

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Měření opotřebení chrupu srnce obecného pomocí 3D  
scanneru a stanovení metodiky pro odhad věku**

Bakalářská práce

Autor: Eliška Holcová

Vedoucí práce: Ing. Klára Košinová

2022

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Eliška Holcová

Konzervace přírodnin a taxidermie

Název práce

**Měření opotřebenosti chrupu srnce obecného (*Capreolus capreolus*) pomocí 3D scanneru a možnosti odhadu věku na základě provedených měření**

Název anglicky

**Measurement of roe deer (*Capreolus capreolus*) tooth wear using a 3D scanner and the possibility of estimating age based on measurements**

---

### Cíle práce

Hlavním cílem práce je naskenování dolních čelistí srnce obecného, následně změření výšky zubní korunky pomocí 3D scanneru Atos Compact scan. Dalším cílem je vyhodnocení možnosti pro odhad věku na základě provedených měření.

### Metodika

Analýza bude založena na skenování dolních čelistí srnce obecného. Čelisti budou nasnímány pomocí 3D scanneru Atos Compact scan. Následně bude provedeno měření korunkových výšek. U každé čelisti bude provedeno určení věku pomocí Mitchelovy metody. Na základě provedených měření budou zhodnoceny možnosti pro odhad věku pomocí 3D scanneru.

Tyto údaje budou zpracovány v programu MS Excel a následně vyhodnoceny programem Statistika.

Literární rešerše bude průběžně konzultována s vedoucím práce a zpracována nejpozději do 31. srpna 2021. Do konce října 2021 bude provedeno snímání a měření čelistí a výsledky budou zaznamenány do MS Excel a předány vedoucímu práce. První rukopis bakalářské práce bude předložen ke kontrole vedoucímu práce nejpozději do 31. ledna 2022. Dokončená bakalářská práce bude po předchozích konzultacích s vedoucím práce odevzdána na studijní oddělení FLD v termínu a dle pokynů studijního oddělení.



---

**Doporučený rozsah práce**

30 stran

**Klíčová slova**

chrup, zubní abraze, odhad věku, zubní korunka, *capreolus capreolus*

---

**Doporučené zdroje informací**

- Bádr, V. 2018. Odhad a přesné stanovení věku ulovené spárkaté zvěře. 1.vyd. Praha: Českomoravská myslivecká jednota, s. 147. ISBN 978-80-905793-9-2.
- Hespeler, B., Krewer, B. 2007. Mladý nebo starý?: určování věku spárkaté zvěře. Praha: Grada, Myslivost v praxi. ISBN 978-80-247-1930-6.
- Høye, T. T. 2006. Age determination in roe deer — a new approach to tooth wear evaluated on known age individuals. *Acta Theriologica*, 51(2), 205–214. doi:10.1007/bf03192672
- Kim, M., Huh, K.-H., Yi, W.J., Heo, M.-S., Lee, S.-S., Choi, S.C. 2012. Evaluation of accuracy of 3D reconstruction images using multi-detector CT and cone-beam CT. *Imaging Science in Dentistry*, 42(1), 25. doi:10.5624/isd.2012.42.1.25.
- Kolář, Z. 2002. Odhad věku hlavních druhů spárkaté zvěře. Praha: Vega, ISBN 80-900754-8-7
- Lochman, J. 1979. Posuzování věku živé a ulovené zvěře užitkové. Praha: SZN, Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství.
- Mitchell, B. 1963. Determination of age in Scottish red deer from growthlayers in dental cement. *Nature*, 198, s. 350-351.
- Mitchell, B. 1967. Growth Layers in Dental Cement for Determining the Age of Red Deer (*Cervus elaphus* L.). *Nature. J. Anim. Ecol.* 36, s. 279-293.
- Morata, C., Pizarro, A., Gonzalez, H., Frugone-Zambra, R. 2019. A craniometry-based predictive model to determine occlusal vertical dimension. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 123(4), doi:10.1016/j.prosdent.2019.05.009.
- Mysterud, A., Østbye, E. 2006. Comparing simple methods for ageing roe deer *Capreolus capreolus*: are any of them useful for management? *Wildlife Biology*, 12(1), 101–107. doi:10.2981/0909-6396(2006)12[101:csmfar]2.0.co;2
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2021/22 LS – FLD

**Vedoucí práce**

Ing. Klára Košinová

**Garantující pracoviště**

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Elektronicky schváleno dne 27. 4. 2021

**doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 21. 7. 2021

**prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.**

Děkan

V Praze dne 08. 04. 2022

---

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Měření opotřebení chrupu srdce obecného pomocí 3D scanneru a stanovení metodiky pro odhad věku vypracovala samostatně pod vedením Ing. Kláry Košinové a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V ..... dne .....

.....

Ráda bych poděkovala Ing. Kláře Košinové za odborné vedení bakalářské práce, trpělivost, podporu a ochotu. Dále bych ráda poděkovala svým přátelům a rodině, zejména mým rodičům a prarodičům, kteří při mně stáli, dávali cenné rady a byly mi oporou i v nejtěžších chvílích.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá opotřebením chrupu srnce obecného a případnými možnostmi měření abraze za pomoci 3D zobrazovacích metod. Za účelem digitalizace a následného měření bylo použito 70 čelistí srnce obecného (*Capreolus capreolus*) z Polské oblasti Spychowo. Čelisti byly na základě primárního odhadu rozděleny dle věku po 10 vzorcích. Pro digitalizaci byl použit 3D scanner s přesností rozlišení 0,01 mm. Na každé digitalizované čelisti byly měřeny známky úbrusu, které byly následně porovnány s reálným věkem jedince, určeným pomocí Mitchellovi metody. Pro účely srovnání přesnosti odhadu bylo zaznamenáno celkem 8 posudků od nezávislých odhadců, které ukázaly, že i v neznámé populaci je možné odhadovat věk jedince s chybovostí jen 0,3 roku. Bylo zjištěno, že naměřené hodnoty závisí na věku jedince a odpovídají probíhající zubní abrazi. Rozměry ACM1Is, ACM1is, ACM1II, ACM1il, ACM1It a ACM1it (výšky moláru M1) vykazovaly negativní korelaci s věkem, s narůstajícím věkem dochází ke snižování výšky moláru M1. Metoda digitalizace a následného měření úbrusu se tak ukázala funkční pro zpřesnění odhadu věku na základě úbrusu chrupu.

## **Klíčová slova**

chrup, zubní abraze, odhad věku, zubní korunka, *capreolus capreolus*

## **Abstract**

The bachelor thesis deals with the wear of the dentition of the roe deer and possibilities of measuring abrasion using 3D imaging methods. For the purpose of digitization and subsequent measurements, 70 jaws of roe deer (*Capreolus capreolus*) from the Polish region of Spychowo were used. The jaws were divided by age in 10 samples based on the primary estimation. A 3D scanner with a resolution of 0.01 mm was used for digitization. On each digitized jaw, the signs of the abrasion were measured and then compared with the real age of the individual, determined using the Mitchell method. A total of 8 independent assessors' judgements were recorded to compare the accuracy of the estimation, which showed that even in an unknown population it was possible to estimate the age of an individual with an error of only 0.3 years. It was found that the measured values depend on the age of the individual and correspond to ongoing dental abrasion. The dimensions of ACM1ls, ACM1is, ACM1ll, ACM1il, ACM1lt and ACM1it (molar height M1) showed a negative correlation with age, with a decrease in molar height M1 with increasing age. Thus, the method of digitization and subsequent measurement of abrasion proved to be functional for refining age estimation based on dental abrasion.

## **Keywords**

teeth, dental abrasion, age estimation, dental crown, *capreolus capreolus*

## Obsah

1. ÚVOD.....	13
2. CÍLE PRÁCE.....	14
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	15
3.1 SRNEC OBECNÝ.....	15
3.1.1 Základní charakteristika.....	15
3.1.2 Management zvěře.....	16
3.2 ODONTOLOGIE SRNCE OBECNÉHO.....	17
3.2.1 Vývoj chrupu.....	17
3.2.2 Zubní anomálie.....	18
3.3 METODY ODHADU A URČOVÁNÍ VĚKU.....	18
3.3.1 Metody odhadu věku u živé zvěře.....	19
3.3.2 Metody odhadu věku u ulovené a uhynulé zvěře.....	20
3.3.3 Metody určování věku.....	22
3.4 METODY ODHADU A URČOVÁNÍ VĚKU OSTATNÍCH DRUHŮ ZVĚŘE.....	23
3.4.1 Jelen.....	23
3.4.2 Zajíc.....	23
3.4.3 Prase divoké.....	24
3.4.4 Muflon.....	24
3.4.5 Kamzík.....	25
3.5 3D ZOBRAZOVACÍ TECHNOLOGIE.....	25
3.5.1 3D scannery.....	25
3.5.2 CT scannery.....	27
4. METODIKA.....	29
4.1 MATERIÁL.....	29
4.1.1 Popis území.....	29
4.2 METODIKA.....	30
4.2.1 Odhad věku.....	30
4.2.2 3D digitalizace objektu.....	31
4.2.3 Postup skenování.....	33
4.2.4 Postprocesing.....	34
4.2.5 Měření čelistí.....	35

4.3	KONTROLNÍ URČENÍ VĚKU MITCHELLOVOU METODOU.....	38
4.4	VYHODNOCENÍ DAT.....	40
5.	VÝSLEDKY.....	40
5.1	VLIV VĚKU NA DÉLKU ŘADY ZUBŮ.....	40
5.2	MOLÁR M1.....	42
5.2.1	Vývoj úbrusu na moláru M1.....	42
5.2.2	Vliv věku na výšku moláru M1.....	42
5.3	MOLÁR M3.....	45
5.3.1	Vývoj úbrusu na moláru M3.....	45
5.3.2	Vliv věku na výšku moláru M3.....	45
5.4	ODHAD A URČENÍ VĚKU.....	46
5.4.1	Shodnost s ostatními odhadci.....	46
5.4.2	Shodnost odhadu s věkem jedince.....	46
6.	DISKUSE.....	48
7.	ZÁVĚR.....	50
8.	POUŽITÁ LITERATURA.....	52
9.	PŘÍLOHY.....	57

## Seznam obrázků, tabulek a grafů

### Seznam tabulek

Tabulka 1 - Rozdělení zkušeností odhadců.....	31
Tabulka 2 - Rozměry měřené na levé straně digitalizované mandibuly s použitím GOM Inspect.....	35
Tabulka 3 - Výsledky post-hoc testu provedeného u rozměru LOIDa a věku jedince .....	57
Tabulka 4 - Výsledky post-hoc testu provedeného u rozměru LOIDc a věku jedince .....	57
Tabulka 5 - Výsledky post-hoc testu pro rozměr ACM1II a věk jedince .....	57
Tabulka 6 - Výsledky post-hoc testu pro rozměr ACM1Is a věk jedince .....	58
Tabulka 7 - Výsledky post-hoc testu pro rozměr ACM1il a věk jedince .....	58
Tabulka 8 - Výsledky post-hoc testu pro rozměr ACM1is a věk jedince .....	58
Tabulka 9 - Výsledky post-hoc testu pro rozměr ACM1It a věk jedince .....	59
Tabulka 10 - Výsledky post-hoc testu pro rozměr ACM1it a věk jedince .....	59
Tabulka 11 - Výsledky post-hoc testu pro rozměr ACM3pc a věk jedince .....	59
Tabulka 12 - Průměrné hodnoty měřených výšek na moláru M1.....	60
Tabulka 13 – Průměrné hodnoty LOIDa – Délka dolní řady zubů – alveolární v jednotlivých letech. ....	60
Tabulka 14 – Průměrné hodnoty LOIDc – Délka dolní řady zubů – korunkové	61
Tabulka 15 – Průměrné hodnoty ACM3pc – výška posledního sloupku moláru M3 .....	61
Tabulka 16 - Průměrné hodnoty odhadovaného věku jednotlivých odhadců ve srovnání s věkem určeným Mitchelovou metodou .....	62



## Seznam grafů

Graf 1 - LOIDa – Délka dolní řady zubů – alveolární .....	41
Graf 2 – LOIDc – Délka dolní řady zubů – korunková .....	41
Graf 3 – ACM1Is – Výška korunky prvního moláru levá vysoká, ACM1II – Výška korunky prvního moláru levá nízká .....	43
Graf 4 – ACM1Is – Výška korunky první moláru pravá vysoká, ACM1il – Výška korunky první moláru pravá nízká.....	44
Graf 5 – ACM1It – Výška korunky první moláru levá zadní, ACM1it – Výška korunky první moláru pravá zadní .....	45
Graf 6 - Výška 3 sloupku M3 .....	46
Graf 7 - Shodnost odhadu věku s výbrusy.....	47

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - Zalesněná oblast okolo vesnice Spychowo 1:100 000 ( <a href="http://www.google.cz/maps">www.google.cz/maps</a> ) .....	30
Obrázek 2 - 3D skener ATOS Compact Scan 12M Essential Line s kamerami (autorské foto) .....	32
Obrázek 3 - 3D skener s automatickou otočnou podložkou (autorské foto) .....	32
Obrázek 4 - Výsledný digitalizovaný objekt – čelist srnce obecného – boční pohled (autorské foto).....	33
Obrázek 5 - Výsledný digitalizovaný objekt – čelist srnce obecného – pohled shora (autorské foto) .....	34
Obrázek 6 - rozměr LOIDa – Délka dolní řady zubů – alveolární (autorské foto) .....	36
Obrázek 7 - rozměr LOIDc – Délka dolní řady zubů – korunková (autorské foto) .....	36
Obrázek 8 - rozměry LCM1 – Šířka korunky prvního moláru – korunková, ACM1II – Výška korunky prvního moláru levá nízká, ACM1il – Výška korunky prvního moláru pravá nízká, ACM1Is – Výška korunky první moláru levá vysoká, ACM1is – Výška korunky prvního moláru pravá vysoká, ACM1c – Výška korunky první moláru sloupek (autorské foto).....	37

Obrázek 9 - měřené rozměry ACM1lt – Výška korunky prvního moláru levá zadní, ACM1it – Výška korunky první moláru pravá zadní (autorské foto) .....	38
Obrázek 10 - Mikroskopická fotografie 5 cementových vrstev (autorské foto)..	39
Obrázek 11 - Mikroskopická fotografie 4 cementových vrstev stoličky M1 – snímek před a po úpravě histogramu pro zvýšení přesnosti detekce jednotlivých vrstev (autorské foto).....	39

## 1. Úvod

Problematikou odhadu a určování věku srnčí, či jiné zvěře se zabývala řada autorů. Jedná se o téma převážně zacílené na oblast myslivosti, kde je třeba za účelem vhodných chovatelských zásahů odhadnout věk zvěře a pro výsledné vyhodnocení být schopen předchozí odhad potvrdit.

Přesné určení věku lze stanovit pouze laboratorními metodami a vzhledem k jejich technologické a znalostní náročnosti jsou myslivci nuceni se spokojit často pouze se svým odhadem. Odhad věku nejčastěji probíhá u živé zvěře, kde se sleduje tělesná stavba, zbarvení, nasazování a vytloukání paroží, přebarvování, ale také chování jedinců. Správný odhad poté hospodářům a myslivcům slouží jako vodítko pro stanovení vhodného managementu zvěře nejen v jejich honitbách. Věk je možné odhadovat i u zvěře zhaslé či uhynulé. Tento odhad je nejčastěji prováděn na základě zubní abraze neboli úbrusu chrupu. Vzhledem k vývoji dentice se sleduje celý stav chrupu se zaměřením na první molár M1. Ten je vzhledem ke svému růstu nejstarším zubem v čelisti a známky abraze jsou na něm tak nejvíce patrné. Doplňujícím znakem je například úbrus premolárů nebo úbrus posledního sloupku moláru M3.

