Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

3D scanner a jeho potenciál pro hodnocení trofejí: porovnání metod stanovení objemu paroží srnce obecného

Bakalářská práce

Kateřina Baleková

Ing. Klára Košinová, Ph.D.

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kateřina Baleková

Lesnictví

Provoz a řízení myslivosti

Název práce

3D scanner a jeho potenciál pro hodnocení trofejí: porovnání metod stanovení objemu paroží srnce obecného

Název anglicky

3D scanner and its potential for trophy evaluation: comparison of methods for determining the volume of roe deer antlers

---

Cíle práce

Hlavním cílem práce je porovnání metod pro stanovení objemu paroží srnce obecného se zaměřením na jejich přesnost a replikovatelnost. Dalším cílem je stanovení objemu paroží u srnce obecného pomocí odměrného válce a porovnání této metody s výsledky měření provedeného pomocí 3D scanneru.
V neposlední řadě bude vyhodnocena aplikovatelnost metody měření objemu paroží s použitím 3D scanneru.

Metodika

Analýza bude založena na skenování lebek srnce obecného pomocí 3D scanneru a stanovení objemu paroží pomocí metody odměrného válce. Následně bude stanoven objem paroží u 3D modelu a veškeré údaje a postupy budou porovnány. Bude stanovena vhodnost použití 3D scanneru pro účely měření objemu paroží, přesnost a replikovatelnost této metody a návrh pro její případnou aplikaci v praxi. 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

Srnec obecný, paroží, hodnocení trofejí, 3D scanner

Doporučené zdroje informací

Baht, S.S., Smith, D.J. 1994. Laser and sound scanner for non-contact 3D volume measurement and surface texture analysis, Physiol. Meas. 15, 79–88.

Clutton-Brock, T. H. 1982. The Functions of Antlers. Behaviour, 79(2), 108–124. doi:10.1163/156853982x00201

Engan, Jens H. 2015. Effect of the Landscape Types on Hunting Selection in Roe Deer (Capreolus Capreolus, Linnaeus 1758) Trophies in Czech Republic. Journal of Landscape Ecology. 7. 10.2478/jlecol-2014-0018.

Feng, H., Yixin L., Fengfeng X. 2001. Analysis of digitizing errors of a laser scanning system.25(3), 185–191. doi:10.1016/s0141-6359(00)00071-4.

Chapman, D. I. 1975. Antlers–bones of contention. Mammal Review, 5(4), 121–172. doi:10.1111/j.1365-2907.1975.tb00194.x

Klusák, K. 2002. Hodnocení loveckých trofejí zvěře z celého světa, Nakladatelství Suczess. Velké Meziříčí. ISBN 80-903104-0-0.

Landete-Castillejos, T., Kierdorf, H., Gomez, S., Luna, S., García, A. J., Cappelli, J., Kierdorf, U. 2019. Antlers – Evolution, development, structure, composition, and biomechanics of an outstanding type of bone. Bone, 15046. doi:10.1016/j.bone.2019.115046

Sholts, S., Wärmländer, S., Flores, L., Miller, K., Walker, P. 2010.Variation in the measurement of cranial volume and surface area using 3D laser scanning technology, J. Forensic Sci. 55 (4), 871–876, doi:http://dx.doi.org/ 10.1111/j.1556-4029.2010.01380.x.

Tsuboi, M., Kopperud, B., Syrowatka, Ch., Grabowski, M., Voje, K., Pélabon, Ch., Hansen, T. 2020. Measuring Complex Morphological Traits with 3D Photogrammetry: A Case Study with Deer Antlers. Evolutionary Biology. 47. 10.1007/s11692-020-09496-9.

Urošević, M., Drobnjak, D., Oğrak, Y., Matarugić, D., Stojic, P. 2017. Comparison of Different Systems of Roe Deer (C. capreolus) Trophy Evaluation. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology. 5. 207. 10.24925/turjaf.v5i3.207-213.941.

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. 01. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: **3D scanner a jeho potenciál pro hodnocení trofejí: porovnání metod stanovení objemu paroží srnce obecného** vypracovala samostatně 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 na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

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 verzi tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 05.04.2023 _____

Poděkování

Především bych touto cestou chtěla poděkovala své vedoucí bakalářské práce Ing. Kláře Košinové, Ph.D., za odborné vedení, za pomoc, podporu a rady při zpracování této práce. Velice si vážím její trpělivosti a ochoty, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnovala. Zároveň děkuji univerzitě za umožnění práce s moderními technologiemi v Laboratoři 3D zobrazovacích technologií. Dále bych chtěla poděkovat mé rodině, která mě k myslivosti přivedla a vždy mě ve všem podporovala. A moje poděkování patří i všem vyučujícím na ČZU, kteří mě provázeli mým studiem a rozšiřovali mé vědomosti.

3D scanner a jeho potenciál pro hodnocení trofejí: porovnání metod stanovení objemu paroží srnce obecného

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá použitím metody 3D digitalizace pro účely hodnocení trofejí srnce obecného. Moderní technologie se stále vyvíjí, jsou čím dál dostupnější a díky nim je možné zpřesnit a urychlit výsledky výzkumů. Neinvazivní trojrozměrné měření objemu a analýza textury povrchu je žádoucí v mnoha vědních oborech. Pro vyhodnocení použitelnosti metody bylo použito 37 lebek srnce obecného, u kterých byl stanoven objem paroží standardní metodou dle CIC a metodou digitalizace pomocí 3D scanneru Atos Compact Scan. Zkoumané lebky byly získány z Lesů ČZU v Kostelci nad Černými lesy. Srovnání obou metod měření objemu prokázalo, že 3D scanner umožňuje přesnější vyhodnocení proměnných v rámci objektu, než je tomu u standardních metod. Jednou z hlavních výhod této metody se navíc ukázala schopnost měřit složité tvarové odchylky paroží. Důležitým faktorem je také možnost měření více proměnných v rámci lebky, než je tomu u standardních metod, následná archivace a sdílení dat a případné možnosti replikace objektu.

Klíčová slova: srnec obecný; paroží; hodnocení trofejí; 3D scanner

3D scanner and its potential for trophy evaluation: comparison of methods for determining the volume of roe deer antlers

Abstract

The bachelor thesis deals with the use of 3D digitization method for the purpose of trophy evaluation of roe deer. Modern technologies are constantly evolving, becoming more and more accessible and thanks to them it is possible to refine and accelerate the results of research. Non-invasive three-dimensional volume measurement and surface texture analysis is desirable in many scientific disciplines. To evaluate the applicability of the method, 37 roe deer skulls were used and the antlers volume was determined using the standard CIC method and the digitization method using the Atos Compact Scan 3D scanner. The examined skulls were obtained from Lesy ČZU v Kostelci nad Černými lesy. Comparison of both methods of volume measurement showed that the 3D scanner allows more accurate evaluation of variables within the object than the standard methods. In addition, one of the main advantages of this method proved to be the ability to measure complex shape variations in antlers. Another important factor is the ability to measure more variables within the skull than standard methods, the subsequent archiving and sharing of data, and the potential for object replication.

Keywords: roe deer; antlers; trophy evaluation; 3D scanner

Obsah

1 Úvod **10**

2 Cíl práce **11**

3 Literární rešerše **12**

3.1 Základní charakteristika srnce obecného **12**

3.2 Kraniometrie srnce obecného **13**

3.3 Paroží srnce obecného **15**

3.3.1 Vývoj paroží v průběhu roku 16

3.3.2 Aspekty ovlivňující růst a vývoj paroží 17

3.3.3 Paroží jako produkt 19

3.4 Způsoby preparace trofeje srnce obecného **20**

3.4.1 Osteologická preparace 20

3.4.2 Dermoplastická preparace 22

3.5 Způsoby preparace ostatních druhů **23**

3.6 Metody hodnocení trofejí **24**

3.6.1 Metoda Conseil International de la Chasse (CIC) 25

3.6.2 Metoda Boone and Crockett Club (B&C) 25

3.6.3 Metoda Safari Club International (S.C.I.) 25

3.6.4 Metoda Thompson B. Temple (TT) 26

3.6.5 Douglasova metoda 26

3.6.6 Metoda Burkett Trophy Game Records of the World (B.T.G.R.W.) 26

3.7 Hodnocení trofeje srnce obecného **26**

3.8 3D zobrazovací technologie **28**

3.8.1 3D scannery 28

3.8.2 CT scannery 30

4 Metodika **32**

4.1 Posuzovaná oblast **32**

4.2 Měření pomocí 3D scanneru **33**

4.3 Měření pomocí odměrného válce **36**

4.4 Statistické vyhodnocení **36**

5 Výsledky **37**

5.1 Srovnání měření objemu paroží metodou CIC a pomocí 3D scanneru **37**

5.2 Proměnné měřitelné pomocí 3D scanneru **39**

6 Diskuze **41**

7 Závěr **43**

8 Literatura **44**

9 Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh 48

10 Samostatné přílohy 49

1 Úvod

Hodnocení loveckých trofejí zvěře neslouží jen ke stanovení pořadí na výstavách, ale vyjadřuje také kvalitu trofejí z chovatelského hlediska. Proto by používané metody Mezinárodní rady pro lov a ochranu zvěře měly zajistit co nejpřesnější měření těchto trofejí.

Pro hodnocení trofeje srnce obecného byl v roce 1937 přijat Biegerův vzorec s poznámkou, že se jedná o vzorec dočasný a že je třeba ho dále vylepšit. Nicméně tento vzorec je v platnosti dodnes. Po letech používání této metody jsou všeobecně známá její úskalí a bylo by dobré ji aktualizovat. V dnešní moderní době se nabízí různé technologie, které by měření trofejí mohly zpřesnit. Údaje, jako jsou délka lodyh, rozloha a objem paroží se hodnotí pouze pomocí tradičních nástrojů, jako jsou váhy a metr. Tyto údaje by se daly dobře změřit pomocí virtuální rekonstrukce.

Na základě metodiky Košinová et al. (2022) jsme předpokládali možnost aplikace 3D scanneru pro virtuální rekonstrukci a následné měření objemu paroží. Vzhledem k vysoké přesnosti uvedené metody digitalizace bylo cíleno na dosažení vysoce kvalitních výstupů, které mohou nabídnout nové možnosti při posuzování kvality trofeje s eliminací subjektivních aspektů, které samotné hodnocení často ovlivňuje.

2 Cíl práce

Hlavním cílem práce je porovnání metod pro stanovení objemu paroží srnce obecného se zaměřením na jejich přesnost a replikovatelnost. Dalším cílem je stanovení objemu paroží u srnce obecného pomocí odměrného válce a porovnání této metody s výsledky měření provedeného pomocí 3D scanneru. V neposlední řadě bude vyhodnocena aplikovatelnost metody měření objemu paroží s použitím 3D scanneru.

3 Literární rešerše

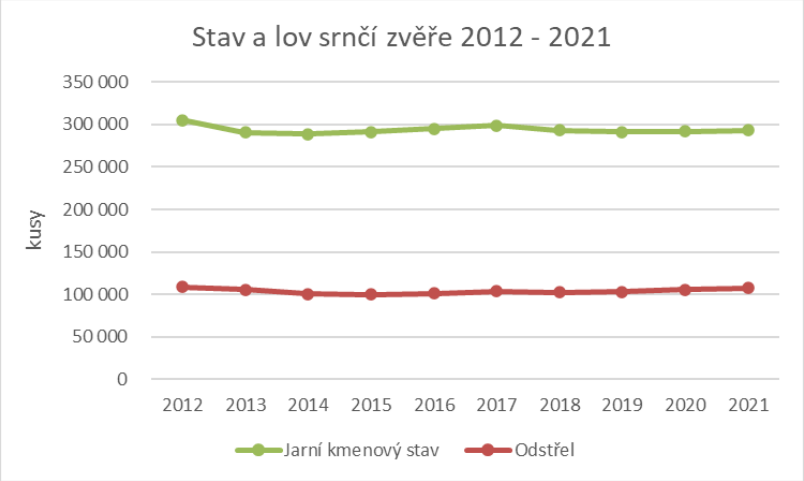
3.1 Základní charakteristika srnce obecného

Srnec obecný (*Capreolus capreolus*) je naší nejběžnější spárkatou zvěří. Vyskytuje se v největším počtu v otevřené krajině s menšími lesíky, křovinami a poli. Je ale velmi přizpůsobivý a dokáže žít na různých stanovištích od intenzivně obhospodařované zemědělské krajiny v nížinách až po souvislé lesy v horských oblastech. (Červený et al. 2019; Nečas 1975)

Srnčí zvěř je teritoriální druh a žije během léta většinou jednotlivě na poměrně malých území, která se mezi sebou překrývají. V zimě se srnčí zvěř sdružuje do různě velkých tlup, které nemají sociální hierarchii. Srnčí říje probíhá obvykle od poloviny července do poloviny srpna. Po oplodnění srna přestává být říjnou a vývoj zárodku trvá přibližně 5 měsíců. Díky utajené březosti, která u srn trvá obvykle 4-5 měsíců, kladou srny tedy většinou 1-2 srnčata koncem května a začátkem června. Srnčata pohlavně dospívají přibližně v 16. měsíci stáří a srnčí zvěř se může dožít 12 a více let. (Hanzal et al. 2016b; Wolf 1977; Červený et al. 2019; Nečas 1975)

Vzhledem k poměrně malému bachoru je aktivita srnčí zvěře rozložena do 10-11 pastevních period (nejvyšší je ráno a večer). V porovnání s ostatními jelenovitými je srnčí zvěř náročná na potravu. Spásá především dvouděložné byliny, listy, pupeny, výhonky, letorosty listnáčů, zemědělské plodiny, kůru dřevin a v zimě využívá myslivecké přikrmování. (Červený et al. 2019; Wolf 1977)

Početnost populace srnčí zvěře má dlouhodobě stoupající tendenci. V posledních deseti letech se populace srnčí zvěře pohybuje okolo 290 tisíc kusů a lov okolo 100 tisíc kusů za rok. (Český statistický úřad 2022)



Obrázek 1 Stav a lov srnčí zvěře 2012-2021, zdroj: (Český statistický úřad 2022)

