

GDK 156.2--015/6(045)=163.6

Prispelo / Received: 31. 05. 2012

Sprejeto / Accepted: 02. 08. 2012

Izvirni znanstveni članek

Original scientific paper

## ZANESLJIVOST MAKROSKOPSKEGA (OKULARNEGA) OCENJEVANJA STAROSTI JELENJADI (*Cervus elaphus* L.) V SLOVENIJI: PREIZKUS S ŠTETJEM LETNIH PRIRASTNIH PLASTI ZOBNEGA CEMENTA

Boštjan POKORNY<sup>1</sup>, Klemen JERINA<sup>2</sup>, Ida JELENKO<sup>3</sup>

### Izvleček

Za ugotavljanje zanesljivosti makroskopskih (okularnih) ocen starosti navadnega jelena/jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) na podlagi pregleda razvojne stopnje in obrabljenosti zob smo na reprezentativnem, tj. celotnem enoletnem (2008) vzorcu odvzema jelenjadi na območju celotne Slovenije opravili preveritev ocen starosti, podanih s strani lovcev oz. kategorizacijskih komisij. Preizkus zanesljivosti smo napravili z metodo rezanja/brušenja prvega meljaka ( $M_1$ ) in štetjem prirastnih plasti zobnega cementa, in sicer na 821 vzorcih zob odraslih živali (starost: od dveh do dvaindvajset let). Preizkus skladnosti obeh ocen je pokazal, da so z okularnim ocenjevanjem pridobljeni podatki o starosti odraslih živali (ne glede na spol) obremenjeni z veliko napako (največji odklon: devet let). Z obema metodama je bila starost živali na leto natančno enako določena v 24,5 % primerov; s starostjo živali se je zanesljivost okularnega ocenjevanja zmanjševala. Starosti košut in mlajših jelenov so bile z okularnim ocenjevanjem tako podcenjene kot precenjene, starosti starejših jelenov pa so bile praviloma precenjene. Izmed 426 analiziranih jelenov jih je bilo kar 142 (33,3 %) uvrščenih v drugo starostno kategorijo, kot je pokazala metoda štetja letnih prirastnih plasti zobnega cementa, kar zbuja pomisleke o smiselnosti trenutno veljavne kategorizacije odraslih jelenov v tri starostne kategorije, ki jih je z rutinskimi metodami ocenjevanja starosti nemogoče zanesljivo prepoznati.

**Ključne besede:** navadni jelen (*Cervus elaphus* L.), ocenjevanje starosti, obraba zob, spodnja čeljustnica, (pred)meljaki, plasti zobnega cementa

## RELIABILITY OF MACROSCOPIC (OCULAR) ASSESSMENT OF THE AGE OF RED DEER (*Cervus elaphus* L.) IN SLOVENIA: VALIDATION BY COUNTING ANNULI IN TOOTH CEMENTUM

### Abstract

To check the reliability of macroscopic (ocular) assessment of the age of red deer (*Cervus elaphus* L.) obtained by ocular inspection of teeth eruption and wear (done by hunters or hunter commissions), a validation of the precision of these assessments was carried out on a representative sample set, i.e. a total 2008-annual cull of red deer in the entire Slovenia. The reliability of ocular age assessment test was performed by cutting/grinding of the first mandibular molar ( $M_1$ ) and counting the incremental layers of dental cementum on 821 samples of adults (aged from two to twenty-two years). The ocular age assessment of adult red deer (regardless of sex) was biased with a large error (maximum deviation between both assessments: nine years). With both methods, the same animal age was established in 24.5% of cases, and with the age of the animals the reliability of ocular assessment declined. Ages of hinds and younger stags were both under-assessed and over-assessed; however, ages of older stags were generally over-assessed. Out of 426 analysed stags, 142 (33.3%) were categorized in another age category as found by counting annuli in tooth cementum. This raises doubts about the reliability of the current categorization of adult red deer stags into three age categories (2-4 years old, 5-9 years old, and 10+ years old, respectively); indeed, precise (on a yearly basis) ages of adult stags are impossible to be identified by routine age assessment, such as the inspection of teeth wear.

**Key words:** red deer (*Cervus elaphus* L.), age assessment, tooth wear, mandible, (pre)molars, annual cementum layers

### UVOD

#### INTRODUCTION

Prostoživeči parkljarji so zaradi splošne razširjenosti, večanja številčnosti, telesne velikosti, vplivov na naravno vegetacijo in kmetijske kulture, prehranskega pomena za velike zveri ter ljudi ena ključnih živalskih skupin v kopenskih ekosistemih. So tudi najpomembnejša skupina lovnih vrst, ki jim je namenjen največji poudarek pri upravljanju populacij (Appolonio in sod., 2010, Putman in sod., 2011). Le-to je v

Sloveniji dobro urejeno in je sistematično, načrtovano, kontrolirano ter trajnostno naravnano; tako, npr., spada Slovenija glede na količino in kakovost različnih vhodnih podatkov, ki se zbirajo v samem upravljavskem procesu, ter celostnost in dostopnost podatkovnih baz med vodilne države na svetu (Putman, 2008).

Vendar je v praksi zanesljivost nekaterih zbranih podatkov vprašljiva in jo je treba ustrezno preveriti (Pokorny, 2008; 2009). Poleg napačne določitve/evidentiranja spola osebkov, kar je povezano zlasti z željo po doseganju zahtevanega

<sup>1</sup> doc. dr. B. P.: ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave d.o.o., Koroška c. 58, 3320 Velenje, bostjan.pokorny@erico.si

<sup>2</sup> doc. dr. K. J.: UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, klemen.jerina@bf.uni-lj.si

<sup>3</sup> dr. I. J.: ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave d.o.o., Koroška c. 58, 3320 Velenje, ida.jelenko@erico.si

načrta odvzema oziroma po izogibanju sankcij posameznih upleniteljev (npr. Poličnik in sod., 2011), je vprašljiva zlasti zanesljivost podatkov o ocenjenih starostih odraslih osebkov divjega prašiča (*Sus scrofa* L.) in vseh vrst iz družine jelenov (*Cervidae*), pridobljenih z uporabo rutinske (hitre) metode okularne ocene razvojne stopnje in obrabljenosti zob. Tako pridobljene ocene starosti živali so namreč lahko obremenjene z velikimi napakami (npr. Cederlund in sod., 1991, Sokolov in sod., 1996, Hewison in sod., 1999, Hamlin in sod., 2000, Van Deelen in sod., 2000, Gee in sod., 2002), zato so zanesljivi podatki o starostni strukturi populacij teh vrst redki. Posledično sta kontrola in vrednotenje učinkov posameznih ukrepov (npr. spremljanje učinkov različnih intenzitet odvzema/odstrela na spremembe v starostni piramidi in preživetvenih krivuljah populacij) težavnejša, kar zmanjšuje kognitivnost načrtovalsko-upravljaljskega procesa. Poleg tega lahko ima morebitna napačna *post-mortem* določitev starosti v nekaterih primerih, npr. pri samcih navadnega jelena/jelenjadi (*Cervus elaphus* L.), tudi neposreden neželen učinek v praksi, saj sta lahko zaradi obstoječe kategorizacije odraslih (dve- in večletnih) jelenov v tri starostne kategorije uplenitelj in/ali upravljavec lovišča tudi neupravičeno sankcionirana (Pokorny in sod., 2012).

Za zagotavljanje kognitivnega in kontroliranega upravljanja populacij prostoživečih parkljarjev se z namenom evidentiranja in kategorizacije izločenih (uplenjenih) osebkov ter predvsem kontrole doseganja z upravljaljskimi načrti zastavljenih načrtov odvzema v Sloveniji (podobno pa tudi v nekaterih drugih srednjeevropskih državah) vsako leto zberejo vse (leve) spodnje čeljustnice prostoživečih parkljarjev (z izjemo gamsov, kozorogov in muflonov moškega spola), ki so bili v preteklem koledarskem letu izločeni iz lovišč. Vsaka čeljustnica mora biti označena z zaporedno številko odvzema (Ur. l. RS, 120/2005), kar omogoča sledljivost in neposredno povezavo z najpomembnejšimi podatki o živali (spol, ocenjena starost, telesna masa, zdravstveno stanje, datum izločitve, revir, natančna lokacija in kvadrant mesta izločitve), ki so zbrani v *on-line* dostopnem elektronskem informacijskem sistemu. Sistematični, utečeni in zakonsko predpisani način zbiranja spodnjih čeljustnic parkljarjev ima izredno velik znanstveno-raziskovalni, nadzorni in upravljaljski potencial, saj nam čeljustnice in zobovje v njih dajejo številne relevantne informacije o biologiji vrst in upravljanju z njimi (zbrano v Jelenko, 2011).

V praksi se zbrane čeljustnice najpogosteje (marsikje rutinsko, čeprav pogosto ne dovolj kritično) uporabljajo za oce-

njevanje starosti živali (npr. Hrabe in Koubek, 1987, Hewison in sod., 1999, Azorit in sod., 2004, Mysterud in Østbye, 2006, Høye, 2006, Kaiser in sod., 2009). Z makroskopskim (okularnim) pregledom čeljustnic in zob (predmeljakov – p/P, meljakov – m/M, pri divjem prašiču in muflonu tudi sekalcev – i/I) je mogoče za osebkve večine vrst parkljarjev do dokončane menjave mlečnih zob v stalne starost živali ugotoviti skoraj do meseca natančno. Slednje je možno z določitvijo razvojne stopnje, tj. izračunja in menjave posameznih zob (npr. Brown in Chapman, 1991a) oz. z merjenjem dolžine zobne vrste kočnikov in primerjanjem le-te z izdelanimi modeli rasti (Governo in sod., 2006). Z ugotavljanjem razvojne stopnje zob je možno popolnoma zanesljivo vsaj na leto natančno (tj. kategorizacija v različne starostne kategorije, ki so pomembne za upravljaljske namene) določiti starost srnjadi do dopolnjenega leta in pol (končana menjava četrtega predmeljaka in izrast tretjega meljaka), jelenjadi do tretjega leta starosti (izrast tretjega meljaka in gladkost prehoda grizne ploskve četrtega predmeljaka v grizno ploskev prvega meljaka), divjih prašičev pa do četrtega leta (doraščanje tretjega meljaka). Ko je razvoj stalnega zobovja zaključen, z makroskopskim pregledom ni več mogoče natančno določati starosti nobene vrste parkljarjev. Vendar je starost možno ocenjevati tudi kasneje, in sicer na osnovi obrabe žvekalnih površin zob; zaradi prehranjevanja in mletja hrane se namreč zobovje z leti obrablja in niža, spreminja pa se tudi vzorec prehoda zobovine v sklenino na površini zobne krone (npr. Brown in Chapman, 1991b).