Správné určení věku je silným nástrojem pro nastavení managementu zvěře, zajišťuje zpětnou vazbu lovců o správnosti jeho zásahu a často ovlivňuje průběh budoucích chovatelských postupů v dané populaci. Dostupnost laboratorních metod je však mizivá. Za tímto účelem je žádoucí hledat nové metody, které pomohou k zpřesnění prováděných odhadů a eliminují nedostatky odhadů prováděných pouze na základě vnějších neměřitelných znaků.

Tato práce se zabývá použitím 3D technologie pro účely snímání a digitalizace čelistí srnčí zvěře a následného měření míry úbrusu chrupu.

## **2. Cíle práce**

Hlavním cílem práce bylo naskenovat dolní čelisti srnce obecného, následné změření výšky zubní korunky pomocí 3D scanneru Atos Compact scan. Dalším cílem bylo vyhodnocení možností pro odhad věku na základě provedených měření.

### 3. Literární rešerše

#### 3.1 Srnec obecný

##### 3.1.1 Základní charakteristika

Srnec obecný je v našich lesích nejběžnější spárkatou zvěří (ČERVENÝ 2016). Vyskytuje se nejen téměř v celé Evropě, ale i v Asii (BOUCHNER 1991, ČERVENÝ 2004, RAKUŠAN 1979). Často žijí v krajině s remízky a lesíky (RAKUŠAN 1979). Jedná se o velmi teritoriální druh (HANZAL 2016, ČERVENÝ 2004, VACH 1997). Dorůstají délky 95-140 cm, v kohoutku měří 90 cm a váží až 35 kg. Je zde patrný pohlavní dimorfismus, samice jsou menší než samci. (ČERVENÝ 2004)

Srnec obecný během roku vystřídá dvě zbarvení, letní a zimní. Letní srst je červenohnědá a zimní šedohnědá. Mají krátký ocas a jednoduchý tvar paroží (ČERVENÝ 2004, VACH 1997). Říje probíhá od poloviny července do poloviny srpna a srnec během ní pokládá pouze jednu srnu (HANZAL 2016, ČERVENÝ 2004, VACH 1997). Srna se v tomto období ozývá tenkým pískavým hlasem (ČERVENÝ 2004, VACH 1997). Její březost trvá 40-41 týdnů a je utajená. Obvykle se rodí 1-2 mláďata v období od května do června (VACH 1997). Někdy se stane, že říje proběhne i na podzim, v tomto případě se doba utajené březosti zkracuje, nebo vůbec neproběhne (ČERVENÝ 2004, BOUCHNER 1991). Srncí zvěř žije během vegetační doby odděleně. Samice společně s mláďaty a samci zvlášť. Naopak v zimě, se zvěř shlukuje do tlup, které se během jara rozpadají (HANZAL 2016, VACH 1997).

Potravu srnců tvoří zejména byliny, trávy, listy, pupeny, zemědělské plodiny, letorosty a kůra (VACH 1997). V zimě se přikrmují (ČERVENÝ 2004). Svou potravu srnci pouze zběžně pokoušou, zmačkají, prosliní a rovnou polykají (NEČAS 1975). Mají malý objem žaludů i předžaludků, a proto se musí pastvit vícekrát za den (HANZAL 2016). Potrava dále putuje jícnem do vratného předžaludku, odtud se dostane do bacheru. Poté se tužší potrava opět dostává skrz jícnem do úst a je znovu rozkousána, tentokrát precizněji. Opět putuje do bacheru a odtud do čepce, z kterého znovu putuje do bacheru a prochází vratným žaludkem. Tento proces se několikrát opakuje a potrava se díky tomu mělní.

Rozmělněné kousky potom putují do knihy, opět se mělní a postupují do slezu (NEČAS 1975).

### **3.1.2 Management zvěře**

Populace kopytníků jsou silně strukturované podle věku a pohlaví (TULJAPURKAR & CASWELL 1997, GAILLARD et al. 1998, 2000), takže existují velké individuální rozdíly mezi jednotlivci. rozdíly ve výkonnosti v rámci populací, které souvisejí s pohlavím a věkem. Dynamika populací kopytníků podobné velikosti se následně může lišit podle věkového a pohlavního složení stáda (COULSON et al. 2001). Hospodář proto potřebuje nejen získat indexy početnosti nebo hustoty (stejně jako další relevantní informace týkající se kondice zvířat a kvality stanoviště), ale nejlépe také pohlaví a věkové složení populace, aby bylo možné předvídat budoucí dynamiku, přičemž jednoduché metody určování věku zvířat zůstávají ústředním úkolem v managementu volně žijících zvířat (MYSTERUD 2006).

Součástí správného managementu zvěře jsou průběrné odstřely (VACH 1997). Odstřely provádíme, abychom upravovali, především redukovali, stavy honiteb (NEČAS 1975). Zaměřujeme se zejména na správný poměr pohlaví, věkovou strukturu, na lov nemocných či zraněných kusů a na nepřemnožení populací (ČERVENÝ 2004, VACH 1997, NEČAS 1975). Všeobecně se odstřelují kusy slabší, protože jsou nejnáchylnější k chorobám, které by pak společně s parazity mohli přenést na perspektivnější kusy. Dále pak proto, že velmi často nepřežijí zimu (VACH 1997, SCHERER 2017, NEČAS 1975, RAKUŠAN 1979).

Úspěšný management závisí na získání odhadů věkového složení (MYSTERUD 2006). Správný odhad si vybudujeme jen díky časté návštěvě honitby, pozorování zvěře a ověřování našich odhadů na ulovených jedincích (NEČAS 1975).

## 3.2 Odontologie srnce obecného

### 3.2.1 Vývoj chrupu

Zuby se skládají ze tří částí, ze zuboviny, skloviny a cementu. Zubovina se nachází v oblasti korunky je nahnědlá, chráněna bílou sklovinou. Cement je nažloutlý a chrání zub v dásni, tzn. krček a kořeny. (NEČAS 1975)

Zubovina roste vnitřně, postupně vyplňuje dutinu zubní dřene, ale cement pokračuje v růstu na povrchu kořene, patrně na stejnou rychlostí po celý život. Roční přírůstky cementu jsou tedy relativně konstantní, ale přírůstky dentinu mají tendenci se s věkem zmenšovat a obtížněji se počítají (MITCHELL 1967).

Trvalý chrup srce obsahuje celkem 32 zubů. S horními špičáky, které vyrostou přibližně u 1% srnců je to poté 34 zubů (VACH 1997). Jedná se o 3 řezáky (I), 1 špičák (C), 3 zuby třenové neboli předstoličky (P) a 3 stoličky (M) v dolní čelisti na každé straně. V horní čelisti mají na obou stranách 3 předstoličky a 3 stoličky, které jsou od předních zubů odděleny širokou mezerou (NEČAS 1975). V horní čelisti ale nenajdeme řezáky, stejně jako u ostatních přežvýkavců. Tyto zuby nahrazuje polštářek patra (NEČAS 1975).

Zubní vzorec (dental formula) znázorňuje počet a pořadí jednotlivých zubů při pohledu do úst. Počet zubů se udává jen pro jednu polovinu úst, pro druhou se dopočítává. U srnce obecného vypadá následovně 0. (1). 3. 3/3. 1. 3. 3. Před lomítkem se udává horní čelist, tzn. 0 řezáků, výjimečně (dědičně) 1 špičák a 6 stoliček (3 premoláry a 3 moláry) (VACH 1997).

„Řezáky a dolní špičáky mají dlátovitý tvar a ostřím šikmo přiléhají k patru. Zvěř jimi pomocí jazyka a pysků potravu uchopí, přitiskne k patru a šklubnutím hlavou ji zčásti ostrými hranami zubů přeřízne a zčásti utrhne“ (NEČAS 1975, s.61). Stoličky jsou uzpůsobeny k drcení a k rozmělnění potravy, jsou děleny hlubokými rýhami. Mají široké korunky a převážně v mládí ostré hrany, které se během dospívání obrušují společně s ostatními zuby.

Mláďata se již rodí s mléčným chrupem, který se skládá z 20 zubů. Z 12 stoliček, 6 řezáků a 2 špičáků (LOCHMAN 1979).

Řezáky, špičáky i přední tři stoličky (premoláry) vyrůstají jako zuby mléčné a časem jsou nahrazeny za trvalé. Zadní tři stoličky rostou rovnou jako trvalé,

příčemž první roste (M1) zhruba ve 4. měsíci, poté druhá (M2) v 6. měsíci a jako poslední roste (M3) ve 12.-14. měsíci (LOCHMAN 1979, BÁDR 2020). Mléčné řezáky a špičáky se mění od 8. do 13. měsíce a mléčné stoličky mezi 12. a 13. měsícem. O kompletním trvalém chrupu můžeme hovořit u srnců starších 12. měsíců. V trvalém chrupu je nejpatrnější změna na třetí stoličce, její korunka je v mléčném chrupu trojdílná, ale v trvalém už jen dvojdílná (NEČAS 1975, BÁDR 2020).

### **3.2.2 Zubní anomálie**

Mezi zubní anomálie můžeme zařadit polydoncii, oligodoncii, předkus nebo kazy stoliček a řezáků (SCHERER 2017). Polydoncie znamená, že dentice obsahuje větší počet zubů, než je běžné. Nejčastěji se jedná o premoláry, ale mohou to být i stoličky za M<sub>3</sub>. Trvalá M<sub>3</sub> může být vzácně členěna na čtyři sloupky místo klasických třech. Některým srncům také mohou narůst špičáky neboli kelce v horní čelisti. V některých případech může vyrůst jen na jedné straně (VACH 1997). Nepravidelný růst kelců a jejich různotvárnost jsou důsledkem atavismu. Jde o znak, který mají od dávných předků a stále přetrvává, dědí se. Kelce se vyskytují častěji u srnců než u srn. Srncům mohou vyrůst mléčné nebo trvalé kelce, v takových případech jsou možnosti následující. Narostou mléčné kelce a trvalé se neprořežou nebo mohou vyrůst trvalé kelce i když mléčné nevypadli, v tomto případě má srnec dvojitě kelce (SCHERER 2017). Dalším jevem, který může u srnců nastat je oligodoncie, což znamená, že jedinci mohou některé zuby chybět. Tento jev se vyskytuje především u premolárů. U některých srnců můžeme vidět netypické zbarvení skloviny, jde především o zlaté nebo stříbrné. Takovouto barvu způsobuje pyrit, sloučenina železa a síry (KOLÁŘ 2002).

### **3.3 Metody odhadu a určování věku**

Odhad věku můžeme provádět u živé nebo ulovené a uhynulé zvěře.

U živé zvěře je věk odhadován podle tělesné stavby. Což zahrnuje tvar a zbarvení těla, hlavy a její obličejové části, mohutnost a držení krku, jarní a podzimní přebarvování, nasazování a vytloukání paroží, tvar běhů a také chování (LOCHMAN 1978, NEČAS 1975, SEKERA 1943). Ovšem žádná z těchto metod není stoprocentní.



Odhad věku podle zubů je jednoznačně nejpoužívanější metodou při výzkumu stáří kopytníků ve Skandinávii a v Severní Americe, protože se ukázala jako velmi spolehlivá u řady kopytníků obývajících silně sezónní prostředí v severních zeměpisných šířkách (REIMERS 1968, MYSTERUD 2006).

Při určování věku používáme ověřené vědecké metody, jako počítání vrstev sekundárního cementu.

### **3.3.1 Metody odhadu věku u živé zvěře**

#### **Vzhled**

Myslivci často odhadují věk podle celkových tělesných proporcí. Záleží zejména na tvaru hlavy, na mohutnosti krku, ale také na výrazech a chování daného jedince (LOCHMAN 1978). U ročních jedinců můžeme pozorovat úzkou a krátkou hlavu, tenký krk, štíhlé tělo, dětský a důvěřivý vzhled. Roční srnci bývají málo opatrní a velice zvědaví (SEKERA 1943).

Dvouletí srnci mají hlavu stále štíhlou, ale prodlužuje se a vytrácí se mladistvý vzhled. Mají úzký trup i krk, dvouletí srnci jsou stále neopatrní a důvěřiví (SEKERA 1943). Tří a čtyřletí srnci jsou mohutnější, svalnatější, stejně tak jejich krk (LOCHMAN 1978). Jsou nedůvěřiví a mají mužnější a vážnější vzhled.

Pětiletí a starší srnci mají šedivou obličejovou masku a přísný výraz. Hlavu nese ve výši trupu, ne vzpřímeně jako mladší srnci (SEKERA 1943).

#### **Přebarvování**

U srnčí zvěře probíhá přebarvování dvakrát ročně, na jaře a na podzim. Jarní výměna srsti ze zimní na letní je pozvolná a probíhá od konce dubna do poloviny června. Z pravidla nejprve srst mění mladí jedinci, po nich středně staří, a nakonec ti nejstarší. Toto platí jak u jarního, tak podzimního přebarvování (MENZEL 2003). Ovšem nemusí tomu být vždy tak, záleží na síle každého jedince, dále pak tento proces ovlivňuje zdravotní stav zejména choroby, úrazy a parazité. V neposlední řadě má vliv také jarní počasí. Občas je chybně uloven mladší jedinec se silným paroží, protože není včas přebarven. Takovýto jedinec investoval mnoho energie do silného paroží, a proto přebarvení nastupuje až později a dochází k záměnám (MENZEL 2003).

Nemocní mladí jedinci přebarvují taktéž později, ale nemají silné paroží, protože veškerou energii tělo vkládá do boje s nemocí a nezbyvá tak energie na tvorbu paroží. Přebarvování u takovýchto jedinců může nastat v polovině či na konci června. Přebarvování se nejprve projevuje na hlavě a končetinách. Podzimní přebarvování probíhá rychle a skrytě v období od září do konce října. Vše se ukončuje až v prosinci, pesíky dosáhnou maximální délky a celý proces je tak u konce. I u podzimního přebarvování záleží na počasí, čím větší je zima, tím rychleji srst přirůstá (SCHERER 2017, MENZEL 2003).

### **3.3.2 Metody odhadu věku u ulovené a uhynulé zvěře**

#### **Budenzova metoda**

Tato metoda pochází z roku 1965 a sleduje třetí sloupek trojdílné stoličky (M<sub>3</sub>), jejíž úbrus je přímo závislý na věku. (VACH 1997). Tato metoda se používá zejména jako doplňková, protože poslední sloupek nebývá vždy plně vyvinutý. Třetí sloupek se věkem obrušuje a vystupuje na povrch vrstva tmavého dentinu a okolo sedmého roku života jedince úplně mizí podélná rýha. Je užitečná zejména k rozeznávání pětiletých a šestiletých jedinců, kdy u pětiletého jedince se podélná štěrbina v přední části dotýká svislé hranice sloupku, kdežto u šestiletého je obkroužena hnědým dentinem (KOLÁŘ 2002, SCHERER 2017, BÁDR 2020).

#### **Biegrova metoda**

Biegrova metoda pochází z roku 1941 a zabývá se obrušováním korunek řezáků a špičáků. V závislosti na opotřebení, dochází k úbrusu a následnému snížení korunek, díky tomu se mění poměr mezi délkou krčku a výškou korunky. Dále se také zvětšuje úhel osy řezáku a osy spodní čelisti. Úhel se postupně zvětšuje od 45° do 60-65° (BÁDR 2020). Úhel 45° odpovídá věku 3-4 roky, 50° věku 5-6 let, 55° 9-10 let a 60-65° 11-13 let (LOCHMAN 1979).

