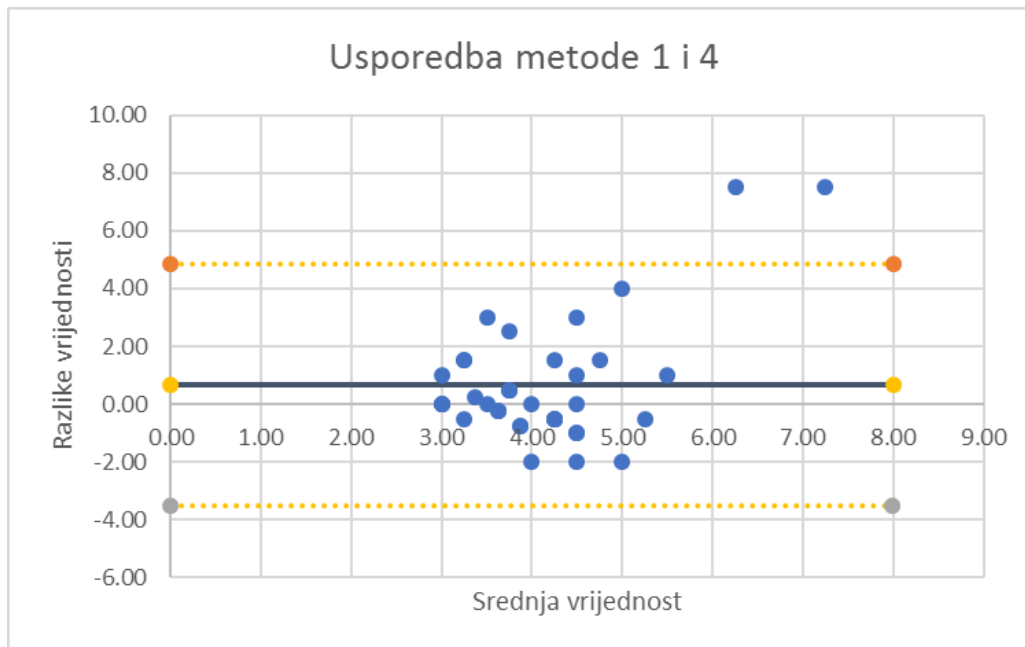
U daljnjem dijelu dan je prikaz usporedbe metoda pomoću Bland Altmanovog dijagrama. Pod pojmom metoda 1 podrazumijeva se zlatni standard. Ostale metode obrojčane su sukladno redosljedu pojavljivanja u Tablici 2.



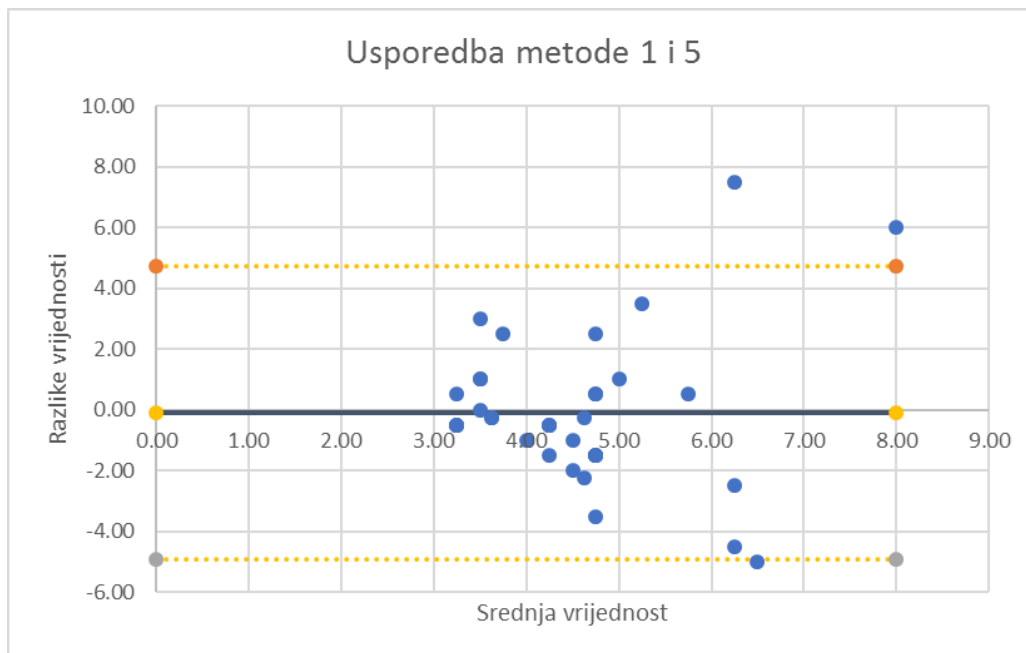
**Slika 28.** Usporedba metode 1 i 2 (nativni rez) primjenom Bland Altmanovog dijagrama. Pogreška između dviju metoda iznosi 0,99, a gornja i donja granica podudarnosti -2,96 i 4,93 respektivno.