3.2 Kraniometrie srnce obecného

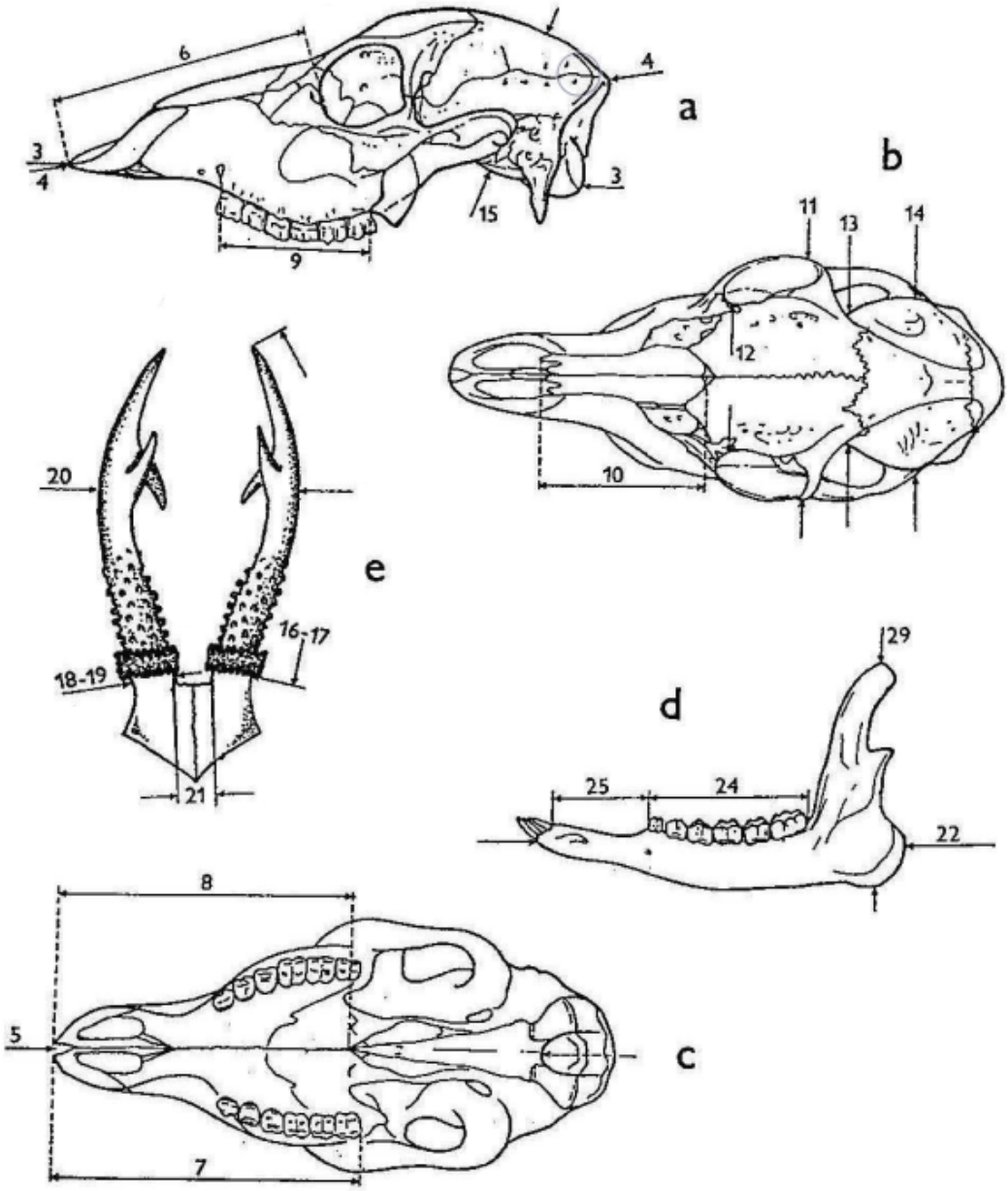
Kraniometrie se zabývá měřením lebky, především lidské lebky, ale tyto postupy lze aplikovat i na jiné živočichy. Zoologické třídění rodů, druhů či poddruhů živočichů se postupem času vyvíjelo v závislosti na stupni vědeckého poznání. Zpočátku se vycházelo především z podobnosti tělesných měr, zbarvení, případně chování živočichů v přírodě, později se začaly využívat kraniometrické hodnoty a následně se k tomuto účelu začaly porovnávat počty chromozomů a začaly být používány metody založené na složení DNA. (Hromas 2007)

Kraniometrie je metoda měření, kdy se mechanicky (kraniometrem – kaliperem) měří vzdálenosti a rozměry mezi stanovenými body na lebce. Díky tomuto měření se dá určit daný živočišný druh a jeho vazby, fyzickou kondici a další. Dále se pak může sledovat celkový vývoj populací, rozdíly mezi populacemi nebo populační trendy. Mezi kraniometrické rozměry patří např. délka a šířka lebky, délka, výška a šířka dolní čelisti a rozměry paroží (délka, rozloha a u některých i objem). (Košinová et al. 2022)

Kraniometrii srnců se věnovalo ve svých publikací mnoho autorů. Někteří se zaměřili na sledování charakteristických hodnot naměřených na lebkách ve vztahu k místním populacím srnčí zvěře, další zkoumali vztah mezi lebečními mírami a kvalitou srnčích parůžků, souvislost mezi lebečními mírami a stářím nebo souvislost lebečních měr s bodovými hodnotami srnčích trofejí měřených metodami CIC. (Hromas 2007)

U srnčí zvěře se nejčastěji používá metodika J. Zejdy a P. Koubka (Zejda a Koubek 1988), která vychází z měření 16 hodnot na lebce, 4 hodnot na dolní čelisti a 3 hodnot na paroží. Ve své studii prokázali, že měřené lebky srnců z nižších nadmořských poloh vykazují větší rozdíly a průměrné hodnoty kraniometrických rozměrů než lebky srnců z vyšší nadmořské výšky. (Vach 1993)

Lebka srnce se kromě menší velikosti vyznačuje relativně kratší obličejovou částí, širokými a krátkými kostmi slznými a sotva zřetelnou slzní jamkou. (Anděra a Horáček 2005)



3 - Kondylobazální délka lebky; 4 - Celková délka lebky; 5 - Bazální délka lebky; 6 - Délka splanchnocrania I; 7 - Délka splanchnocrania II; 8 - Délka patra; 9 - Délka horní řady zubů; 10 - Délka nasálie; 11 - Zygomatická šířka lebky; 12 - Interorbitální šířka lebky; 13 - Šířka v postorbitální části lebky; 14 - Maximální šířka neurocrania; 15 - Maximální výška neurocrania; 16 - Délka pravé lodyhy; 17 - Délka levé lodyhy; 18 - Šířka levé pučnice; 19 - Šířka pravé pučnice; 20 - Vnější rozloha paroží; 21 - Vnitřní vzdálenost mezi pučnicemi; 22 - Délka spodní čelisti; 23 - Výška spodní čelisti; 24 - Délka dolní řady zubů; 25 - Délka diastemy

Obrázek 2 Kraniometrické rozměry, zdroj: (Zejda a Koubek 1988)

Kraniometrie poskytuje potřebné výstupy, které jsou zapotřebí ke sledování narůstajících populací volně žijící zvěře a na základě zjištěných informací lze navrhnout vhodný management druhu. Manuální měření je ale časově náročné a může docházet k nepřesnostem v měření. Použití digitálních metod nabízí větší rozsah prostorových analýz. Pro kraniometrické měření

lze využít např. 3D a CT skenování. V současné době ale zatím ještě nejsou běžně dostupné postupy snímání, manuály ani protokoly jednotlivých použití na konkrétním objektu a postupy následného porovnávání při zjišťování přesnosti měření. (Košinová et al. 2022)

3.3 Paroží srnce obecného

Parohy jsou výrazným znakem srnců. Parožím nazýváme kostnaté výrůstky, které se vyvíjejí na dvou výčnělcích čelních kostí nazývaných pučnice. Své paroží srnec pravidelně každoročně shazuje během podzimu až zimy. Doba vytloukání i doba shazování parůžků je ovlivněna primárně zdravotním stavem jedince, silou vyprodukovaných parůžků a klimatickými podmínkami v daném roce (Wolf 1977). Srnčí parůžky jsou velmi různorodé a tvarově variabilní. Srncům mohou narůst silné parůžky pouze v případě, že jsou v dobrém zdravotním stavu, kondici, konstituci, mají dobrou genetickou dispozici a kvalitní životní prostředí (Scherer 2021; Wolf 1977). Dobře vyvinutý parůžek u dospělého srnce tvoří lodyha, ze které se větví přední výsada a výše na lodyze zadní výsada. Dolní rozšířenou část lodyhy nazýváme růže. Na povrchu paroží bývají podélné rýhy a především ve spodní polovině lodyhy bývají perly. Paroží může být zbarveno šedohnědě, hnědě až černohnědě (Nečas 1975).

Obecné schéma stavby paroží je u většiny jelenovitých stejné – na čelní kosti jsou trvalé výrůstky (pučnice), ty jsou pokryty okosticí a kůží a každý rok z nich vyrůstají parohy. Stavba pučnic se mění podle věku zvířete. Rostoucí paroží je pokryto lýčím, které je srostlé přímo s okosticí pokrývající paroží. Po vytlučení se paroží považuje za mrtvou tkáň. Paroží srnců se skládá ze silné vnější vrstvy tvrdé kompaktní kosti, která obklopuje jádro z houbovité kosti. Parohy rostou od špiček, takže tyto části jsou tvořeny nejmladšími tkáněmi a ty u základny nejstaršími (Nečas 1975). Krevní zásobení pučnic pochází z vnitřního cévního zásobení čelních kostí. Rostoucí parohy jsou zásobovány větvemi povrchových spánkových tepen. Pod pučnicemi se tyto tepny větví a vytvářejí větší laterální koronární tepny a menší mediální koronární tepny. Ve všech fázích růstu paroží tyto vnější tepny zásobují krví lýčí a parůžky (Heckeberg et al. 2023). Lýčí srnců je protkáno také nervovou soustavou, která se obnovuje každoročně, protože nervy odumírají spolu s ním. Chemické složení a fyzikální vlastnosti paroží závisí na analyzované části paroží, stádiu vývoje paroží a druhu zvěře. Srnčí paroží se skládá při obsahu sušiny kolem 90 % zhruba ze 40 % organické hmoty, zejména bílkovin, a 50 % minerálních látek, z nichž převážnou část tvoří sloučeniny vápníku a fosforu – 2/3 vápník a 1/3 fosfor. (Chapman 1975; Vodňanský 2008; Jaczewski 1983)

Kromě mechanických vlastností mají parohy ještě několik dalších vlastností, které z nich dělají zajímavý studijní objekt pro biology, kteří se zabývají studiem kostí (Chapman 1975). Parohy jsou nejrychleji rostoucími kostmi v živočišné říši a jsou tedy dobrým modelem pro studium procesů růstu a mineralizace kostí. Výhodou paroží pro takové studie je jeho snadná dostupnost a pravidelná výměna, která umožňuje sériové studie u téhož jedince (Giżejewska et al. 2020). Vnitřní struktura, minerální složení, mechanické vlastnosti a histologie paroží jsou silně ovlivněny environmentálními podmínkami. Paroží je jediným příkladem kompletní regenerace velkého kostního přírůstku u savců a lepší pochopení tohoto procesu může pomoci při hledání způsobů, jak stimulovat regeneraci částí nebo celých končetin u lidí. U paroží bylo také zaznamenáno jen velmi málo případů kostních nádorů a předpokládá se tedy, že vyvíjející paroží je vůči tvorbě nádorů obzvláště odolné. (Landete-Castillejos et al. 2019)

3.3.1 Vývoj paroží v průběhu roku

Mladým srnečkům se po 3. měsíci života začínají tvořit pučnice, na kterých během října až listopadu vyrůstají první parůžky, které jsou během vývoje obalené kůží – lýčím. Jejich růst je spuštěn vzestupem hladiny testosteronu. Tyto parůžky srneček ihned vytlouká a přibližně během února až března je shazuje. Po zhojení obnažené plochy pučnice začíná růst druhé paroží, které vytlouká většinou v červnu a shazuje v období od října až do prosince. Roční srnec nosí tedy zpravidla již druhé paroží. Pučnice, z nichž paroží vyrůstá, se vyvíjejí z postranních částí čelních kostí, proximálně od nadočnicových výběžků těchto kostí. Přesná poloha se u jednotlivých druhů mírně liší. Průměr stopek se s věkem zvětšuje, takže nakonec vyrůstají téměř z celých proximálních částí čelních kostí. (Nečas 1975; Landete-Castillejos et al. 2019; Chapman 1975; Jaczewski 1983)

V dalších letech nosí srnci vyzrálé a vytlučené parůžky od jara do podzimních až zimních měsíců, ale již koncem září a začátkem října se pučnice začínají připravovat na tvorbu nových parůžků. Postupně se odbourává zejména tenká vrstva kostní tkáně v horní části pučnice a vytvoří se tzv. demarkační linie mezi odumřelým parůžkem a pučnicí, pak se postupně snižuje soudržnost parůžku s pučnicí, až parůžek odpadne – je shozen. (Nečas 1975; Chapman 1975)

Shazování parůžků je u srnčí zvěře ovlivněno několika faktory. Rozhodující je zdravotní stav a kondice jedince, dále pak pohoda jedince a klíčovou roli má hladina androgenů v krevním řečišti, zejména hladina pohlavního hormonu testosteronu, který produkují varlata. Vývoj paroží je zároveň vázaný na růstový hormon somatropin podvěsku mozkového (hypofýzy), hormon melatonin nadvěsku mozkového (epifýzy), steroidní hormon kortizol produkovaný

kůrou nadledvin a na hormon štítné žlázy kalcitonin. Obecně tedy srnec, který je v dobré tělesné kondici a dobrém zdravotním stavu, má parůžky na hlavě déle než jedinec nemocný nebo poraněný. V populacích srnčí zvěře existují ale i případy, kdy někteří jedinci z různých příčin parůžky neshazují a své původní parůžky nosí celé následující období. Příčina těchto poruch není dosud objasněna, ale především u ročních srnců by to mohlo být způsobeno poruchami v hormonální činnosti, kdy se srncům nesníží hladina testosteronu a nedojde k tvorbě demarkační štěrbiny, která poruší soudržnost parůžku s pučnicí. Závislost testosteronu na tvorbě paroží byla prokázána i kastračními pokusy. Jedincům, vykastrovaným před začátkem růstu paroží, paroží nikdy již nenarostlo a stali se tak tzv. „holci“. A jedincům, vykastrovaných v průběhu růstu paroží, se začalo tvořit deformované paroží pokryté lýčím, tzv. „paruka“. (Chapman 1975; Nečas 1975; Jaczewski 1983; Wolf 1977)

Jelikož je dorostlé vytlučené paroží v podstatě mrtvá kost, není schopné opravit své případné zlomeniny vzniklé ze soubojů. Pravidelná výměna paroží je tedy prostředek, jak zajistit, aby v každém období říje měl srnec k dispozici novou sadu „zbraní“. (Landete-Castillejos et al. 2019)