### **Rajnikova metoda**

Metoda byla vyvinuta roku 1978 a zabývá se kostnatěním nosní přepážky. Tato přepážka se nachází v nosní dutině, mezi kostmi nosními a kostí radličnou. Osifikace probíhá od kosti radličné k nosním otvorům. Nejrychleji tento proces probíhá v prvním roce, v toto období osifikuje 30 mm chrupavky. Čím je jedinec starší, tím je proces pomalejší, například v desátém roce je osifikován 1-2 mm. Sledujeme poměr zcostnatělé části nosní přepážky vůči kosti nosní (KOLÁŘ 2002).

### **Schumacherova metoda**

Pochází z roku 1939 a zkoumá osifikaci chrupavčitých spojů kosti klínové. Tato kost se nachází na spodině lebeční a skládá se ze dvou částí, které jsou v mládí spojené chrupavčítým spojem, který s věkem kostnatí. Na lebce srnců najdeme ještě jeden šev, který spojuje kost klínovou s výběžkem kosti týlní. U mladých jedinců jsou oba tyto spoje jasně viditelné. Zadní spoj, mezi klínovou a týlní kostí, by měl podle této metody osifikovat během 2-3 roku života. Přední šev, který spojuje části kosti klínové by měl být plně osifikován kolem 5 roku života. Tato metoda není příliš vhodná na přesné rozhodnutí, stejně jako u ostatních metod odhadu věku máme mnoho výjimek, které neodpovídají výše popsanému (SCHERER 2017).

### **Paroží a pučnice**

Jako další můžeme sledovat pučnice, jejich tvar, výšku a sílu. (LOCHMAN 1979) Mladí srnci mají pučnice sbíhavé, středně staří rovnoběžné a staří rozbíhavé. Pučnice během stárnutí mění svou polohu a úhel díky růstu čelních kostí. Podle délky pučnic můžeme určit, zda se jedná o mladého či starého srnce. Mladý srnec má oproti starému pučnice vyšší, je tomu takto proto, že při každém shozu se výška pučnic snižuje. Ovšem i z těchto obecně známých informací existují výjimky a není vhodné se spoléhat při odhadu věku pouze na tuto metodu. (BÁDR 2020)

### 3.3.3 Metody určování věku

U ulovených či uhynulých druhů můžeme věk určovat pomocí laboratorních metod, a to například podle výměny mléčného chrupu za trvalý a podle opotřebení zubů, zejména řezáků a stoliček. (ČERVENÝ 2017)

Potřeba spolehlivého určení věku savců podnítila vývoj řady různých metod (MORRIS 1972). Vlivná metoda počítání letokruhů cementu byla použita u většiny druhů kopytníku, např. los evropský *Alces alces* (SERGEANT 1959), daněk evropský *Dama dama* (MOORE 1995), sob polární *Rangifer tarandus* (REIMERS 1968) a srnec obecný *Capreolus capreolus* (AITKEN 1975). Tuto metodu lze označit za objektivní, protože se opírá o počítání linií v zubním cementu. Jen málo studií však zkoumalo spolehlivost cementových letokruhů. (HØYE 2006)

Nejčastějšími laboratorními metodami jsou Eidmannova a Mitchellova metoda. Obě tyto metody se zabývají určením věku na základě výbrusu.

#### **Eidmannova metoda**

Eidmannova metoda pochází z roku 1933 (VACH 1997) a zkoumá vrstvy sekundárního dentinu v zubní pulpě řezáků. Pro určení věku se volí první (největší) řezák I1. Jednoletí jedinci nemají žádnou vrstvu sekundárního dentinu a dvouletí jedinci mají jednu takovou vrstvu (BÁDR 2020).

#### **Mitchellova metoda**

Mitchellova metoda pochází z roku 1963 a je z dosud dostupných metod určení věku nejpřesnější. Zkoumá ukládání vrstev sekundárního cementu, který se nachází mezi kořeny stoliček (BÁDR 2020). Cement se skládá z širokých vrstev bohatých na cementocyty, které souvisí s letním a podzimním obdobím růstu, a jsou oddělené užšími vrstvami, které mají nedostatek cementocytů a odpovídají zimnímu a raně jarnímu období, kdy je nedostatek potravy (MITCHELL 1967).

## 3.4 Metody odhadu a určování věku ostatních druhů zvěře

### 3.4.1 Jelen

Přesné určení věku je důležitým předpokladem pro srovnání růstu, chovu, výkonnosti a přežití různých populací jelenů (MITCHELL 1967). Zuby starých jelenů mají střídavě bílé neprůhledné a průsvitné vrstvy cementu. Zatímco zuby mladších jelenů mají méně vrstev a tenčí nánosy cementu. Vrstvy jsou nejnázřejší viditelné a spočítatelné v poměrně silných cementových polštářcích mezi kořeny molárních zubů. (MITCHELL 1963)

### Harkeho metoda

Tato metoda pochází z roku 1952 a zabývá se šířkou a výškou pučnic (KOLÁŘ 2002). Autor KOLÁŘ (2002, s.35) uvádí, že: „Síla pučnice (A) se měří posuvným měřítkem téměř pod rúží. Délka pučnice (B) se měří na vnější straně těsně pod rúží až po pomyslnou čáru největšího spánkového zúžení.“ Šířka a výška pučnic se sečtou a dělí dvěma, následně dostaneme přibližný věk jedince. Spolehlivost podle Harkeho by měla být 70-75 %. Tuto metodu následně upravil Ullrich. Přišel se vzorcem  $(P \times 10) / D$ . P značí průměr nejmenších šířek obou pučnic a D průměr největších délek pučnic (KOLÁŘ 2002). Následně bychom u 3-9letých měli odečíst konstantu 1 a u 16 a více letých konstantu 2 a měli bychom mít věk jelena. Obě tyto metody jsou zdlouhavé, a ne příliš přesné, proto se převážně nepoužívají (BÁDR 2020, KOLÁŘ 2002).

### 3.4.2 Zajíc

K určování věku u zajíců se používá metoda založená na stupni osifikace distální epifýzy loketní kosti (ČERVENÝ 2017). Jedná se o tzv. Strohův znak (ZELINKA 2015), jde o hrbolek, který se postupně zmenšuje až mezi 8.-12. měsícem věku úplně vymizí. Díky této metodě můžeme říct jde-li o jedince do 8 měsíců věku nebo staršího. Další metodou určení věku, nejen u zajíců je zkoumání změn hmotnosti oční čočky. Využívá se ve vědeckých studiích týkajících se věkové struktury populací (ČERVENÝ 2017).

### 3.4.3 Prase divoké

#### Brandtovy indexy

Brandt navazuje na práci svých kolegů a předchůdců Peyera, Snethlageho, Jaerische, Biegera ale i jiných autorů. Všichni se snažili najít souvislost mezi velikost zbraní a tělesnou hmotností, případně typem prostředí (BÁDR 2020). Brandt se zabýval zejména páráky a klektáky. Zkoumal jejich délku, šířku, roční přírůstek a roční úbrus. Tato metoda není vhodná a je lepší laboratorní zkoumání (BÁDR 2020).

Index vyjadřuje podíl mezi průměrem na kořeni páráku, případně 1cm od něj, protože samotný kořen je velice křehký, a na hraně obrusné plošky, v místě tmavé skvrny, kde zub opouští dáseň. Čím blíže je naše číslo hodnotě 1,0, tím starší jedinec je. Pěti až sedmiletí jedinci by se měli pohybovat kolem hodnot 1,20-1,05 (ČERVENÝ 2017, MENZEL 2003, KOLÁŘ 2002).

#### 3.4.4 Muflon

U muflonů můžeme sledovat růst toulců. Hroty toulců se u mladých muflonů objevují ve 4 měsících věku, v prvním roce je růst proměnlivý a největší nárůst toulců je mezi prvním a druhým rokem. Nárůsty během dalších let jsou stále kratší. Věk se můžeme pokusit odhadnout podle opotřebení hrotů. Pokud jsou špičaté konce toulců, jedná se o mladého jedince, naopak pokud jsou tupé či odlomené, jedná se o starého jedince (MENZEL 2003). Kromě hrotů můžeme k odhadu věku využít také sledování vrubů, které se na toulcích nacházejí. Podle jejich počtu jsme schopni určit přibližný věk, musíme si dát ale pozor a vruby nezaměnit za nepravidelné prstence, které vznikají díky nemocím, zraněním a extrémním podmínkám (MENZEL 2003). Nejprve musíme najít roční vruby, které jsou viditelnější na zadní straně toulců, kde nejsou otlučené. Poté již stačí spočítat počet segmentů na toulcích a máme přibližný věk. V zimě se růst toulců zejména u starších jedinců úplně zastavuje, u mladých se pouze výrazně zpomalí (KOLÁŘ 2002).

### **3.4.5 Kamzík**

U kamzíků můžeme věk odhadovat podle vrubů na růžkách. Růžky přirůstají nejvíce ve druhém a třetím roce, ve čtvrtém a pátém výrazně méně a od šestého roku můžeme hovořit jen o milimetrech. Pro odhad věku můžeme spočítat milimetrové vruby, přičíst 5 let a dostaneme věk daného jedince. Pokud bychom si nebyli jisti, můžeme se podívat na dolní čelist a ubrus chrupu (MENZEL 2003).

## **3.5 3D zobrazovací technologie**

### **3.5.1 3D scannery**

3D skener je zařízení, které analyzuje reálný objekt nebo prostředí a shromažďuje údaje o jeho tvaru a případně i vzhledu (např. barvě). Shromážděná data lze následně použít ke konstrukci digitálních trojrozměrných modelů. (EBRAHIM 2014).

3D laserové skenování se vyvinulo v průběhu poslední poloviny 20. století ve snaze přesněji obnovit povrchy různých objektů a míst. Tato technologie je užitečná zejména v oblastech výzkumu a designu. První technologie 3D skenování vznikla v 60. letech 20. století. První skenery používaly k tomuto úkolu světla, kamery a projektory. Vzhledem k omezením zařízení bylo často zapotřebí mnoho času a úsilí k přesnému naskenování objektů. Po roce 1985 byly nahrazeny skenery, které dokázaly k zachycení daného povrchu využít bílé světlo, lasery a stínování. K vytvoření těchto 3D skenovacích zařízení lze použít mnoho různých technologií; každá z nich má svá omezení, výhody a náklady. Stále přetrvává mnoho omezení, pokud jde o druh objektů, které lze digitalizovat: například optické technologie narážejí na mnoho obtíží u lesklých, zrcadlicích se nebo průhledných objektů (EBRAHIM 2014).

Existuje několik různých druhů 3D laserových skenerů, jejichž ceny se pohybují v rozmezí od pár tisíc až po statisíce. Shromážděná 3D data jsou užitečná pro celou řadu aplikací. Tato zařízení jsou hojně využívána v zábavním průmyslu při výrobě filmů a videoher. Mezi další běžné aplikace této technologie patří průmyslový design, ortotika a protetika, reverzní inženýrství a výroba prototypů, kontrola kvality/inspekce a dokumentace kulturních artefaktů. Trh s 3D laserovým skenováním zahrnující hardware, software a služby je poměrně dynamický a v

hlavních segmentech dochází k rychlým inovacím produktů. Trh obsahuje výjimečné příležitosti s rychlým předpokládaným růstem, který je způsoben jednak nahrazením starších mechanických metod, jednak zlepšením pracovního postupu s nižšími celkovými náklady na projekt, což umožňuje realizovat více projektů (EBRAHIM 2014).

## **Druhy 3D skenerů**

### **1. Kontaktní skenery**

3D kontaktní skenery, obvykle kalibrované pro práci na pevné platformě, často obsahují sondu umístěnou na konci kloubového mechanického ramene. Ramenem lze manipulovat roboticky nebo ručně nad povrchem dílu. Když se sonda dotýká povrchu předmětu, skener zaznamenává polohu X,Y,Z sondy měřením polohy ramene. Zaznamenané polohy tvoří mračno bodů, které lze použít k výpočtu 3D sítě. Některé vysoce přesné 3D skenery nazývané souřadnicové měřicí stroje (CMM) se často používají ve výrobním průmyslu ke kontrole dílů, aby se včas zjistily problémy při montáži. Kontaktní 3D skenery trpí pomalou rychlostí skenování a nemusí být ideální pro choulostivé předměty, jako jsou vzácná umělecká díla, protože fyzický kontakt může poškodit nebo deformovat povrch (EBRAHIM 2014). Kontaktní 3D skenery zkoumají objekt prostřednictvím fyzického doteku. Souřadnicový měřicí přístroj (CMM) je příkladem kontaktního 3D skeneru. Souřadnicový měřicí stroj (CMM) je zařízení pro měření fyzikálních geometrických vlastností objektu. Tento stroj může být ovládán ručně obsluhou nebo může být řízen počítačem. Měření jsou definována sondou připojenou ke třetí pohyblivé ose tohoto stroje. Sondy mohou být mechanické, optické, laserové nebo bílé světlo, mimo jiné (EBRAHIM 2014).

### **2. Bezkontaktní skenery**

Bezkontaktní 3D skenery, jak už název napovídá, nemají fyzický kontakt s objektem povrchu. Místo toho se bezkontaktní 3D skenery spoléhají na některé aktivní nebo pasivní techniky skenování objektu. Konečným výsledkem je velmi přesné mračno bodů, které lze použít pro virtuální montáž, inženýrskou analýzu, kontrolu prvků a povrchů (EBRAHIM 2014). Bezkontaktní metody měření jsou, jak ukazují nejnovější výzkumy, stále častěji využívány. sofistikovanější a



navzdory nižší přesnosti jsou tyto poskytují objektivnější výsledky než kontaktní měření ve většině případů (MENDŘICKÝ 2017).

### **3. Optické skenery**

Jeden z optických 3D skenerů je například profesionální systém německé společnosti GOM, ATOS III TripleScan System. Na stejném principu funguje i námi použitý ATOS Compact Scan 12M Essential Line. V těchto 3D skenerech, je proces digitalizace založen na principech tzv. okrajové projekce, aktivní triangulace a stereovize. Kromě toho systém využívá LED projekci modrého světla (Blue Light Technology). Volbou vhodných optických cílů umožňuje zařízení definovat ve směru skenování velikost 3D oblasti, ve které lze následně dílčím způsobem naskenovat měřený objekt - tzv. měřicí objem. Ten určuje nejen velikost měřené části, ale také významně ovlivňuje hustotu měřených bodů a vlastní přesnost skenování. V případě systému ATOS III TripleScan je nutné před vlastním skenováním nalepit na model tzv. referenční body (kvůli lesklému povrchu) a aplikovat antireflexní sprej z křídového prášku. Tloušťka nástřiku by neměla výrazně ovlivnit přesnost měřeného objektu. Po této přípravě se měřený díl následně upevní na otočný měřicí stůl a jsou provedeny. Všechna data jsou transformována do společného globálního souřadnicového systému pomocí společných referenčních bodů. Šum je vymazán a sestaví se optimalizovaná polygonová síť (formát \*.stl) (MENDŘICKÝ 2020)

#### **3.5.2 CT scannery**

Před prvním moderním CT skenerem, konkrétně roku 1931, byly v klinické ortodoncii zavedeny kefalometrické snímky, které se používaly jako základní nástroj pro studium kraniofaciálního růstu, pro stanovení ortodontické diagnózy, následného léčebného plánu, pro hodnocení výsledků léčby a pro predikci kraniofaciálního růstu. Dvourozměrné (2D) snímky však měly jako diagnostický nástroj u komplikovaných dentofaciálních deformit svá omezení. Proto se používaly i další snímky, nicméně v takto komplikovaných případech deformit, nemohla kombinace 2D snímků poskytnout dostatečné informace. Což se změnilo s trojrozměrnými (3D) snímky, které umožnily správně vyhodnotit 3D vztah anatomických struktur a rozhodnout o 3D operačním plánu (KIM 2012).