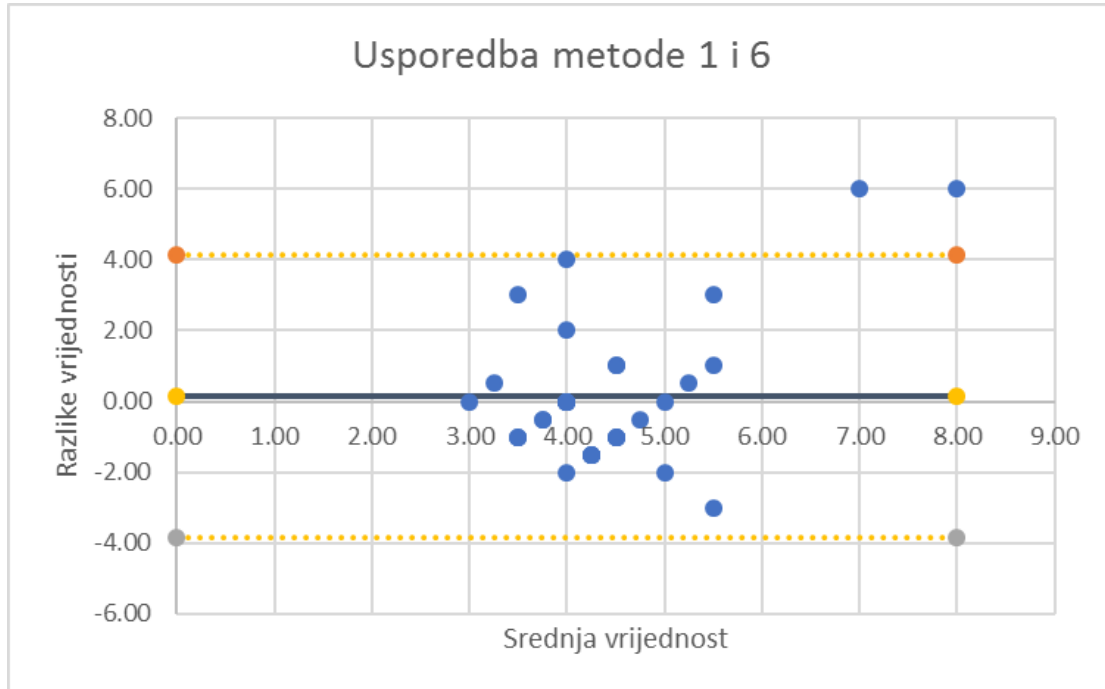
**Slika 29.** Usporedba metode 1 i 3 (nagib sjekutića) primjenom Bland Altmanovog dijagrama. Pogreška između dviju metoda iznosi -0,55, a gornja i donja granica podudarnosti -6,97 i 5,86 respektivno.



**Slika 30.** Usporedba metode 1 i 4 (visina krune  $M_2$  i promjer rožišta) primjenom Bland Altmanovog dijagrama. Pogreška između dviju metoda iznosi 0,67, a gornja i donja granica podudarnosti -3,53 i 4,58 respektivno.



**Slika 31.** Usporedba metode 1 i 5 (visina krune svih zuba i promjer rožišta) primjenom Bland Altmanovog dijagrama. Pogreška između dviju metoda iznosi -0,09, a gornja i donja granica podudarnosti -4,91 i 4,72 respektivno.



**Slika 32.** Usporedba metoda 1 i 6 (visina kruna  $M_2$  i  $P_3$ ) primjenom Bland Altmanovog dijagrama. Pogreška između dviju metoda iznosi 0,14, a gornja i donja granica podudarnosti -3,85 i 4,12 respektivno.

Bland Altmanovi dijagrami pokazuju približno slične vrijednosti podudarnosti primijenjenih metoda s metodom 1, označenom kao zlatni standard. Ipak, svaka od metoda pokazuje i unutar kojih se vrijednosti s 95%-tnom sigurnošću mogu očekivati rezultati prigodnom daljnjih mjerenja ovim metodama.

## 6. RASPRAVA

Gospodarenje s divljači na području Republike Hrvatske provodi se sukladno planovima gospodarenja ili lovnogospodarskim osnovama (ANONIMUS, 2006.). Jedan od preduvjeta za provedbu gospodarenja je određivanje prikladnog brojnog stanja određene vrste divljači na temelju procjene valjanosti staništa (boniteta) (TOMAŠEVIĆ i RADOSAVLJEVIĆ, 1972.) i izračuna lovnoproduktivne površine (ANONIMUS, 2006.). Pri tome se, sukladno stručnim podlogama i pripadajućem Pravilniku podrazumijeva da je spolna struktura populacije srneće divljači u omjeru 1:1 (ANONIMUS, 2006.), iako je u stvarnosti iznimno teško ostvariti takav omjer i on je uglavnom na strani ženki. Kada se na temelju navedenih pokazatelja odredi odgovarajući broj divljači, neophodno je postaviti i prikladne temelje za održavanje što prirodnije dobne strukture kako bi se daljnjim zahvatima u populaciju (izlučenje i selekcija) održavala stabilna i vitalna populacija divljači. Prema dobnoj strukturi krupna divljač razvrstava se u dobne razrede kao što su mladunčad (u ovome slučaju, lanad, odnosno jedinke tijekom prve godine života), pomladak (jedinke tijekom druge godine života), mlada grla (jedinke tijekom treće godine života), srednjedobna grla (tijekom četvrte i pete godine života) i zrela grla (u dobi od šest i sedam, iznimno osam godina života). Kako je i razvidno, zbog otežane procjene dobi u uvjetima lova (udaljenost, slabija vidljivost, vegetacija,...) divljač je razvrstana u dobne razrede, koji u pojedinim kategorijama sadrže i više od jedne starosne godine (srednjedobna i zrela grla). U svakom slučaju, održavanje dobne strukture u što pravilnijem omjeru predstavlja jedan od najbitnijih čimbenika pravilnoga gospodarenja. S obzirom da su lovnici i lovci prigodom procjene dobi divljači ograničeni na vanjske značajke nekih od oblika ponašanja sasvim je razumljivo da je pravilan odstrjel glede dobi razmjerno teško provesti. Kako bi se stekao uvid u provedbu plana gospodarenja i vitalnost populacije neophodno je nakon odstrjela provjeriti dob divljači nekom od relevantnih metoda. Pri tome, prema JANICKI i sur. (2007.), lovcima nakon odstrjela na raspolaganju stoji nekoliko pokazatelja vezanih na vanjski izgled (debljina vrata, izgled lise na čelu, visina i debljina rožišta..), odnosno pokazatelja ovisnih o zubima, od kojih se najčešće koristi vizualna procjena istrošenosti zubala te povremeno razdoblje nicanja i izmjene mliječnih u trajne zube. Pri tome je neophodno znati da nisu sve metode jednako invazivne, niti su jednako pouzdane.