3.3.2 Aspekty ovlivňující růst a vývoj paroží

Na vývoji paroží se podílí mnoho faktorů. Jedním z nich je genetika, kdy geny matky-srny mají na vývoj paroží stejný vliv, jako geny otce-srnce. Jakým způsobem se genetické predispozice u potomstva rozvinou, je ovlivněno řadou dalších vlivů vyplývajících z životních podmínek v daném prostředí. V praxi to znamená, že pokud srnec nasadí slabší paroží, nemusí to znamenat, že má nedostatečné genetické vlohy, ale že v důsledku vzájemného působení vnějších a vnitřních faktorů neměl srnec dostatečný předpoklad pro vytvoření silnějšího paroží. Lze tedy vycházet z toho, že životní podmínky mají při vývoji srnčího paroží v konečném důsledku rozhodující vliv. (Vodňanský 2008; Chapman 1975)

Dalším předpokladem pro tvorbu silného paroží je odpovídající výživa, kdy je důležité, aby dostatečná nabídka kvalitní potravy byla k dispozici v průběhu celého roku. Dle odborných studií existuje pozitivní vztah mezi tělesnou kondicí srnců a hmotností paroží. Základem kvalitní srnčí populace jsou tedy srny ve výborné fyzické kondici. Jedině v tomto případě pak může vodící zdravá a dobře živená srna kvalitně živit své mládě-srnče. Pro konečný tvar a pevnost paroží je důležitý zejména vápník a fosfor, bez kterých paroží dorůstá do zdeformovaného stavu (tzv. „vývrtkáč“). (Vodňanský 2008; Chapman 1975; Jaczewski 1983; Nečas 1975)

Pro tvorbu silného paroží má mimořádný vliv i dostatek klidu, protože ten hraje významnou roli v energetické bilanci organismu. I tu nejhodnotnější potravu nedokáže srnčí zvěř optimálně využít, pokud bude velmi zneklidňována např. člověkem nebo sociálním tlakem při větší populační hustotě zvěře. Stres může také vyvolat další nežádoucí stavy, jako je například nadměrné zazvěření honitby nebo velký počet samců na malém území. (Engan 2014; Chapman 1975; Jaczewski 1983)

Významným faktorem ovlivňujícím tvorbu paroží je také celkový zdravotní stav srnce. Všeobecným problémem jsou především vnější i vnitřní parazité, kteří při silnějším napadení způsobují značné zatížení organizmu hostitele. Například u srnce, který byl napadený motolicí, bylo prokázáno gumové paroží – měkké, pružné paroží, které se po ohnutí vrací do původní polohy. Dále mají značný negativní vliv na tvorbu paroží i zranění či různá orgánová onemocnění. (Vodňanský 2008; Chapman 1975; Jaczewski 1983)

Důležitou roli hrají i klimatické podmínky. V souvislosti s vývojem paroží má pozitivní vliv mírný průběh zimního období s nižšími srážkami a s větší intenzitou slunečního svitu. (Vodňanský 2008; Engan 2014; Chapman 1975)

Často se diskutuje o vlivu věku srnce na vývoj paroží. Nejsilnější paroží vytváří srnci zpravidla mezi třetím a sedmým rokem života. Jeho síla ale často rok od roku kolísá a neroste tedy vždy pravidelně se vzrůstajícím věkem srnce. Také vývoj jednotlivých znaků paroží, jako jsou perlení nebo délka lodyh či výsad, není rovnoměrný. K největšímu přibývání hmotnosti srnčího paroží dochází obvykle mezi prvním a čtvrtým rokem života (za příznivých životních podmínek). V jakém věku pak skutečně dochází k jeho vývojové kulminaci, je především závislé na životních podmínkách v daném prostředí. (Vodňanský 2008)

Velké energetické výdaje na každoroční obnovu paroží naznačují, že pokud by paroží neposkytovalo svým majitelům nějakou významnou výhodu, selekce by jeho vývoj potlačila. V současnosti je známo pět pravděpodobných důvodů, proč by si paroží mělo zachovat svou funkci: slouží jako zbraň ve vnitrodruhovém boji, poskytuje obranu proti predátorům, reguluje tělesnou teplotu v období jeho růstu, ukazuje dominanci nebo bojové schopnosti jejich nositele a odráží genetickou kvalitu samců tedy slouží samicím k výběru vhodného samce k reprodukci. Po přezkoumání všech hypotéz o funkci paroží můžeme tvrdit, že neexistuje žádný přesvědčivý důkaz o jiné funkci paroží samců jelenovitých než o jeho používání jako zbraně ve vnitrodruhovém boji a jeho příležitostném použití proti predátorům. To ale samozřejmě neznamená, že paroží není používáno při hodnocení soupeřů nebo že si samice nevybírají samce podle velikosti paroží, jen pro to neexistují jednoznačné důkazy. Nelze tvrdit že jedinou funkcí

paroží jelenovitých je jeho použití jako zbraně v mezidruhovém boji, protože tím nelze vysvětlit třeba výskyt paroží i u samic sobů a karibu. Jsou zapotřebí další studie funkce paroží napříč všemi druhy. (Clutton-Brock 1982; Chapman 1975; Jaczewski 1983)

3.3.3 Paroží jako produkt

Složení paroží (hydroxyapatit, kolagen, nekolagenní bílkoviny a voda) je v podstatě podobné ostatním kostem. Parohy obsahují více organické hmoty a méně minerálů než ostatní kosti, a proto mají ze všech kostí největší odolnost proti zlomení. (Landete-Castillejos et al. 2019)

V minulosti bylo z tohoto důvodu paroží velmi ceněným nástrojem. Využívalo se například jako zemědělské nářadí (motyka), zbraň (kopí) nebo šperk. V dnešní době se odumřelé shozené paroží využívá v mnoha oblastech. Vyrábí se z něj krásné dekorace, nábytek, šperky, střenky nožů, lovecké vábničky, knoflíky a mnoho dalších. Také je velmi oblíbeným doplňkem stravy pro psy, kdy žvýkání parůžku u psa podporuje zdravé zuby a dásně a uspokojuje potřebu psa něco žvýkat. (Jaczewski 1983)

Obrázek 3 Střenky nožů z paroží, zdroj: vlastní

Velký význam má paroží ve farmacii. Studiem parožního růstu se zabývají vědci na celém světě již mnoho desítek let, ale léčivé účinky měkkých parohů obalených lýčím, tzv. pantů, se využívají v tradiční orientální medicíně už déle než dva tisíce let. Léčení různých chorob pomocí pantů je popsáno již ve starých čínských, japonských a korejských lexikonech z dob před naším letopočtem. Cena pantů byla srovnatelná se zlatem a například v některých oblastech Číny vedla v minulosti až k vyhubení populace jelenovitých. Dnes se panty získávají převážně z farmových chovů. Vyrábí se z nich různé potravinové doplňky na podporu imunity, regeneraci organismu, proti projevům stárnutí, na posílení svalstva, při léčbě neplodnosti, impotence, osteoporózy, artritidy, ale i nespavosti nebo třeba při ztrátě paměti. (Bubeník 2000; Chapman 1975; Jaczewski 1983)

Moderní západní farmakologie účinky jeleního paroží objevuje teprve v posledních desetiletích. Novodobý výzkum růstu parohů naznačuje, že by v budoucnosti mohly mít panty využití ve veterinární i lidské medicíně. Výzkum buněk rostoucího paroží, které mají charakter kmenových buněk, otevírá možnosti využití v ortopedické medicíně, třeba při regeneraci kostní hmoty a také při hojení popálenin a těžkých ran. Další možnosti jsou v léčení zdegenerovaných a úrazem zničených chrupavek, osteoporózy, cévních chorob nebo nervových spojů (přínosné například po úrazech páteře). (Bubeník 2000)

3.4 Způsoby preparace trofeje srnce obecného

Svůj vztah k ulovené zvěři vyjadřuje myslivec také úctou k jeho myslivecké trofeji. Ta má být připomínkou zážitků spojených s lovem, měla by působit ušlechtile a je důkazem úrovně chovu. Proto musí být vhodně upravena. (Nečas 1975)

3.4.1 Osteologická preparace

Je popsáno několik způsobů osteologické preparace, ale ne každý je vhodný pro všechny druhy zvěře. V případě osteologické preparace trofeje srnce obecného přichází v úvahu několik metod.

Pro preparátora je teoreticky nejméně náročná metoda uložení lebky do mraveniště nebo zakopání do hlíny. Ale je dokázáno, že mravenci se primárně neživí tkáněmi obratlovců, a navíc znehodnotí lebku poleptáním kyselinou mravenčí. A po vyjmutí zakopané lebky z hlíny, po dokončení hnilobného procesu, hrozí ztráta některých částí lebky (např. zubů) a navíc takto zpracovanou lebku již nebude možné dokonale vybělit. Proto se tyto metody nedoporučují. (Synek et al. 2021; Frišhons a et al. 2020)

Další nevhodnou metodu pro preparaci trofeje větších obratlovců, která negativně působí zejména na zuby a povrch kostí, je chemické čištění, převážně za použití NH4 a H2O2 (amoniak a peroxid vodíku) (Frišhons a et al. 2020). Tato metoda není pro větší lebky dostatečně účinná. Při tomto procesu je zapotřebí velké množství chemikálií, které navíc mohou poškodit i paroží. (Synek et al. 2021)

Za již použitelnou metodu pro vyčištění lebky zvěře se dá označit čištění larvami hmyzu, kdy se používají výhradně brouci z čeledi kožojedovití (čeleď Dermestidae, rody Dermestes nebo Anthrenus). Nicméně, pro vyčištění lebky srnce by bylo zapotřebí několik stovek jedinců, jejichž chov by byl náročný, hrozilo by poškození částí trofeje, očištění by nebylo stoprocentní, protože k některým částem (např. k zubním lůžkům) by se broukům nemuselo podařit dostat,

a navíc by v lebce mohly zůstat zbytky trusu nebo svleček larev. (Synek et al. 2021; Ajayi et al. 2016)

Další možnou metodou je vodní macerace neboli hnití. V tomto případě jde o ponoření hlavy ulovené zvěře do vody a očištění probíhá pomocí hnilobných bakterií. Celý proces ale může trvat i několik týdnů a největším problémem této metody je zápach, který může být opravdu silný. Výhodou této metody je, že je velmi šetrná k patologickým úkazům (např. rakovina kostí) nebo slabě osifikovaným mladým jedincům, i tyto kosti macerace zanechává dokonale čisté, nepoškozené a částečně odmaštěné. Paroží ale nesmí být při maceraci ponořeno. (Frišhons a et al. 2020; Ajayi et al. 2016)

Mezi myslivci je nejčastěji používanou metodou vaření. Jedná se o snadnou, rychlou a nenáročnou metodu, která se dá použít na široké spektrum druhů savců a ptáků. Postup této metody u srnce:

- práce se surovou hlavou
    - stažení kůže, ořezání co nejvíce masa, oddělení dolní čelisti, vyjmutí lízáku, světel a mozku, vykrvení ve studené vodě
- vaření očištěné hlavy (délka vaření závisí na stáří jedince)
- opláchnutí a dočištění lebky
- odmaštění (pomocí acetonu) a dobělení lebky (pomocí 12% peroxidu vodíku)
- opláchnutí vodou a vyschnutí
- příp. přilepení oddělených částí (pomocí transparentních, vodou ředitelných a vodou rozpustných lepidel)

(Synek et al. 2021; Javůrek 1973; Roszkopf 1979)

Obrázek 4 Osteologická preparace – srnec obecný. 1. hlava před preparací; 2. hlava po preparaci zdroj: vlastní

3.4.2 Dermoplastická preparace

Zajímavým způsobem preparace zvířat je tzv. „vycpávání“ neboli dermoplastická preparace či taxidermie. Tímto způsobem lze zachovat části zvířat, v myslivosti nejčastěji hlavy, nebo dokonce celé zvíře. Nynější preparátorské firmy dokáží zachovat původní vzhled zvířete velmi dobře a dokáží tímto způsobem vypreparovat širokou škálu druhů z celého světa – ryby, ptáky, obojživelníky, malé i velké savce. Hotové preparáty poté usadí do podstavců, které imitují prostředí, ve kterém dané zvíře žije. Pro vyhotovení kvalitního preparátu je velmi důležitá prvotní příprava/úprava mrtvého zvířete tak, aby nedošlo ke zbytečnému znehodnocení např. špatným stažením kůže. (Frišhons et al. 2018)

Různé způsoby uchování částí zvířat (např. kůže) používali lidé už od pravěku, kdy si z vyčiněných kůží vyráběli oblečení nebo přístřešky. V průběhu středověku byla poprvé zaznamenána modernější forma taxidermie, a to navléknutí kůže zvířete na předem připravenou formu tak, aby vypadalo jako živé. Nejstarší známou publikaci o preparaci napsal v roce 1555 přírodovědec Pierre Bellon. Postupně se taxidermie stávala více populární a na začátku 20. století přispěli k jejímu rozvoji především umělci jako Carl E. Akeley, William T. Horneday, Colomas Jonas, Leon Moldete, kteří vyvinuli na tu dobu průkopnický způsob preparace zvířat – oblékání kůží na předem zhotovené, velmi zdařilé modely zvířat. Od 70. let 20. století se začaly používat polyuretanové náhražky těl, které dosud nejsou překonané. Podle těla zvířete se pomocí modelovací hmoty nebo odléváním vytvoří polyuretanový model, na který se doplní umělé komponenty jako slecha, zuby, lízák a skleněná nebo akrylová světla a nakonec se na něj natáhne vyčiněná kůže. Pro preparátora je velmi důležitá znalost anatomie a výrazu zvířat, techniky preparování (modelování, odlévání), použití materiálů, cit k uměleckému zpracování a v neposlední řadě snaha se stále v oboru vzdělávat a rozvíjet. (Višňák 2015; Frišhons et al. 2018)

Preparace srnce obecného patří k velmi častým zakázkám pro preparátorské firmy. Ale jeho preparace není snadná a je velmi náročné vystihnout správný výraz srnce (Preparace Pekař spol. s r. o. 2023). Většinou se preparuje hlava s krkem nebo celá postava.

Obrázek 5 Dermoplastický preparát – srnec obecný, zdroj: vlastní

3.5 Způsoby preparace ostatních druhů

Preparace zvířat je činnost, která navazuje na lov ryb a zvěře tím, že lovci nabízí možnost uchovat si zážitek z lovu v podobě trofeje. Zároveň je to ale také činnost, která nepřímo slouží vědě, protože jí poskytuje studijní materiál ve formě zvířecích preparátů žijících nebo již vymřelých druhů. A veřejně vystavené preparáty slouží k seznámení široké veřejnosti s druhy, které by jinak neměli možnost potkat. (Tlapák 2005)

Preparace zvěře je přímo spjata s lovem a vzhledem k výskytu nejvíce lovených druhů zvěře, lze konstatovat, že největší koncentrace preparátorských firem je na africkém kontinentě a v Americe. Jednoznačné prvenství v průmyslovém zpracování mají americké firmy, a to díky vyspělým průmyslovým technologiím. (Tlapák 2005)

Obdobným principem, který je popsaný výše o preparaci srnce, se preparují různé druhy živočichů. Postup zpracování nebo nároky na techniku se ale u různých živočišných druhů liší. Velmi pracné a časově náročné jsou preparáty koster tzv. „skeletony“, např. kostra hada. Náročné je také dobarvení a finalizace preparátu, obzvlášť například u preparace ryb. (Tlapák 2005; Frišhons et al. 2018)

Obrázek 6 Dermoplastický preparát – Binga tygří *(Hydrocynus goliath)*, zdroj: vlastní

Obrázek 7 Skeleton – kachna divoká *(Anas platyrhynchos)*, zdroj: (Anatomické pomůcky [b.r.])