Metodo uporabljajo za večino vrst prostoživečih parkljarjev (z izjemo gamsa, kozoroga in muflona, pri katerih se starost praviloma za oba spola določa na podlagi prirastnih kolobarjev rogljev) tudi vsi upravljavci slovenskih lovišč (za navodila za rutinsko ocenjevanje starosti v praksi glej: Krže, 1982 za divjega prašiča; Krže, 2000 za srnjad (*Capreolus capreolus* L.), Hafner, 2008 za jelenjad). Vendar gre v primeru že doraslega zobovja pri vseh naštetih vrstah zgolj za oceno starosti, saj poleg subjektivne napake ocenjevalcev na obrabo zob močno vplivajo individualni, populacijski in okoljski dejavniki (npr. Hewison in sod., 1999). Med njimi so še zlasti pomembni trdnost oz. mineralizacija zobne sklenine (Kierdorf in Becher, 1997), prehranska strategija vrste (Veiberg in sod., 2007a), spol (Van Deelen in sod., 2000, Loe in sod., 2003, Høye, 2006, Carranza in Perez-Barberia, 2007, Carranza in sod., 2008), populacijske gostote (Mysterud in sod., 2001) in vrsta ter kakovost prehranskih virov (npr. Ozaki in sod., 2010, Nussey in sod., 2007). Našteti dejavniki vplivajo

že na hitrost (tj. obdobje) doraščanja posameznih stalnih zob (npr. Loe in sod., 2004), še bolj izrazito pa vplivajo na razlike v obrabi zob znotraj istega starostnega razreda med populacijami in tudi med osebkami znotraj populacije (npr. Veiberg in sod., 2007b). Tako se, npr., na območjih z večjimi populacijskimi gostotami živali pogosto prehranjujejo s hrano slabše kakovosti (npr. večja vsebnost vlaknin, primesi različnih trdnih delcev), zaradi česar se zobje bolj obrabljajo in se hitreje pokažejo znaki staranja (Freeland in sod., 2006). Podoben vpliv ima močna popasenost travinja, ki sili živali, da jedo hrano bližje tal, s čimer zaužijejo tudi nekaj zemlje, kar povzroča večjo obrabljenost zob (Skogland, 1988). V nekaterih (onesnaženih) območjih ima še zlasti velik vpliv na hitrost in vzorec obrabljenosti zob izpostavljenost fluoridom; zaradi motenj v mineralizaciji zobnih tkiv, ki jo povzročajo ta onesnažila oziroma njihova vezava v kostno tkivo, namreč prihaja do nepravilne in izjemno močne obrabljenosti zob, t. i. zobne fluoroze (zbrano v Jelenko in sod., 2010a), tako da so živali ocenjene za bistveno starejše, kot so v resnici. Podobno lahko na motnje v mineralizaciji zobnih tkiv in posledično na hitrejšo obrabljanje zob vplivajo tudi različna obolenja živali, a tudi izpostavljenost različnim dejavnikom stresa, ki povzročajo hipoplazijo sklenine/zobovine oz. hipomineralizacijo zob (zbrano v Miles in Grigson, 1990).

Zaradi motečih dejavnikov, ki vplivajo na obrabljenost zob, in subjektivne napake ocenjevalcev prihaja pri makroskopskem ocenjevanju starosti živali vedno do napak, ki so lahko tudi zelo velike (npr. Hewison in sod., 1999, Gee in sod., 2002). Tako je, npr., v Franciji na zelo velikem vzorcu spodnjih čeljustnic srnjadi, za katere je bila starost natančno znana (označevanje mladičev takoj po poleganju), kljub izkušnim ocenjevalcem povprečna napaka v ocenjeni starosti znašala  $\pm 1,02$  leta (pri čemer so bile vključene tudi enoletne živali, za katere je starost mogoče zanesljivo pravilno določiti), največje napake pa so znašale celo 7 let (Hewison in sod., 1999). Podobno nastajajo velike napake tudi pri ocenjevanju starosti nekaterih drugih vrst prežvekovalcev, npr. belorepkih jelenov (*Odocoileus virginianus* Zimm.), za katere je – podobno kot v primeru srnjadi (*ibid.*) – z okularnim ocenjevanjem mogoče zanesljivo prepoznati le tri starostne kategorije, tj. mladiče, enoletne in odrasle živali (Gee in sod., 2002).

Vsaj za nekatere vrste parkljarjev je natančnejše ocene starosti živali mogoče pridobiti z metodo mikroskopskega štetja različno obarvanih prirastnih plasti sekundarnega dentina (zbrano v Klevezal, 1996) in še zlasti zobnega cementa (ang. *growth marks, cementum layers, annuli in*

*tooth cementum*), ki se vsako leto nalagajo pod zobno krono in/ali na zobnih koreninah; gre za t. i. skeletokronologijo, ki se za določanje starosti vretenčarjev (npr. tjunji, morski levi, morski sloni, delfini, rjavi medved, vrste iz družine jelenov) uporablja že vse od začetka 20. stoletja (za predstavnike jelenov glej Mitchel, 1967, Douglas, 1970, Aitken, 1975, McCullough in Beier, 1986, Ratcliffe in Mayle, 1992, Klevezal, 1996, Azorit in sod., 2004, Asmus in Weckerly, 2011). Vsaj v primeru parkljarjev je spodnji prvi meljak ( $M_1$ ) najpogosteje uporabljen zob za določanje starosti živali na podlagi štetja plasti zobnega cementa, saj so pri tem zobu plasti prepoznavne in jih je možno šteti, obenem pa je to tudi prvi izraščeni stalni zob (Mitchel, 1967). Tudi če zanemarimo dosegljivost vzorcev (predvsem spodnje čeljustnice), je spodnji  $M_1$  bolj primeren od zgornjega, saj ima bolj izražene plastnice (McCullough / Beier, 1986). Za jelenjad je bila metoda preizkušena tudi na prvem sekalcu ( $I_1$ ); vendar je bila korelacija med dejansko (poznano) in ocenjeno starostjo s štetjem plastnic zobnega cementa z uporabo  $M_1$  precej močnejša, kot je bila z uporabo  $I_1$  (Azorit in sod., 2004). Metoda preštevanja plasti zobnega cementa se je kot primerna za natančno določanje starosti živali izkazala pri navadnem jelenu (Azorit in sod., 2002; 2004), belorepem jelenu in mulastem jelenu (*Odocoileus hemionus* Rafin.), ne pa tudi pri srnjadi (Høye, 2006), kar je predvsem posledica bistveno manjših zob pri tej vrsti. Pri srnjadi je natančnejše ugotavljanje starosti s štetjem letnih prirastnih plasti (zlasti v sekundarni zobovini) potencialno možno le s pomočjo časovno in tehnično razmeroma zahtevnega postopka, tj. z izdelavo obarvanih mikroskopskih rezin zobnih tkiv po predhodni dekalifikaciji zob (Zor, 2009).

Upošteva je velik raziskovalni in upravljavski potencial čeljustnic parkljarjev smo v letih 2007–2011 na inštitutu *ERICo Velenje* vzpostavili sistem zbiranja spodnjih čeljustnic vseh iz lovišč izločenih parkljarjev in ustvarili nacionalno arhivsko zbirko neprecenljive vrednosti (>100.000 čeljustnic srnjadi, jelenjadi, damjakov, muflonov in divjih prašičev), ki je po obsegu in dostopnosti vhodnih podatkov edinstvena in izjemno dragocena tudi v svetovnem merilu (Pokorny in sod., 2011; 2012). V dosedanjih raziskavah smo s pomočjo te zbirke že pridobili nekatere zanimive podatke o: (i) vplivu okoljskih in individualnih dejavnikov na velikost (dolžino) spodnjih čeljustnic srnjadi kot merila velikosti (vitalnosti) osebkov in subpopulacij te vrste (Jelenko, 2011, Jelenko in sod., 2012); (ii) onesnaženosti okolja, in sicer z določanjem vsebnosti fluoridov v čeljustnicah (Jelenko in Pokorny, 2010;

Jelenko, 2011) oziroma z določitvijo stopnje zobne fluorozne srnjadi (Jelenko in sod., 2010b); (iii) obstoju, prostorski razširjenosti in pogostnosti različnih obolenj, anomalij in poškodb zob/čeljustnic srnjadi (Jelenko in Pokorny, 2009; Konjević in sod., 2011; 2012), divjih prašičev (Pokorny in sod., 2011) ter jelenjadi (Pokorny in sod., 2012); (iv) časovni dinamiki poleganja divjih prašičev v Sloveniji (Pokorny in sod., 2011); (v) starostni strukturi divjih prašičev in jelenjadi v različnih lovsko-upravljaljskih območjih (Pokorny in sod., 2011; 2012).

V pričujoči raziskavi smo potencial omenjene zbirke želeli uporabiti tudi za ovrednotenje zanesljivosti ocen starosti živali, ki jih na vsakoletnih pregledih trofej in čeljustnic podajajo predstavniki lovišč oziroma *Komisije za pregled odstrela in izgub divjadi* znotraj različnih lovskoupravljaljskih območij in so dostopne tudi v podatkovnih bazah. Tovrstno ovrednotenje je nujno za oceno pomena (zanesljivosti) dostopnih podatkov o makroskopsko ocenjeni starosti živali in preveritev smiselnosti (potenciala) njihove uporabe v raziskovalne ter upravljaljske namene (npr. ugotavljanje demografske strukture populacij, uporaba podatka o ocenjeni starosti živali kot kovariate pri kazalnikih v kontrolni metodi). Pri tem smo se omejili na jelenjad kot vrsto, za katero je znano, da je mogoče z metodo rezanja zob in štetjem letnih prirastnih plasti zobnega cementa starosti razmeroma zanesljivo določiti (npr. Azorit in sod., 2002; 2004); hkrati je pri tej vrsti vsaj v primeru samcev ovrednotenje ocenjenih starosti zelo pomembno tudi s povsem praktičnega (upravljaljskega) vidika, saj je doseganje natančno določene starostne strukture odvzema znotraj kategorije odraslih samcev natančno predpisano z načrti lovskoupravljaljskih območij in lovišč ter je kot takšno obvezno, večina odklonov pa je sankcionirana. Trenuten sistem kategorizacije razlikuje tri starostne kategorije odraslih jelenov, in sicer 2–4-letne jelene, 5–9-letne jelene in 10+ jelene. Ker z makroskopskim pregledom obrabljenosti zob natančne starosti jelenjadi ni mogoče določiti na leto natančno (npr. Lowe, 1967, Loe in sod., 2003; 2004), se zastavlja vprašanje, kako smiseln (relevanten, pravičen) je način kategorizacije, ki temelji na natančno določenih ločnicah med posameznimi starostnimi razredi, kako so le-te dejansko prepoznavne in kakšna je zanesljivost (uporabnost) podatkov o ocenjeni starosti jelenov v tovrstne kategorije, ki lahko ima za posledico rigorozne sankcije do upleniteljev oziroma upravljalcev lovišč (v primeru odstrela jelena tiste starostne kategorije, ki ni bila predvidena za odvzem z letnim načrtom lovišča). Nasprotno pa za srnjad in divjega prašiča morebitne napačne ocene sta-

rosti živali z vidika kategorizacije (in sankcioniranja) niso problematične, saj se pri obeh vrstah načrtuje ter evidentira le odvzem enovite kategorije odraslih (dve- in večletnih) živali.

V pričujočo raziskavo smo vključili skoraj vse odrasle (dve- in večletne) osebkje jelenjadi, ki so bili izločeni iz vseh slovenskih lovišč v letu 2008. Vključitev mlajših kategorij, tj. telet in enoletnih živali, ne bi bila smiselna, saj je starost teh kategorij mogoče popolnoma natančno in zelo enostavno določiti z makroskopskim pregledom razvojne stopnje zob, npr. enostavno razlikovalnega števila izrašenih zob (glej Hafner, 2008). Zaradi vključitve celotnega nacionalnega enoletnega odvzema odrasle jelenjadi ( $n = 1.305$ ) je pričujoča študija visoko reprezentativna za celotno Slovenijo in je kot takšna unikum v celotnem evropskem prostoru.