Tako je primjerice vizualna ocjena istrošenosti zubala često osporavana metoda zbog potencijalnog utjecaja drugih čimbenika poput razlika u stupnju mineralizacije cakline, različitih stanišnih uvjeta (naplavna ili krška staništa), odnosno oskudica hrane kada je divljač prisiljena uzimati i grublju hranu s većim udjelom lignina ili abrazivnih tvari ukoliko se divljač

hrani slabije razvijenom vegetacijom bližom tlu (KIERDORF i BECHER, 1997.; SKOGLAND, 1988.). Kako bi provjerili točnost ove metode HEWISON i sur. (1999.) su pomoću osoba s iskustvom u procjeni dobi srna određivali starost putem istrošenosti zubala na lubanjama poznate dobi i pri tome dobili razmjerno nisku preciznost (s odstupanjima od  $\pm 5$  godina) čime su potvrdili iznimnu nepouzdanost ove metode u procjeni dobi srna. Sličnu nepouzdanost ove metode zaključila je mnogo ranije i SZABIK (1973.) kada je usporedila ovu metodu s metodom brojanja inkrementnih linija u zubnom cementu te je zaključila kako ova metoda precjenjuje dob životinje za prosječno jednu godinu u slučaju srnjaka mlađe dobi (do četiri godine), odnosno u slučaju starijih jedinki za čak do četiri godine. Zanimljivo, SZABIK (1973.) je uočila manja odstupanja od referentne metode u slučaju srnjaka iz brdskih i gorskih staništa u odnosu na one iz nizinskih staništa. Potonje je moguće i zbog činjenice da su nizinska staništa šume Niepołomska i Sandomierska smještene uz rijeke, a za koje je poznato da tijekom plavljenja nanose sediment koji često zaostaje na vegetaciji i uslijed sadržaja abrazivnih tvari ubrzava proces trošenja zuba. Zbog takvih pogrešaka HØYE (2006.) je razradio model ocjene dobi prema istrošenosti zubala prema kojem se relativno pouzdana procjena ostvaruje do dobi od oko četiri godine, ali ipak je utvrđeno da je najpouzdanija procjena svega do dobi od oko dvije godine. Upravo zbog činjenice da je ova metoda često predmetom rasprave u stručnim krugovima te da postoji nekoliko znanstvenih radova u kojima se procjenjuje njena točnost, u ovome istraživanju su obrađene druge metode i uspoređene s brojanjem inkrementnih linija u zubnom cementu na dekalciniranim i obojenim isječcima zuba.

Pored ove metode, neophodno je napomenuti kako i druge metode koje uključuju visinu kruna pretkutnjaka i/ili kutnjaka se također temelje na istrošenosti zuba, s obzirom da su krune niže s trošenjem tijekom života, ali su ipak, za razliku od vizualne ocjene, temeljene na mjerenju visine dijela krune zuba koji se nalazi iznad desni. Iako je i ovdje upitno da li je ovaj pokazatelj sasvim točan te da li je visina desni možebitno uzrokovana i nekim patološkim procesima poput primjerice prvih stupnjeva periodontitisa, ipak se temelji na kvantitativnom (objektivno mjerljivom podatku).

U ovom istraživanju je kao zlatni standard korištena metoda brojanja inkrementnih linija rasta u zubnom cementu nakon bojanja Alaun hematoksilinom, modificiranom po Harrisu. Iako nije u potpunosti točna, ova metoda je prema većini autora prihvaćena kao najbolja u procjeni dobi različitih vrsta životinja te ju u slučaju divljih životinja nepoznatog trajanja života možemo prihvatiti kao referentnu metodu (MATSON i sur., 1993.; HAMLIN i sur., 2000.; ROLANSEN i sur., 2008.; NAKANISHI i sur., 2009.; PÉREZ-BARBERÍA i sur., 2014.;

READ i HOHN 2018.). Prema nekim istraživanjima na drugim pripadnicima jelenske divljači točnost ove metode kreće se od 69% u potpunosti točne procjene, do 95% kada je dob procijenjena u odstupanjima od  $\pm 1$  godine (VEIBERG i sur., 2020.). Rezultati ovoga istraživanja ukazuju da je 13 srnjaka procijenjeno u dobi od tri do tri i pola godine, 13 srnjaka u dobi od četiri do četiri i pola godine, šest srnjaka u dobi od pet do pet i pol godina, dva srnjaka u dobi od šest godina, jedan srnjak u dobi od sedam godina te po jedan u dobi od 10 i 11 godina. Drugim riječima, ukoliko ih se rasporedi u dobne razrede njih 13 spada u kategoriju mladih srnjaka (35%), i 19 u skupinu srednjedobnih srnjaka (4 i 5 godina; 51,4%) te pet srnjaka u kategoriju zrelih (6, 7, 10 i 11 godina; 13,5%). Pored uloge u procjeni dobi, ova se metoda može koristiti i u još čitavom nizu analiza (PERRONE i sur., 2022.).