Vývoj prvního moderního CT skeneru zahájil v roce 1967 Godfrey Hounsfield, inženýr britské společnosti EMI Corp. Hounsfield se zajímal o situace, kdy může být velké množství potenciálních informací využito neefektivně – což je přesný popis konvenční radiografie. Odhadoval, že pečlivým měřením průchodu rentgenového záření subjektem na mnoha místech napříč subjektem a pod dostatečným počtem úhlů by mělo být možné určit rozdíly v útlumu 0,5 % - což by mohlo stačit k rozlišení měkkých tkání. Po ověření jeho hypotézy na laboratorním přístroji byl sestaven první klinický CT skener, který byl v září 1971 instalován v nemocnici Atkinson-Morley v Anglii (GOLDMAN 2007).

Pro pochopení základních principů CT lze začít fungováním původního CT skeneru EMI Mark I první generace. Hounsfield si představoval skenovaný objekt jako rozdělený na axiální řezy. Rentgenový paprsek, který měl být použit, byl koncentrován do úzkého svazku rentgenových paprsků (o šířce tužky). Velikost svazku byla 3 mm v rovině řezu a 13 mm široký kolmo k řezu (podél osy) subjektu. Ve skutečnosti je to právě tato šířka svazku, která obvykle určuje tloušťku zobrazovaného řezu. Rentgenka je pevně spojena s detektorem rentgenového záření umístěným na druhé straně subjektu. Trubice a detektor společně snímají napříč a procházejí úzkým svazkem rentgenového záření přes řez. Tento lineární příčný skenovací pohyb trubice a detektoru napříč subjektem se označuje jako translace. Během translačního pohybu se měření průchodu rentgenového záření subjektem provádí pomocí detektoru na úrovni na mnoha místech. Po dokončení translace se sestava trubice s detektorem otočí kolem předmětu o 1° a translace se opakuje, aby se získal druhý pohled. Pokud je první translace získána s trubicí nad subjektem a detektorem pod ním (0°), pak je druhá translace získána se sestavou trubice-detektor v poloze 1°. Skener Mark I opakoval tento proces v krocích po 1°, aby bylo získáno 180 zobrazení v průběhu 180°. Dnešní skenery mohou obvykle shromáždit 1 000 nebo více zobrazení v rozsahu 360° (GOLDMAN 2007).

## 4. Metodika

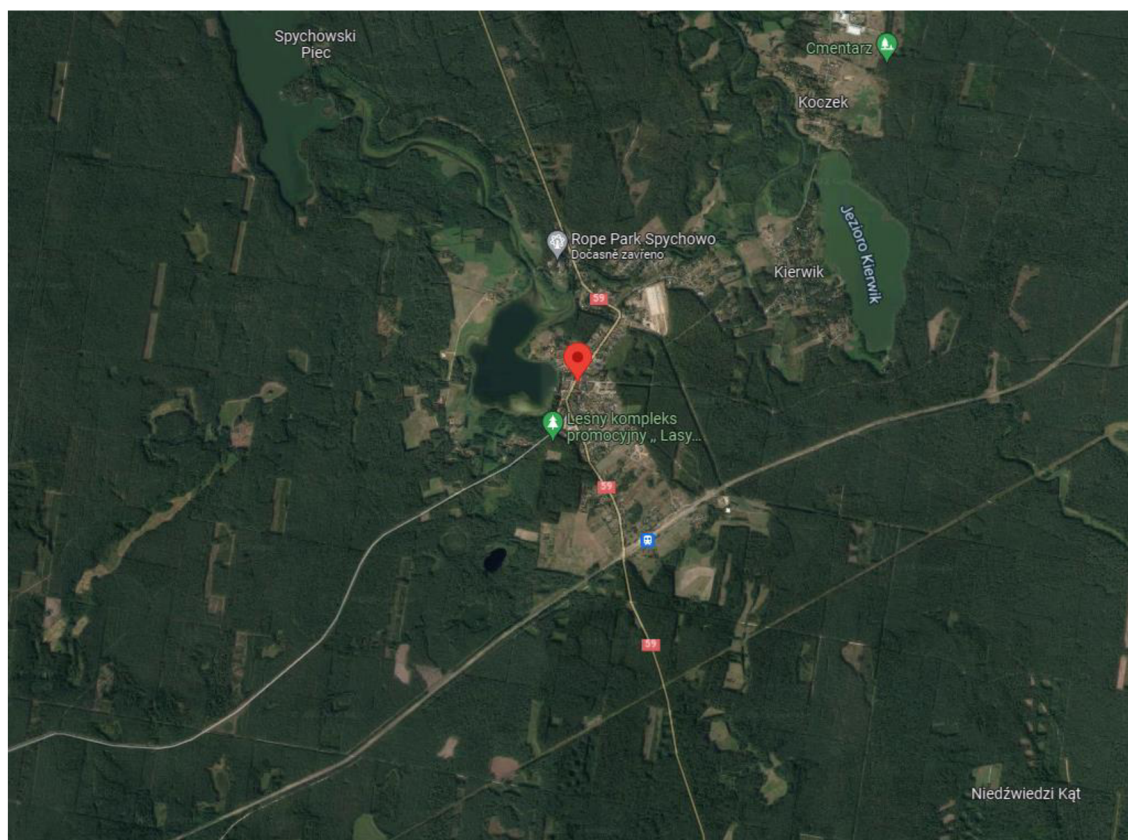
### 4.1 Materiál

#### 4.1.1 Popis území

Pro vyhodnocení bylo použito celkem 70 čelistí srnců obecných z Polska, z obce Sychowo. Nachází se zde i lesní oblast, která leží na severo-východě země, necelých 80 km od města Olštýn v nadmořské výšce 133 m. V lesní oblasti převládají jehličnaté biotopy a hlavní dřevinou tvořící les je borovice. Zhruba 80% území tvoří jehličnaté dřeviny, 16% lesní porosty (porosty s převahou listnatých druhů) a přibližně 3% tvoří olšové lesy, rostoucí na úrodných bažinatých oblastech. Sychowo je sídlem lesní inspekce, pod kterou spadá lesní rezervace Pupy. Myslivost zde je součástí ochrany životního prostředí. Zvěř (20 % druhů savců a 12 % druhů ptáků vyskytujících se v Polsku) je národním bohatstvím a majetkem státní pokladny. Hospodaření se zvěří v souladu s ekologickými zásadami a racionálním lesním, zemědělským a rybářským hospodařením provádějí myslivci sdružení v Polském mysliveckém svazu a lesníci. (*Nadleśnictwo Sychowo*)

Myslivecké hospodaření v revíru Sychowo vykonává 6 mysliveckých sdružení v 7 obvodech v rámci Okresní chovatelské oblasti č. 3 "Puszcza Piska". Tři okresy jsou z hlediska úživnosti honiteb klasifikovány jako špatné, tři jako střední a jeden jako dobrý. (*Nadleśnictwo Sychowo*)

Základním cílem mysliveckého hospodaření v revíru je udržení optimálního (tj. umožňujícího řádné hospodaření v lese) počtu zvěře v jeho druhové bohatosti. Přesvědčují myslivecké spolky a snaží se zavést praxi nepřikrmování za normálního počasí. Tím se pokouší zabránit umělému seskupování zvěře. Podporují a usnadňují zakládání honiteb v lesním revíru (*Nadleśnictwo Sychowo*).



Obrázek 1 - Zalesněná oblast okolo vesnice Spychowo 1:100 000 ([www.google.cz/maps](http://www.google.cz/maps))

## 4.2 Metodika

Čelisti byly standartně vypreparovány. Výběr čelistí vycházel z odhadu věku na základě úbrusu a to tak, aby v každém roce života od ročního po sedmiletého (či staršího) jedince bylo zastoupeno 10 vzorků. Jednotlivé čelisti byly vyčištěny, roztríděny a označeny identifikačním číslem.

### 4.2.1 Odhad věku

Před samotným snímáním byl proveden odhad celkem 8 osobami. Jednalo se o 5 mužů a 3 ženy. Odhad byl prováděn nezávisle, každý posuzoval čelisti samostatně dle vlastní zkušenosti. Odhadci byly zvoleni tak, aby zastoupily různé zkušenostní úrovně v odhadu věku, byly různého věku, pohlaví a pocházeli z několika různých oblastí.

Míra zkušenosti	Slovní popis	Kritérium
1	Expert	Odhadu se věnuje více jak 30 let, provádí pro vlastní potřebu či pro účely přehlídek trofejí
2	Zkušený	Odhadu se věnuje více jak 10 let v rámci konkrétní oblasti, praktikuje pravidelně, většinou pro vlastní potřebu
3	Pokročilý	Odhadu se věnuje více jak 5 let, praktikuje pravidelně
4	Středně pokročilý	Odhadu se věnuje krátce, má teoretické znalosti, neprotikuje pravidelně
5	Začátečník	sám odhad neprotikuje, pohybuje se však v prostředí, kde k odhadu dochází
6	Bez zkušeností	s odhadem nemá žádnou zkušenost, řídil se příručkami

Tabulka 1 - Rozdělení zkušeností odhadců

#### 4.2.2 3D digitalizace objektu

Čelisti byly snímány pomocí 3D skeneru ATOS (Advanced Topometric Sensor) Compact Scan 12M Essential Line (Obrázek 1,2). Pro snímání byly používány kamery pro daný snímací objem. Skener byl pravidelně kalibrován v sekvenci 1 týdně s pomocí kalibračního panelu pro objem 300 mm a programu GOM scan. Provozní teplota skeneru byla 23,5 °C, optimum se pohybuje mezi 5 a 40 °C. Ideální vzdálenost skeneru od objektu je 60 cm. Při uvedení do provozu předchází vlastnímu skenování zahřívání zařízení po dobu přibližně 26–32 minut.



Obrázek 2 - 3D skener ATOS Compact Scan 12M Essential Line s kamerami (autorské foto)

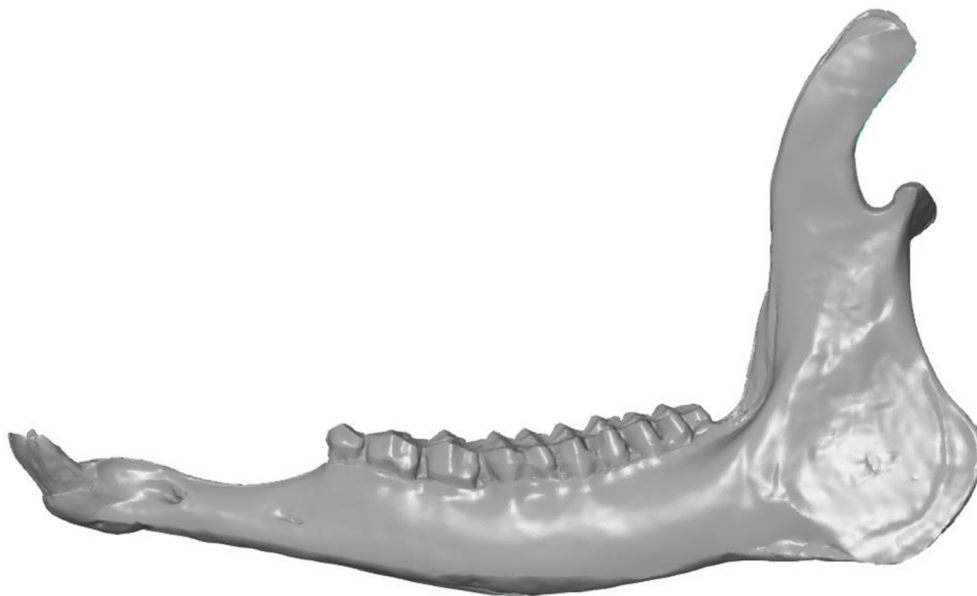


Obrázek 3 - 3D skener s automatickou otočnou podložkou (autorské foto)

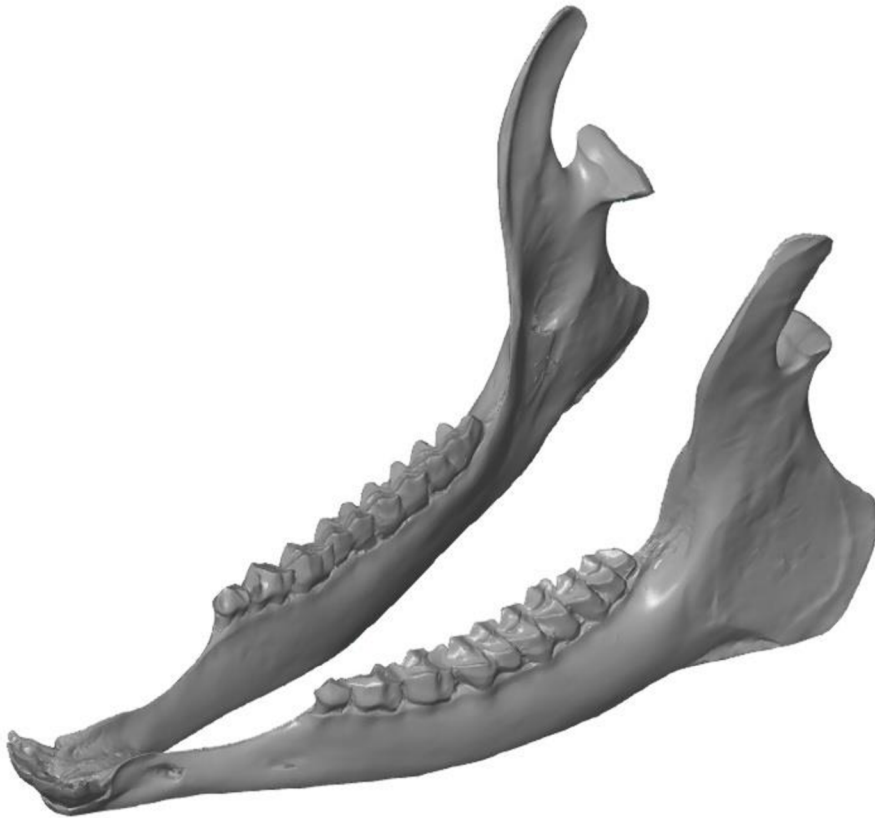


### 4.2.3 Postup skenování

Čelisti byly ve dvojici umístěny na automatickou otočnou podložku a následně skenovány. Sekvence byla nastavena na 8 snímků neboli 8 otočení podložky po směru hodin. V některých případech byl pro zvýšení přesnosti snímání použit anti-reflexní sprej na bázi křídý, který zajistí snížení kontrastu a sjednotí povrch objektu. Díky použití antireflexního spreje dochází ke zvýšení přesnosti digitalizace objektu. Po nasnímání objektu byla provedena polygonizace sítě byla na nejvyšší detail. Následně byl soubor vyexportován do formátu STL.



Obrázek 4 - Výsledný digitalizovaný objekt – čelist srnce obecného – boční pohled (autorské foto)



*Obrázek 5 - Výsledný digitalizovaný objekt – čelist srnce obecného – pohled shora (autorské foto)*

#### **4.2.4 Postprocessing**

Před výsledným měřením byly digitalizované čelisti upraveny za použití softwaru GOM Inspect 2019.

Soubor STL byl převeden na Mesh object, byly vyčištěny nasnímané nečistoty a následně zkontrolován stav objektu pro potřeby měření (Obrázek 4,5).