## MATERIAL IN METODE MATERIAL AND METHODS

### VZORČENJE: ZBIRANJE IN PRIPRAVA ČELJUSTNIC SAMPLING: COLLECTING AND PREPARING MANDIBLES

Vsako leto se na t. i. "bazenskih pregledih" zberejo vse leve polovice spodnjih čeljustnic parkljarjev, ki so bili v preteklem koledarskem letu odvzeti (odstreljeni ali kako drugače izločeni) iz posameznega lovišča na podlagi rednega (z lovskoupravljaljskimi načrti predpisanega) odvzema divjadi. Spodnje čeljustnice jelenjadi, odvzete iz vseh lovišč Slovenije v letu 2008, smo zbirali januarja 2009 neposredno na bazenskih pregledih, in sicer v sodelovanju s predstavniki vseh slovenskih lovišč, *Inšpektoratom Republike Slovenije za kmetijstvo, gozdarstvo in hrano* ter *Komisijo za pregled odstrela in izgub* območnih združenj upravljalcev lovišč. Skupaj smo zbrali >5.000 spodnjih čeljustnic jelenjadi, od katerih je bil manjši del zaradi različnih vzrokov (npr. popolni zlomi čeljustnic v času njihove priprave, izpad celotne vrste zob) neuporaben. V nadaljnje analize je bilo tako vključenih 4.856 čeljustnic, med katerimi je bilo 1.305 čeljustnic odraslih živali (košut in jelenov) vključenih v natančno določanje starosti z metodo rezanja/brušenja zob ter štetjem letnih prirastnih plasti zobnega cementa. Vse zbrane čeljustnice so bile predhodno s strani lovcev oz. lovskih organizacij ustrezno pripravljene, tj. prekuhane, očiščene mišičnega in živčnega tkiva ter praviloma razmaščene/obeljene z vodikovim peroksidom ( $H_2O_2$  različnih koncentracij).

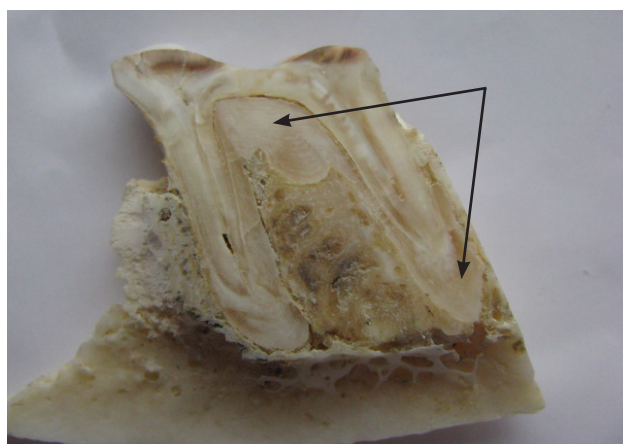
Čeljustnice smo zbirali ločeno za lovišča, znotraj katerih so bile v veliki večini ustrezno označene z evidenčnimi številkami iz Evidenčnih knjig odstrela velike divjadi; le-te so hkrati tudi zaporedne številke osebkov, izločenih v posameznem lovišču, v elektronski bazi podatkov Osrednji slovenski register lovnih vrst divjadi in velikih zveri (v nadaljevanju: osrednji register). Vsaki čeljustnici smo pripisali njej lastno (enoznačno) šifro, sestavljeno iz šifre lovišča, zaporedne številke odvzema in leta odvzema (npr. 1406/22-08), s čimer smo dobili popolno sledljivost in povezljivost čeljustnic oz. iz njih izhajajočih podatkov z atributnimi podatki o posameznem osebkju, vključno s predhodno makroskopsko oceno starosti živali.

### DOLOČANJE STAROSTI IZLOČENIH ŽIVALI AGE DETERMINATION OF CULLED ANIMALS

Starostne kategorije mladičev/telet (do dopolnjenega prvega leta starosti), enoletnih živali (lanščaki in telice/junice: do dopolnjenega drugega leta starosti) in dveletnih živali (do dopolnjenega tretjega leta starosti), za katere je starost mogoče zanesljivo ugotoviti na podlagi razvojne stopnje zob, smo določali makroskopsko, tj. glede na število, obliko in razvitost zob (Hafner, 2008). Pri osebkjih, starejših od treh let, smo starost določevali na leto natančno z metodo štetja slojev/plasti zobnega cementa pod zobno krono prvih meljakov ( $M_1$ ). Le-te smo vzdolžno prerezali (slika 1a); prereze 1.305 zob smo očistili s skalpelom in zbrusili z najfinejšim brusnim pa-

pirjem, zbrušeno površino pa očistili s 70-odstotnim alkoholom. Starost osebkov smo določevali s štetjem različno obarvanih plasti zobnega cementa, ki se nalagajo pod krono zoba ali okrog zobnih korenin (slika 1b), in sicer z elektronsko lupo pri 15-kratni oz. 20-kratni povečavi (vsak zob sta pregledali dve različni ocenjevalki).

Vendar tudi metoda štetja prirastnih plasti zobnega cementa ni popolnoma zanesljiva za določanje starosti jelenjadi (Lowe, 1967); glede na jasnost diferenciacije različno obarvanih slojev zobnega cementa smo prerezane meljake zato uvrstili v tri kategorije (po Azorit in sod., 2002), in sicer: Z – zavrženo (ni bilo zadostne ločitve oz. ostrih mej med posameznimi plastmi; obstajale so sekundarne ali dodatne plasti zobnega cementa, ki jih je bilo sicer zelo težko prepoznati); N – ne optimalno (prirastne plasti smo lahko prepoznali in šteli, a so obstajale težave pri določitvi prve zimske, tj. temne plasti); O – optimalno (vse plasti so bile dobro vidne z jasno ločenimi mejami; prvo plast smo enostavno prepoznali, jasna je bila ločnica med dentinom in cementom; sekundarne plasti, če so obstajale, so bile enostavno prepoznavne). Za namene pričujoče raziskave smo uporabili le tiste čeljustnice, ki so bile uvrščene v kategorijo O in za katere sta obe ocenjevalki določili isto starost (62 % vseh prerezanih zob,  $n = 821$ ); iz nadaljnjih analiz smo izločili vse vzorce, ki so bili uvrščeni v kategoriji Z (6 %) in N (32 %; slednje smo sicer uporabili za rekonstrukcijo starostne strukture populacij jelenjadi v Sloveniji; glej Pokorny in sod., 2012).



Slika 1: Vzdolžni prerez prvega meljaka ( $M_1$ ) jelenjadi (levo) omogoča razmeroma enostavno določanje starosti živali s štetjem letnih prirastnih plasti zobnega cementa, ki se ciklično nalagajo med obema koreninama oziroma ob njih (puščici), in sicer kot izmenične temne (zimske) in svetle (poletne) plasti (desno – pogled pod lupo).

Fig. 1: Longitudinal cross-section of the first molar ( $M_1$ ) of red deer (left) enables a relatively easy determination of the age of the animal by counting annual cementum layers, which are cyclically loaded between or below both tooth roots (see arrows) as alternating dark (winter) and bright (summer) layers (right – view under the magnifying glass).

Za določitev starosti živali z metodo štetja plasti zobnega cementa je poleg poznavanja časa rojstva posameznega osebk (v Sloveniji predvidoma v začetku junija; Hafner, 2008) treba upoštevati tudi čas (mesec) njegove smrti. Če je osebek izgubil življenje konec aprila ali maja, lahko pri štetju moti nova spomladansko-poletna (svetla) plast, ki se je pričela nalagati že v aprilu, tj. še preden je osebek dopolnil zadnje leto starosti. Vendar je izgub odrasle jelenjadi v spomladanskem času (tj. izven lovne dobe) zelo malo, hkrati pa je v tem obdobju novo nastala svetla plast še zelo ozka/nizka in zlahka prepoznavna. Za zmanjšanje možnosti tovrstne napake (tj. precenitev starosti za eno leto) smo širino zunanje svetle plasti zobnega cementa vedno primerjali s širino prejšnje svetle plasti ali s splošnim vzorcem notranjih plasti. Skrajno zunanjo plast smo prepoznali kot novo spomladansko-poletno (svetlo), če je bila le-ta očitno ožja kot notranje svetle plasti. V primeru, da je bila zunanja svetla plast enako široka kot notranje plasti oz. se je celotna plast cementa zaključevala z razločno prosojno (temno) plastjo, je bila spomladansko-poletna rast že zaključena, zadnja plast zobnega cementa pa je nastala v jesensko-zimskem času (glej tudi Mitchel, 1967).

#### **UGOTAVLJANJE ZANESLJIVOSTI OKULARNEGA OCENJEVANJA STAROSTI JELENJADI** *DETERMINATION OF THE RELIABILITY OF MACROSCOPIC ASSESMENT OF RED DEER AGE*

Pridobljene podatke o starosti odrasle jelenjadi smo uporabili za ovrednotenje kakovosti okularnih ocen starosti, podanih s strani lovcev, in sicer na nivoju posameznih živali. Podatke o ocenah starosti živali, pridobljene z okularnim pregledom obrablenosti zob (le-te so za vsako posamezno žival dokončno podali oz. potrdili člani *Komisij za pregled odstrela in izgub divjadi v območnih združenjih upravljavcev lovišč*), smo pridobili iz osrednjega registra oz. podatkovnih baz *Lisjak* (za lovišča, ki jih upravljajo lovske družine) in *X-Lov* (za lovišča s posebnim namenom). Vpogled v zanesljivost in uporabnost okularnega načina ocenjevanja starosti jelenjadi z oceno razvojne stopnje in obrabe zobovja, tj. primerjavo teh ocen starosti s starostmi živali, ki smo jih po opisani metodologiji določili sami, smo skušali dobiti ločeno za dve skupini lovišč, ki se razlikujeta glede na režim upravljanja: (i) lovišča, ki jih upravljajo lovske družine; (ii) lovišča s posebnim namenom, ki jih upravljajo poklicni lovci *Zavoda za gozdove Slovenije*.

#### **REZULTATI IN RAZPRAVA** *RESULTS AND DISCUSSION*

##### **UPORABNOST METODE ŠTETJA PLASTI ZOBNEGA CEMENTA ZA DOLOČANJE STAROSTI JELENJADI** *APPLICABILITY OF COUNTING ANNULI IN TOOTH CEMENTUM FOR AGE DETERMINATION OF RED DEER*

Za natančno določanje starosti živali na osnovi preštevanja cementnih plasti na zobeh je potrebno poznavanje časovnega zaporedja izražanja stalnih zob ter zaporedja nalaganja različno obarvanih cementnih plasti. Pri jelenjadi se zobna krona prvega meljaka (tj. zoba, vključenega v našo raziskavo) oblikuje pri približno štirih mesecih starosti, korenina pa preneha rasti med šestim in devetim mesecem (Brown in Chapman, 1991a). Prva prosojna (temna) plast cementa se pod njegovimi koreninami naloži pozimi, ko je žival stara med 7 in 8 mesecev, in je tanjša od plasti, ki se naložijo v naslednjih letih. Prva neprosojna plast (svetla), ki je navadno ožja od naslednjih svetlih plasti, se naloži v naslednjem pomladno-poletnem času. Izmenično se potem nalagata tanka prosojna (temna) plast zobnega cementa, ki vsebuje malo cementocit, in debelejša neprosojna (svetla) plast, bogata s cementocitnimi celicami. Splošen vzorec je torej zelo enostaven in je podoben vzorcu letnih prirastnih kolobarjev lesa: svetel cement nastaja v obdobju pomlad – jesen (t. i. poletna plast), prosojen (temen) cement pa v obdobju zima – pomlad (t. i. zimska plast). Zaradi tega je metoda uporabna v območjih z izrazito menjavo letnih časov, medtem ko se v območjih z milo klimo, kjer ni izrazitih razlik med letnimi časi, ni izkazala za dovolj natančno za določanje starosti jelenjadi (Mitchell, 1967; Aitken, 1975). Lowe (1967) je v takšnih razmerah (Škotska) za jelenjad znane starosti celo ugotovil, da je okularna ocena obrablenosti zob boljša od preštevanja plasti zobnega cementa. Vendar to v naših razmerah ne velja.