3.6 Metody hodnocení trofejí

Kvalita trofeje zvěře je pro myslivce nástrojem pro hodnocení výsledků práce se zvěří, pro sledování vývoje kvality populací a také životních podmínek zvěře v honitbách. Pro lovce je trofej upomínkou na prožitý lov zvěře. Čím je trofej mohutnější, tím bývá pro lovce silnější lovecký zážitek. Mohutnost trofeje je ovlivněna spoustou faktorů, jako např. genetika, zdravotní stav, věk, výživa a kvalita prostředí. (Klusák 2002; Hanzal et al. 2016a)

Na přelomu 19. a 20. století se začala zvyšovat snaha o objektivní hodnocení loveckých trofejí. První publikace o hodnocení trofejí „Records of Big Game“ byla vydána na konci 19. století Angličanem Rowlandem Wardem a věnovala se některým druhům asijské a africké zvěře. Hodnocení trofejí na evropském kontinentě se jako první věnoval Johann Meran, který v roce 1895 jako první zveřejnil svoji metodu hodnocení jeleního paroží. Tato metoda se však dál nerozšířila a všeobecně uznána byla roku 1937 teprve metoda hodnocení jeleních trofejí od Herberta Nadlera. (Klusák 2002; Jaczewski 1983)

Pro určení kvality trofeje existuje celá řada metod. Standardně jsou využívány metody Mezinárodní rady pro lov a ochranu zvěře (CIC). (CIC 2010)

3.6.1 Metoda Conseil International de la Chasse (CIC)

V roce 1930 byla v Paříži založena Mezinárodní lovecká rada „Conseil International de la Chasse“ (dále jen CIC). Jedním z úkolů této rady bylo sjednotit metody hodnocení loveckých trofejí. Za účelem ověření a přezkoušení navrhovaných hodnotitelských metod se komise sešla v roce 1937 v Praze při příležitosti výstavy loveckých trofejí. Jako metody CIC byly navrženy a následně přijaty tyto metody: Nadlerova pro jelení parohy, Wildova pro daňčí parohy, Biegerova pro srnčí parůžky, rakousko-německá pro kamzičí růžky a Šimanova pro mufloní toulce. Postupem času byly tyto metody na zasedáních rady a komise pro hodnocení trofejí CIC doplňovány a precizovány. (Klusák 2002)

V Českých zemích bylo hodnocení trofejí metodou CIC zveřejněno po roce 1945 v publikacích J. Sekery 1967, J. Macourka & kolektiv 1980 a J. Hromase & K. Klusáka 1993. (Klusák 2002)

Metody CIC jsou složité a oceňují mohutnost trofeje a její vzhled. V současné době je při hodnocení kladen důraz především na přírodní původ, takže trofejím ovlivněných lidskou činností (např. výkrm v obůrkách) nemohou být udělena ocenění mezinárodní komise CIC. (Hanzal et al. 2016a; Feuereisel 2014)

3.6.2 Metoda Boone and Crockett Club (B&C)

Hodnocení velké zvěře Severní Ameriky poprvé formuloval Dr. James L. Clark v roce 1935 a Grancel Fritz ji později revidoval. V roce 1949 byly obě tyto verze předloženy nezávislé komisi, kterou jmenoval klub významných osobností se záměrem chránit zvěř před neřízeným lovem Boone and Crockett Club (B&C) a tato komise z obou verzí stanovila metody měření pro všechny druhy velké zvěře Severní Ameriky. Tato metoda se používá dodnes a je zaměřena na měření délek a obvodů, přísně upřednostňuje symetrii trofeje, nepoužívá vůbec přirážek formou vzhledových bodů a nehodnotí hmotnost trofeje, rozdíly měření vzájemně odpovídajících si znaků levé a pravé strany trofeje se jako srážky odčítají z naměřených hodnot. (Klusák 2002; Jaczewski 1983)

3.6.3 Metoda Safari Club International (S.C.I.)

Tuto metodu hodnocení loveckých trofejí vyvinul v roce 1977 zakladatel organizace Safari Club International C. J. McElroy. S touto metodou lze hodnotit i paroží v lýčí, kterému se pak uděluje srážka 5 %. Princip této metody je podobný Nadlerově metodě. Nejsou

používány žádné subjektivní prvky jako např. vzhledové body. (Hanzal et al. 2016a; Klusák 2002)

3.6.4 Metoda Thompson B. Temple (TT)

Metoda Thompson B. Temple System (TT) byla vyvinuta v roce 1976 pro hodnocení zvěře introdukované do USA, mj. také jelenů rodu Axis, daňků, jelenů sika a evropských poddruhů jelena evropského. (Hanzal et al. 2016a; Klusák 2002)

3.6.5 Douglasova metoda

Na Novém Zélandě v roce 1949 vytvořil lovec zvěře Norman Douglas tuto metodu především pro hodnocení trofejí jelena evropského, sambara, daňka a losa. Její předností je univerzálnost, protože ji lze použít pro všechny jelenovité s „kulatým“ parožím. Tato metoda klade důraz na symetrii trofejí. (Klusák 2002; Hanzal et al. 2016a; Jaczewski 1983)

3.6.6 Metoda Burkett Trophy Game Records of the World (B.T.G.R.W.)

Autorem metody je Dr. J. W. Burkett. V této metodě se klade důraz především na přesné měření jednotlivých znaků a je možné hodnotit i paroží v lýčí se srážkou 2 %. (Hanzal et al. 2016a; Klusák 2002)

3.7 Hodnocení trofeje srnce obecného

Pro hodnocení trofeje srnce obecného byl přijat Biegerův vzorec s poznámkou, že se jedná o vzorec dočasný a že je třeba ho dále vylepšit. Nicméně tento vzorec zůstal v užívání jako dočasný dalších sedm desetiletí. Důvod dočasnosti tohoto vzorce spočíval v rozporu v určení nejdůležitějšího prvku hodnocení – estetická hodnota, délka paroží nebo velikost trofeje. (Urošević et al. 2017; Jaczewski 1983)

Definice typické srnčí trofeje: typická trofej srnce obecného je takové paroží, na němž lze uplatnit mezinárodní hodnotitelskou metodu v plném rozsahu. Z hodnocení se vylučuje paroží parukáčů a výrazně malformované paroží, u něhož nelze exaktně zjistit objem trofeje. Hodnotí se délka lodyh, hmotnost trofeje, objem a rozloha paroží. Dále se přičítají vzhledové body za barvu, perlení, růže, hroty a vyspělost výsad, pravidelnost a tvar. Srážky se pak dávají za nepravidelnost a deformace. (Klusák 2002)

1. Hodnocený znak měřená hodnota			koeficient	body
1.1 Délka lodyhy levá cm pravá cm	průměr cm		0,50	
1.2 Hmotnost trofeje g Srážka na lebku g	čistá hmotnost g		0,10	
1.3 Objem paroží ccm			0,30	
2.1 Přirážky				
2.1.1 Rozloha paroží ..... cm % z průměrné délky lodyh			0 - 4 body	
2.1.2 Barva			0 - 4 body	
2.1.3 Perlení			0 - 4 body	
2.1.4 Růže			0 - 4 body	
2.1.5 Hroty výsad			0 - 2 body	
2.1.6 Vyspělost výsad			0 - 2 body	
2.1.7 Pravidelnost, souměrnost a tvar paroží			0 - 3 body	
Celkem kladných bodů				
2.2 Srážky				
2.2.1 Za výsady			0 - 2 body	
2.2.2 Nesouměrnost a nežádoucí tvar paroží			0 - 3 body	
Srážky celkem				
Výsledná bodová hodnota trofeje				

Obrázek 8 Tabulka hodnocení trofeje srnce obecného, zdroj: (Klusák 2002)

Systém CIC se od ostatních mezinárodních systémů hodnocení trofejí liší ve dvou věcech. Za prvé zohledňuje hmotnost trofeje srnce a za druhé umožňuje přidělení bodů za krásu trofeje nebo odečtení bodů za nedostatky. Mimo Evropu má tento způsob hodnocení špatnou pověst. Hlavní námitky proti tomuto systému jsou:

- Přidělování bodů za zbarvení trofeje. Namítá se, že zbarvení trofeje nevypovídá o kvalitě paroží, ale závisí pouze na stanovišti, ve kterém jedinec žije a na ročním období. Navíc zbarvení paroží lze po preparaci trofeje uměle korigovat.
- Rozloha, která také nevypovídá o biologické kvalitě jedinců.
- Hmotnost, která představuje pouze technické měřítko. Není možné, aby v případě dvou trofejí se stejným objemem a různou hmotností, byla poutavější ta s větší hmotností. Navíc s hmotností trofeje lze také manipulovat.

(Urošević et al. 2017; Jaczewski 1983)

Systém CIC ve své současné době poskytuje dobrý přehled o tom, která trofej je „lepší, silnější a krásnější“, ale CIC je pod tlakem, aby revidovala svůj hodnotící systém a zachovala tak nové vědecké poznatky o úspěšném hospodaření se zvěří a z hodnotícího vzorce vyloučila subjektivní prvky. (Urošević et al. 2017)

3.8 3D zobrazovací technologie

3D skenování je převod trojrozměrného objektu na digitální model, se kterým je možné dále pracovat. Digitální skeny fungují jako předloha pro trojrozměrný tisk, využívají se ke kontrole kvality (třeba v průmyslové výrobě) nebo k digitální archivaci (např. historických soch nebo objektů). Vedle toho se 3D skenování běžně využívá v zábavním průmyslu (animace, digitalizace objektů do virtuální reality) či geodézii. V medicíně se zase uplatňují mj. při modelování čelistních nebo kloubních náhrad. (Barbero a Ureta 2011; Chane et al. 2013)

Fungování 3D scanneru vychází ze dvou základních principů. Buď laser nebo čočka kamery snímá světlo odražené od objektu (bezkontaktní scannery), nebo se informace o objektu získávají ze sondy, která povrch snímaného předmětu přejíždí (kontaktní scannery). Získaná data následně specializovaný software převádí na digitální model. Záběr 3D scannerů je obrovský: od malých předmětů (mince) po obrovské objekty - automobily, budovy a dokonce i zemský povrch nebo mořské dno. (Sansoni et al. 2009)

Levnou a jednoduchou metodou získávání 3D dat ze souborů 2D digitálních fotografií je fotogrammetrie. Z případové studie měření komplexních morfologických znaků u jeleních parohů (Tsuboi et al. 2020) vyplývá, že fotogrammetrie může být účinným a přesným nástrojem pro měření paroží a dalších komplexních morfologických znaků. Tsuboi et al. (Tsuboi et al. 2020) ve své studii zároveň vyhodnocovali zdroje nepřesností při tomto způsobu měření, kterým mohou být pořizování fotografií, vykreslování snímků, zpracování snímků a škálování. Prokázali, že 3D fotogrammetrie poskytuje nezkreslené a poměrně přesné měření objemu paroží jelení zvěře. Vypočetli průměrnou relativní chybu 8,5 %, která byla ze 70 % způsobena chybou v měřítku objektů a z 29 % byla způsobena fotosoubory a vykreslováním.

Digitalizační systémy se rychle vyvíjí. V současné době existuje mnoho digitalizačních technik s různým stupněm přesnosti a pro různé využití. Systémy s větší přesností jsou ty, které využívají bílé světlo, jako je systém Atos. Systém CT digitalizuje všechny části dílu lépe než jakýkoliv jiný, pokud jsou jejich rozměry menší než 300x500 mm. (Barbero a Ureta 2011)

3.8.1 3D scannery

3D scannery se liší především použitou technologií, přesností měření a účelem, ke kterému mají sloužit. Tato metoda skenování slouží k zachycení tvarů a textur skenovaného objektu a následně se data zpracují pomocí příslušného programu. Podle použité technologie rozlišujeme 3D scannery na:

- Optické – optické skenování je nejdostupnější a nejlevnější variantou 3D skenování a k zachycení objektu slouží přirozeně odražené světlo a čočka fotoaparátu, funguje tedy na principu pořízení mnoha fotografií z různých úhlů a jejich následné digitalizaci ve skenovacím programu v počítači.
- Destruktivní – schopné digitalizovat vnější i vnitřní objemy. Například optické skenování za pomocí vakua, při kterém dochází k poničení skenovaného objektu.
- Ultrazvukové – založené na principu snímání povrchu předmětu ultrazvukovou sondou.
- Rentgenové – schopné zjišťovat informace jak o vnější, tak vnitřní geometrii užitím rentgenového záření.
- Laserové – kolmo ke skenovanému předmětu se vysílá laserový paprsek (nebo více paprsků), který se od něj odráží a vrací zpět do skenovacího zařízení – velmi přesné.

Dále můžeme 3D scannery rozlišovat na základě potřeby kontaktu se skenovaným objektem na dotykové scannery a bezkontaktní scannery. Dotykové scannery fungují na principu zkoumání povrchu dotykem (sonda přejíždí po předmětu), data se sbírají do počítače a následně se zpracovávají. Nevýhodou těchto scannerů je, že zachycují pouze skenovaná místa, které vybere obsluha scanneru. Bezkontaktní scannery jsou vhodné pro komplexní zaměření. Tento typ skenování je nejpřesnější. Bezkontaktní scannery se dále dělí podle způsobu manipulace na ruční scannery, stacionární scannery (skenovací objekt je nutné přinést ke scanneru) a mobilní scannery (scanner lze přemisťovat a skenování může probíhat kdekoliv ve volném prostoru). (Barbero a Ureta 2011; Sansoni et al. 2009; Chane et al. 2013; 3Dees Industries [b.r.])