#### 4.2.5 Měření čelistí

Stejně jako pro postprocessing byl i zde využit software GOM Inspect 2019. Na mandibulách bylo měřeno levostranně 11 rozměrů (Tab. 2). Rozměry byly měřeny pomocí nástroje Distance (2 point distance). Umístění jednotlivých bodů vycházelo ze specifikace popisu měření.

	Zkratka	popis měření
1	LOIDa	od vyklenutí lůžkového okraje prvního premoláru P1 po vyklenutí lůžkového okraje posledního moláru M3
2	LOIDc	od nejkrajnějšího bodu korunky prvního premoláru P1 po nejvzdálenější okraj korunky posledního moláru M3
3	ACM1ll	od nejnižšího bodu levé strany korunky prvního moláru v okrajové oblasti přechodu zubní štěrbiny na sklovinu k vyklenutí zubních lůžek v dané sekci prvního moláru (kolmice)
4	ACM1il	od nejnižšího bodu pravé strany korunky prvního moláru v okrajové oblasti přechodu zubní štěrbiny na sklovinu k vyklenutí zubních lůžek v dané sekci prvního moláru (kolmice)
5	ACM1ls	od nevyššího bodu levé strany korunky prvního moláru k vyklenutí zubních lůžek v dané sekci prvního moláru (kolmice)
6	ACM1is	od nevyššího bodu pravé strany korunky prvního moláru k vyklenutí zubních lůžek v dané sekci prvního moláru (kolmice)
7	ACM1c	od nevyššího bodu přední strany přisedlého sloupku korunky prvního moláru k vyklenutí zubních lůžek v dané sekci prvního moláru (kolmice)
8	LCM1	největší šířka korunky prvního moláru měřená v úrovni zubní štěrbiny
9	ACM1lt	od nevyššího bodu levé zadní strany korunky prvního moláru k vyklenutí zubních lůžek v dané sekci prvního moláru (kolmice)
10	ACM1it	od nevyššího bodu pravé zadní strany korunky prvního moláru k vyklenutí zubních lůžek v dané sekci prvního moláru (kolmice)
11	ACM3pc	od nevyššího bodu posledního sloupku korunky třetího moláru k vyklenutí zubních lůžek v dané sekci třetího moláru (kolmice)

Tabulka 2 - Rozměry měřené na levé straně digitalizované mandibuly s použitím GOM Inspect



Obrázek 6 - rozměr LOIDa – Délka dolní řady zubů – alveolární (autorské foto)



Obrázek 7 - rozměr LOIDc – Délka dolní řady zubů – korunková (autorské foto)



*Obrázek 8 - rozměry LCM1 – Šířka korunky prvního moláru – korunková, ACM1il – Výška korunky prvního moláru levá nízká, ACM1il – Výška korunky prvního moláru pravá nízká, ACM1is – Výška korunky prvního moláru levá vysoká, ACM1is – Výška korunky prvního moláru pravá vysoká, ACM1c – Výška korunky prvního moláru sloupek (autorské foto)*

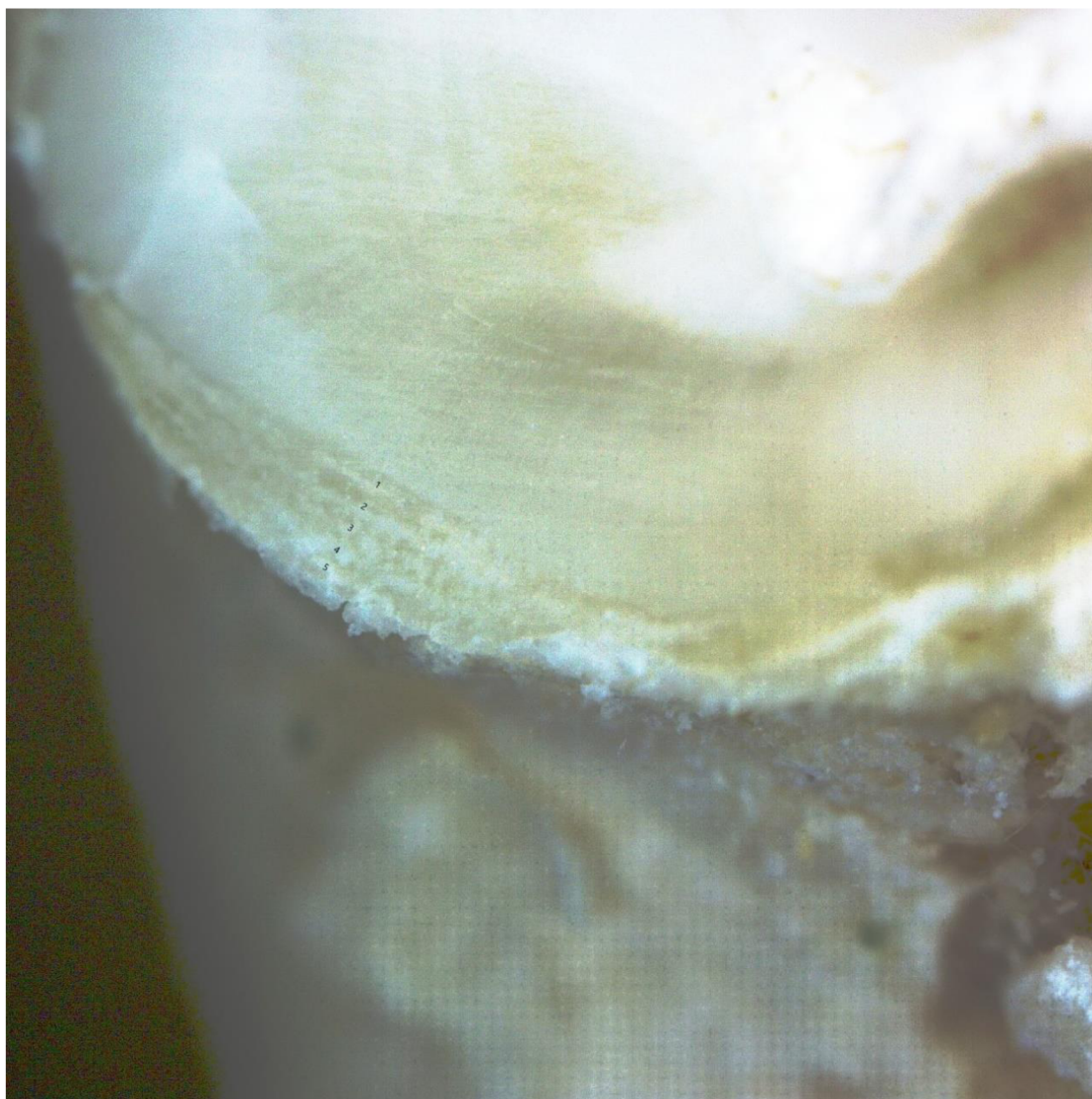


*Obrázek 9 - měřené rozměry ACM1lt – Výška korunky prvního moláru levá zadní, ACM1it – Výška korunky první moláru pravá zadní (autorské foto)*

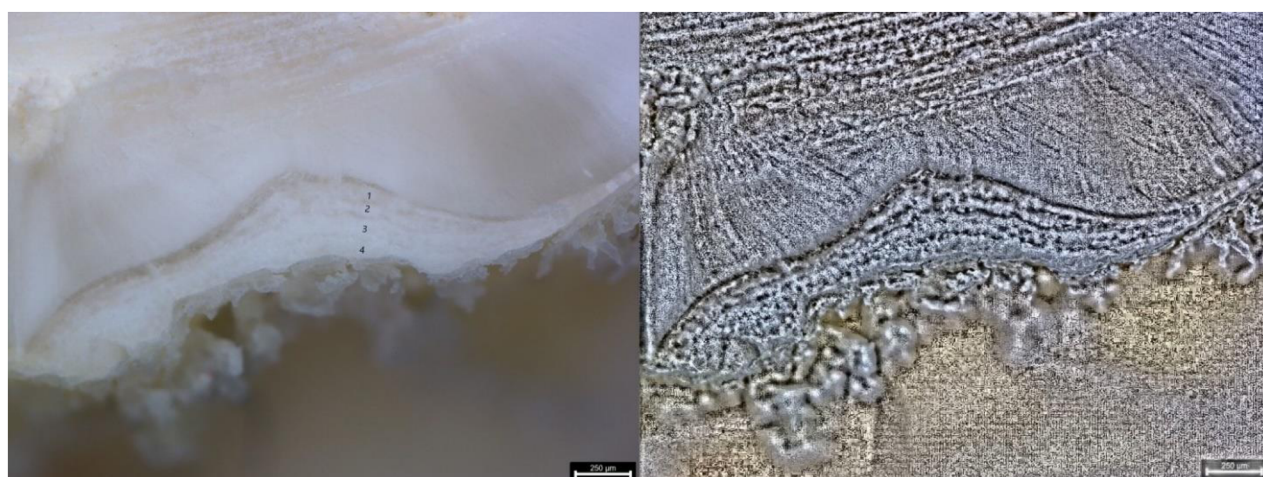
### **4.3 Kontrolní určení věku Mitchellovou metodou**

Pro kontrolu odhadů měření byla využita Mitchellova metoda. První molár (M1) byl rozříznut ve středu korunky pomocí mikrobrusky Dremel 8220 s diamantovým kotoučem o tloušťce 0,6mm a průměru 22 mm. Rozpůlený zub byl následně vyleštěn na brusném kameni se zrnitostí 1000. Pro zobrazení cementových vrstev byl použit digitální mikroskop Leica DVM6. Výsledný věk byl vyhodnocován z fotodokumentace pořízené programem LAS X. Pro lepší zobrazení byla provedena korektura kontrastu a histogramu programem Corel Photo-Paint 2018.





Obrázek 10 - Mikroskopická fotografie 5 cementových vrstev (autorské foto)



Obrázek 11 - Mikroskopická fotografie 4 cementových vrstev stoličky M1 – snímek před a po úpravě histogramu pro zvýšení přesnosti detekce jednotlivých vrstev (autorské foto)

## 4.4 Vyhodnocení dat

Data byla zaznamenána do tabulky MS Excel a následně vyhodnocena programem Statistica 14.0. Pro testování vlivu věku na jednotlivé rozměry (Tab. 1.) byla použita jednorozměrná analýza rozptylu (ANOVA). Pro následné upřesnění signifikantních výsledků byly použity Post-hoc testy Tukey HSD.

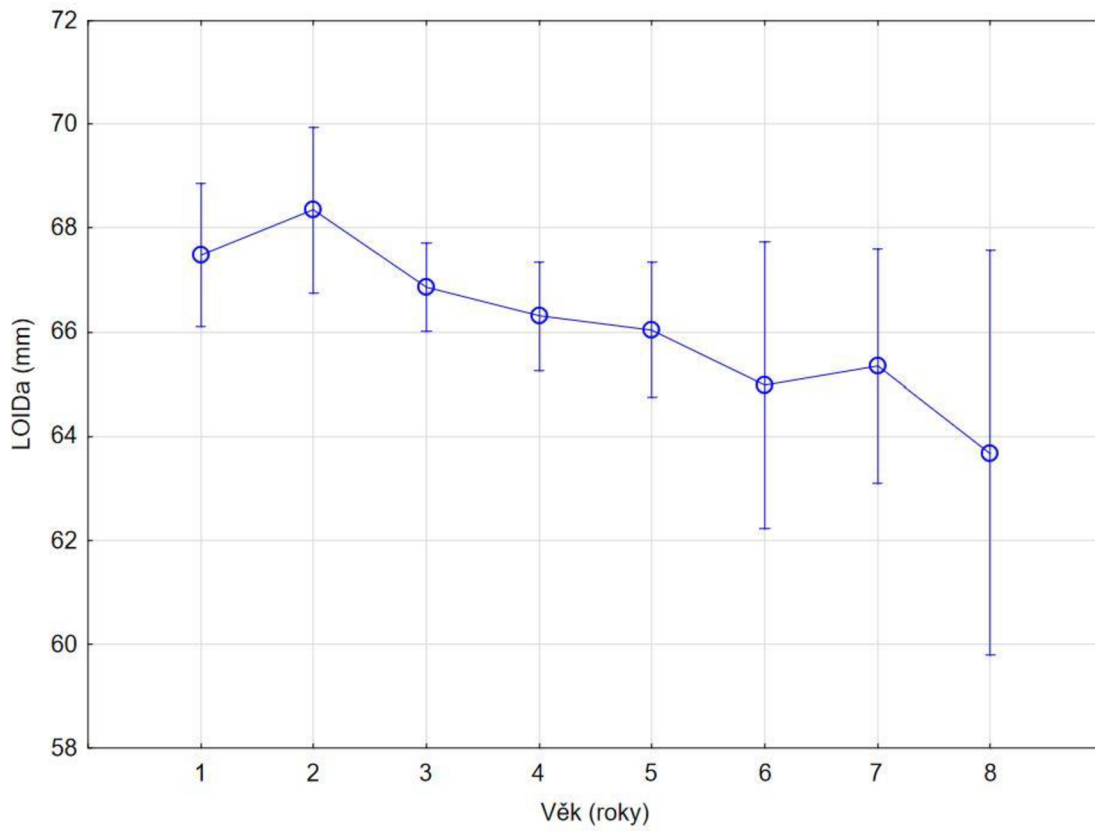
## 5. Výsledky

### 5.1 Vliv věku na délku řady zubů

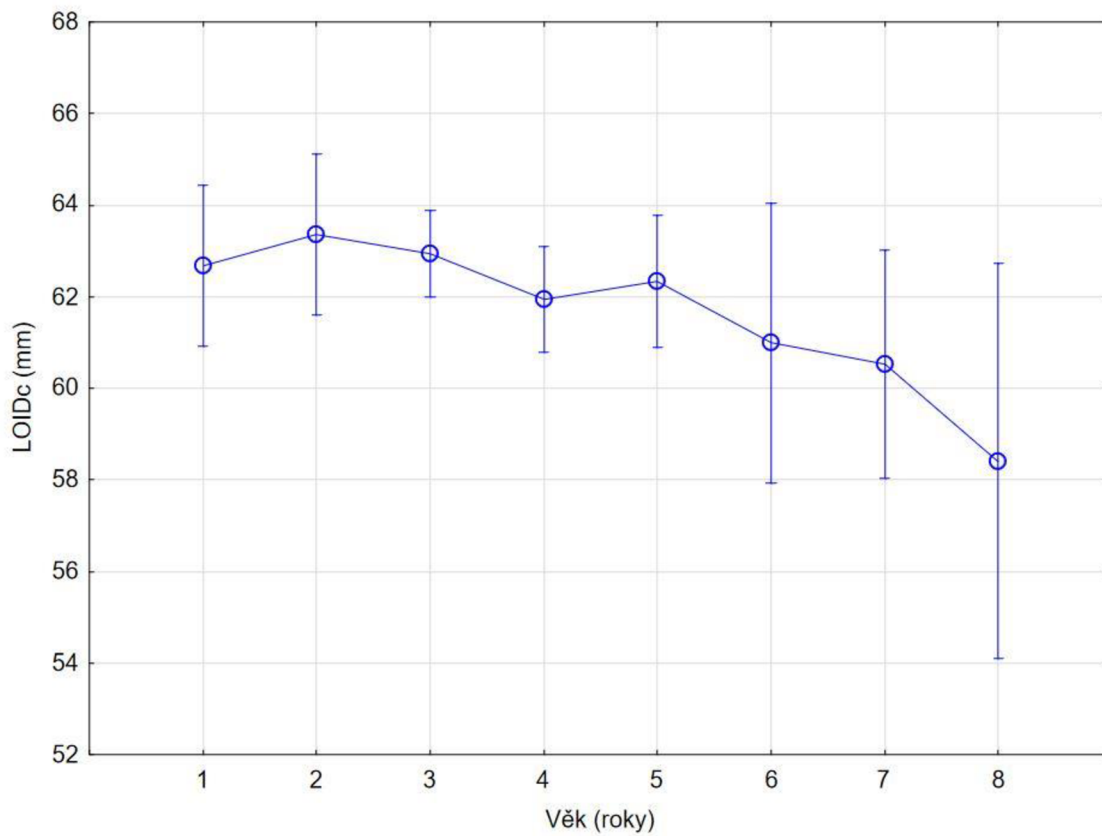
Délka řady zubů LOIDc ani délka řady zubů LOIDa nevykazují statisticky významný vztah s věkem jedince. Je patrné, že dochází ke snížení délky řady zubů, avšak nejedná se o průkazný výsledek. Tukey HSD test ukázal, že v případě délky řady zubů měřené na alveolách (LOIDa) lze pozorovat statisticky významný vývoj hodnot mezi dvouletými a staršími jedinci, nikoliv však například mezi čtyř a pětiletými (Tab. 3). Mezi ročními a dvouletými lze vidět vzestup. Poté je tendence sestupná. (Graf č.1)