Seveda obstaja med osebki velika variabilnost v vzorcih nalaganja in ločljivosti plasti zobnega cementa. Tako je že Douglas (1970) ugotovil, da se pri polovici enoletnih osebkov jelenjadi (lanščakov in telic/junic) poletna neprosojna plast zobnega cementa ni nalagala. Pri starejših osebkih je sicer ta fenomen mogoče prepoznati, saj je pri njih prva prosojna plast širša. Poleg tega pri nekaterih osebkih, starejših od dveh let, prva svetla plast izgine zaradi zobne erozije, ki je posledici-

ce žvečenja (Azorit in sod., 2002). Prav tako se pri nekaterih osebkih plasti ne nalagajo razpoznavno oz. z dovolj izrazitimi ločnicami; tako je Douglas (1970) za jelenjad na Novi Zelandiji ugotovil, da so bile v 18 % pregledanih vzorcev čeljustnic plasti zobnega cementa nediferencirane, tako da je bilo štetje nemogoče. Slabost metode je torej v obstoju določenega števila primerkov zob/živali, za katere je starost nemogoče natančno določiti (Azorit in sod., 2002). V primeru, ko je delež takih vzorcev večji od 25 %, tehnika ni primerna za določitev starosti osebkov za raziskovalne in/ali upravljaljske namene (*ibid.*). Možno je namreč, da genetske razlike med populacijami jelenjadi vplivajo na kakovost in način priraščanja cementnih plasti; podoben vpliv lahko imajo tudi razlike v občutljivosti različnih populacij na pomanjkanje hrane v zimskem času (Aitken, 1975). Pri tem velja poudariti, da je štetje slojev cementa veliko težavnejše okoli korenin zob kot neposredno pod zobno krono; okrog korenin se namreč posamezne temne in svetle plasti veliko bolj prepletajo in gubajo, zato je tam težje zanesljivo prešteti različne sloje zobnega cementa. V pričujoči raziskavi smo štetje praviloma opravljali med obema koreninama, tj. neposredno pod zobno krono (slika 1), medtem ko smo štetje okrog korenin uporabljali predvsem v kontrolne namene.

Izmed 1.305 prerezanih in z lupo pregledanih zob ( $M_1$ ) jelenjadi smo glede na zmožnost razločevanja slojev zobnega cementa v kategorijo O (optimalno) uvrstili 62 % zob, v kategorijo N (ne optimalno) 32 % in v kategorijo Z (zavrženo), kjer plasti zobnega cementa ni bilo mogoče razločiti, <6 % zob. Azorit in sod., (2002) so v raziskavi, v kateri so zobe pred samim štetjem še dodatno dekalificirali in naredili mikroskopske preparate, prišli do podobnih rezultatov uspešnosti metode. To pomeni, da predhodna dodatna priprava vzorcev zob z dekalifikacijo tkiva ne izboljša zanesljivosti rezultatov, zato zaradi dolgotrajnosti postopka ni primerna za množično določanje starosti prostoživečih prežvekovalcev z namenom implementacije v upravljaljski proces. Čeprav metoda rezanja/brušenja zob in štetja letnih prirastnih plasti zobnega cementa ni popolnoma zanesljiva oziroma z njo starosti ni mogoče na leto natančno določiti za vsako posamezno žival (Azorit in sod., 2002; 2004, Asmus in Weckerely, 2011), so dobljeni rezultati v primerjavi s priporočili in uspešnostjo drugih raziskav (npr. Azorit in sod., 2002) dovolj dobri, da jih lahko uporabimo za preizkus zanesljivosti oz. validacijo ocen starosti jelenjadi, pridobljenih s tradicionalnim okularnim pregledom obrabljenosti zob (glej nadaljevanje).

Metoda štetja prirastnih plasti zobnega cementa daje dovolj zanesljive podatke, da jo lahko uporabimo tudi za rekonstrukcijo demografske strukture izbranih populacij (glej Pokorny in sod., 2012), za kar morebitne manjše napake v določitvi starosti posameznih živali niso bistvene. Za izboljšanje upravljanja z jelenjadjo v Sloveniji, tj. za boljše razumevanje in usmerjanje razvoja populacij v bodoče, bi bilo (upoštevaje tehnično enostavnost dela in dosegljivost vzorcev) tako smiselno demografsko strukturo jelenjadi kontinuirano (npr. na vsakih nekaj let) spremljati na celotnem območju razširjenosti jelenjadi pri nas. Nasprotno pa tako pridobljeni podatki ne morejo biti uporabljeni kot dokončno veljavni (arbitrarni) pri razsojanju o starosti posameznih osebkov, tj. za namene ugotavljanja skladnosti odvzema povsem konkretnega jelena z načrtovanim odvzemom te vrste po različnih starostnih kategorijah, in sicer zaradi: (i) dejstva, da za nekatere živali starosti sploh ni mogoče določiti; (ii) možnosti napak pri določitvi starosti posameznih živali. Pri slednjem velja omeniti, da sta Asmus in Weckerely (2011) s štetjem plasti zobnega cementa pod pari komplemen-tarnih zob (v tem primeru sekalcev) 994 mulastih jelenov različne starosti ugotovila v kar 308 primerih, pri čemer je večina odklonov znašala eno leto. Odklon v določitvi starosti s štetjem letnih prirastnih plasti zobnega cementa lahko torej nastane že znotraj istega osebkja; čeprav takšna napaka (praviloma +/- eno leto) ni bistvena z vidika vpogleda v demografsko strukturo populacije, pa sama po sebi kaže, da dokončno (arbitrarno) določanje starosti posameznih osebkov tudi z uporabo te metode ni mogoče.

#### **ZANESLJIVOST OKULARNIH OCEN STAROSTI JELENJADI NA PODLAGI PREGLEDA OBRABLJENOSTI ZOB RELIABILITY OF OCULAR ASSESSMENT OF RED DEER AGES ASSESSED BY TOOTH-WEAR PATTERNS**

Zanesljivost in natančnost ocen o starosti različnih vrst iz družine jelenov, ki so bile pridobljene z okularnim pregledom razvojne stopnje in obrabljenosti zob, so po svetu sicer že večkrat preverjali, in sicer s primerjavo ocenjenih starosti z natančno poznanimi starostmi živali (npr. jelenjad: Lowe, 1967; Hamlin in sod., 2000; srnjad: Cederlund in sod., 1991; Hewison in sod., 1999; Mysterud in Østbye, 2006; belorepi jelen: Hamlin in sod., 2000; Gee in sod., 2002; mulasti jelen: Hamlin in sod., 2000). Vendar so bili uporabljeni vzorci

praviloma zelo majhni, saj so podatki o natančnih starostih živali v naravi zelo redki. Pridobiti jih je namreč mogoče le s predhodnim odlovom in markiranjem živali, ki pa sistematično poteka zgolj izjemoma, npr. na mladičih srnjadi v Franciji (Hewison in sod., 1999).

Preveritev kakovosti ocen starosti je zato v praksi mogoče opraviti predvsem posredno, tj. z uporabo drugih (bolj zanesljivih) metod za določitev starosti živali. Čeprav z metodo brušenja zob in štetjem letnih prirastnih plasti zobnega cementa starosti živali ni mogoče zanesljivo določiti za vsako posamezno žival (Lowe, 1967, Azorit in sod., 2002; 2004, Asmus in Weckerly, 2011), se s to metodo pridobljeni podatki vendarle uporabljajo tudi kot izhodiščni/kriterialni podatki o starostih živali (npr. Van Deelen, 2000). Med drugim so bili s štetjem prirastnih plasti zobnega cementa pridobljeni podatki uporabljeni tudi za validacijo ocen starosti, pridobljenih z drugimi metodami, npr. s tehtanjem mas očesnih leč srnjadi v Srbiji (Gačić in sod., 2007) ali z makroskopskim pregledom razvojne stopnje in obrabljenosti zob severnoameriških vapitijev (*Cervus canadensis* Erxl.) v Kanadi (Rosatte in sod., 2007) in severnih jelenov (*Rangifer tarandus* L.) v Rusiji (Sokolov in sod., 1996). Ob primerni uporabi metode, tj. z omejitvijo le na tiste vzorce zob, za katere so posamezne plasti zobnega cementa dovolj dobro razlikovalne, so namreč določitve starosti prežvekovalcev z dokaj velikim zobovjem s štetjem letnih prirastnih plasti zobnega cementa vsaj v okoljih z izrazito menjavo letnih časov vendarle dokaj zanesljive. Tako je bilo za tri vrste prežvekovalcev iz Skalnega gorovja (ZDA) ugotovljeno veliko ujemanje starosti, določenih s štetjem plasti zobnega cementa s poznanimi starostmi živali, in sicer je bila starost pravilno določena za 85 % belorepih jelenov, starih do devet let ( $n = 74$ ), 93 % mulastih jelenov, starih do štirinajst let ( $n = 108$ ), in kar 97 % vapitijev, starih tudi do štirinajst let ( $n = 111$ ); nasprotno so bile za iste živali z metodo makroskopskega pregleda razvojne stopnje in obrabljenosti zob starosti pravilno določene le za 43 % belorepih jelenov in 62 % mulastih jelenov, medtem ko je bila v primeru vapitijev starost v več kot 50 % primerov pravilno določena le v kategoriji tri- in štiriletnih jelenov, pri pet- in večletnih jelenih pa je bila starost pravilno določena le še v 16 % primerov (Hamlin in sod., 2000).

V pričujoči raziskavi smo tako za košute kot za jelene ugotovili razmeroma velike odklone ocen s tradicionalno makroskopsko oceno starosti, od rezultatov ocen starosti istih živali z metodo brušenja zob in štetjem plasti zobnega cementa (preglednici 1 in 2). Pri tem smo v preveritev vključili

vse tri- in večletne živali in tiste dveletne živali, pri katerih je obstajal dvom, da bi že lahko dopolnile tretje leto starosti (tj. v primeru, da ločnica med grizno ploskvijo četrtega predmeljaka ( $P_4$ ) in prvega meljaka ( $M_1$ ) ni bila več jasno razvidna).

Izmed skupaj 821 živali, ki smo jih vključili v raziskavo, je bila starost po obeh metodah na leto enako določena v 201 primeru; če privzamemo, da je bila z metodo brušenja zob glede na sam postopek (vključeni so le primerki z nedvoumno razmejenimi letnimi prirastnimi plastmi, skladnost določitve starosti dveh ocenjevalk) in upošteva je predhodne ugotovitve o zanesljivosti te metode za določanje starosti navadnega jelena oz. njemu sestrsk vrste vapitija (Hamlin in sod., 2000) starost jelenjadi natančno določena, potem je bila z makroskopskim pregledom obrabljenosti zob starost odrasle (dve- in večletne) jelenjadi na leto natančno določena le v 24,5 % primerov. Pri tem ni večjih razlik v skladnosti določitve starosti z obema metodama med košutami (25,3 % skladnost) in jeleni (23,7 %), čeprav so imeli v primeru jelenov ocenjevalci (lovci oz. člani komisij) na voljo tudi rogovje kot pomemben znak za oceno starosti vsaj mlajših samcev te vrste (npr. Hafner, 2008). Nasprotno obstajajo velike razlike v skladnosti ocen med različnimi starostnimi kategorijami; tako je bila z okularno oceno starost mladih (2–4-letnih) jelenov popolnoma pravilno (na leto natančno) določena v 29,4 % primerov, starost srednje starih (5–9-letnih) jelenov v 19,0 % primerov, starost starih (10+) jelenov pa v le še v 13,3 % primerov; deleži na leto pravilno določenih starosti košut pa znašajo: 36,5 % (mlade košute), 17,5 % (srednje stare košute) in 10,1 % (stare košute).