V roce 1993 přišli Bhat a Smith (Bhat a Smith 1994) se studií o laserovém a zvukovém scanneru pro bezkontaktní 3D měření objemu a analýze textury povrchu. Scanner navržený v jejich studii je univerzální zařízení pro bezkontaktní měření objemů na tvrdých i měkkých materiálech pomocí laserového senzoru s velmi nízkým výkonem a nízkofrekvenčního zvukového senzoru. Laserový snímač umožňuje mimořádně přesné a precizní měření objemu bez ovlivnění povrchové struktury nebo chemického složení materiálu. Zvukový senzor umožňuje kromě měření objemu také nedestruktivní kvalitativní analýzu textury povrchu bez ohledu na tvrdost materiálu. Umožňuje také nedestruktivní stanovení tvrdosti nebo měkkosti povrchu, což je důležitý parametr využitelný nejen pro lékařské používání. Celý přístroj je robustní, přenosný, levný a lze jej snadno přizpůsobit pro různé použití a prostředí. Z výsledků prezentovaných v tomto článku vyplývá, že scanner lze potenciálně použít k měření

změn objemu a struktury povrchu a také plochy povrchu rány pro sledování jejího hojení. Vzhledem k neinvazivní charakteristice laseru a zvukových senzorů by toto zařízení mohlo být použito i v jiných oblastech jako např. v plastické chirurgii (Koban et al. 2016).

Feng, Liu a Xi (Feng et al. 2001) ve svém článku z roku 2001 o analýze chyb digitalizace laserového skenovacího systému tvrdí, že přesnost měření je ovlivněna geometrií měřeného dílu a jeho polohou ve skenovacím okně. Komerční laserové scannery jsou kalibrovány, aby se zohlednila změna úhlu dopadu laserového paprsku. Ale vliv hloubky skenování a promítnutého úhlu se ve standardním kalibračním procesu nezohledňují a v této práci byl zjištěn pomocí experimentů.

Sholts et al. (Sholts et al. 2010) ve své studii hodnotili opakovatelnost a přesnost měření objemu a povrchu lebek pomocí modelů vytvořených 3D laserovým scannerem. Uvádí, že chyby v rámci pozorovatele jsou ve výši 0,2 % a chyby mezi pozorovateli ve výši 2 % z celkových hodnot plochy a objemu. Zároveň také tvrdí, že přesnost měření souvisí s počtem datových bodů použitých k vykreslení 3D modelů, který je omezen kapacitou počítače. Očekává se, že zdokonalení výpočetní techniky spolu s další automatizací softwaru zapojeného do sestavování 3D modelů sníží chyby měření mezi pozorovateli a v rámci pozorovatele v blízké budoucnosti.

3.8.2 CT scannery

Computed tomography (CT) je moderní zobrazovací metoda, která pomocí rentgenových paprsků procházejících objektem umožňuje 3D zobrazení objektu v počítačovém programu. Tato metoda je neinvazivní, má vysokou rozlišovací schopnost a je velmi rychlá. Přístroj, který toto zobrazení umožňuje se nazývá tomograf a využívá se především v medicíně, ale lze jej využít třeba také v biomechanice, archeologii, paleontologii a v dalších vědních oborech. Rentgenové CT s vysokým rozlišením je ideální technologií pro definování vnitřních a vnějších tvarů, které jsou obtížně digitalizovatelné jinými digitalizačními technologiemi, jejichž kvalita závisí na síle rentgenového záření. (Barbero a Ureta 2011; Fleischmann a Boas 2011)

Velký pokrok v oblasti výpočetní techniky a detekce ionizujícího záření umožnili rozvoj CT přístrojů. V prvních desetiletích používání CT skenování bylo základní technikou snímání jednotlivých vrstev postupně po sobě (tzv. sekvenční skenování), které trvalo až několik hodin a bylo tedy velmi časově náročné. V 90. letech 20. století byl zaveden nový způsob skenování, tzv. spirální CT, při kterém je objekt skenovaný kontinuálně a skenování tak trvá jen desítky minut. V současné době se nejvíce používají moderní multidetektorové CT (MDCT), které

pomocí spirálního skenování umožňují mnohem rychlejší výsledek (za několik minut) s kvalitním prostorovým rozlišením. Díky rychlosti snímkování se CT skenování stalo dominantní vyšetřovací metodou u traumatických stavů. (Malíková a et al. 2019; Seidl a et al. 2012)

CT skenování má velký potenciál ve vědě a výzkumu. Např. na České zemědělské univerzitě v Praze (ČZU) na Fakultě lesnické a dřevařské (FLD) se nachází vlastní laboratoř výpočetní tomografie, kde je pro tyto účely umístěn multidetektorový tomograf (MDCT) značky Siemens Somatom Scope Power a je využíván napříč mnoha obory. (ČZU – Fakulta lesnická a dřevařská [b.r.])

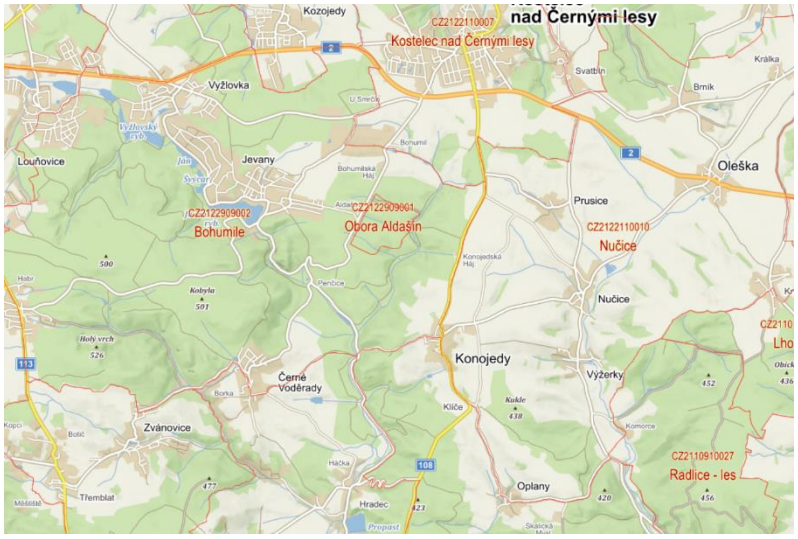
Obrázek 9 CT scanner na ČZU v Praze, zdroj: (ČZU – Fakulta lesnická a dřevařská [b.r.])

4 Metodika

4.1 Posuzovaná oblast

Pro posuzování rozdílů v měření objemu paroží srnce byly vybrány lebky 37 srnců-samců, s parožím, ve věku 1-6 let. Tyto lebky pochází Lesů ČZU v Kostelci nad Černými lesy, které jsou držitelem honiteb Bohumile – 2 900 ha, Obora Aldašín – 100 ha a Radlice – 800 ha. (Lesy ČZU [b.r.])

Lesy ČZU v Kostelci nad Černými lesy se nachází v přírodní lesní oblasti Středočeská pahorkatina, v mírně teplé klimatické oblasti s nadmořskou výškou cca 350-400 m. n. m. Součástí honitby Bohumile je národní přírodní rezervace Voděradské bučiny, která je významná svým rozlehlým bukovým porostem. V honitbě Radlice převažují bukové a smíšené lesy. (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR [b.r.])



Obrázek 10 Mapa posuzované oblasti, zdroj: (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem 2023)

Výkon práva myslivosti je v těchto honitbách provozován ve vlastní režii Lesů ČZU. Cílem při chovu zvěře je zajistit takové početní stavy zvěře, které jsou v souladu se zájmy lesního a zemědělského hospodářství. Dále se snaží svou činností podporovat ohrožené a vzácné druhy zvěře, zabezpečit veterinární péči o zvěř a vhodnými chovatelskými zásahy zkvalitňovat trofejovou zvěř. Lov zvěře je zde realizován buď individuálním způsobem (s profesionálním doprovodem) nebo při společných lovech. Loví se zde zvěř srnčí, černá, daňčí a mufloní. (Lesy ČZU [b.r.])

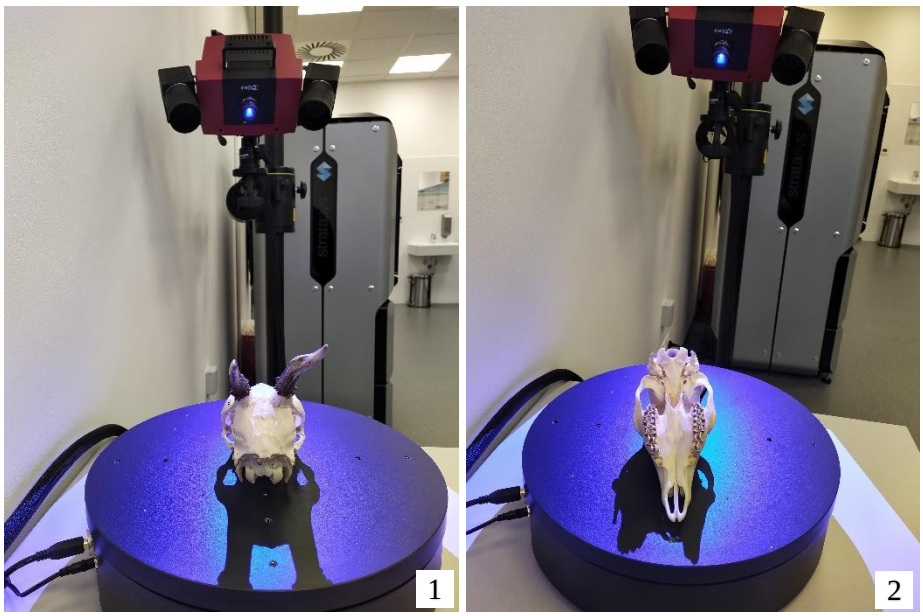
4.2 Měření pomocí 3D scanneru

Pro 3D skenování lebek byl použit scanner ATOS (Advanced Topometric Sensor) Compact Scan 12M Essential Line, který se nachází na České zemědělské univerzitě v Praze (ČZU) na Fakultě lesnické a dřevařské (FLD) ve vlastní laboratoři 3D zobrazovacích metod. Tento scanner je vybaven stereo CCD kamerami s rozlišením 12Mpx a pruhovým projektorem. Jedná se o pohyblivé bezkontaktní zařízení, což je velkou výhodou. Měřící systém ATOS je certifikován pro metrologii a dodává se s certifikací dle předpisu VDI/VDE 2634 part 3.

3D scanner je připevněn na polohovatelném stojanu, který mu zabezpečuje stabilitu. Pro snímání sledovaných objektů byly zvoleny kamery s měřícím objemem 300 mm a skenovací metoda Fringe Projection. Tato metoda spočívá v promítání pruhů na skenovaný objekt, které se podle tvaru objektu deformují, jsou snímány kamerami a software z těchto záběrů poté vypočítá prostorové souřadnice jednotlivých bodů – postup triangulace. Výsledný soubor naměřených dat je ve formátu STL a následná úprava nasnímaných dat probíhá pomocí softwaru GOM Inspect, který dokáže rychle rekonstruovat 3D model CAD. Metodika snímání lebky s parožím vycházela z metodiky stanovené dle Košinové et al. (2022).

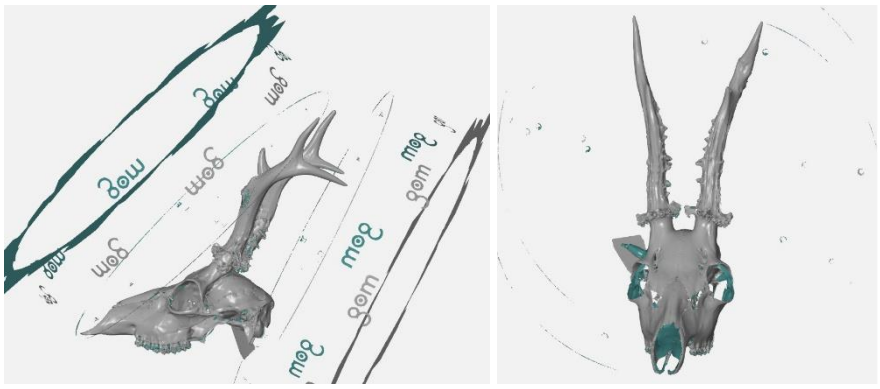
Vzhledem ke složitějšímu tvaru paroží, jeho rozměrům a potřebě oboustranného skenování, byly na snímané objekty umístěny referenční body o velikosti 1,5 mm. Tyto referenční body slouží k orientaci při zaznamenávání souřadnic skenovaného objektu a následně ke spojení všech jednotlivých snímků do výsledného obrazu. Na paroží sledovaných objektů bylo tedy umístěno vždy celkem 6 referenčních bodů, a to vždy dva body na vnější plochu parohu (jeden v dolní a jeden v horní části) a jeden bod na vnitřní plochu parohu. Poté byl objekt umístěn na automatickou otočnou podložku do „základní polohy“, což je pro srnce přední pohled na nosní a čelní kost – axiální rovina. Snímkování bylo nastaveno na 8 snímků na 360° otočení podložky a před zahájením snímání byl nastaven kontrast objektu a referenčních bodů. Objekt byl vždy vzhledem k jeho členitosti skenován ve dvou polohách – pohled na čelní kost (vrchní) a pohled na patro a klínovou kost (spodní). Kvůli vysokému kontrastu mezi parožím a lebkou, byl na paroží použit antireflexní nástřik na bázi křídy, díky kterému došlo ke sjednocení barvy objektu a tím k přesnějšímu a rychlejšímu snímání. Tenká vrstva zachovává i velmi jemné detaily modelu a z povrchu jde velmi jednoduše setřít nebo vyfoukat stlačeným vzduchem. Během skenování probíhá při každém snímku automatická kontrola kalibrace, transformace, změny světla a relativního pohybu. Po spojení měřících řad

proběhla polygonizace (standardní úroveň) a následně byl objekt exportován – digitalizovaný objekt „mesh“.



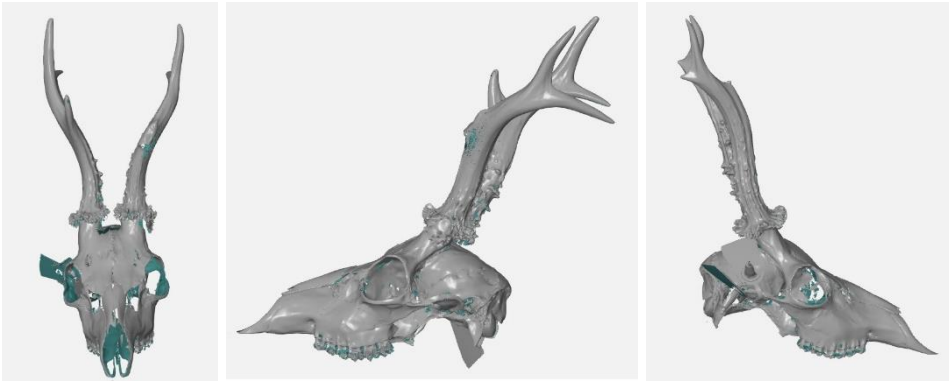
Obrázek 11 Umístění objektu na podložce – dvě polohy snímání. 1. Pohled na čelní kost (vrchní); 2. Pohled na pohled na patro a klínovou kost (spodní)

Obrázek 12 Antireflexní nástřik na skenované paroží



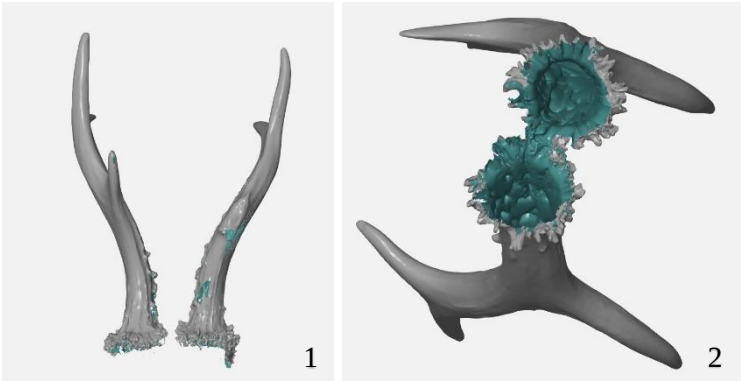
Obrázek 13 Výsledné digitalizované objekty „mesh“ (bez úpravy).