Stejně tak u délky dolní řady zubů měřené na korunkách (LOIDc) můžeme větší rozdíly pozorovat mezi dvouletými a staršími jedinci, ale mezi tří a čtyřletými nikoliv. (Tab. 4)

Zaznamenaná délka řady zubů LOIDa byla u ročního jedince v průměru 67,47 mm. Naopak v osmém roce pouze 63,68 mm. (Tab. č.13) U délky řady zubů LOIDc bylo naměřeno u ročního jedince v průměru 62,67 mm. Naopak v osmém roce pouze 58,41 mm. (Tab. č.14)



Graf 1 - LOIDa – Délka dolní řady zubů – alveolární



Graf 2 – LOIDc – Délka dolní řady zubů – korunková

## 5.2 Molár M1

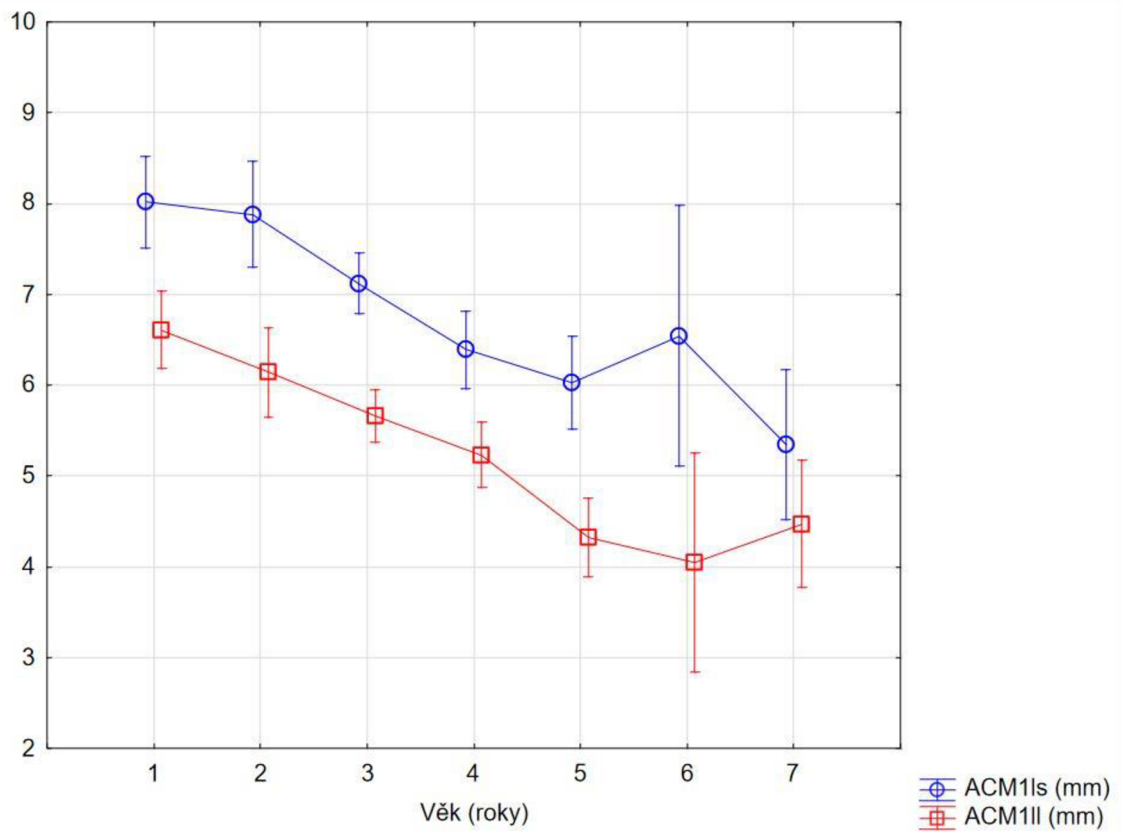
### 5.2.1 Vývoj úbrusu na moláru M1

Hodnoty ACM1II, ACM1Is, ACM1il, ACM1is, ACM1It, ACM1it vyjma výšky ACM1c vykazovaly statisticky významný vztah ( $p < 0,01$ ) s věkem jedince. S přibývajícím věkem jedince dochází k abrazi, a tedy ke snižování výšky zubu. U levé části korunky (ACM1Is, ACM1II) je vidět klesající tendence. (Graf č.3) Na pravé části korunky v nižším místě ACM1il je vidět mezi prvním a druhým rokem života vzrůst a poté až pokles hodnot. (Graf č. 4)

### 5.2.2 Vliv věku na výšku moláru M1

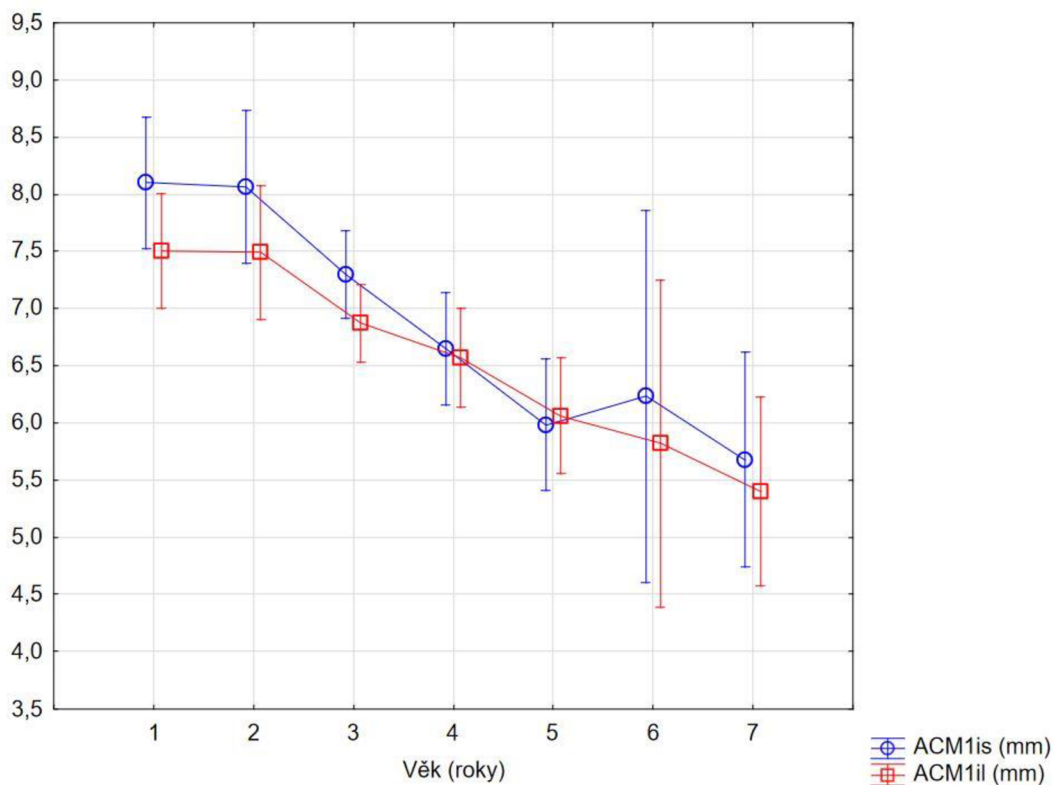
Hodnoty ACM1Is a ACM1II, měřené výšky na levé části korunky od prvního do pátého roku vykazují sestupnou tendenci. Výjimku tvoří u ACM1Is šestý rok života. Stejně tak u ACM1II rok sedmý. Průměrná výška ACM1Is v 1 roce byla 8,09 mm. V sedmém roce pak 5,35 mm. Nejmenší pokles se vyskytl mezi prvním a druhým rokem. (Graf. č.3) V prvním roce byla průměrná výška 8,09 mm a v druhém roce 7,88 mm. (Tab. č.6) U hodnoty ACM1II byly nejmenší poklesy mezi prvním a druhým rokem života. Kde v prvním roce byla průměrná hodnota 6,58 mm a v druhém roce 6,14 mm. Další velmi malý pokles byl mezi třetím a čtvrtým rokem. V třetím roce byla průměrná hodnota 5,66 mm a v čtvrtém roce 5,23 mm. (Tab. č.5)





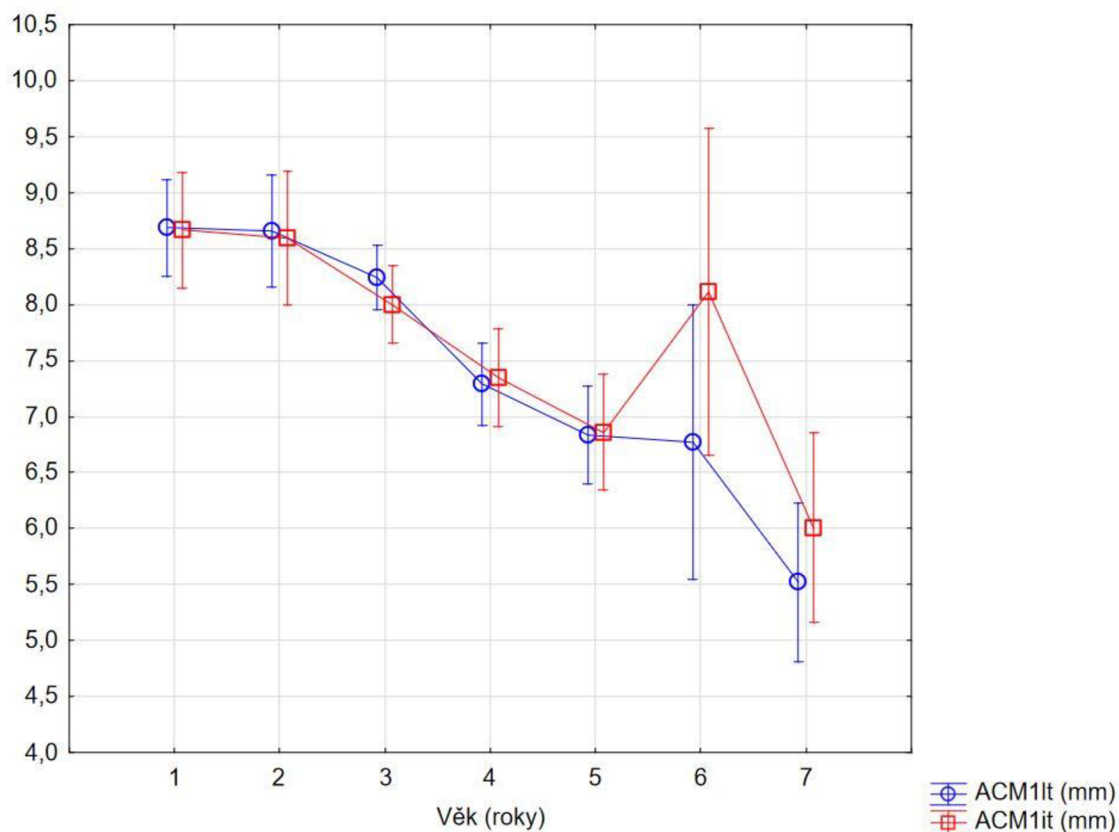
Graf 3 – ACM1Is – Výška korunky prvního moláru levá vysoká, ACM1II – Výška korunky prvního moláru levá nízká

Velký rozdíl lze vidět u hodnoty ACM1Is mezi prvním a sedmým rokem, kde u prvního roku lze pozorovat výrazně vyšší hodnoty. (Tab. č.8) V prvním roce byla průměrná výška 8,09 mm a v roce sedmém 5,35 mm. (Tab. č. 12) U hodnoty ACM1Is i mezi prvním a druhým rokem je sestupná tendence. (Tab. č.8) V prvním roce byla hodnota 8,09 mm a v druhém roce 8,06 mm. Naopak ACM1II mají hodnoty mezi prvním a druhým rokem nepatrnou vzestupnou tendenci. (Tab. č.7) Zde byla průměrná hodnota v prvním roce 7,46 mm a v druhém roce 7,49 mm. (Tab. č.12)



Graf 4 – ACM1is – Výška korunky první moláru pravá vysoká, ACM1il – Výška korunky první moláru pravá nízká

U ACM1It a ACM1it je vzestup mezi prvním a druhým rokem, vzestup je také patrný mezi pátým a šestým rokem života. U hodnoty ACM1It můžeme pozorovat výrazný pokles mezi prvním a sedmým rokem. V prvním roce byla průměrná výška 8,78 mm a v sedmém roce 5,52 mm. (Tab. č.12) U hodnoty ACM1It je stále sestupná tendence. (Graf č.5) U ACM1it je od prvního do pátého roku pokles, avšak mezi šestým a sedmým rokem výrazný vzestup. (Graf. č.5)



Graf 5 – ACM1lt – Výška korunky první moláru levá zadní, ACM1it – Výška korunky první moláru pravá zadní

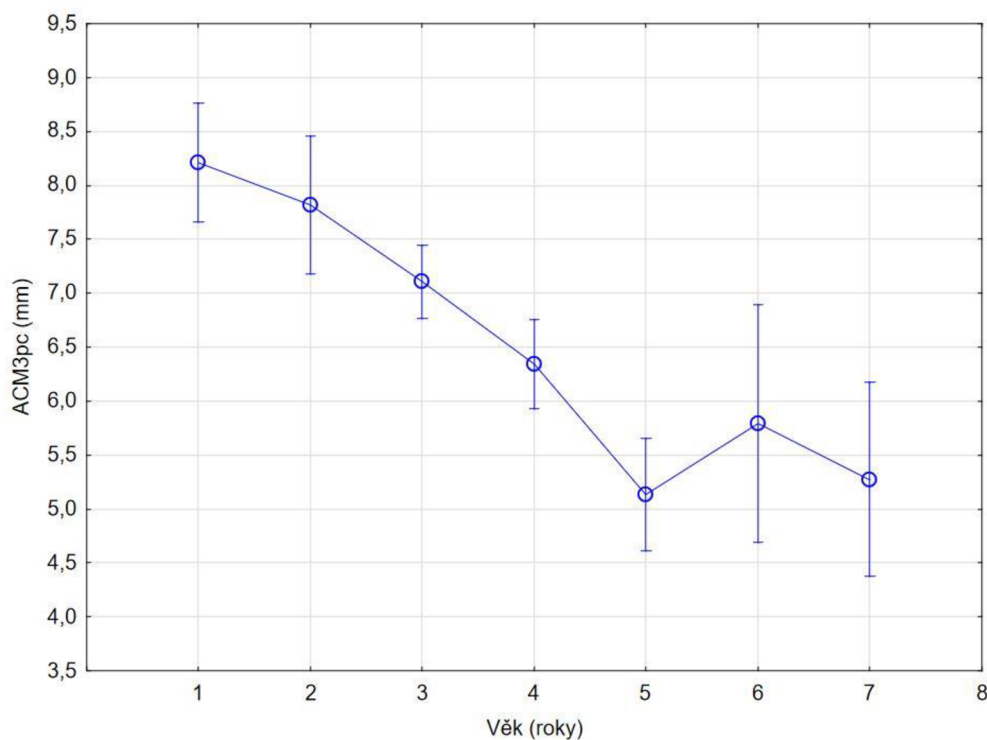
## 5.3 Molár M3

### 5.3.1 Vývoj úbrusu na moláru M3

Z vyhodnocených dat vyplývá, že k úbrusu a jeho vývoji na posledním sloupku M3 dochází až od třetího roku života, kdy zaznamenáváme statisticky významný rozdíl ( $p < 0,05$ ). Vývoj úbrusu na tomto sloupku je statisticky prokazatelný až do 7 roku života jedince ( $p < 0,01$ ). Osmi leté a starší jedince není možné vyhodnotit v závislosti s nedostatečným počtem měření.