S starostjo živali se zanesljivost ocenjevanja na osnovi obrabljenosti zob torej močno zmanjša, kar je skladno z že znanimi ugotovitvami (npr. navadni jelen/vapiti: Brown in Chapman 1990b; Hamlin in sod., 2000; srnjad: Hewison in sod., 1999; muntjak (*Muntiacus reevesi* Ogil.): Chapman in sod., 2005). Zmanjšanje zanesljivosti okularnega ocenjevanja zaradi starosti živali je posledica dejstva, da relativna hitrost obrabe zob s starostjo živali narašča, saj je stopnja/hitrost obrabe zob v negativni soodvisnosti od trdote sklenine in zobovine (Kierdorf in Becher, 1997). Trdota slednje je največja na meji s sklenino in značilno upada proti zobni pulpi (Lutz, 2002), zaradi česar z leti obraba zobovja poteka progresivno, tj. vedno hitreje. Vendar se istočasno zaradi konične oblike zob in nastale večje površine grizne ploskve zaradi obrabe sama višina zob z leti zmanjšuje degresivno, tj. mlade živali izgubijo v povprečju v enem letu večjo višino zob kot starejše (Kierdorf in Becher, 1997, Loe in sod., 2003). Zaradi obeh



Preglednica 1: Primerjava ocen starosti košut, določenih s strani lovcev po metodi okularne ocene, z določitvijo starosti istih živali s štejetjem plasti zobnega cementa (v glavi in čelu preglednice so podana leta, v notranjih poljih pa število živali).

Table 1: Comparison of age assessments of red deer hinds, given by hunters using the ocular inspection of tooth eruption and wear with the age of the same animals determined by counting annuli in tooth cementum (years are presented in the upper line, and number of specimens in inner cells, respectively).

Ocena starosti, lovci (let) / Age assessment by hunters (years)	N	Ocena starosti na podlagi brušenja zob (leta in število) / Age determination by counting annuli in tooth cementum (years, N)																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	9		2	3	1		1		1			1											
2	53		16	17	11	1	2	3	1			1	1										
3	77		7	30	20	9	6	3	1	1													
4	49		2	7	11	16	6	4	1		1		1										
5	31			2	13	9	4	2			1												
6	30			2	3	8	4	5	5	1	2												
7	28				3	7	6	6	1		3	1		1									
8	34		1		1		4	9	9	2	4	1	1	1			1						
9	11						1	1	3			2		2	1	1							
10	28			1		2		1	2	5	6	2	4		1	1		2		1			
11	5										1		2		1	1							
12	23				3		1	1	3		2	1	5	2	3	1	1						
13	4													2				1			1		
14	4					1									1	1		1					
15	6													1	2	1	1					1	
16	2									1						1							
17	0																						
18	1																1						
Σ	395	0	28	62	66	53	35	35	27	10	22	7	16	18	9	6	4	4	0	1	1	0	1

Opomba: Zeleno so osenčena polja s popolnim ujemanjem obeh starosti. Rdeče so osenčene živali, ki so jih lovci prepoznali kot enoletne, čeprav so bile starejše (glede na nedvoumnost določitve te starostne kategorije gre bodisi za administrativno napako bodisi za popolno nepoznavanje starosti jelenjadi). Rumeno so osenčene živali, ki so bile bodisi ocenjene bodisi samo evidentirane kot »dveletne« živali (pri košutah namreč natančnejša starostna kategorizacija odraslih živali ni zahtevana), zato ne gre nujno za napako ocene starosti.

Note: Green boxes represent cases with matching of both ages. Red boxes indicate animals which were recognized by hunters as yearlings, although they were adults (considering unambiguity of recognizing yearlings, either administrative errors or a complete lack of knowledge is a reason for this discrepancy). Yellow boxes indicate animals which were either estimated or recorded as "two-year old" animals (more accurate age categorization of hinds is not required), therefore this is not necessarily an error in age assessment.

nasprotujočih si principov se s starostjo zmanjšuje zanesljivost ocenjevanja starosti jelenjadi (in drugih vrst parkljarjev), starosti zelo starih osebkov pa so zaradi težke prepoznavnosti vzorca obrabe in manjše izgube višine zob praviloma podcenjene (Hewison in sod., 1999). Podcenjevanje starosti zelo starih živali z makroskopskim pregledom obrabljenosti zob smo v primeru košut ugotovili tudi sami (preglednica 1); nasprotno so bile starosti starejših jelenov, odvzetih v Sloveniji v letu 2008, praviloma precenjene (preglednica 2).

Vzroki, da so starosti starejših (osem- in večletnih) jelenov z uporabo metode obrabljenosti zob praviloma precenjene, se lahko delijo v dve skupini, in sicer: (i) Subjektivno in celo zavestno dvigovanje ocen starosti s strani ocenjevalcev

zaradi želje po uplenitvi starejših samcev, majhnih izkušenj z ocenjevanjem starosti starejših živali in potrebe po doseganju odvzema/odstrela v pravilni starostni kategoriji; praviloma je namreč odstrel srednje starih (5 – 9-letnih) jelenov z načrti omejen, odstrel starih jelenov (10+) pa bistveno bolj sproščen. (ii) Spolno specifična obraba zob, tj. bistveno hitrejša obraba zob samcev v primerjavi s samicami. Tako je bilo z uporabo čeljustnic živali, za katere so bile starosti natančno znane, in uporabo eksaktnih morfometričnih meritev (npr. višina in širina posameznih predmeljakov in meljakov, še zlasti  $M_1$ ) ugotovljeno, da imajo samci različnih vrst jelenov značilno močnejše obrabljeno zobovje kot samice iste starosti (navadni jelen: Loe in sod., 2003; Carranza in sod., 2008; sr-

Preglednica 2: Primerjava ocen starosti jelenov, določenih s strani lovcev po metodi okularne ocene, z določitvijo starosti istih živali s štetjem plasti zobnega cementa (v glavi in čelu preglednice so podana leta, v notranjih poljih pa število živali).

Table 2: Comparison of age assessments of red deer stags given by hunters using the ocular inspection of tooth eruption and wear with the age of the same animals determined by counting annuli in tooth cementum (years are presented in the upper line, and number of specimens in inner cells, respectively).

Ocena starosti, lovci (let) / Age assessment by hunters (years)	N	Ocena starosti na podlagi brušenja zob (leta in število) / Age determination by counting annuli in tooth cementum (years, N)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1		1														
2	39		22	13	4												
3	72		19	3	33	9	5	3									
4	84		2	17	34	19	5	6		1							
5	40		2	4	14	17		2	1								
6	48			10		20	9	7	1		1						
7	36		2	3	9	6	6	7	2		1						
8	20			1	4	3		5	7								
9	30				1	4	13	9	2		1						
10	20				1	5	3	4	3	2	2						
11	12				1	1	2	2	3	1	1		1				
12	11				1		2	1	4	1	1	1					
13	3						1					1	1				
14	5							1	2	1					1		
15	4							1		1		1			1		
16	1											1					
Σ	426	0	48	51	102	84	46	48	25	7	7	4	2	0	1	1	0

Opomba: Zeleno so osenčena polja s popolnim ujemanjem obeh starosti. Rdeče so osenčeni jeleni, za katere je napačna ocena starosti pomenila napačno kategorizacijo v eno izmed treh starostnih kategorij (2–4-letni jeleni, 5–9-letni jeleni, 10+ jeleni), posledično pa tudi morebitno neupravičeno sankcioniranje uplenitelja.

Note: Green boxes represent cases with matching of both ages. Red boxes indicate stags, for which error in the age assessment resulted in the misleading categorization in three age classes (2–4 years old, 5–9 years old, and 10+ years old, respectively), and hence also in potential unjustified punishment of the respective hunters.

njad: Høye, 2006; belorepi jelen: Van Deelen in sod., 2000). Za navadnega jelena na Norveškem so, npr., z meritvami višine  $M_1$  ugotovili bistveno hitrejšo obrabo tega zoba pri samcih (povprečno 0,61 mm/leto pri štiriletnih osebkih oz. 0,45 mm/leto pri enajstletnih osebkih) kot pri samcih primerljivih starosti, pri katerih so obrabe znašale 0,52 mm/leto oz. 0,39 mm/leto (Loe in sod., 2003). Tovrstne razlike so posledica vedenjskih in drugih ekoloških razlik med spoloma, kot so razlike v rabi habitata, energetskih potrebah, prehranskem vedenju in selekciji prehranskih virov; v prehrani samcev naj bi tako bilo zastopanih več z vlakninami bolj bogatih prehranskih virov (Van Deelen in sod., 2000, Loe in sod., 2003).

Z ekološkega vidika prihaja pri poligamnih vrstah do spolno specifične obrabe zobovja predvsem zaradi različnih življenjskih strategij samcev in samic. Z vidika zagotavljanja maksimalne reprodukcije morajo namreč samice, ki ima-

jo precej daljše obdobje reproduktivne sposobnosti, dosegati čim višje starosti (na tak način bo vsaka samica v celotni življenjski dobi imela največje število potomcev). Nasprotno je za samce, katerih največji razmnoževalni potencial je omejen na krajše obdobje, pomembnejše, da več investirajo v svoj razvoj in spolni potencial v danem trenutku. Tako so, npr., Carranza in sod., (2008) za špansko podvrsto navadnega jelena (*Cervus elaphus hispanicus*) ugotovili, da dosegajo vse do senescence pri isti starosti jeleni z bolj obrabljenim zobovjem večje telesne mase in večje mase rogovja, kar pomeni, da so z intenzivnejšim prehranjevanjem investirali v svoj videz (in posledično paritveni potencial) na račun močnejše obrabe zobovja (in posledično skrajševanja življenjske dobe). Pri tem imajo relativno na telesno maso samci jelenjadi tudi manjše zobe (predmeljake in meljake) ter manjše grizne površine kot samice, zaradi česar samci prej izgubijo razmnoževalni po-

tencial oz. hitreje preidejo v razred ostarelih (*postreproduktivnih*) živali (Carranza in Perez-Barberia 2007). Podobno je bil že dokazan vpliv začetnih velikosti zob (tj. takoj po njihovem izrastu) na pričakovano življenjsko dobo različnih populacij srnjadi (Veiberg in sod., 2007b).

Zanesljivost ocenjevanja starosti jelenov na podlagi makroskopskega pregleda obrabljenosti zob še dodatno zmanjša dejstvo, da je stopnja obrabe zob jelenov odvisna od populacijskih gostot (z večanjem gostote se obraba povečuje, kar je posledica drugačne/slabše razpoložljivosti prehranskih virov zaradi znotrajvrstne konkurence, zlasti pa večjih vložkov samcev v njihov razmnoževalni potencial), kar pa ne velja za košute (Mysterud in sod., 2001). Zaradi vseh naštetih vzrokov so bile v preučevanem vzorcu starosti jelenov v Sloveniji kljub dejstvu, da so imeli v primeru samcev ocenjevalci na voljo tudi rogovje kot dodatni znak starosti živali, ocenjene z večjo napako kot starosti košut (preglednica 3). Z upravljaškega vidika je pri tem posebej problematično, da je bilo izmed 426 analiziranih jelenov kar 142 (33,3 %) uvrščenih v

drugo starostno kategorijo, kot je pokazala metoda štetja letnih prirastnih plasti zobnega cementa. Tako je bilo 48 srednje starih jelenov napačno uvrščenih v kategorijo mladih, obratno pa 53 mladih jelenov v kategorijo srednje starih; trije desetletni jeleni so bili napačno kategorizirani kot srednje stari, obratno pa je bilo kar 42 (tj. 20 % vseh) srednje starih jelenov uvrščenih v kategorijo 10+ jelenov; v to kategorijo so bili uvrščeni celo trije štiriletni jeleni (preglednica 2). Zlasti napačne uvrstitve v kategorijo starih jelenov kažejo na precenjevanje starosti starejših jelenov (za vzroke glej zgoraj).