Výsledný objekt byl zkontrolován pomocí softwaru GOM Inspect 2019, jehož základními funkcemi jsou editace polygonální sítě, import mračna bodů a polygonální sítě, zalepení otvorů polygonální sítě, redukce, zahuštění a vyhlazení polygonální sítě a regularizace trojúhelníku. Úprava snímaného objektu spočívala ve vyčištění objektu od nežádoucích prvků, které byly náhodně nasnímané z okolí. Dále byly oříznuty parohy od lebky, byly odstraněny všechny její pozůstatky včetně pučnic a mezery v polygonální síti, které se nacházely především na spodní straně paroží, byly doplněny tak, aby nebyl narušen přirozený tvar a nedošlo k nepřesnostem v měření.

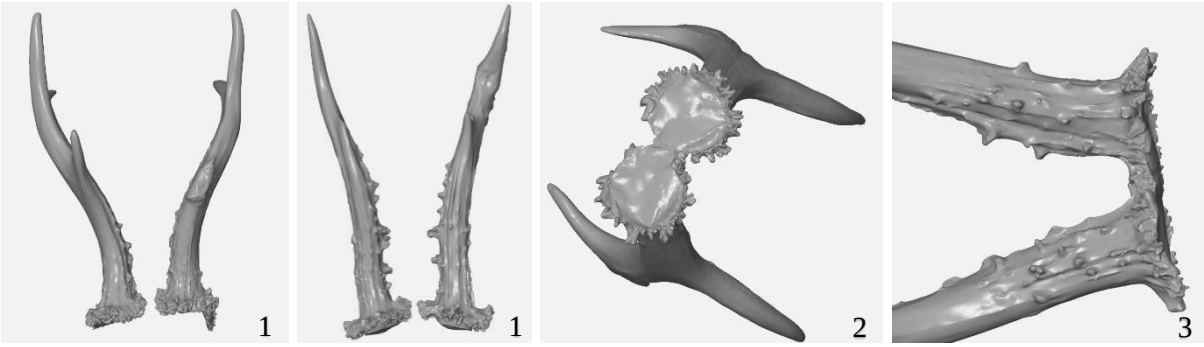


Obrázek 14 Objekty po vyčištění nežádoucích prvků (s úpravou).

Obrázek 15 Proces oddělování paroží od lebky



Obrázek 16 Objekt určený k měření s mezerami v polygonální síti. 1. axiální pohled; 2. pohled zespodu

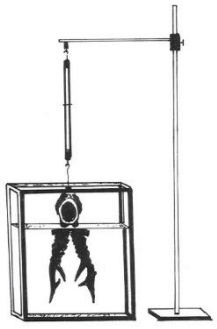


Obrázek 17 Objekty určené k měření s vyplněnými mezerami v polygonální síti. 1. axiální pohled; 2. pohled zespodu; 3. pohled zboku

4.3 Měření pomocí odměrného válce

Standardní postup pro měření objemu paroží je pomocí odměrného válce metodou stanovenou CIC, kdy se objem změří pomocí hydrostatického zákona, tedy zjištěním hmotnosti vody vytlačené parožím.

K měření se používá průhledná nádoba s odpovídajícími rozměry naplněná vodou a lékárnické váhy, které mají váživost do 1000 g a citlivost 1 g. Nejprve se trofej zváží volně na vzduchu (hrubá hmotnost). Poté se zváží trofej s parůžky ponořenými až po spodní okraj růží do vody, přitom se parůžky nesmí dotýkat stěny ani dna nádoby a žádná část lebky se nesmí dotýkat vody. Odečtením druhé naměřené hodnoty od první naměřené hodnoty zjistíme hmotnost vody vytlačené parůžky v gramech. 1 gram je pak roven 1 cm^3 objemu trofeje. (Klusák 2002)



Obrázek 18 Měření objemu paroží pomocí odměrného válce, zdroj: (Klusák 2002)

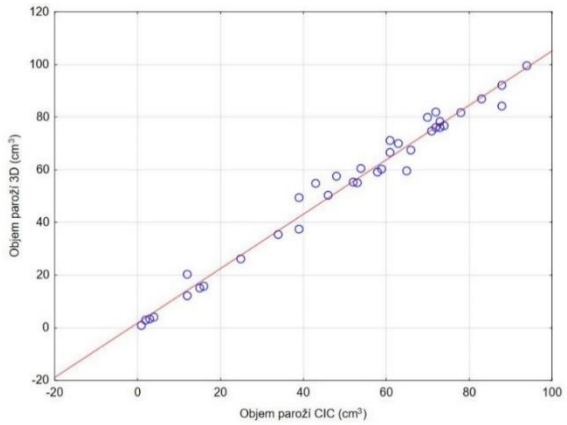
4.4 Statistické vyhodnocení

Vyhodnocení rozdílu měření objemu pomocí odměrného válce a 3D scanneru bylo provedeno jednorozměrnou analýzou rozptylu (ANOVA). Hladina významnosti byla pro veškeré statistické testy zvolena $\alpha = 0.05$. Základní databáze byla vytvořena v programu MS Excel. Veškeré výpočty byly provedeny v programu Statistica 14.0.0.15.

5 Výsledky

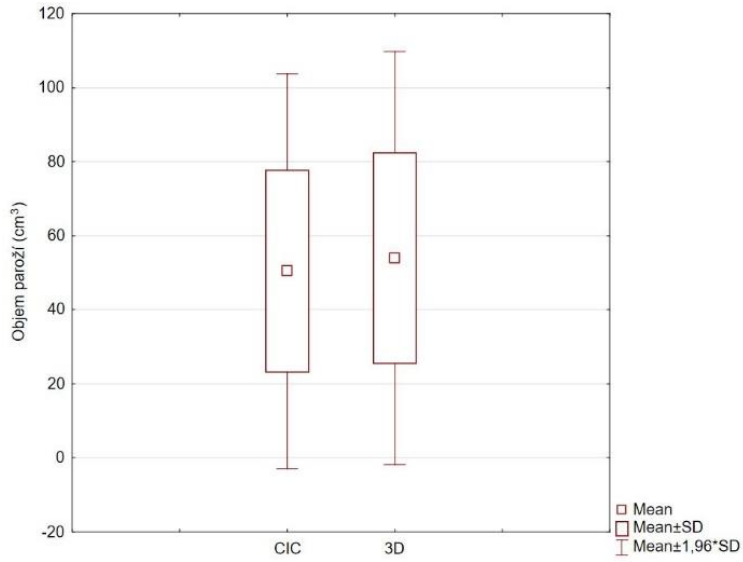
5.1 Srovnání měření objemu paroží metodou CIC a pomocí 3D scanneru

Při porovnání dat získaných při měření objemu paroží pomocí odměrného válce a 3D scanneru jsme zjistili, že data naměřená 3D scannerem vykazují pozitivní odchylku od výchozího měření odměrným válcem. (Graf 1)



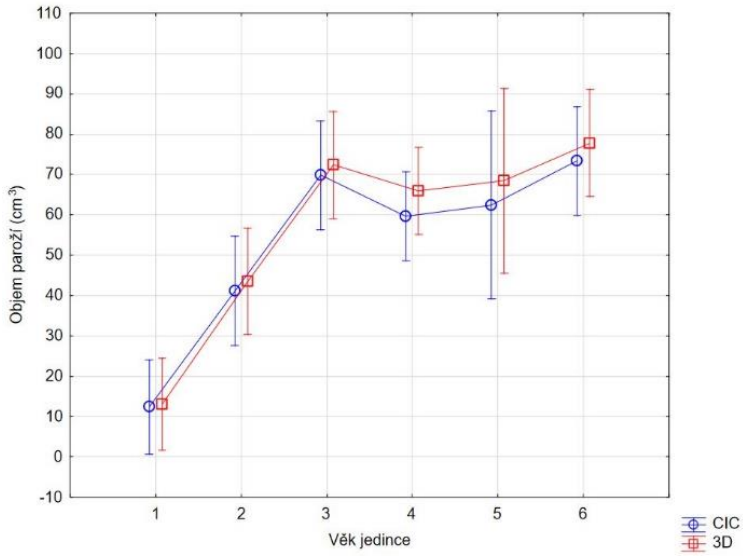
Graf 1 Odchýlení od výchozího měření

Byly vypočítány absolutní a relativní odchylky mezi měřeními oběma metodami. Průměrná absolutní odchylka je 2,06 cm^3, minimální odchylka 0,01 cm^3 a maximální odchylka 5,88 cm^3. Měření pomocí 3D scanneru vykazuje ve srovnání s měřením metodou odměrného válce u většiny paroží pozitivní odchylku. Největší odchylka byla zaznamenána u paroží s menším objemem, což ukazuje přímou závislost mezi přesností měření a objemem paroží. (Graf 2)



Graf 2 Odchylky měření objemu metodou CIC a 3D scannerem

Naměřené hodnoty ukazují, že objem paroží není přímo závislý na věku srnce. Zjednodušeně lze říci, že jednoletí srnci mají nejmenší objem paroží, který do tří let věku rychle narůstá a v dalších letech kolísá nebo klesá. Mezi vybranými lebkami s parožím bylo i několik extrémů, kdy např. jednoletý srnec měl stejně velký objem paroží jako čtyřletý nebo pětiletý (Graf 3).



Graf 3 Závislost objemu paroží na věku jedince

Tabulka 1 Minimální, maximální a průměrné hodnoty objemů v závislosti na věku jedinců – porovnání obou metod měření (CIC a 3D scanner)

	Minimální hodnota		Maximální hodnota		Průměrná hodnota	
Věk	Metoda CIC [cm^3]	Metoda 3D scanner [cm^3]	Metoda CIC [cm^3]	Metoda 3D scanner [cm^3]	Metoda CIC [cm^3]	Metoda 3D scanner [cm^3]
1	1	0,78	46	50,22	12,38	13,00
2	12	20,32	78	81,73	41,17	43,53
3	58	59,10	88	91,95	69,83	72,37
4	43	54,76	73	78,33	59,67	65,91
5	53	54,99	72	81,93	62,50	68,46
6	39	49,38	94	99,42	73,33	77,84

Při porovnání naměřených absolutních hodnot objemu jednotlivých konkrétních paroží byl zjištěn rozdíl mezi metodami měření až 11,76 cm^3 u srnce ve věku 4 roky (CIC = 43 cm^3; 3D = 54,76 cm^3). Nejmenší rozdíl mezi absolutními hodnotami, tedy 0,02 cm^3, byl u srnce ve věku 1 rok (CIC = 4 cm^3; 3D = 4,02 cm^3). Pouze u šesti zkoumaných lebek byl objem paroží vyšší v případě měření pomocí CIC. Zbylým 31 lebkám s paroží byl naměřen vyšší objem pomocí 3D scanneru.

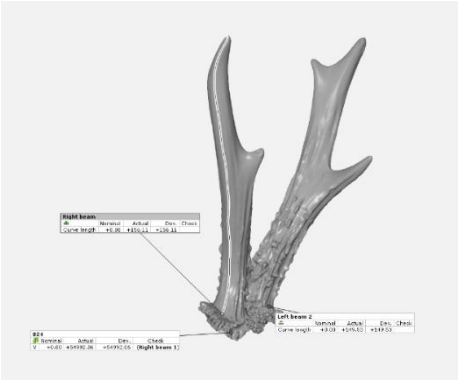
Nejmenší naměřený objem byl u srnce ve věku 1 rok (CIC = 1 cm^3; 3D = 0,78 cm^3). Největší naměřený objem byl u 6letého srnce (CIC = 94 cm^3; 3D = 99,42 cm^3).

Průměrné hodnoty objemu (dle obou metod měření) spočítané v jednotlivých věkových kategoriích ukazují, že v prvních třech letech srncům objemy paroží rychle narůstají a nejvyšších objemů dosahují srnci ve věku 6 let. (Tabulka 1)

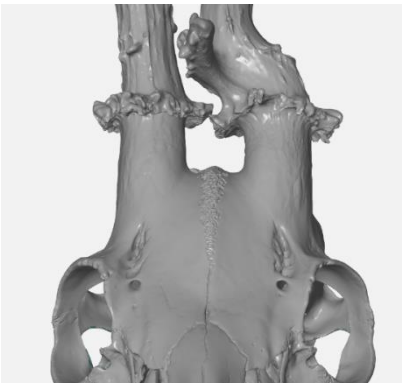
U 13 zkoumaných lebek byl rozdíl v naměřených absolutních hodnotách objemu paroží mezi metodami CIC a 3D scannerem větší něž 5 cm^3. U žádného z paroží nedošlo k absolutní shodě v naměřených hodnotách mezi metodami. Pouze 6 lebek mělo absolutní hodnotu objemu paroží vyšší v případě měření pomocí CIC, dalších 31 lebek mělo vyšší objem paroží při měření pomocí 3D scanneru. (Příloha 1)

5.2 Proměnné měřitelné pomocí 3D scanneru

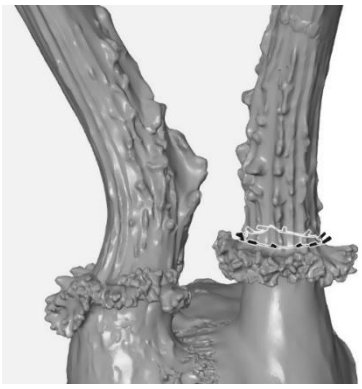
Bylo prokázáno, že digitalizovaný objekt je možné dále analyzovat prostřednictvím programu Gom Inspect. Základní měřitelnou proměnou je vzdálenost mezi dvěma body, v případě paroží se jedná primárně o délku lodyhy (Obrázek 19), či délku jednotlivých výsad. Dalším měřitelným rozměrem jsou křivky, které lze libovolně vytvářet v rámci objektu (Obrázek 21).