### 5.3.2 Vliv věku na výšku moláru M3

Postupnou klesající tendenci vidíme od prvního do pátého roku života. (Graf č. 6) V prvním roce byla průměrná výška 8,22 mm, v pátém roce 5,13 mm. (Tab. č.11) Mezi pátým a šestým rokem je vidět vzestupná tendence.



Graf 6 - Výška 3 sloupku M3

## 5.4 Odhad a určení věku

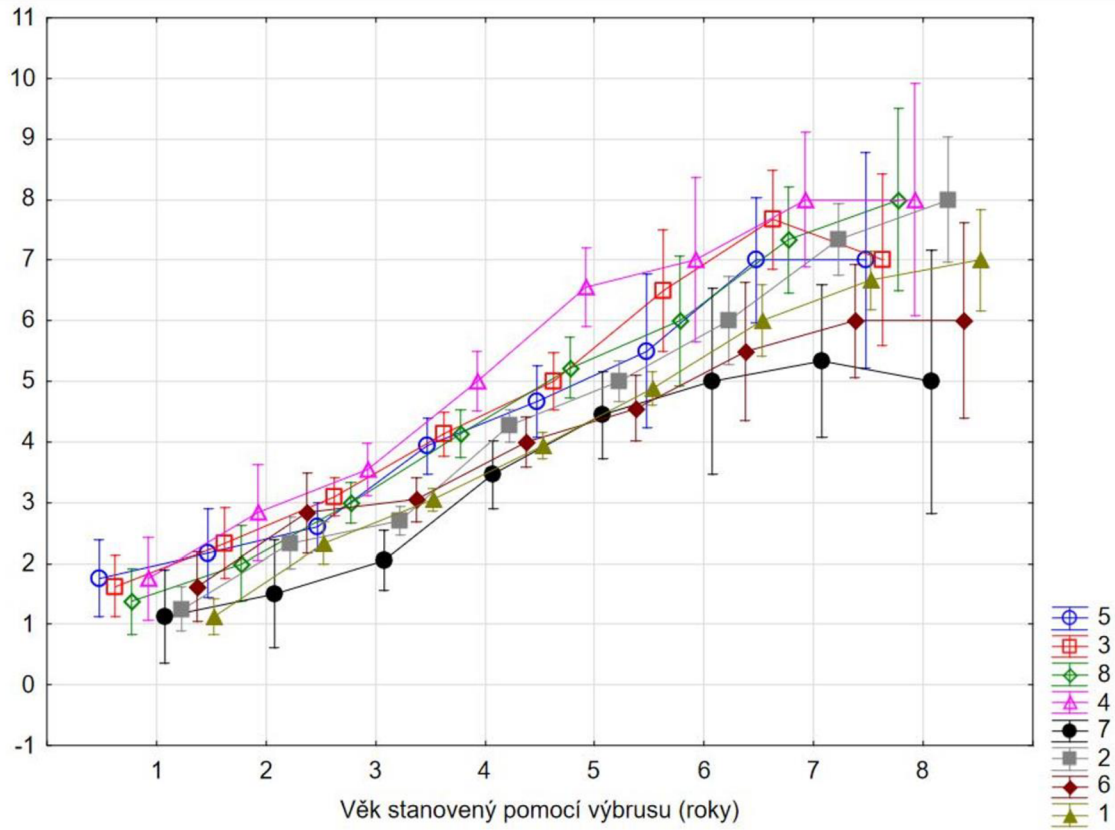
### 5.4.1 Shodnost s ostatními odhadci

Nejlepší odhad věku, měl nejzkušenější odhadce, konkrétně č.1. Odhadce číslo 1 je expert a odhadu věku se věnuje více jak 30 let, provádí ho pro vlastní potřebu či pro účely přehlídek trofejí. Odhadce číslo 2 je zkušený a odhadu se věnuje více jak 10 let v rámci konkrétní oblasti, praktikuje pravidelně, většinou pro vlastní potřebu. Stejně zkušenosti má i odhadce č.8, který měl 3. nejpřesnější odhad. Čtvrtý skončil odhadce č.3, který je také zkušený a praktikuje odhad přes 10 let. Dále pak odhadci v tomto pořadí: č.7, č.4, č.6 a č.5, který neměl s odhadem žádné zkušenosti a pracoval s odbornou literaturou. (Tab. č. 16)

### 5.4.2 Shodnost odhadu s věkem jedince

Nejpřesnější byli odhadci v druhém, třetím a čtvrtém roce života, kde správný věk průměrně odhadlo pět z osmi odhadců. Naopak nejméně přesné odhady byli u jedinců v šestém, sedmém a osmém roce života. (Graf č.7) Nejmenší chybovost

byla u ročních srnců. Největší variabilita odhadu byla u pěti letých srnců, kde byl odhadovaný věk mezi 2 a 8 lety.



Graf 7 - Shodnost odhadu věku s výbrusy

## 6. Diskuse

Délky řad zubů, korunková ani alveolární, nevykazují žádnou korelaci s věkem jedince. Předpoklad byl, že se zuby stářím obrušují. Tato hypotéza se potvrdila. V pokusu byla naměřena u čtyřletých srnců na M1 hodnota ACM1Is průměrně 6,33 mm. Mysterud (2006) uvádí, že průměrná výška moláru M2 je 6,55 mm. Tento rozdíl může být způsobený měřením výšky na odlišných zubech, M1 je nejstarší molár v čelisti, a tudíž je jeho úbrus nejvýraznější ze všech zubů. I přes tuto skutečnost je rozdíl velice malý. Na měřených výškách M1 mezi prvním a druhým rokem byl viditelný nárůst výšek zubu, což bylo zapříčiněno růstem trvalého chrupu, jak uvádí i BÁDR (2020).

U výšky třetího sloupku M3, ale i u dalších měřených hodnot, jsme mohli pozorovat vzestup mezi pátým a šestým rokem života, což bylo zapříčiněno nedostatkem dat. Z naměřených dat vyplynulo, že úbrus na M3 začal po prvním roce života. BROWN (1990), RAESFELD & VORREYER (1978) a WAGENKNECHT (1981) zjistili, že úbrus na M3 začíná jelen nejdříve v 21 měsíci života. Tyto výsledky nelze s naším pokusem srovnávat, i když by úbrus u jelenovitých měl začínat v podobnou dobu, protože naši nejmladší srnci byli již v 1 roce života, ovšem BÁDR (2020) uvádí, že k ubrusu na M3 dochází již po 15 měsících života. Stejně jako v naší práci LOE (2003) uvádí signifikantní závislost výšky prvního moláru na věku. V pokusu jsme také zjistili, že úbrus ve 4 roce života byl 0,77 mm za rok. LOE (2003) zjistil, že samci zuby ve 4. roce obrušují o 0,61 mm. Rozdílnost výsledků může být způsobena nedostatkem vzorků, nebo také srnci z jiné oblasti. Naši odhadci si v pokusu vedli velice dobře, chybovost jejich odhadu byla pouze 0,3 roku, ovšem stále zde nějaká chybovost je. GAČIĆ (2007) Mnoho studií ukázalo, že není možné dosáhnout 100 % shodu mezi odhadovaným a skutečným věkem srnců, a to i v případě, že se různé metody a ukazatele věku kombinují a používají společně. Procento přesných odhadů obvykle klesá ve vyšších věkových třídách. V práci také vyšlo, že průměrná délka LOIDc je 62,2 mm. KASARDA (2011) měřil délku zubů v horní čelisti a jeho výsledek byl 56,9 mm. Rozdíl mezi oběma pracemi může být zapříčiněný měřením odlišných čelistí. Při mikroskopování cementových vrstev jednotlivých zubů M1 se ukázalo, že jednotlivé vrstvy od sebe nebyly snadno rozeznatelné a často byly vidět jen shluky bílé barvy. AITKEN (1974), srnci z různých oblastí

nemají stejně viditelné cementové vrstvy. Dalšími faktory, které mohou mít na viditelnost vliv je genetika a potrava AITKEN (1974).

## 7. Závěr

Hlavním cílem práce byla digitalizace dolních čelistí srnce obecného za účelem nalezení vzájemných interakcí mezi úbrusem chrupu (výškou zubů) a věkem jedince. Tohoto cíle se podařilo dosáhnout. Při snímání čelistí bylo zaznamenáno několik nedostatků, které je však v případě potřeby možné eliminovat jinými technologickými postupy. Primárním cílem bylo nalézt metodu odhadu věku, která by byla přesnější než odhad založený na vizuálním posouzení abraze a subjektivním názoru odhadce. Digitalizace a následné měření čelistí ukázalo signifikantní vztah mezi měřenými rozměry a věkem jedince. Vzhledem k primárnímu rozdělení vzorků na základě odhadu věku došlo k nerovnoměrnému rozložení v rámci věku jedince a v případě starších srnců tak nebylo možné některé proměnné statisticky vyhodnotit.

Je nutné konstatovat, že i přes zcela odlišnou lokalitu, se kterou neměly odhadci žádné zkušenosti, se ukázalo, že samotná zkušenost s odhadováním věku srncí zvěře výrazně přispívá k přesnosti odhadu a vznikají pouze velmi zanedbatelné odchylky od skutečného věku. Skutečný věk byl určen na základě aplikace Mitchellovy metody. Ta se jeví při použití u srncí zvěře jako technologicky velmi náročná, vyžadující znalosti a schopnosti od prvopočátku své realizace. Při výsledném vyhodnocení se ukázalo, že vrstvy celulárního cementu jsou z primárního snímku špatně čitelné. Pro zlepšení viditelnosti vrstev by mohl pomoci jiný způsob přípravy vzorku, případné použití vhodného kontrastního barviva a dále pak postprocesing mikroskopických snímků, který v našem případě přinesl uspokojivý výsledek a dovolil nám věk jedinců určit.

Vzhledem k vysoké variabilitě úbrusu chrupu srncí zvěře napříč různými územími lze konstatovat, že měření korunkových výšek a postupu úbrusu může přinést zvýšení přesnosti odhadu věku zvěře. Je však nutné dodat, že pro použití této metody je třeba využívat technologie zaručující dostatečnou přesnost měření, dále pak vytvoření základního souboru čelistí, prezentujících adekvátně vývoj úbrusu v dané lokalitě, proměření tohoto souboru a stanovení hodnot pro danou lokalitu. Tyto hodnoty by mohly být následně používány pro zpřesnění odhadu.

Celá práce však vytváří základ pro pokračování výzkumu. Pro budoucí výzkum je třeba zvýšit počty vzorků, které je třeba rozdělit dle věku na základě odhadu



zkušeného odhadce, dále pak posouzení jedinců z různých lokalit, neboť změny abraze na základě potravní nabídky a mnoha jiných faktorů mohou výrazně postup úbrusu ovlivnit. Při snímání čelistí by bylo vhodné snímat vždy pouze jeden vzorek a pro zvýšení přesnosti využívat antireflexní sprej a referenční body.

## 8. Použitá literatura

- AITKEN, R. J. Cementum layers and tooth wear as criteria for ageing Roe deer (*Capreolus capreolus*) \*. *Journal of Zoology* [online]. 1975, 175(1), 15-28 [cit. 2022-04-09]. ISSN 0952-8369. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-7998.1975.tb01387.x
- BÁDR, Vladimír. *Odhad a přesné stanovení věku ulovené spárkaté zvěře*. [Praha]: Českomoravská myslivecká jednota, 2020. ISBN 978-80-905793-9-2.
- BOUCHNER, Miroslav a Zdeněk BERGER. *Lovná zvěř*. Praha: Aventinum, 1991. ISBN 80-85003-08-2.
- BROWN, W. A. B. a Norma G. CHAPMAN. The dentition of red deer (*Cervus elaphus*): a scoring scheme to assess age from wear of the permanent molariform teeth. *Journal of Zoology* [online]. 1991, 224(4), 519-536 [cit. 2022-04-10]. ISSN 0952-8369. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-7998.1991.tb03783.x
- COULSON, T., E. A. CATCHPOLE, S. D. ALBON, B. J. T. MORGAN, J. M. PEMBERTON, T. H. CLUTTON-BROCK, M. J. CRAWLEY a B. T. GRENFELL. Age, Sex, Density, Winter Weather, and Population Crashes in Soay Sheep. *Science* [online]. 2001, 292(5521), 1528-1531 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0036-8075. Dostupné z: doi:10.1126/science.292.5521.1528
- ČERVENÝ, Jaroslav. *Encyklopedie myslivosti*. Praha: Ottovo nakladatelství v divizi Cesty, 2004. ISBN 80-7181-901-8.
- ČERVENÝ, Jaroslav, Karel ŠŤASTNÝ, Jan FARKAČ, Petra NOVÁKOVÁ a Jan HOŠEK. *Zoologie lesnická: Obratlovci – praktická část*. I. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze ve spolupráci s Druckvo, spol. s r.o., 2017. ISBN 978-80-87668-35-1.
- ČERVENÝ, Jaroslav, Karel ŠŤASTNÝ, Jan FARKAČ, Petr KOUBEK a Petra NOVÁKOVÁ. *Zoologie lesnická: Obratlovci – textová část*. I. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze ve spolupráci s Druckvo, spol. s r.o., 2016. ISBN 978-80-87668-25-2.

- Ebrahim MA-B. *3D LASER SCANNERS: HISTORY, APPLICATIONS, AND FUTURE*. Unpublished [Internet]. 2014; Available from: <http://rgdoi.net/10.13140/2.1.3331.3284>
- GAČIĆ, Dragan P., Svetlana M. MILOŠEVIĆ-ZLATANOVIĆ, Damjan S. PANTIĆ a Dara B. ĐAKOVIĆ. Evaluation of the eye lens method for age determination in roe deer *Capreolus capreolus*. *Acta Theriologica* [online]. 2007, 52(4), 419-426 [cit. 2022-04-10]. ISSN 0001-7051. Dostupné z: doi:10.1007/BF03194239
- GAILLARD, Jean-Michel, Marco FESTA-BIANCHET a Nigel Gilles YOCCOZ. Population dynamics of large herbivores: variable recruitment with constant adult survival. *Trends in Ecology & Evolution* [online]. 1998, 13(2), 58-63 [cit. 2022-04-07]. ISSN 01695347. Dostupné z: doi:10.1016/S0169-5347(97)01237-8
- GAILLARD, J.-M., M. FESTA-BIANCHET, N. G. YOCCOZ, A. LOISON a C. TOÏGO. Temporal Variation in Fitness Components and Population Dynamics of Large Herbivores. *Annual Review of Ecology and Systematics* [online]. 2000, 31(1), 367-393 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0066-4162. Dostupné z: doi:10.1146/annurev.ecolsys.31.1.367
- GOLDMAN, L. W. Principles of CT and CT Technology. *Journal of Nuclear Medicine Technology* [online]. 2007, 35(3), 115-128 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0091-4916. Dostupné z: doi:10.2967/jnmt.107.042978
- HANZAL, Vladimír. *Myslivost I*. I. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze ve spolupráci s Druckvo, spol. s r.o., 2016. ISBN 978-80-87668-23-8.
- HØYE, Toke T. Age determination in roe deer — a new approach to tooth wear evaluated on known age in individuals. *Acta Theriologica* [online]. 2006, 51(2), 205-214 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0001-7051. Dostupné z: doi:10.1007/BF03192672
- KASARDA, Radovan a Peter CHUDEJ. *Zhodnotenie utvárania kraniologických mier a parožia srnčích trofejí v polovnej oblasti Tribeč*. 2011.
- KIM, Mija, Kyung-Hoe HUH, Won-Jin YI, Min-Suk HEO, Sam-Sun LEE a Soon-Chul CHOI. Evaluation of accuracy of 3D reconstruction images using multi-detector CT and cone-beam CT. *Imaging Science in Dentistry* [online].