Zanesljivost tradicionalnega ocenjevanja starosti jelenjadi smo podali tudi s povprečnimi odkloni ocen starosti, določenih s štetjem letnih plasti zobnega cementa, od okularnih ocen lovcev, in sicer za vsako posamezno življenjsko leto (preglednica 3). Odklone smo izračunali tako, da smo za vsako posamezno žival od starosti, ki so jo določili lovci, odšteli starost osebk, ki smo jo določili sami s štetjem cementnih plasti. Tudi v tem primeru so bili odkloni večji in jih je bilo več pri jelenih (v povprečju od -0,5 do -5,0 leta). Pri košutah so bili ti

Preglednica 3: Odkloni ocen starosti jelenjadi, določenih s štetjem plasti zobnega cementa, od okularnih ocen starosti, podanih s strani lovcev; odkloni so podani ločeno po posameznih življenjskih letih in glede na režim upravljanja (vir: POKORNY in sod., 2012).

Table 3: Deviations of the age of red deer defined by counting annuli in tooth cementum from the ocular estimates of the age given by hunters; deviations are given separately for each year of life and management status (source: POKORNY et al. 2012).

Starost (let)* Age (years)*	LPN				LD			
	Jeleni / Stags		Košute / Hinds		Jeleni / Stags		Košute / Hinds	
	N	Odklon (let) Deviation (years)	N	Odklon (let) Deviation (years)	N	Odklon (let) Deviation (years)	N	Odklon (let) Deviation (years)
2	7	1,1	17	1,2	32	0,4	36	-1,7
3	17	0,0	20	0,7	55	1,0	57	-0,7
4	30	0,5	11	0,3	53	0,3	38	-1,1
5	4	-1,2	4	-1,2	36	-0,4	27	0,0
6	9	-0,6	9	-0,9	39	-0,8	21	-0,5
7	15	-2,2	6	-1,2	21	-1,5	22	0,1
8	11	-2,7	16	-1,6	14	-1,4	18	-0,4
9	22	-1,3	4	1,0	8	-2,5	7	0,1
10	7	-3,3	10	-1,3	13	-3,1	17	-1,0
11	7	-4,1	1	1,0	5	-2,6	5	-3,0
12	9	-4,7	9	-0,4	2	-2,5	14	2,4
13	1	-7,0	1	0,0	2	-1,5	3	-3,7
14	3	-5,7	1	3,0	2	-3,0	3	2,7
15	3	-3,7	3	0,0	1	-8,0	3	-1,3
16	1	-5,0	2	-4,0	/	/	/	/
17	/	/	/	/	/	/	/	/
18	/	/	1	-2,0	/	/	/	/

\* Kot izhodiščne so podane starosti jelenjadi, ocenjene s strani lovcev z uporabo tradicionalne (okularne) metode.

\* The age of red deer, estimated by hunters using a traditional (ocular) method is given as a basis value.

odkloni manjši, saj so znašali od -0,1 do -4,0 leta. Primerjava zanesljivosti ocen starosti jelenjadi, podanimi s strani amaterskih lovcev (lovišča, s katerimi upravljajo lovske družine) oz. profesionalnih lovcev (LPN-ji), je pokazala, da med obema skupinama lovišč ni pomembnejših odklonov. Tako so v LPN-jih povprečni odkloni (za vsako posamezno leto) pri jelenih znašali od 0,0 do -7,0 leta, pri košutah pa od 0,0 do -4,0 leta. Primerljivo so bili ti odkloni v loviščih lovskih družin pri jelenih v razponu od 0,3 do -8,0 leta, pri košutah pa od 0,0 do -3,7 leta.

Iz preglednice 3 je razvidno, da lahko že povprečne napake ocene starosti za nekatere starostne kategorije znašajo kar nekaj let. Napake določitev individualnih starosti so seveda še bistveno večje; tako je največja napaka v določitvi starosti košut znašala devet let (petletna košuta, prepoznana kot štirinajstletna; devetnajstletna košuta, prepoznana kot desetletna; preglednica 1), v določitvi starosti jelenov pa osem let (štiriletni jelen, prepoznani kot dvanajstletni; sedemletni jelen, prepoznani kot petnajstletni; preglednica 2). Sicer so bile skladnosti obeh ocen pri košutah do starosti osem let manjše kot pri jelenih, kar je lahko posledica dejstva, da: (i) košute na glavi ne nosijo rogovja kot pomembnega vira informacij o starosti, kar je še posebej indikativno pri določanju starosti mlajših jelenov (npr. Hafner, 2008); (ii) natančnejša kategorizacija dve- in večletnih košut pri vsakdanji praksi upravljanja z lovišči ni potrebna, zato številna lovišča določijo starost košut le kot »dveletne osebke«, čeprav so le-te dejansko starejše. Nasprotno je bila pri večji starosti skladnost med obema metodama ocenjevanja v primeru košut večja kot pri jelenih, kar je predvsem posledica že omenjenega precenjevanja starosti jelenov v višjih starostnih kategorijah. Podobno kot pri mlajših jelenih je bila starost košut pri osebkih vseh starosti z okularno oceno tako precenjena kot tudi podcenjena.

Pri interpretaciji razlik v določanju starosti jelenjadi po obeh metodah je treba opozoriti, da v primeru ocen starosti, podanih s strani lovcev, ne moremo razlikovati dejanskih napak ocen od napak vnosov podatkov v podatkovne baze, saj smo podatke črpali neposredno iz baz. Slednje je zlasti verjetno pri osebkih, ki so jih lovci prepoznali kot enoletne (preglednica 1), a so bili zanesljivo starejši od dveh let (čeprav so bile vsaj v primerih posameznih lovišč, ki z jelenjadjo sicer ne upravljajo sistematično, zanesljivo napake pri določanju starosti tudi enoletne jelenjadi, kar so potrdile informacije, zapisane na čeljustnicah). Še pomembnejša je sistematična napaka vnosa podatkov o starosti »dveletnih košut«; natančnejša starostna kategorizacija namreč zanje ni obvezna, zato

jih številna lovišča kategorizirajo kot odrasle košute (2+), in sicer skladno z analogijo s srnjadjo, kjer so zaradi bistveno večjih napak pri ocenjevanju starosti celo zaželeni samo vnos odraslih živali (2+) in ne podajanje natančnejših (praviloma pa napačnih) starosti, ocenjenih na leto natančno (Pokorny, 2009).

Ne glede na vir napak je očitno, da so v primeru jelenjadi (ne glede na spol) podatki o ocenjeni starosti odraslih živali (2+) po tradicionalni metodi makroskopskega pregleda razvojne stopnje in obrabljenosti zob obremenjeni s preveliko napako, da bi bili brezpogojno uporabni v vsakdanji praksi upravljanja lovišč (tj. za na leto natančno kategorizacijo živali). Metoda makroskopskega pregleda čeljustnic jelenjadi zagotavlja zanesljive podatke o starosti le za mlade osebke s še nedokončanim razvojem zob, za katere je starost mogoče določiti celo na nekaj dni natančno, npr. z merjenjem dolžine zobne vrste kočnikov in primerjanjem z izdelanimi modeli rasti (Governato in sod., 2006) oz. z upoštevanjem zaporedja v času izrasti in menjave posameznih zob (Brown in Chapman, 1991a). Tudi za določanje starosti odrasle jelenjadi sicer obstajajo točkovne sheme in modeli, ki temeljijo predvsem na merjenju višine kočnikov (predmeljakov in meljakov) in naj bi omogočali razmeroma zanesljivo določanje starosti (npr. Brown in Chapman, 1991b; Tušek in sod., 2001). Natančne meritve višine meljakov in njenega spreminjanja kot ustreznega kazalnika starosti osebkov priporočajo tudi za bolj relevantno ocenjevanje starosti odraslih osebkov srnjadi (npr. Myrsterud in Østbye, 2006), medtem ko pri mladostnih osebkih te vrste (s še nedokončanim oz. komaj zaključenim procesom denticije) meritve višine zob niso primerne, saj zagotavljajo bistveno manj zanesljive podatke o starosti posamezne živali, kot jih lahko pridobimo z uporabo natančno definiranih shem izrasti in menjave posameznih zob, s katerimi je starosti do dopolnjenih dveh let mogoče ugotoviti celo na mesec natančno (Tome in Vigne, 2003, Høye, 2006).

Kljub obstoju shem za natančnejše ocenjevanje starosti odrasle jelenjadi z merjenjem višine zob in upoštevanjem različnih vzorcev prehodov sklenine v zobovino na grizni ploskvi (Brown in Chapman, 1991b) se v vsakdanji upravljavski praksi starosti izločenih živali ocenjujejo brez kakršnihkoli morfometričnih meritev. Takšno ocenjevanje starosti poteka izkustveno in na podlagi subjektivnih primerjav z različnimi slikovnimi lestvicami, ki prikazujejo spreminjanje obrabljenosti kočnikov ter jih je mogoče najti tudi v domači strokovni literaturi (za jelenjad: Hafner, 2008; za divjega prašiča: Krže, 1982; za srnjad: Krže, 2000). V praksi torej ocenjevanje sta-

rosti temelji izključno na subjektivni oceni ocenjevalcev in ne upošteva različnih motečih dejavnikov, ki bistveno vplivajo na obrabljenost zob, zato se lahko le-ta razlikuje tako med populacijami kot tudi med osebki znotraj iste populacije. Različni vplivni dejavniki, npr. populacijske gostote in okoljski dejavniki, lahko vplivajo že na hitrost (obdobje) izrasti stalnih zob, kar ima za posledico tudi razlike v njihovi obrabljenosti. Tako so, npr., Kubo in sod., (2011) ugotovili značilne razlike v času erupcije tretjega meljaka ( $M_3$ ) med različnimi populacijami sika jelenov (*Cervus nippon* Temm.), obdobje izrasti pa je imelo značilen vpliv na jakost njegove obrabljenosti v kasnejšem času. Podobno so velike razlike v času izrasti zob (sekalcev in podočnika) med različnimi populacijami navadnega jelena na Norveškem ugotovili Loe in sod., (2004), pri čemer so stalni drugi sekalci ( $I_2$ ) košutam praviloma izrasli hitreje kot jelenom, na obdobje izrasti vseh zob pa so imele največji vpliv populacijske gostote. Z naraščanjem gostot se je čas izrasti sekalcev in podočnikov podaljševal (zobje so izrasli kasneje), saj večanje populacijskih gostot vpliva na zmanjševanje telesnih velikosti živali, vključno z zmanjševanjem velikosti čeljustnic; zaradi pomanjkanja prostora v njih lahko stalni zobje v takšnih razmerah izrastejo šele pri večjih starostih živali. Velik vpliv na obrabljenost zob posameznih živali, ki onemogoča možnost relevantnega ocenjevanja starosti jelenjadi z makroskopskim pregledom čeljustnic, imajo še: (i) stopnja/intenzivnost mineralizacije sklenine – večja vsebnost kalcija v sklenini oz. njegova dostopnost v okolju zmanjšuje indeks obrabe meljakov jelenjadi (Kierdorf in Becher, 1997); (ii) prehrana oz. kakovost prehranskih virov, pri čemer slabšanje prehranske primernosti habitata vpliva na hitrejšo obrabo zob (Nussey in sod., 2007) – npr. večji delež trav v prehrani jelenov sika poveča hitrost obrabe  $M_1$  in  $M_3$  (Ozaki in sod., 2010); (iii) razlike v prehranski strategiji prežvekovalcev – za navadnega jelena kot prehranskega generalista (Hofmann, 1989) je značilna precej hitrejša obraba zob kot pri izbiralcih, npr. losu (*Alces alces* L.), obraba kočnikov (ne pa tudi sekalcev) pa je zaradi precej bolj raznolike prehrane med populacijami bistveno bolj variabilna, kar vpliva na večje napake pri ocenjevanju starosti jelenjadi (Veiberg in sod., 2007a); (iv) večje populacijske gostote vplivajo prek povečane znotrajvrstne konkurence in pomanjkanja ustreznih, visokokakovostnih prehranskih virov na večjo obrabo zobovja jelenjadi (Nussey in sod., 2007), še zlasti samcev, ki morajo več investirati v svoj razmnoževalni potencial (Mysterud in sod., 2001). Zaradi naštetih dejavnikov so podatki o makroskopsko (okularno) ocenjenih starostih odraslih oseb-

kov večine vrst parkljarjev, vključno z jelenjadjo, obremenjeni z velikimi napakami ocene, zato je njihova uporabnost za upravljalvske in raziskovalne namene vprašljiva oziroma celo popolnoma zgrešena (Hewison in sod., 1999; Hamlin in sod., 2000; Gee in sod., 2002).