Obrázek 19 Měření délky lodyhy naskenovaného objektu

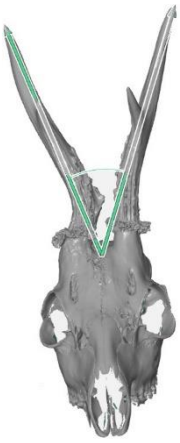


Obrázek 20 Detailní zobrazení části skenovaného objektu – pohled na pučnice a růže

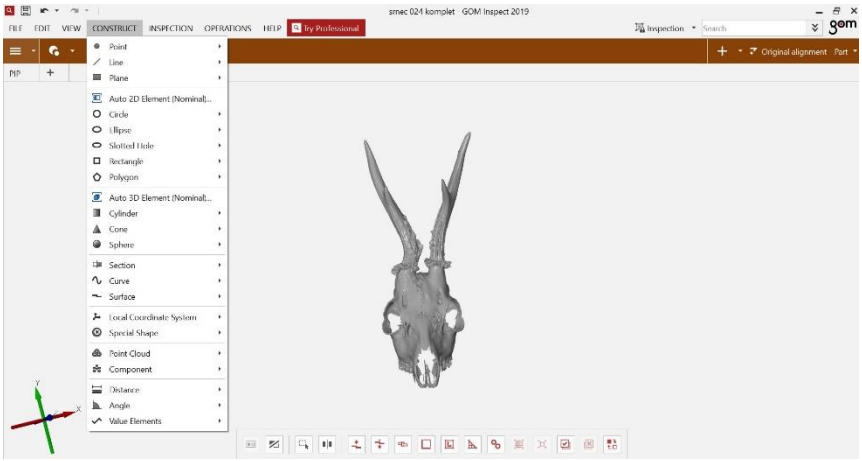


Obrázek 21 Měření dolního obvodu lodyhy

V rámci digitalizovaného objektu je mimo jiné možné také měření úhlu svíraného v rámci jednotlivých částí objektu, například tedy úhel svíraný mezi oběma lodyhami paroží (Obrázek 22). Nebo lze v případě snímání dvou velmi identických objektů porovnat oba tyto objekty v jednom měření. Navíc je možné veškerá měření provádět opakovaně, nejsou ovlivněna vlhkostními parametry a výstupem jsou nejen digitalizované objekty, ale také měřicí protokoly generované programem Gom Inspect (Obrázek 23).



Obrázek 22 Měření úhlu svíraného mezi lodyhami



Obrázek 23 Zpracování digitalizovaného objektu v programu GOM Inspect

6 Diskuze

3D digitalizace má velké využití zejména v kulturním dědictví, medicíně a forenzní medicíně (Thali et al. 2003; Sansoni et al. 2009). V současné době se stává stále populárnější metodou a různé objekty se tak skenují pro různé účely, např. pro antropologický výzkum v evoluční biologii, archeologii, pro studium morfologických znaků a z mnoha dalších důvodů. (Chane et al. 2013; Tsuboi et al. 2020). Barba et al. (Barba et al. 2013) ve své studii o virtuálním měření a 3D rekonstrukci paroží vytvořili metodu měření a katalogizace paroží pomocí laserového scanneru a 3D rekonstrukce komplexního modelování, avšak na rozdíl od našeho měření nebylo dosaženo takové přesnosti a kvality výstupního digitalizovaného objektu, jako v našem případě a to hlavně díky použití technologicky vyspělejšího zařízení.

Urošević (Urošević et al. 2017) ve svém výzkumu porovnání různých systémů hodnocení trofejí srnce obecného prokázal, že mezi objemem a ostatními ukazateli hodnoty paroží jsou silnější a výraznější korelace než mezi hmotností a těmito ukazateli. Objem paroží je tedy velmi důležitá hodnota při celkovém hodnocení trofeje.

Při měření objemu pomocí odměrného válce metodou stanovenou CIC (CIC 2010), kdy se objem změří pomocí hydrostatického zákona, dochází k nepřesnostem kvůli subjektivnímu posouzení míry ponoření paroží do vody. Klusák (Klusák 2002) ve své publikaci o hodnocení trofejí uvádí, že paroží má být ponořeno až po spodní okraj růží, přičemž žádná část lebky se nesmí dotýkat vody. To jsou ale v některých případech vzájemně se vylučující požadavky, protože u některých trofejí s mohutnými nebo střechovitými růžemi a krátkými pučnicemi (především u starých srnců) se pomyslná spojnice spodních okrajů růží protíná s lebkou. Pak záleží na individuálním vyhodnocení situace, do jaké míry potopit růže, abychom se vyhnuli ponoření části lebky (Černý 2009). Přednost obvykle dostane požadavek na neponoření lebky, ale v tom případě není paroží ponořené celé. V případě vodorovně postavených věnečkovitých růží se naopak do celkového objemu může zahrnout i volný prostor mezi pučnicí a růží. U perlených růží, kdy jednotlivé výstupky směřují směrem k lebce také nelze ponořit paroží až po tento spodní okraj růží, protože bychom k celkovému objemu přidali i část pučnic. Dalším problémem je postup ponořování paroží do vody, protože např. u miskovitých růží kdy se nejprve ponoří celá trofej a následně se vynořuje, může dojít k nabrání vody do růží, která zvýší naměřenou hodnotu a tím se zmenší naměřený objem paroží. A v případě abnormalit srnčích parůžků (Chapman 1975), kdy např. jeden paroh směřuje k lebce a nelze ho tedy ponořit do vody bez ponoření části (nebo celé) lebky, je tento způsob měření objemu paroží nemožný. Výhodou 3D scanneru je možnost přesného určení části objektu, kterou chceme měřit.

V počítačovém programu Gom Inspect, ve kterém jsme naskenovaná data vyhodnocovali, lze každý paroh vyhodnocovat individuálně, takže řez mezi spodním okrajem růží a pučnicemi můžeme vést u každého parohu v jiné výšce a s jiným sklonem tak, abychom zajistili co nejpřesnější rozdělení. Díky tomu, lze měření provádět i u abnormálních trofejí, u kterých by měření bylo konvenční metodou pomocí odměrného válce velmi nepřesné nebo zcela nemožné.

K odchylkám při měření metodou CIC dochází i v případě špatného zavěšení trofeje na váhy, kdy trofej nemusí být zavěšená vodorovně s úrovní spodních okrajů růží, takže nelze najít správnou úroveň ponoření nebo pokud se trofej dotýká stěn odměrného válce (Černý 2009). Špatné zavěšení trofeje na váhy, kdy není hmotnost trofeje přenesena na střed, může mít také vliv na naměřené hodnoty, stejně jako druh použitých vah nebo jejich špatná kalibrace (České kalibrační sdružení 2015). V případě měření 3D scannerem k těmto odchylkám nedochází, protože veškerá měření jsou prováděna až v počítačovém programu na digitalizovaném objektu.

Rozlišení 3D scanneru se pohybovalo dle použité metody (Košinová et al. 2022) od 0,008 do 0,122 mm a přesnost od 0,01 do 0,29 mm. Vliv na rozlišení může mít nastavení a kalibrace. Velkou výhodou 3D scannerů je bezkontaktní měření, čímž se snižuje riziko vzniku chyb a možné poškození zkoumaného objektu.

U trofejí s velmi bohatým perlením, může pro 3D scanner nastat problém s tzv. „slepými místy“, tedy plochou, která není pro scanner viditelná, protože je zakrytá perlami. (Barba et al. 2013) V tomto případě si scanner umí tato místa „domyslet“, ale nemusí se vždy plně shodovat s realitou. V našem případě vznikaly mezery v polygonální síti především na spodní straně paroží, kde bylo odděleno od lebky. Tato místa byla ale pomocí počítačového programu doplněná tak, aby nebyl narušen přirozený tvar a nedošlo k nepřesnostem v měření.

Při skenování velmi lesklých nebo velmi tmavých objektů může dojít k ovlivnění přesnosti měření (Yang et al. 2019). Trofeje skenované pro tuto bakalářskou práci byly bez aplikace antireflexního nástřiku také špatně snímatelné a výsledné digitalizované objekty by tak nebyly v dostatečné kvalitě, proto byl na paroží tento nástřik nanesen a tím bylo zajištěno bezproblémové snímání povrchu paroží a kvalitní výsledek.

Měření objemu paroží srnce obecného pomocí 3D scanneru Atos Compact Scan (Košinová et al. 2022) je vhodnější a přesnější metodou než metoda měření pomocí odměrného válce (Klusák 2002) a navíc jsou obě metody téměř stejně časově náročné.

7 Závěr

Byl změřen objem 37 trofejí srnců ve věku 1-6 let z Lesů ČZU v Kostelci nad Černými lesy a posouzeny odchylky při měření pomocí odměrného válce a při měření pomocí 3D scanneru.

Výzkum prokázal rozdíly při použití odlišných metod měření objemu paroží srnce obecného a poukázal na větší přesnost při měření obejmu pomocí 3D scanneru. Měření objemu pomocí 3D scanneru poskytuje možnost precizní separace lebeční a parohové části v oblasti pučnic, tedy měří skutečný objem paroží a to bez rozdílu tvaru či velikosti, což bývá při standardním měření často problematické. Navíc pomocí 3D scanneru lze kromě objemu měřit zároveň i úhly, délky a křivky paroží a je možné digitalizované objekty archivovat. 3D technologie se stále vyvíjí a stávají se dostupnějšími. Umožnují tak pokrok v mnoha vědních oborech a zkvalitňují a usnadňují práci.

Výsledky této práce by se daly zhodnotit při revidování metody hodnocení trofeje srnce obecného dle CIC. Měření objemu paroží pomocí odměrného válce by se mohlo nahradit měřením pomocí 3D scanneru. Díky tomu by hodnocení trofeje bylo přesnější a nedocházelo by k odchylkám mezi hodnotiteli. Do doby, než by byl kvalitní 3D scanner přístupný všem hodnotitelským komisím, tak by 3D scannerem měla disponovat alespoň Ústřední hodnotitelská komise trofejí, která je ustanovena pro hodnocení význačných trofejí a pro hodnocení trofejí na celostátních výstavách nebo výstavách s mezinárodní účastí. Naměřená data by se navíc mohla mezi hodnotitelskými komisemi sdílet a ukládat do společného archivu například pro případ potřeby porovnání jednotlivých trofejí, posouzení kvality trofejí z konkrétní oblasti v průběhu let a pro další účely výzkumu. Sdílení těchto naměřených dat by mohli využívat i vědci po celém světě.

8 Literatura

3DEES INDUSTRIES, [b.r.]. *3D SKENERY* [online] [vid. 2023-03-14]. Dostupné z: https://www.3dees.cz/3d-skenery

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR, [b.r.]. Voděradské bučiny. *Maloplošná zvláště chráněná území* [online] [vid. 2023-03-05]. Dostupné z: https://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?SHOW_ONE=1&ID=512

AJAYI, Abayomi, Odiri EDJOMARIEGWE a O. T. ISELAIYE, 2016. A review of bone preparation techniques for anatomical studies online A Review of Bone Preparation Techniques for Anatomical Studies A Review of Bone Preparation Techniques for Anatomical Studies. *Malaya Journal of Biosciences* [online]. 76–80. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/313841692

ANATOMICKÉ POMŮCKY, [b.r.]. Kachna divoká – Anas platyrhynchos – kostra. *Anatomické pomůcky* [online] [vid. 2023-03-16]. Dostupné z: https://www.anatomicke-pomucky.cz/ptaci/659-kachna-divoka-anas-platyrhynchos-kostra.html

ANDĚRA, Miloš a Ivan HORÁČEK, 2005. *Poznáváme naše savce*. ISBN 80-86817-08-3.

BARBA, S, F FIORILLO a E DE FEO, 2013. 3D-antlers: Virtual reconstruction and three-dimensional measurement. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. **40**(5W1), 15–20.

BARBERO, Basilio Ramos a Elena Santos URETA, 2011. Comparative study of different digitization techniques and their accuracy. *CAD Computer Aided Design* [online]. **43**(2), 188–206. ISSN 00104485. Dostupné z: doi:10.1016/j.cad.2010.11.005

BHAT, Shailesh S. a Daniel J. SMITH, 1994. Laser and sound scanner for noncontact 3D volume measurement and surface texture analysis. *Physiol. Meas. 15*. 79–88.

BUBENÍK, Jiří, 2000. Význam paroží v medicíně. *Svět myslivosti* [online]. [vid. 2023-02-10]. Dostupné z: http://www.agris.cz/ekologie/vyznam-parozi-v-medicine?id_a=98093

CIC, 2010. *The game-trophies of the world*. 2010.

CLUTTON-BROCK, T H, 1982. The Functions of Antlers. *Behaviour* [online]. **79**(2/4), 108–125 [vid. 2023-04-04]. Dostupné z: http://www.jstor.org/stable/4534156.

ČERNÝ, Pavel, 2009. Jak zpřesnit hodnocení srnčích trofejí. *Myslivost* [online]. [vid. 2023-04-05]. Dostupné z: https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2009/Srpen---2009/Jak-zpresnit-hodnoceni-srncich-trofeji

ČERVENÝ, Jaroslav, ČERVENÁ ALENA, Božena KOUBKOVÁ a Natália MARTÍNKOVÁ, 2019. *Encyklopedie myslivosti*. B.m.: OTTOVO NAKLADATELSTVÍ, s. r. o. ISBN 978-80-7360-895-8.

ČESKÉ KALIBRAČNÍ SDRUŽENÍ, 2015. *Metodika pro kalibraci vah s automatickou činností a vyjadřování nejistoty měření při těchto kalibracích*. 2015.

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2022. *Základní údaje o honitbách, stavu a lovu zvěře – od 1. 4. 2021 do 31. 3. 2022* [online] [vid. 2023-01-08]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/zakladni-udaje-o-honitbach-stavu-a-lovu-zvere-od-1-4-2021-do-31-3-2022

ČZU – FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ, [b.r.]. Laboratoř výpočetní tomografie HT106. *ČZU - Fakulta lesnická a dřevařská* [online] [vid. 2023-03-16]. Dostupné

z: https://www.fld.czu.cz/cs/r-6826-veda-a-vyzkum/r-18133-vyzkumny-profil-fld/r-18138-laboratore/r-18198-laborator-vypocetni-tomografie-ht106

ENGAN, Jens H., 2014. Effect of the landscape types on hunting selection in roe dear (Capreolus Capreolus, Linnaeus 1758) trophies in Czech republic. *Journal of Landscape Ecology*. **7**(3).

FENG, Hsi-Yung, Yixin LIU a Fengfeng XI, 2001. Analysis of digitizing errors of a laser scanning system. *Journal of the International Societies for Precision Engineering and Nanotechnology*. 185–191.