2012, 42(1) [cit. 2022-04-07]. ISSN 2233-7822. Dostupné z: doi:10.5624/isd.2012.42.1.25

- KOLÁŘ, Zdeněk. *Odhad věku hlavních druhů spárkaté zvěře*. Hradec Králové: Vega, 2002. ISBN 80-900754-8-7.
- LOE, Leif Egil, Atle MYSTERUD, Rolf LANGVATN a Nils Chr. STENSETH. Decelerating and sex-dependent tooth wear in Norwegian red deer. *Oecologia* [online]. 2003, 135(3), 346-353 [cit. 2022-04-10]. ISSN 0029-8549. Dostupné z: doi:10.1007/s00442-003-1192-9
- LOCHMAN, Josef. *Posuzování věku živé a ulovené zvěře užitkové*. Praha: SZN, 1978. Lesnická knihovna.
- MENDŘICKÝ, Radomír a Jiří SOBOTKA. Accuracy Comparison of the Optical 3D Scanner and CT Scanner. *Manufacturing Technology* [online]. 2020, 20(6), 791-801 [cit. 2022-04-08]. ISSN 12132489. Dostupné z: doi:10.21062/mft.2020.120
- MENDŘICKÝ, Radomír a Petra DANČOVÁ. Using Contactless Scanners for Quality Inspection. *MATEC Web of Conferences* [online]. 2017, 89 [cit. 2022-04-10]. ISSN 2261-236X. Dostupné z: doi:10.1051/mateconf/20178901011
- MENZEL, Kurt. *Posuzujeme věk spárkaté zvěře*. [Praha]: Víkend, 2003. Myslivost (Víkend). ISBN 80-7222-293-7.
- MITCHELL, BRIAN. Determination of Age in Scottish Red Deer from Growth Layers in Dental Cement. *Nature* [online]. 1963, 198(4878), 350-351 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0028-0836. Dostupné z: doi:10.1038/198350a0.
- MITCHELL, Brian. Growth Layers in Dental Cement for Determining the Age of Red Deer (*Cervus elaphus* L.). *The Journal of Animal Ecology* [online]. 1967, 36(2) [cit. 2022-04-07]. ISSN 00218790. Dostupné z: doi:10.2307/2912
- MOORE, N. P., J. P. CAHILL, P. F. KELLY a T. J. HAYDEN. An Assessment of Five Methods of Age Determination in an Enclosed Population of Fallow Deer (*Dama Dama*) 95B, no. 1 (1995): 27–34. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*. Jun 1995, 1995(95B).

- MORRIS, P. A review of mammalian age determination methods. *Mammal Review* [online]. 1972, 2(3), 69-104 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0305-1838. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2907.1972.tb00160.x
- MYSTERUD, Atle a Eivind ØSTBYE. Comparing simple methods for ageing roe deer *Capreolus capreolus*: are any of them useful for management?. *Wildlife Biology* [online]. 2006, 12(1), 101-107 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0909-6396. Dostupné z: doi:10.2981/0909-6396(2006)12[101:CSMFAR]2.0.CO;2
- ŁOWIECTWO. *Nadleśnictwo spychowo* [online]. [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: [https://spychowo.olsztyn.lasy.gov.pl/lowiectwo#.YIF\\_xOhByUI](https://spychowo.olsztyn.lasy.gov.pl/lowiectwo#.YIF_xOhByUI)
- NEČAS, Josef. *Srnčí zvěř*. 2. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1975. Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství.
- RAESFELD, F. von a F VORREYER. *Das Rotwild*. Hamburg & Berlin: Paul Parey., 1978.
- RAKUŠAN, Ctirad. *Základy myslivosti*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1979. Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství.
- REIMERS, Eigil a Oivind NORDBY. Relationship between Age and Tooth Cementum Layers in Norwegian Reindeer. *The Journal of Wildlife Management* [online]. 1968, 32(4) [cit. 2022-04-07]. ISSN 0022541X. Dostupné z: doi:10.2307/3799574
- SEKERA, Jiří. *Posuzování věku naší lovné zvěře*. V Praze: Jaroslav Tožička, 1943
- SERGEANT, David E. a Douglas H. PIMLOTT. Age Determination in Moose from Sectioned Incisor Teeth. *The Journal of Wildlife Management* [online]. 1959, 23(3) [cit. 2022-04-09]. ISSN 0022541X. Dostupné z: doi:10.2307/3796891
- SCHERER, Pavel. *Srnčí zvěř*. 2. vyd. Sudice: Pavel Scherer, 2017. ISBN 978-80-260-3183-3.
- TULJAPURKAR, Shripad a Hal CASWELL. *Structured-population models in marine, terrestrial, and freshwater systems*. ISBN 978-1-4615-5973-3. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4615-5973-3.

- VACH, Miloslav. *Myslivost: vývoj české myslivosti, zoologie, ekologie, chov a lov zvěře, lovecká kynologie, myslivecké předpisy a lovecké střelectví*. Uhlířské Janovice: Silvestris, 1997. ISBN 80-901775-1-4.
- WAGENKNECHT, Egon. *Rotwild*. Neumann-Neudamm, 1981. ISBN 978-3331001373.
- ZELINKA, Ladislav, Jaroslav SLAMEČKA a Ludvik. Určování věku zajíců. *Myslivost* [online]. Feb 2015, 2015, 30 [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2015/Unor-2015/Urcovani-veku-zajicu>

## 9. Přílohy

Věk	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	67,473	68,344	66,852	66,299	66,042	64,988	65,343	63,677
1		0,41	0,45	0,18	0,14	0,11	0,11	0,07
2	0,41		0,10	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
3	0,45	0,10		0,41	0,30	0,20	0,21	0,12
4	0,18	0,04	0,41		0,76	0,38	0,44	0,20
5	0,14	0,03	0,30	0,76		0,49	0,59	0,25
6	0,11	0,04	0,20	0,38	0,49		0,84	0,58
7	0,11	0,03	0,21	0,44	0,59	0,84		0,46
8	0,07	0,03	0,12	0,20	0,25	0,58	0,46	

Tabulka 3 - Výsledky post-hoc testu provedeného u rozměru LOIDa a věku jedince

Věk	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
	62,675	63,354	62,949	61,937	62,338	60,989	60,534	58,408
1		0,59	0,78	0,49	0,77	0,34	0,17	0,07
2	0,59		0,69	0,18	0,37	0,18	0,07	0,04
3	0,78	0,69		0,18	0,48	0,22	0,07	0,04
4	0,49	0,18	0,18		0,66	0,56	0,31	0,12
5	0,77	0,37	0,48	0,66		0,43	0,21	0,09
6	0,34	0,18	0,22	0,56	0,43		0,82	0,33
7	0,17	0,07	0,07	0,31	0,21	0,82		0,40
8	0,07	0,04	0,04	0,12	0,09	0,33	0,40	

Tabulka 4 - Výsledky post-hoc testu provedeného u rozměru LOIDc a věku jedince

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
Věk	6,5836	6,1387	5,6581	5,2323	4,3206	4,0460	4,4703
1		0,84	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00
2	0,84		0,63	0,07	0,00	0,04	0,01
3	0,02	0,63		0,54	0,00	0,16	0,04
4	0,00	0,07	0,54		0,03	0,51	0,48
5	0,00	0,00	0,00	0,03		1,00	1,00
6	0,01	0,04	0,16	0,51	1,00		1,00
7	0,00	0,01	0,04	0,48	1,00	1,00	

Tabulka 5 - Výsledky post-hoc testu pro rozměr ACM1II a věk jedince

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
Věk	8,0917	7,8775	7,1206	6,3886	6,0253	6,5450	5,3463
1		1,00	0,05	0,00	0,00	0,41	0,00
2	1,00		0,29	0,00	0,00	0,60	0,00
3	0,05	0,29		0,13	0,01	0,99	0,00
4	0,00	0,00	0,13		0,93	1,00	0,30
5	0,00	0,00	0,01	0,93		0,99	0,80
6	0,41	0,60	0,99	1,00	0,99		0,77
7	0,00	0,00	0,00	0,30	0,80	0,77	

Tabulka 6 - Výsledky post-hoc testu pro rozměr ACM1Is a věk jedince

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
Věk	7,4604	7,4912	6,8694	6,5664	6,0604	5,8190	5,4007
1		1,00	0,52	0,16	0,01	0,35	0,00
2	1,00		0,53	0,17	0,01	0,34	0,00
3	0,52	0,53		0,92	0,13	0,78	0,03
4	0,16	0,17	0,92		0,73	0,95	0,18
5	0,01	0,01	0,13	0,73		1,00	0,82
6	0,35	0,34	0,78	0,95	1,00		1,00
7	0,00	0,00	0,03	0,18	0,82	1,00	

Tabulka 7 - Výsledky post-hoc testu pro rozměr ACM1il a věk jedince

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
Věk	8,0923	8,0643	7,2940	6,6466	5,9823	6,2310	5,6760
1		1,00	0,32	0,01	0,00	0,35	0,00
2	1,00		0,43	0,02	0,00	0,38	0,00
3	0,32	0,43		0,39	0,01	0,86	0,04
4	0,01	0,02	0,39		0,59	1,00	0,54
5	0,00	0,00	0,01	0,59		1,00	1,00
6	0,35	0,38	0,86	1,00	1,00		1,00
7	0,00	0,00	0,04	0,54	1,00	1,00	

Tabulka 8 - Výsledky post-hoc testu pro rozměr ACM1is a věk jedince



	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
Věk	8,7773	8,6598	8,2379	7,2902	6,8357	6,7700	5,5217
1		1,00	0,43	0,00	0,00	0,05	0,00
2	1,00		0,76	0,00	0,00	0,08	0,00
3	0,43	0,76		0,00	0,00	0,24	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,68	0,98	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,68		1,00	0,04
6	0,05	0,08	0,24	0,98	1,00		0,57
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,57	

Tabulka 9 - Výsledky post-hoc testu pro rozměr ACM1It a věk jedince

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
Věk	8,7149	8,5985	8,0011	7,3463	6,8593	8,1130	6,0087
1		1,00	0,32	0,01	0,00	0,99	0,00
2	1,00		0,60	0,02	0,00	1,00	0,00
3	0,32	0,60		0,25	0,01	1,00	0,00
4	0,01	0,02	0,25		0,78	0,95	0,10
5	0,00	0,00	0,01	0,78		0,67	0,61
6	0,99	1,00	1,00	0,95	0,67		0,19
7	0,00	0,00	0,00	0,10	0,61	0,19	

Tabulka 10 - Výsledky post-hoc testu pro rozměr ACM1It a věk jedince

	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}
Věk	8,2146	7,8192	7,1058	6,3432	5,1302	5,7930	5,2750	6,3440
1		0,98	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,33
2	0,98		0,51	0,01	0,00	0,05	0,00	0,65
3	0,02	0,51		0,11	0,00	0,32	0,01	0,98
4	0,00	0,01	0,11		0,01	0,98	0,39	1,00
5	0,00	0,00	0,00	0,01		0,96	1,00	0,82
6	0,01	0,05	0,32	0,98	0,96		1,00	1,00
7	0,00	0,00	0,01	0,39	1,00	1,00		0,93
8	0,33	0,65	0,98	1,00	0,82	1,00	0,93	

Tabulka 11 - Výsledky post-hoc testu pro rozměr ACM3pc a věk jedince

Věk	ACM 1ls	ACM 1ls	ACM 1is	ACM 1is	ACM 1ll	ACM 1ll	ACM 1il	ACM 1il	ACM 1c	ACM 1c	ACM 1lt	ACM 1lt	ACM 1it	ACM1it
	Mean	Std.E rr.	Mean	Std.E rr.	Mean	Std.E rr.	Mean	Std.E rr.	Mean	Std.E rr.	Mean	Std.E rr.	Mean	Std.Err.
1	8,09	0,20	8,09	0,33	6,58	0,30	7,46	0,17	4,39	0,31	8,78	0,10	8,71	0,12
2	7,88	0,36	8,06	0,22	6,14	0,18	7,49	0,15	4,63	0,21	8,66	0,13	8,60	0,17
3	7,12	0,17	7,29	0,17	5,66	0,15	6,87	0,16	4,35	0,09	8,24	0,12	8,00	0,14
4	6,39	0,19	6,65	0,30	5,23	0,15	6,57	0,25	4,33	0,21	7,29	0,28	7,35	0,28
5	6,03	0,21	5,98	0,30	4,32	0,19	6,06	0,29	4,27	0,24	6,84	0,21	6,86	0,25
6	6,55		6,23		4,05		5,82		4,16		6,77		8,11	
7	5,35	0,64	5,68	0,58	4,47	0,42	5,40	0,62	4,19	0,40	5,52	0,43	6,01	0,97

Tabulka 12 - Průměrné hodnoty měřených výšek na moláru M1

Věk	Mean LOIDa
1	67,47
2	68,34
3	66,85
4	66,30
5	66,04
6	64,99
7	65,34
8	63,68

Tabulka 13 – Průměrné hodnoty LOIDa – Délka dolní řady zubů – alveolární v jednotlivých letech.

Věk	Mean LOIDc
1	62,68
2	63,35
3	62,95
4	61,94
5	62,34
6	60,99
7	60,53
8	58,41

*Tabulka 14 – Průměrné hodnoty LOIDc – Délka dolní řady zubů – korunkové*

Věk	Mean
1	8,22
2	7,81
3	7,11
4	6,34
5	5,13
6	5,79
7	5,28
8	6,34

*Tabulka 15 – Průměrné hodnoty ACM3pc – výška posledního sloupku moláru M3*

číslo odhadce	5	3	8	4	7	2	6	1
výbrus Mitchel	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean
1	1,75	1,63	1,38	1,75	1,13	1,25	1,63	1,13
2	2,17	2,33	2	2,83	1,5	2,33	2,83	2,33
3	2,6	3,1	3	3,55	2,05	2,7	3,05	3,05
4	3,93	4,13	4,13	5	3,47	4,27	4	3,93
5	4,67	5	5,22	6,56	4,44	5	4,56	4,89
6	5,5	6,5	6	7	5	6	5,5	6
7	7	7,67	7,33	8	5,33	7,33	6	6,67
8	7	7	8	8	5	8	6	7
Mean	4,33	4,67	4,63	5,34	3,49	4,61	4,2	4,38

*Tabulka 16 - Průměrné hodnoty odhadovaného věku jednotlivých odhadců ve srovnání s věkem určeným Mitchelovou metodou*