## ZAKLJUČKI CONCLUSIONS

Veliki odkloni med okularno ocenjenimi starostmi košut in jelenov (na podlagi obrabljenosti zob) in starostmi istih živali, ugotovljenimi s štejetjem letnih prirastnih plasti zobnega cementa, opozarjajo, da določanje starosti jelenjadi (in drugih vrst parkljarjev) na podlagi makroskopskega pregleda obrabljenosti zobovja, ki se trenutno uporablja v praksi, ni dovolj natančno za obstoječe upravljalvske namene (tj. za na leto natančno kategorizacijo odvzetih živali). Metoda makroskopskega pregleda obrabljenosti zobovja je sicer cenovno ugodna in daje takojšnje rezultate, a temelji na (neveljavni) predpostavki o dovolj veliki ločljivosti in prepoznavnosti različno starih osebkov. Rutinsko kategoriziranje jelenjadi v različne starostne kategorije na osnovi razvojne stopnje in obrabljenosti zob je zato dovolj dobro in smiselno z vidika grobe vpogleda v demografsko strukturo populacij; popolnoma neprimerno pa je za ugotavljanje skladnosti odzema živali z zahtevami načrtov oziroma za morebitno sankcioniranje upravljalvcev lovišč in upleniteljev. Zaradi velike variabilnosti v stopnji obrabljenosti zob med populacijami in tudi med posameznimi osebki je namreč tudi v primeru zelo usposobljenih ocenjevalcev starost jelenjadi po obrabljenosti zob možno določiti le v posamezne (široke) starostne kategorije, nikakor pa ne na leto natančno.

Če želimo v prihodnje pridobiti zanesljivejše podatke o starosti izločene jelenjadi, kar bi bistveno izboljšalo poznavanje biologije vrste/populacij, posledično pa tudi prispevalo k bolj optimalnemu upravljanju s populacijami, je vprašanju relevantnega določanja starosti osebkov treba nameniti bistveno večjo pozornost. Tako je smiselno preizkusiti možnost vpeljave nekaterih merljivih indikatorjev in shem, ki omogočajo zanesljivejše, a še vedno rutinsko določanje starosti jelenjadi v praksi s standardiziranimi protokoli in meritvami, npr. višine zob (Brown in Chapman, 1991b), zanesljivost pridobljenih podatkov pa preizkusiti z uporabo živali s poznanimi starostmi, tj. predhodno odlovljenih in označenih osebkov. Tudi v prihodnje bi bilo smiselno starost na večjem vzorcu ali še bolje na celotnem letnem odvzemu jelenjadi vsaj periodič-

no (npr. na tri do pet let) določati tudi s štetjem plasti zobnega cementa, pri čemer pa se moramo zavedati, da tudi s to metodo starosti ne moremo zanesljivo določiti za prav vsako žival, zato metode ne moremo uporabiti za arbitražno odločanje o starosti povsem konkretnih živali.

## SUMMARY

A prerequisite for rational and sustainable use of wildlife as a renewable natural resource is a permanent monitoring of implemented management actions. Data about the age of culled animals represent one of the most important input data for the relevant and cognitive population management. In the case of red deer (*Cervus elaphus* L.) and other species of free-ranging ungulates in Slovenia, data on the age of culled animals are obtained routinely, i.e. using a traditional method of macroscopic examination of the development (eruption) and wear of teeth. Those estimates are often uncritically used for the direct management purposes (e.g. categorization of adult red deer stags, verification of the accordance of the cull with hunting plans and, consequently, potential punishment of hunters and/or hunting organisations).

To check the reliability of macroscopic (ocular) assessment of the age of red deer obtained by ocular inspection of teeth eruption and wear (implemented by hunters or hunter commissions), a validation of the precision of these assessment was done on a representative sample set, i.e. the total 2008-annual cull of red deer in the entire Slovenia. The reliability test was performed by the method of cutting/grinding of the first mandibular molar ( $M_1$ ) and counting the incremental growth layers in dental cementum. The age of adult (2+) red deer was determined for 1,305 available mandibles (molars); however, to test the reliability of age estimates obtained by hunters, 821 samples/mandibles were used (aged two to twenty-two years), for which the incremental layers of dental cementum in  $M_1$  were clearly visible (classification in the optimal category of the distinctiveness) and two independent assessors classified them in the same age as well.

The ocular age assessment of adult red deer (regardless of sex) was biased with a large error (maximum deviation between both assessments: nine years). With both methods, the same animal age was established in 24.5% of cases and there were no important differences between sexes (hinds: 25.3% compliance; stags: 23.7% compliance). However, there were significant differences in compliance of both estimates between various age groups – with the age of an animal the relia-

bility of ocular assessment declined. The ocular estimation of the age of young (2–4 year old) red deer stags was absolutely precise (exact year) in 29.4% of cases, the age of middle-aged (5–9 years old) stags in 19.0% of cases, and old stags (10+) only in 13.3% of cases. The same figures for hinds were as follows: 36.5% (young hinds), 17.5% (middle aged hinds), and 10.1% (old hinds), respectively. With the ocular assessment, the age of hinds and younger stags was under-assessed as well as over-assessed; however, the age of older stags was mainly over-assessed. This may be due to a subjective desire/need for the classification of red deer stags in the upper (10+) age category as well as possibly faster teeth attrition in males compared to females. From the management aspect, it is particularly problematic that out of 426 analysed stags 142 (33.3%) fall in different age category as shown by counting annuli in tooth cementum. This raises a deep concern about the reliability of the current categorization of adult red deer stags into three age categories, which indeed cannot be reliably (at a yearly basis) identified by ocular inspection of teeth wear.

Reasons for the error of ocular age estimation based on the inspection of tooth wear are in particular: (i) differences in the speed of tooth wear between populations and between individuals within the same population, either due to different mineralization (hardness) of the enamel, varying quality and composition of dietary sources, or different population densities; (ii) disregarding differences in the rate of tooth wear between sexes; (iii) lack of experience of some hunting organisations, particularly those where red deer is not a common species; (iv) the subjective errors of individual assessors, i.e. deviations that occur among evaluators; (v) desire/need for absolute achievement of the obligatory structure of hunting plans, and consequently a conscious adjustment of the age estimates; (vi) error of the input of the age in the central register.

Due to frequent errors in assessing the age of red deer by routine inspection of the tooth wear, this assessment is good enough and makes sense only in terms of a rough insight into the demographic structure of populations; however, it is inadequate to determine the compliance of the cull with the requirements of hunting plans or for possible sanctions imposed on hunting organisations or hunters. Because of the large variability in the degree of tooth wear between populations and between individuals, also highly qualified assessors can assess the age of adult red deer only in a broad age category and never into an exact year.

To obtain more reliable data on the age of culled red deer, which would significantly improve the understanding of the species' biology and, consequently, contribute to a more optimal management of populations, much greater attention should be given to the issue of the relevant age determination of individuals. Therefore, the possibility of introducing some exact and measurable indicators or schemes that allow a more reliable, but still a routine practice of the assessment of the age of red deer with standardized protocols and measurements (e.g. height of teeth) should be tested in Slovenia, also by using animals with known age, i.e. previously captured and marked individuals. Moreover, it would be reasonable to determine (at least periodically) the age of red deer on a larger sample set or, better yet, on the entire annual cull by counting layers of dental cementum as well. However, we have to be aware that even with this method the age cannot be reliably determined for each animal, so the method cannot be used for the arbitrate purposes considering a concrete animal.

## ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENTS

Raziskave spodnjih čeljustnic jelenjadi so finančno omogočili bivše Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (CRP V4-0495 in V4-1146), Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS in Lovska zveza Slovenije. Posebna zahvala gre članom Komisije za upravljanje z divjadjo LZS, ki so prepoznali pomen raziskave za LZS in zanjo omogočili tudi del potrebnih finančnih sredstev. Zahvaljujemo se Zavodu za gozdove Slovenije za posredovane podatke in sodelavcem z Inštituta za ekološke raziskave ERICo Velenje, Karin Savinek, Meti Zaluberšek, Borisu Jakopu in dr. Zdenki Mazej Grudnik, ki so sodelovali pri določanju starosti jelenjadi in obdelavi dela podatkov. Iskrena hvala tudi vsem članom Komisij za pregled odstrela in izgub divjadi v vseh območnih združenjih upravljavcev z lovišči in vsem lovskim inšpektorjem, brez katerih zbirka čeljustnic jelenjadi in drugih vrst prostoživečih parkljarjev ne bi nikoli nastala. Za koristne pripombe se zahvaljujemo tudi obema recenzentoma, dr. Deanu Konjeviću in dr. Hubertu Potočniku.

## VIRI REFERENCES

Aitken R. J. 1975. Cementum layers and tooth wear as criteria for ageing roe deer (*Capreolus capreolus*).- Journal of Zoology, 175: 15-28.

- Apollonio M., Andersen R., Putman R. (ur.). 2010. European ungulates and their management in the 21<sup>st</sup> century. Cambridge, Cambridge University Press: 618 str.
- Asmus J., Weckerly W. 2011. Evaluating precision of cementum annuli analysis for aging mule deer from southern California. Journal of Wildlife Management, 75: 1194-1199.
- Azorit C., Hervas J., Analla M., Carrasco R., Munoz Cobo J. 2002. Histological thin-sections: a method for the microscopic study of teeth in Spanish red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). Anatomia, Histologia, Embryologia, 31: 224-227.
- Azorit C., Munoz Cobo J., Hervas J., Analla M. 2004. Aging through growth marks in teeth of Spanish red deer. Wildlife Society Bulletin, 32: 702-710.
- Brown W. A. B., Chapman N. G. 1991a. Age assessment of red deer (*Cervus elaphus*): from a scoring scheme based on radiographs of developing permanent molariform teeth. Journal of Zoology, 225, s. 85-97.
- Brown W. A. B., Chapman N. G. 1991b. The dentition of red deer (*Cervus elaphus*): a scoring scheme to assess age from wear of the permanent molariform teeth. Journal of Zoology, 224, s. 519-536.
- Carranza J., Pérez-Barbería F. J. 2007. Sexual selection and senescence: male size-dimorphic ungulates evolved relatively smaller molars than females. American Naturalist, 170: 370-380.
- Carranza J., Mateos C., Alarcos S., Sanchez-Prieto C. B., Valencia J. 2008. Sex-specific strategies of dentine depletion in red deer. Biological Journal of the Linnean Society, 93: 487-497.
- Cerelund G., Kjellander P., Stalfelt F. 1991. Age determination of roe deer by tooth wear and cementum layers – test with known age material. Transactions of the 20<sup>th</sup> IUGB Congress, Gödöllő: 540-545.
- Chapman N. G., Brown W. A. B., Rothery P. 2005. Assessing the age of Reeves' muntjac (*Muntiacus reevesi*) by scoring wear of the mandibular molars. Journal of Zoology, 267: 233-247.
- Douglas M. J. W. 1970. Dental cement layers as criteria of age for deer in New Zealand with emphasis on red deer, *Cervus elaphus*. New Zealand Journal of Science, 13: 352-358.
- Freeland W. J., Chequenot D. 1990. Determinants of herbivore carrying capacity: plants, nutrients, and Equus asinus in northern Australia. Ecology, 71: 589-597.
- Gaćić D. P., Milošević-Zlatanović S. M., Pantić D. S., Daković D. B. 2007. Evaluation of the eye lens method for age determination in roe deer *Capreolus capreolus*. Acta Theriologica, 52: 419-426.
- Gee K. L., Holman J. H., Causey, M.K., Rossi A. N., Armstrong J. B. 2002. Aging white-tailed deer by tooth replacement and wear: a critical evaluation of a time-honoured technique. Wildlife Society Bulletin, 30: 387-393.
- Governo R. M., Shea S. M., Somers G., Ditchkoff S. S. 2006. Using mandibular tooth row length to age yearling white-tailed deer. Wildlife Society Bulletin, 34: 345-350.
- Hafner M. 2008. Jelenjad: zgodovina na Slovenskem, ekologija, upravljanje. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije, Zlatorogova knjižnica 34: 430 str.
- Hamlin K. L., Pac D. F., Sime C. A., Desimone R. M., Dusek G. L. 2000. Evaluating the accuracy of ages obtained by two methods for Montana ungulates. Journal of Wildlife Management, 64: 441-449.
- Hewison A. J. M., Vincent J. P., Angibault J. M., Delorme D., Van Laere G., Gaillard J. M. 1999. Tests of estimation of age from tooth wear on roe deer of known age: variation within and among populations. Canadian Journal of Zoology, 77: 58-67.
- Hofmann R. R. 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. Oecologia, 78: 443-457.
- Høye T. T. 2006. Age determination in roe deer – a new approach to tooth wear evaluated on known age individuals. Acta Theriologica, 51: 205-214.
- Hrabec V., Koubek P. 1987. A comparison of some ageing methods in male roe deer (*Capreolus capreolus*). Folia Zoologica, 36: 1-12.
- Jelenko I. 2011. Čeljusti srnjadi (*Capreolus capreolus* L.) kot bioindikator onesnaženosti okolja in pripomoček za trajnostno upravljanje s srnjadjo in njenimi habitatami. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 215 str.