Brojanje inkrementnih linija na isječku zuba bez dekalcinacije i bojanja uobičajena je metoda koja se primjenjuje u dijelu lovišta Republike Hrvatske i to primarno u postupku procjene dobi jelena običnoga. U srne obične su ŠKVORC i sur. (2018.) ovom metodom analizirali dob 36 srnjaka s područja Zagrebačke županije te utvrdili kako se dob odstrijeljenih srnjaka kreće u razdoblju od tri do pet godina, pri čemu je prosječna dob iznosila 2,88 godina, odnosno najveći udio srnjaka bio je u trećoj do četvrtoj godini života (66%). Ovakav nalaz je podudaran s nalazom ovoga istraživanja gdje je ukupno 86,4% srnjaka kategorizirano u razdoblje od 3. do 5. godine života (prema referentnoj metodi). Usporedbom s referentnom metodom u ovom istraživanju ova je metoda ostvarila točnost od 36%, pri čemu je najmanja pogreška ostvarena za srnjake u dobi od tri do četiri godine kada se kretala oko jedne godine. Promatrajući rezultate istraživanja razvidno je da se ovom metodom dob srnjaka u pravilu procjenjuje na manje, što raste s dobi pa u slučaju starijih srnjaka iznosi i četiri do šest godina. Gledajući prema Bland Altmanovom dijagramu 95% rezultata dobivenih ovom metodom trebalo bi se nalaziti unutar granica od -2,96 do 4,93 godine u odnosu na srednju vrijednost obiju metoda. Temeljni problem u procjeni dobi srnjaka ovom metodom predstavlja nužnost detaljnog brušenja zuba kako bi prstenovi u cementu bili vidljiviji pod lupom. Pri takvom postupku postoji rizik od gubitka pojedinih vanjskih slojeva cementa, a ionako se radi o vrlo tankom sloju tkiva, čime se posljedično gube i slojevi te se samim time i smanjuje dob jedinke. Upravo je to i razlogom podcjenjivanja dobi srnjaka.

Nasuprot brojanju inkrementnih linija na nativnom isječku zuba, određivanje dobi prema nagibu sjekutića pokazalo se kao vrlo nepouzdana metoda s visokim rasponima pogreške, posebice u kategoriji srednjedobnih srnjaka. U pravilu, prema rezultatima ovog istraživanja metoda prema nagibu sjekutića je razmjerno povoljnija za procjenu dobi starijih

grla gdje odstupanja iznose od -2 do 0,5 godina u odnosu na referentnu vrijednost. Nepouzdanost metode vidljiva je i prema Bland Altmanovom dijagramu gdje su gornja i donja



**Slika 33.** Podgriz, gotovo vodoravni položaj sjekutića (foto V. Turk).

granica 95%-tne podudarnosti u granicama od 5,86 do -6,97 godina, što je poprilično velik raspon za divljač čija lovnogospodarska starost u pravilu, ovisno o uzgoju, iznosi od šest do osam godina (prosječno sedam). Uočeni problem u primjeni ove metode predstavlja potencijalna nepravilnost u položaju sjekutića, u vidu podgriza i zagrizu. Razumljivo je da odstupanje od uobičajenog položaja sjekutića dovodi posljedično i do pogreške u procjeni dobi jedinke.

Pored navedenih metoda, sljedeće tri metode uključene u ovo istraživanje vezane su uz objektivniju procjenu trošenja pojedinih ili svih obraznih zuba (mjerjenje visine kruna) i usporedbu međusobno ili s promjerom rožišta.

Metoda u kojoj se na temelju odnosa visine kruna  $M_2$  i promjera rožišta iz odgovarajućeg dijagrama iščitava dob srnjaka pokazala se kao razmjerno pouzdana s relativno malim brojem jedinki s pogreškom procjene većom od  $\pm 0,5$  godina. U tom slučaju može se zaključiti kako je točnost ove metode 32,4%. Dobiveni podatci pokazuju kako je ova metoda



razmjerno točna u slučaju mladih i mlađih srednjedobnih jedinki (dob od tri do četiri godine), dok ukoliko je dob pogrešno procijenjena, uglavnom je riječ o prikazivanju grla mlađim negoli što to u stvarnosti jesu. Povezanost rožišta s dobi vidljiva je u činjenici da se tijekom života jedinke rožišta skraćuju (s obzirom da je demarkaciona linija tijekom odbacivanja rogovlja smještena na rožištu, a taj dio se naknadno ne obnavlja) i postaju deblja (vjerojatni odgovor na promjene biomehaničkih zahtjeva od strane rogovlja). Ipak, prema MYSTERUD i ØSTBYE (2006.) promjer rožišta se ne povećava značajnije nakon dobi od četiri ili više godina. Sukladno tome, jasan je i nalaz podcjenjivanja dobi nakon razmjerno pouzdanih procjena za srnjake stare do četiri godine. U ovom istraživanju varijabilnost procjene iznosila je 49,77% ( $R^2 = 0,497$ ), dok je u studiji MYSTERUD i ØSTBYE (2006.) bila nešto viša ( $R^2 = 0,59$ ). S obzirom na prethodno navedeno za očekivati je da će sudjelovanje starijih grla u analizi dovesti do njene manje točnosti (ASHBY i HENRY, 1979.), iako ovo nije uvijek potvrđeno (CEDERLUND i sur., 1991.; MYSTERUD i ØSTBYE, 2006.). Bland Altmanov dijagram također ukazuje na općenito gledano razmjerno mala odstupanja od referentne metode, uz pogrešku od 0,67, te činjenicu da bi se 95% rezultata trebalo nalaziti unutar granica od -3,53 do 4,58 godina.