FEUEREISEL, Josef, 2014. K novému systému hodnocení trofejí CIC. *Myslivost* [online]. [vid. 2023-04-05]. Dostupné z: https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2014/Duben---2014/K-novemu-systemu-hodnoceni-trofeji-CIC

FLEISCHMANN, Dominik a F. Edward BOAS, 2011. *Computed tomography-old ideas and new technology* [online]. březen 2011. ISSN 09387994. Dostupné z: doi:10.1007/s00330-011-2056-z

FRIŠHONS, Jan a ET AL., 2020. Zoologické preparáty pro výuku přírodovědy a biologie 3. Osteologické preparáty. *Živa* [online]. [vid. 2023-03-16]. Dostupné z: https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/zoologicke-preparaty-pro-vyuku-prirodovedy-a-biolo.pdf

FRIŠHONS, Jan, Tomáš KOČÍ a Pavel VIŠŇÁK, 2018. Zoologické preparáty pro výuku přírodovědy, přírodopisu a biologie II. Dermoplastické preparáty a jiné. *Živa* [online]. [vid. 2023-03-16]. Dostupné z: https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/zoologicke-preparaty-pro-vyuku-prirodovedy-prirodo-1.pdf

GIŻEJEWSKA, Aleksandra, Julien FATTEBERT, Agnieszka NAWROCKA, Józef SZKODA, Jan ŻMUDZKI, Jerzy JAROSZEWSKI a Zygmunt GIŻEJEWSKI, 2020. Temporal trends (1953–2012) of toxic and essential elements in red deer antlers from northeastern Poland. *Chemosphere* [online]. **261**. Dostupné z: doi:10.1016/j.chemosphere.2020.128055

HANZAL, Vladimír, Vlastimil HART, Paweł JANISZEWSKI, Pavel FOREJTEK a Diana MRKVIČKOVÁ KOŘANOVÁ, 2016a. *Myslivost II.* B.m.: Druckvo, spol. s r.o. ISBN 978-80-213-2703-0.

HANZAL, Vladimír, Vlastimil HART, Paweł JANISZEWSKI, Diana KOŘANOVÁ a Petra NOVÁKOVÁ, 2016b. *Myslivost I.* ISBN 978-80-213-2637-8.

HECKEBERG, Nicola S., Frank E. ZACHOS a Uwe KIERDORF, 2023. *Antler tine homologies and cervid systematics: A review of past and present controversies with special emphasis on Elaphurus davidianus* [online]. 1. leden 2023. B.m.: John Wiley and Sons Inc. ISSN 19328494. Dostupné z: doi:10.1002/ar.24956

HROMAS, Josef, 2007. Kraniometrie českých a slovenských medailových srnců. *Folia venatoria*. 59–69.

CHANE, Camille Simon, Alamin MANSOURI, Franck S. MARZANI a Frank BOOCHS, 2013. Integration of 3D and multispectral data for cultural heritage applications: Survey and perspectives. *Image and Vision Computing* [online]. **31**(1), 91–102. ISSN 02628856. Dostupné z: doi:10.1016/j.imavis.2012.10.006

CHAPMAN, D.I., 1975. Antlers – bones of contention. *Mammal Review 5(4)* [online]. 121–172. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2907.1975.tb00194.x

JACZEWSKI, Zbigniew, 1983. *Paroží jelenovitých*. ISBN 07-049-83.

JAVŮREK, Jaromír, 1973. *Lovecké praktikum*. ISBN 07-040-73.

KLUSÁK, Karel, 2002. *Hodnocení loveckých trofejí zvěře*. B.m.: SUCZESS s.r.o. ISBN 80-903104-0-0.

KOBAN, Konstantin Christoph, T. SCHENCK, P. M. METZ, E. VOLKMER, F. HAERTNAGL, V. TITZE a R. E. GIUNTA, 2016. Auf dem Weg zur objektiven Evaluation von Form, Volumen und Symmetrie in der Plastischen Chirurgie mittels intraoperativer 3D Scans. *Handchirurgie Mikrochirurgie Plastische Chirurgie* [online]. **48**(2), 78–84. Dostupné z: doi:10.1055/s-0042-104506

KOŠINOVÁ, Klára, Jiří TUREK, Jan CUKOR, Rostislav LINDA, Martin HÄCKEL a Vlastimil HART, 2022. The Application of 3D Imaging as an Appropriate Method of Wildlife Craniometry: Evaluation of Accuracy and Measurement Efficiency. *Animals* [online]. **12**(23). ISSN 2076-2615. Dostupné z: doi:10.3390/ani12233256

LANDETE-CASTILLEJOS, T., H. KIERDORF, S. GOMEZ, S. LUNA, A. J. GARCÍA, J. CAPPELLI, M. PÉREZ-SERRANO, J. PÉREZ-BARBERÍA, L. GALLEGO a U. KIERDORF, 2019. Antlers – Evolution, development, structure, composition, and biomechanics of an outstanding type of bone. *Bone*. ISSN 8756-3282.

LESY ČZU, [b.r.]. *Lesní správa, myslivost a rybářství* [online] [vid. 2023-02-28]. Dostupné z: https://lesy.czu.cz/cs/r-11201-strediska/r-11354-lesni-sprava-myslivost-a-rybarstvi#i-0fb607d88c5ba479b82f26867038767f

MALÍKOVÁ, Hana a ET AL., 2019. *Základy radiologie a zobrazovacích metod*. ISBN 978-80-246-4036-5.

NEČAS, Josef, 1975. *Srnčí zvěř*. B.m.: Státní zemědělské nakladatelství. ISBN 07-046-75.

PREPARACE PEKAŘ SPOL. S R. O., 2023. *Preparace srnce obecného* [online] [vid. 2023-04-01]. Dostupné z: https://www.preparacepekar.cz/cs/m-12-preparace-srnce-obecneho

ROSZKOPF, Ignác, 1979. *Pol'ovnícke trofeje a výrobky*. ISBN 64-024-79.

SANSONI, Giovanna, Marco TREBESCHI a Franco DOCCHIO, 2009. *State-of-the-art and applications of 3D imaging sensors in industry, cultural heritage, medicine, and criminal investigation* [online]. leden 2009. ISSN 14248220. Dostupné z: doi:10.3390/s90100568

SEIDL, Zdeněk a ET AL., 2012. *Radiologie pro studium i praxi*. ISBN 978-80-247-4108-6.

SHOLTS, Sabrina B., Sebastian K.T.S. WÄRMLÄNDER, Louise M. FLORES, Kevin W.P. MILLER a Phillip L. WALKER, 2010. Variation in the measurement of cranial volume and surface area using 3d laser scanning technology. *Journal of Forensic Sciences*. **55**(4), 871–876. ISSN 0022-1198.

SCHERER, Pavel, 2021. Parožení srnců. *Myslivost* [online]. [vid. 2023-02-08]. Dostupné z: https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2021/Brezen-2021/Parozeni-srncu

SYNEK, Jiří, Oto NAKLÁDAL a Vlastimil HART, 2021. Osteologická preparace – včera, dnes a snad i zítra. *Myslivost* [online]. [vid. 2023-02-11]. Dostupné z: https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/MYSLIVOST-Straz-myslivosti/2021/Kveten-2021/Osteologicka-preparace-vcera-dnes-a-snad-i-zitr

THALI, Michael J., Marcel BRAUN a Richard DIRNHOFER, 2003. Optical 3D surface digitizing in forensic medicine: 3D documentation of skin and bone injuries. *Forensic*

Science International [online]. **137**(2–3), 203–208. Dostupné z: doi:10.1016/j.forsciint.2003.07.009

TLAPÁK, Václav, 2005. Pohled do světa preparací zvěře zaměřené na myslivost. *Myslivost* [online]. [vid. 2023-02-12]. Dostupné z: https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2005/Unor---2005/Pohled-do-sveta-preparaci-zvere-zamerene-na-mysliv

TSUBOI, Masahito, · BJØRN, Tore KOPPERUD, Christine SYROWATKA, · Mark GRABOWSKI, · KJETIL, L VOJE, Christophe PÉLABON, · THOMAS a F HANSEN, 2020. Measuring Complex Morphological Traits with 3D Photogrammetry: A Case Study with Deer Antlers. *Evolutionary Biology* [online]. (47), 175–186. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1007/s11692-020-09496-9

UROŠEVIĆ, Milan, Milivoje UROŠEVIĆ, Darko DROBNJAK, Yusuf ZIYA OĞRAK, Dragutin MATARUGIĆ, Stojić PETAR a Karacaların AV DEĞERLERININ FARKLI SISTEMLERCE KARŞILAŞTIRILMASI, 2017. Comparison of Different Systems of Roe Deer (C. capreolus) Trophy Evaluation. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* [online]. **5**(3), 207–213. Dostupné z: www.agrifoodscience.com,

ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ BRANDÝS NAD LABEM, 2023. Orientační hranice honiteb ČR. *Geoportál* [online] [vid. 2023-04-01]. Dostupné z: https://geoportal.uhul.cz/mapy/mapyhon.html

VACH, Miloslav, 1993. *Srnčí zvěř*. ISBN 80-901775-0-6.

VIŠŇÁK, Pavel, 2015. Preparace – Historie, vývoj a postup. *Myslivost* [online]. [vid. 2023-02-12]. Dostupné z: https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2015/Leden-2015/Preparace-Historie-vyvoj-a-postup

VODŇANSKÝ, Miroslav, 2008. Faktory ovlivňující vývin paroží u srnců. *Myslivost* [online]. [vid. 2023-02-09]. Dostupné z: https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2008/Leden---2008/Faktory-ovlivnujici-vyvin-parozi-u-srncu

WOLF, Robert, 1977. *ABC myslivosti*. ISBN 11-123-77.

YANG, Wen, Xiaoning LIU, Kegang WANG, Jiabei HU, Guohua GENG a Jun FENG, 2019. Sex determination of three-dimensional skull based on improved backpropagation neural network. *Computational and Mathematical Methods in Medicine* [online]. Dostupné z: doi:10.1155/2019/9163547

ZEJDA, J a P KOUBEK, 1988. On the geographical variability of Roebucks (Capreolus Capreolus). *Folia Zoologica*. 219–229.

9 Seznam obrázků, tabulek, grafů a příloh

Obrázek 1 Stav a lov srnčí zvěře 2012-2021, zdroj: (Český statistický úřad 2022) 12
Obrázek 2 Kraniometrické rozměry, zdroj: (Zejda a Koubek 1988).....14
Obrázek 3 Střenky nožů z paroží, zdroj: vlastní.....19
Obrázek 4 Osteologická preparace – srnec obecný. 1. hlava před preparací; 2. hlava po preparaci zdroj: vlastní.....21
Obrázek 5 Dermoplastický preparát – srnec obecný, zdroj: vlastní.....23
Obrázek 6 Dermoplastický preparát – Binga tygří *(Hydrocynus goliath)*, zdroj: vlastní 24
Obrázek 7 Skeleton – kachna divoká *(Anas platyrhynchos)*, zdroj: (Anatomické pomůcky [b.r.]) 24
Obrázek 8 Tabulka hodnocení trofeje srnce obecného, zdroj: (Klusák 2002) 27
Obrázek 9 CT scanner na ČZU v Praze, zdroj: (ČZU – Fakulta lesnická a dřevařská [b.r.]) .31
Obrázek 10 Mapa posuzované oblasti, zdroj: (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem 2023) 32
Obrázek 11 Umístění objektu na podložce – dvě polohy snímání. 1. Pohled na čelní kost (vrchní); 2. Pohled na pohled na patro a klínovou kost (spodní).....34
Obrázek 12 Antireflexní nástřik na skenované paroží 34
Obrázek 13 Výsledné digitalizované objekty „mesh“ (bez úpravy). 34
Obrázek 14 Objekty po vyčištění nežádoucích prvků (s úpravou).....35
Obrázek 15 Proces oddělování paroží od lebky 35
Obrázek 16 Objekt určený k měření s mezerami v polygonální síti. 1. axiální pohled; 2. pohled zespodu 35
Obrázek 17 Objekty určené k měření s vyplněnými mezerami v polygonální síti. 1. axiální pohled; 2. pohled zespodu; 3. pohled zboku.....36
Obrázek 18 Měření objemu paroží pomocí odměrného válce, zdroj: (Klusák 2002) 36
Obrázek 19 Měření délky lodyhy naskenovaného objektu 39
Obrázek 20 Detailní zobrazení části skenovaného objektu – pohled na pučnice a růže 39
Obrázek 21 Měření dolního obvodu lodyhy.....40
Obrázek 22 Měření úhlu svíraného mezi lodyhami 40
Obrázek 23 Zpracování digitalizovaného objektu v programu GOM Inspect 40

Tabulka 1 Minimální, maximální a průměrné hodnoty objemů v závislosti na věku jedinců – porovnání obou metod měření (CIC a 3D scanner).....38

Graf 1 Odchýlení od výchozího měření.....37
Graf 2 Odchylky měření objemu metodou CIC a 3D scannerem.....37
Graf 3 Závislost objemu paroží na věku jedince 38

Příloha 1 Naměřené objemy metou CIC a 3D scannerem u všech 37 zkoumaných lebek s parožím 49

10 Samostatné přílohy

Příloha 1 Naměřené objemy metou CIC a 3D scannerem u všech 37 zkoumaných lebek s parožím

Lebka č.	Metoda CIC [cm^3]	Metoda 3D scanner [cm^3]	3D rozlišení [mm]	Věk [roky]
1	48	57,51000	0,035	4
2	70	79,82600	0,008	6
3	72	81,92551	0,015	5
4	61	71,03912	0,024	3
5	63	69,82900	0,122	4
6	66	67,50017	0,019	6
7	73	76,00541	0,068	3
8	39	37,37226	0,027	2
9	78	81,72937	0,069	2
10	39	49,37693	0,01	6
11	54	60,45263	0,045	4
12	12	20,31591	0,019	2
13	65	59,43476	0,04	3
14	25	26,14353	0,028	2
15	73	78,33042	0,01	4
16	74	76,69823	0,085	3
17	83	86,72090	0,071	6
18	59	60,23099	0,012	2
19	52	55,13375	0,058	4
20	72	75,92866	0,025	4
21	94	99,41889	0,047	6
22	46	50,21880	0,021	1
23	71	74,73709	0,043	4
24	61	66,52898	0,01	4
25	88	84,18502	0,026	6
26	34	35,37931	0,013	2
27	58	59,10162	0,037	3
28	88	91,94928	0,019	3
29	43	54,76344	0,027	4
30	53	54,99206	0,016	5
31	3	3,23781	0,027	1
32	15	14,97897	0,026	1
33	2	2,86545	0,067	1
34	12	12,10872	0,023	1
35	16	15,78612	0,045	1
36	4	4,01972	0,029	1
37	1	0,78327	0,034	1