- Jelenko I., Pokorny B. 2009. Čeljusti srnjadi kot bioindikator onesnaženosti okolja in pripomoček za upravljanje s populacijami. Velenje, ERICO, DP-20/02/09. 110 str.
- Jelenko I., Pokorny B. 2010. Historical biomonitoring of fluoride pollution by determining fluoride contents in roe deer (*Capreolus capreolus* L.) antlers and mandibles in the vicinity of the largest Slovene thermal power plant. *Science of the Total Environment*, 409: 430-438.
- Jelenko I., Bienelli Kalpič A., Pokorny B. 2010a. Bioindikacija onesnaženosti okolja s fluoridi z uporabo čeljusti srnjadi (*Capreolus capreolus* L.): stanje in perspektive. *Zbornik Gozdarstva in Lesarstva*, 92: 3-20.
- Jelenko I., Jerina K., Pokorny B. 2010b. Vplivi okoljskih dejavnikov na pojavljanje in prostorsko razporeditev zobne fluoroze pri srnjadi (*Capreolus capreolus* L.) v vzhodni Sloveniji. *Zbornik Gozdarstva in Lesarstva*, 92: 21-32.
- Jelenko I., Jerina K., Jonozovič M., Pokorny B. 2012. Časovna in prostorska variabilnost v rasti mladičev srnjadi (*Capreolus capreolus* L.) na podlagi analize spodnjih čeljustnic. *Zlatorogov Zbornik* 1, s. 53-64.
- Kaiser T. M., Brasch J., Castell J. C., Schulz E., Clauss M. 2009. Tooth wear in captive wild ruminant species differs from that of free-ranging conspecifics. *Mammalian Biology*, 74: 425-437.
- Kierdorf U., Becher J. 1997. Mineralization and wear of mandibular first molars in red deer (*Cervus elaphus*) of known age. *Journal of Zoology*, 241: 135-143.
- Klevezal G. A. 1996. Recording structures of mammals: determination of age and reconstruction of life history. Rotterdam, A. A. Balkema Publishers. 273 str.
- Konjevič D., Jelenko I., Severin K., Poličnik H., Janicki Z., Slavica A., Njemirovskij V., Stanin D., Pokorny B. 2011. The prevalence of mandibular osteomyelitis in roe deer (*Capreolus capreolus*) from Slovenia. *Journal of Wildlife Diseases*, 47: 393-400.
- Konjevič D., Jelenko I., Severin K., Njemirovskij V., Poličnik H., Pokorny B., Barić J., Slavica A. 2012. Toward a reduction in teeth number: the case of P1 in roe deer from Slovenia. *Italian Journal of Zoology*, iFirst: 1-7.
- Krže B. 1982. Divji prašič: biologija, gojitev, ekologija. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije, Zlatorogova knjižnica: 183 str.
- Krže B. 2000. Srnjad: biologija, gojitev, ekologija. Ljubljana, Lovska zveza Slovenije, Zlatorogova knjižnica: 271 str.
- Kubo M. O., Kaji K., Ohba T., Hosoi E., Koizumi T., Takatsuki S. 2011. Compensatory response of molar eruption for environment-mediated tooth wear in sika deer. *Journal of Mammalogy*, 92: 1407-1417.
- Loe L. E., Mysterud A., Langvatn R., Stenseth N. C. 2003. Decelerating age and sex-dependent tooth wear in Norwegian red deer. *Oecologia*, 135: 346-353.
- Loe L. E., Meisingset E. L., Mysterud A., Langvatn R., Stenseth N. 2004. Phenotypic and environmental correlates of tooth eruption in red deer (*Cervus elaphus*). *Journal of Zoology*, 262: 83-89.
- Lowe V. P. W. 1967. Teeth as indicators of age with special reference to red deer (*Cervus elaphus*) of known age from Rhum. *Journal of Zoology*, 152: 137-153.
- Lutz W. 2002. Different tooth wear in a roe deer buck (*Capreolus capreolus* L.). *European Journal of Wildlife Research*, 48: 194-202.
- McCullough D. R., Beier P. 1986. Upper vs. lower molars for cementum annuli age determination of deer. *Journal of Wildlife Management* 50: 705-706.
- Miles A. E. W., Grigson C. 1990. Colyer's variations and diseases of the teeth of animals (revised edition). Cambridge, Cambridge University press: 672 str.
- Mitchel B. 1967. Growth layers in dental cement for determining the age of red deer (*Cervus elaphus* L.). *Journal of Animal Ecology*, 36: 279-293.
- Mysterud A., Østybe E. 2006. Comparing simple methods for ageing roe deer *Capreolus capreolus*: are any of them useful for management? *Wildlife Biology*, 12: 101-107.
- Mysterud A., Yoccoz N. G., Stenseth N. C., Langvatn R. 2001. Effects of age, sex and density on body weight of Norwegian red deer: evidence of density-dependent senescence. - *Proceeding of the Royal Society B Biological Science*, 268: 911-919.
- Nussey D. H., Metherell B., Moyes K., Donald A., Guinness F. E., Clutton-Brock T. H. 2007. The relationship between tooth wear, habitat quality and late-life reproduction in a wild red deer population. *Journal of Animal Ecology*, 76: 402-412.
- Ozaki M., Kaji K., Matsuda N., Ochiai K., Asada M., Ohba T., Hosoi E., Takatsuki S. 2010. The relationship between food habits, molar wear and life expectancy in wild sika deer populations. *Journal of Zoology*, 280: 202-212.
- Poličnik H., Pokorny B., Varljan Bužan E., Kryštufek B. 2011. Spreminjanje spola uplenjenih/izločenih parkljarjev – le čemu? *Lovec*, 94: 75-76.
- Pokorny B. 2008. Razumevanje ekoloških in drugih bioloških značilnosti srnjadi kot osnova za še boljše upravljanje z vrsto. V: Pokorny B., Savinek K., Poličnik H. (ur.). *Povzetki in prispevki: 1. slovenski posvet z mednarodno udeležbo o upravljanju z divjadjo: srnjad*. Velenje, ERICO: 47-53.
- Pokorny B. 2009. Kako še izboljšati upravljanje s srnjadjo v Sloveniji? *Lovec*, 92: 130-134.
- Pokorny B., Savinek K., Zaluberšek M., Poličnik H., Kink C., Konjevič D., Severin K., Slavica A., Jerina K., Jelenko I. 2011. Čeljusti divjih prašičev kot dragocen vir informacij o biologiji vrste. V: Poličnik H., Pokorny B. (ur.). *Divji prašič: zbornik prispevkov 2. slovensko-hrvaškega posveta z mednarodno udeležbo o upravljanju z divjadjo*. Velenje, ERICO: 12-24.
- Pokorny B., Savinek K., Mazej Grudnik Z., Jelenko I. 2012. Spodnje čeljustnice kot dragocen vir informacij o nekaterih bioloških značilnostih jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) in pripomoček za upravljanje s populacijami. V: Poličnik H., Pokorny B. (ur.). *Zbornik prispevkov 3. slovenskega posveta z mednarodno udeležbo o upravljanju z divjadjo: jelenjad*. Velenje, ERICO: 1-12.
- Putman R. 2008. Cultural attitudes and differences in the administration of hunting and deer management in different European countries. V: Pokorny B., Savinek K., Poličnik H. (ur.). *Povzetki in prispevki: 1. slovenski posvet z mednarodno udeležbo o upravljanju z divjadjo: srnjad*. Velenje, ERICO: 6-11.
- Putman R., Apollonio M., Andersen R. (ur.), 2011. *Ungulate management in Europe: problems and practices*. Cambridge, Cambridge University Press, 364 str.
- Rarcliffe P. R., Mayle B. A. 1992. Age determination of roe deer. *Forestry Commission Bulletin*, 105: 26-28.
- Rosatte R., Silver A., Gibson M., Chisholm B., Cool N. 2007. Correlation between age estimates for elk, *Cervus elaphus*, using tooth wear/eruption patterns and counts of annuli in tooth cementum. *The Canadian Field-Naturalist*, 121: 214-215.
- Skogland T. 1988. Tooth wear by food limitation and its life history consequences in wild reindeer. *Oikos*, 51: 238-242.
- Sokolov A. A., Gruzdev A. R., Pronyaev A. V. 1996. Patterns of cheek tooth wearing in reindeer (*Rangifer tarandus*) from different populations. *Zoologicheskii zhurnal*, 75: 1579-1580.
- Tomé C., Vigne J. D. 2003. Roe deer (*Capreolus capreolus*) age at death estimates: new methods and modern reference data for tooth eruption and wear, and for epiphyseal fusion. *Archaeofauna*, 12: 157-173.
- Tušek T., Mihelić D., Babić K., Trbojević-Vuković T. 2001. Height of dental crown used to determine the age of Eneolithic large deer game. *Veterinarski arhiv*, 71: 187-195.
- Van Deelen T. R., Hollis K. M., Anchor K. M., Etter D. R. 2000. Sex affects age determination and wear of molariform teeth in white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management*, 64: 1076-1083.
- Veiberg V., Loe L. E., Mysterud A., Solberg E. J., Langvatn R., Stenseth N. C. 2007a. The ecology and evolution of tooth wear in red deer and moose. *Oikos*, 116: 1805-1818.
- Veiberg V., Mysterud A., Gaillard J. M., Delorme D., Van Laere G., Klain F. 2007b. Bigger teeth for longer life: longevity and molar height in two roe deer populations. *Biological Letters*, 3: 268-270.
- Zor P. 2009. Starostna struktura in analiza nekaterih pokazateljev fizičnega stanja srnjadi (*Capreolus capreolus*).- *Diplomsko delo*. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 60 str.
- Pravilnik o evidentiranju odstrela in izgub divjadi ter o imenovanju komisije za oceno odstrela in izgub v lovsko upravljavskem območju.- *Ur. l. RS št. 120/05*.