Metoda usporedbe visine kruna svih obraznih zuba s promjerom rožišta je slična prethodnoj metodi te je također pouzdanija za jedinke u dobi od tri do četiri godine. Očekivano, kao i prethodna metoda, i ova se susreće s istom problematikom glede trošenja zuba, odnosno činjenice da se s porastom dobi smanjuje i povećanje promjera rožišta (MYSTERUD i ØSTBYE, 2006.). Iako je varijabilnost procjene razmjerno visoka ( $R^2 = 0,67$ ), dob srnjaka se uglavnom podcjenjuje, a posebice se ističe činjenica kako niti jednom srnjaku u dobi od četiri godine nije točno određena dob. Prema Bland Altmanu, ova metoda pokazuje manju pogrešku razlika među metodama, ali i nešto lošije grupiranje rezultata unutar 95% intervala pouzdanosti (od -4,91 do 4,72 godine).

Konačno, usporedba visine kruna  $M_2$  i  $P_3$  pokazala se kao razmjerno najtočnija metoda primijenjena u ovom istraživanju, nakon referentne metode. Njena točnost iznosi 48,6%, dok



**Slika 34.** Nepravilni zagriz (foto V. Turk).

je procjena s rasponom pogreške od  $\pm 1$  godine utvrđena na dodatnih 40,5% grla. Gledano prema dobi metoda je najtočnija za kategorije mladih i srednjedobnih srnjaka. Ukoliko dođe do pogrešne procjene, ona u pravilu prikazuje jedinke mlađima negoli to u stvarnosti jesu. Prema Bland Altmanovom dijagramu pogreška razlika među metodama iznosi svega 0,14, a gornja i donja granica podudarnosti kreću se od -3,85 do 4,12 godina. Kao i u ostalih zuba neophodno je isključiti pojedine patologije zuba, odnosno nepravilne položaje i zagriže kako bi se izbjegla kriva procjena dobi.

## 7. ZAKLJUČCI

Istraživanje nije potvrdilo pretpostavku da će brojanje inkrementnih linija u cementu nebojanih isječaka zuba dati procjenu dobi najbližu onoj dobivenoj referentnom metodom.

- dob procijenjena takozvanom metodom nativnog brojanja inkrementnih linija ostvarilo je u odnosu na referentnu metodu točnost od 36%. Ova metoda u pravilu podcjenjuje dob srnjaka.
- Metoda temeljena na ocjeni nagiba sjekutića pokazuje visoke raspone pogreške koje se kreću od negativnih do pozitivnih vrijednosti, a pokazala se prikladnijom za starija grla.
- Vrijednosti procjene dobi metodom usporedbe visine krune M<sub>2</sub> i promjera rožišta ostvaruje točnu procjenu na oko 32% grla ukoliko se kao prihvatljivo uzme odstupanje od oko  $\pm 0,5$  godina. Stvarna dob je procijenjena na samo jednom uzorku.
- Vrijednosti procjene dobi metodom usporedbe visine krune svih zuba i promjera rožišta pokazuje nešto višu točnost u odnosu na prethodnu metodu, a pouzdanija je za grla u dobi od oko tri do četiri godine.
- Procjena dobi metodom usporedbe visine krune M<sub>2</sub> i P<sub>3</sub> pokazala je točnost u 48,6% uzoraka. Greška procjene se očituje uglavnom kao podcjenjivanje dobi.
- Na temelju provedenih analiza, metoda usporedbe visine krune M<sub>2</sub> i P<sub>3</sub> pokazala se kao razmjerno pouzdana metoda procjene dobi srnjaka. U pravilu pouzdanost procjene je razmjerno dobra pri svim metodama u slučaju srnjaka u dobi od tri do četiri godine, u starijih jedinki se točnost procjene smanjuje.

## 8. LITERATURA

- ADAMS, D. M., J. A. BLANCHONG (2020.): Precision of cementum annuli method for aging male white-tailed deer. PLoS ONE 15: e0233421.
- ALEXANDER, M. M. (1958.): The place of aging in wildlife management. Am. Sci. 46, 123-137.
- ANONIMUS (2006.): Pravilnik o sadržaju, načinu izrade i postupku donošenja, odnosno odobravanja lovnogospodarske osnove, programa uzgoja divljači i programa zaštite divljači. NN 40/2006.
- ANONIMUS (2023.): Matson's Laboratory: Cementum Age Analysis. <https://matsonslab.com/the-science/cementum-aging/>
- ASHBY, K. R., B. A. M. HENRY (1979.): Age criteria and life expectancy of roe deer (*Capreolus capreolus*) in a coniferous forest in North-eastern England. J. Zool. 189, 207-220.
- CAUGHLEY, G., A. R. E. SINCLAIR (1994.): Wildlife Management. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
- CEDERLUND G., P. KJELLANDER, F. STÅLFELT (1991.): Age determination of roe deer by tooth wear and cementum layers – tests with known age material. Transactions of the 20th Congress of the International Union of Game Biologists. Gödöllő, Hungary, pp. 540-545.
- FRKOVIĆ, A. (2006.): Priručnik za ocjenjivanje lovačkih trofeja. Hrvatski lovački savez, Zagreb, Hrvatska.
- GILBERT, F. F. (1966.): Aging white-tailed deer by annuli in the cementum of the first incisor. J. Wildl. Manage. 30, 200–202.
- GROSPIĆ, F., D. MARTIĆ, B. REINDL, Đ. SOVILJ, P. TUCAK, A. UDOVIČIĆ, M. VIDOVIĆ (2011.): Lovstvo. Pučko otvoreno učilište HUBERT, Split, str. 41 – 43.
- HAMLIN, K. L., D. F. PAC, C. A. SIME, R. M. DESIMONE (2000.): Evaluating the accuracy of ages obtained by two methods for Montana ungulates. J. Wildl. Manage. 64, 441–449.
- HEWISON, A. J. M., J. P. VINCENT, J. M. ANGIBAULT, D. DELORME, G. VAN LAERE, J. M. GAILLARD (1999.): Tests of estimation of age from tooth wear on roe deer of known age: variation within and among populations. Can. J. Zool. 77, 58-67.

- HILLSON, S. (2005.): Teeth, 2<sup>nd</sup> edn. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- HØYE, T. T. (2006.): Age determination in roe deer – a new approach to tooth wear evaluated on known age individuals. *Acta Theriol.* 51, 205-214.
- JANICKI, Z., A. SLAVICA, D. KONJEVIĆ, K. SEVERIN (2007.): Zoologija divljači. Zavod za biologiju, patologiju i uzgoj divljači Veterinarskog fakulteta sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 33 – 42.
- KESTERČANEK (1896.): Lovstvo. Nakladom Kr. Hrv.-Slav.-Dalm. Zemaljske vlade, Zagreb.
- KIERDORF, H., U. KIERDORF (1989.): Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte des Gebisses beim Europäischen Reh (*Capreolus c. capreolus* L., 1758). *Zool. Jahrb. Abt. Anat. Ontog. Tiere* 119, 37-75.
- KIERDORF, H. (1993.): Das Auftreten mandibularer und maxillarer erster Praemolaren beim Reh (*Capreolus capreolus* L.) in ontogenetischer und evolutiver Sicht. *Zool. Jahrb. Abt. Anat. Ontog. Tiere* 123, 227-243.
- KIERDORF, U., J. BECHER (1997.): Mineralization and wear of mandibular first molars in red deer of known age. *J. Zool. (London)* 241, 135–143.
- KLEVEZAL, G. A. (1996.): Recording Structures of Mammals. Determination of Age and Reconstruction of Life History. A. A. Balkema. Brookfield.
- KONJEVIĆ, D., V. NJEMIROVSKIJ, H. BRKIĆ, Z. JANICKI, A. SLAVICA, K. SEVERIN, T. KEROS (2006.): Neke karakteristike zuba kao parametar u prosuđivanju dobi divljači, *Hrv. vet. vjesn.* 29, 195-201.
- KONJEVIĆ, D. (2008.): Srna obična (*Capreolus capreolus*) – od uzgoja do visokovrijedne namirnice, *Meso* 10, 52 – 53.
- KONJEVIĆ, D., I. JELENKO, K. SEVERIN, V. NJEMIROVSKIJ, H. POLIČNIK, B. POKORNY, J. BARIĆ, A. SLAVICA (2012.): Toward a reduction in tooth number: the case of P1 in roe deer from Slovenia, *Ital. J. Zool.* 79, 395-401.
- KUDOIĆ, K. (2020.): Usporedba točnosti tehnika procjene dobi i spola kod srneće divljači. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- LOW, W. A., I. M. COWAN (1963.): Age determination of deer by annular structure of dental cementum. *J. Wildl. Manage.* 27, 466–471.

- MATSON, G., L. VAN DAELE, E. GOODWIN, L. AUMILLER, H. REYNOLDS, H. HRISTINKO (1993.): A laboratory manual for cementum age determination of Alaska brown bear first premolar teeth. Alaska Dept. of Fish and Game, Division of Wildlife Conservation, Milltown, Montana.
- MYSTERUD, A., E. ØSTBYE (2006.): Comparing simple methods for ageing roe deer *Capreolus capreolus*: are any of them useful for management?. *Wildl. Biol.* 12, 101-107.
- NAKANISHI, N., F. ICHINOSE, G. HIGA, M. IZAWA (2009.): Age determination of the Iriomote cat by using cementum annuli. *J. Zool.* 279, 338–348.
- NEIVA, R. F., J. STEIGENGA, K. F. AL-SHAMMARI, H. L. WANG (2003.): Effects of specific nutrients on periodontal disease onset, progression, and treatment. *J. Clin. Periodontol.* 30, 579-589.
- OHTSUKA, M., H. SHINODA (1995.): Ontogeny of circadian dentinogenesis in the rat incisor. *Arch. Oral. Biol.* 40, 481-485.
- OLZE, A., A. MAHLOW, S. SCHMIDT, K.D. WERNECKE, G. GESERICK, A. SCHMELING (2005.): Combined determination of selected radiological and morphological variables relevant for dental age estimation of young adults. *J. Comp. Hum. Biol.* 56, 133-140.
- PÉREZ-BARBERÍA, F. J., E. I. DUFF, M. J. BREWER, F. E. GUINNESS (2014.): Evaluation of methods to age Scottish red deer: the balance between accuracy and practicality. *J. Zool.* 294, 180–189.
- PERRONE, V., T. P. GOCHA, P. RANDOLPH-QUINNEY, N. PROCOPIO (2022.): Tooth Cementum Annulation: A Literature Review. *Forensic Sci.* 2, 516-550.
- PRIOR, R. (1995.): *The Roe Deer, Conservation of a Native Species*. Swan Hill Press, Shrewsbury, pp. 29-30.
- READ, F. L., A. A. HOHN (2018.): Age estimation methods in marine mammals with special reference to monodontids. *NAMMCO Sci Publ* 10, 1–67.
- RISNES, S. (1998.): Growth tracks in dental enamel. *J. Hum. Evol.* 35, 331-350.
- ROLANDSEN, C. M., E. J. SOLBERG, M. HEIM, F. HOLMSTRØM, M. I. SOLEM, B.-E. SÆTHER (2008.): Accuracy and repeatability of moose (*Alces alces*) age as estimated from dental cement layers. *Eur. J. Wildl. Res.* 54, 6-14.

- ROMEIS, B. (1968.): Mikroskopische technik. R. Oldenbourg Verlag, München, Deutschland.
- ROSEBERRY, J. L. (1980.): Age determination of white-tailed deer in the Midwest—methods and problems. In: White-tailed deer population management in the north central states (Hine, R. L., S. Nehls, eds.). Proceedings of a symposium at the 41st Midwest Fish and Wildlife Conference. 1980. North Central Section of The Wildlife Society. pp. 73–82.
- ROSENBERG, G. D., D. J. SIMMON (1980.): Rhythmic dentinogenesis in the rabbit incisor: circadian, ultradian, and infradian periods. *Calcif. Tissue Int.* 32, 29-44.
- SAUER, P. R. (1971.): Tooth sectioning vs. tooth wear for assigning age to white-tailed deer. *Trans. Northeast Fish Wildl. Conf.* 28, 9–20.
- SELETKOVIĆ, Z., Z. KATUŠIN (1992.): Klima Hrvatske. U: Šume u Hrvatskoj (Rauš, Đ., ur.). Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, J. P. "Hrvatske šume", str. 13-18.
- SKOGLAND, T. (1988.): Tooth wear by food limitation and its life history consequences in wild reindeer. *Oikos* 51, 238–242.
- SONE, K., K. KOYASU, S. TANAKA, S. ODA (2005.): Effects of diet on the incidence of dental pathology in free living caviomorph rodents. *Arch. Oral. Biol.* 50, 323-331.
- STUBBE, C., K.-W. LOCKOW (1994.): Alters- und Qualitätsbestimmung des erlegten Schalenwildes auf schädelanalytischer und biometrischer Grundlage. Dt. Landwirtschaftsverl., Berlin, 113 str.
- SZABIK, E. (1973.): Age Estimation of Roe-Deer From Different Hunting-Grounds of South-Eastern Poland. *Acta Theriol.* 18, 223-236.
- ŠKVORC, N., M. BUJANIĆ, J. GRBAVAC, D. KONJEVIĆ (2018.): Application of incremental lines in dental hard tissue in age evaluation of roe deer (*Capreolus capreolus* L.). *Hrv. vet. vjesn.* 26, 40-44.
- TOMAŠEVIĆ, B., L. RADOSAVLJEVIĆ (1972.): Bonitiranje lovišta. NP "Dnevnik"- "Lovačke novine", Novi Sad, 84-96.
- VEIBERG, V., E. B. NILSEN, C. M. ROLANDSEN, M. HEIM, R. ANDERSEN, F. HOLMSTRØM, E. L. MEISINGSET, E. J. SOLBERG (2020.): The accuracy and precision of age determination by dental cementum annuli in four northern cervids. *Eur. J. Wildl. Res.* 66: 91.

WAGENKNECHT, E. (1984.): Altersbestimmung des erlegten Wildes. Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen, Deutschland.

WISE, G. E., S. FRAZIER-BOWERS, R. N. D'SOUZA (2002.): Cellular, molecular, and genetic determinants of tooth eruption. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.* 13, 323-334.

YILMAZ, S., H. N. NEWMAN, D. F. G. POOLE (1977.): Diurnal periodicity of von Ebner growth lines in pig dentine. *Arch. Oral. Biol.* 22, 511-513.

ZAR, J. H. (1999.): *Biostatistical Analysis*, 4<sup>th</sup> edn. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.

ZIMA, J. (1988.): Incidence of dental anomalies in *Capreolus capreolus* from Czechoslovakia. *Folia Zool.* 37, 129-144.



## 9. SAŽETAK

### Analiza dobi srnjaka primjenom različitih metoda

Viktorija Turk

Što točnija procjena dobi divljih životinja od iznimnog je značaja za razumijevanje njene dobne strukture populacije i vitalnosti, ispravnosti planiranja i provedbe planova upravljanja/gospodarenja, kao i ispravne procjene trofejnih grla. U slučaju srne obične na raspolaganju je nekoliko metoda procjene dobi koje se temelje na vanjskim značajkama, kao i na značajkama zuba, rožišta, epifiza i šavova kostiju. Pri tome se kao referentna (najpouzdanija) metoda primjenjuje brojanje inkrementnih linija rasta u cementu zuba, na dekalciniranim isječcima zuba obojanima metodom prema Harrisu. U ovom istraživanju određivana je dob 37 srnjaka podrijetlom iz brdskog i nizinskog staništa. Dob procijenjena referentnom metodom uspoređivana je s pet drugih metoda: 1) brojanjem linija rasta na nativnom isječku zuba, 2) nagibom sjekutića, 3) visinom krune  $M_2$  i promjerom rožišta, 4) visinom kruna svih zuba i promjerom rožišta te 5) visinom kruna  $M_2$  i  $P_3$ . Prosječna dob srnjaka procijenjena referentnom metodom iznosila je  $4,7 \pm 1,68$  godina, s rasponom dobi od tri do 11 godina. Stvarna točnost drugih metoda u odnosu na referentnu iznosila je 2,7% (3. i 4. metoda), 11,6% (2.), 21,6% (1.) i 48,6% (5.). Utvrđeno je da je metoda usporedbe visina kruna  $M_2$  i  $P_3$  najpouzdanija metoda s 48,6% točnosti. Pored toga, iako je stvarna točnost 3. i 4. metode niska, odstupanja od referentne dobi su razmjerno mala što ove metode ujedno čini dosta pouzdanima. Također je utvrđeno kako je najtočnija procjena dobi svim metodama ostvarena za srnjake do dobi od četiri godine, nakon čega se pogreška procjene povećava na način da se pri većini metoda srnjaci prikazuju mlađima negoli to doista jesu.

**Ključne riječi:** srnjak, procjena dobi, značajke zuba, promjer rožišta

## 10. SUMMARY

### Analysis of roe buck age using different methods

Viktorija Turk

The more accurate assessment of the age of wild animals is extremely important for understanding its population age structure and vitality, the correctness of creation and implementation of management plans, as well as the assessment of trophy animals. In the case of the roe deer, several age estimation methods are available based on external features, as well as characteristics of the teeth, antlers, epiphyses, and bone sutures. The referral (most reliable) method is the counting of incremental growth lines in tooth cementum, on decalcified tooth sections stained with the Harris method. In this research, the age of 37 roe buck from hilly and lowland habitats was determined. The age estimated by the referral method was compared with five other methods: 1) counting growth lines on the native tooth section, 2) incisor inclination, 3) M<sub>2</sub> crown height and pedicle diameter, 4) crown height of all teeth and pedicle diameter, and 5) crown heights of M<sub>2</sub> and P<sub>3</sub>. The average age of bucks estimated by the referral method was  $4.7 \pm 1.68$  years, with a range from three to 11 years. The actual accuracy of other methods compared to the referral one was 2.7% (3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> method), 11.6% (2<sup>nd</sup>), 21.6% (1<sup>st</sup>) and 48.6% (5<sup>th</sup>). According to results, the method of comparing the heights of M<sub>2</sub> and P<sub>3</sub> crowns is the most reliable with 48.6% accuracy. Additionally, although the actual accuracy of the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> method is low, the deviations from the referral age are relatively small, making them quite reliable. It was also established that the most accurate age estimation by all methods was achieved for roe bucks up to the age of four years, after which the estimation error increases in a way that with most methods the roe deer are presented as younger than they really are.

**Key words:** roe buck, age evaluation, tooth characteristics, pedicle diameter

## 11. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 2. prosinca 1997. u Zagrebu. Djetinjstvo sam provela u malom mjestu pokraj Zaprešića, Kupljenovu. Kroz odrastanje bila sam okružena životinjama, kako domaćim tako i divljim, zahvaljujući tati lovcu s kojim sam kao dijete išla hraniti fazane, ostavljati sol za srne i slično. Interes za prirodne znanosti još se dodatno produbio nakon upisa prirodoslovno-matematičke gimnazije (V. gimnazija) u Zagrebu. Nakon gimnazije, 2016. godine upisala sam Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu koji se činio kao logičan izbor, budući da je to studij koji objedinjuje ljubav prema životinjama, interes o njihovoj dobrobiti, kao i interes za prirodne znanosti. Kasnije, na predzadnjoj godini studija, odabrala sam smjer kućni ljubimci.

Tijekom studiranja radila sam razne studentske poslove, neke koje bih izdvojila su: savjetnik za prehranu kućnih ljubimaca i prodavač u veterinarskoj ljekarni i pet shopu.

Sudjelovala sam na projektima za zaštitu divljih životinja (PLAVI PROJEKT – doprinos razvoju programa društveno korisnog učenja na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu), volontirala na Klinici za zarazne bolesti Veterinarskog fakulteta, a kasnije i na Zavodu za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju. Prisustvovala sam na kongresima i stručnim skupovima na području veterinarske medicine: 1<sup>st</sup> SCIENTIFIC AND PROFESSIONAL MEETING ON REPTILIES „REPTILIA“, Zagreb, 8<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONGRESS „VETERINARY SCIENCE AND PROFESSION“, Zagreb, Tečaj trajne izobrazbe: Afrička svinjska kuga u divljih svinja – osnove i mjere sprečavanja, 9<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONGRESS „VETERINARY SCIENCE AND PROFESSION“, Zagreb, 2<sup>nd</sup> International Students GREEN Conference, Osijek, XVI Small Animal Veterinary Symposium, Belgrade, 8. HRVATSKI KONGRES VETERINARA MALE PRAKSE, Zadar.