

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Vyhodnocení vhodnosti struktury tkáně vnějšího nosu černé
zvěře a prasat domácích pro biometrické posouzení
individuality**

Bakalářská práce

Nikola Kaiserová

Doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Nikola Kaiserová

Myslivost a péče o životní prostředí zvěře

Název práce

Vyhodnocení vhodnosti struktury tkáně vnějšího nosu černé zvěře a prasat domácích pro biometrické posouzení individuality

Název anglicky

Evaluation of the suitability of the structure of wild boar and domestic pigs nose tissue for the biometric assessment of individuality

Cíle práce

Ve spolupráci se studenty FIT VUT Brno posoudit vhodnost využití struktury tkáně vnějšího nosu (ryjů) černé zvěře a prasat domácích, pro určení individuálního rozpoznávání na základě unikátních biometrických znaků.

Metodika

V lovecké sezoně 2023 vyfotografovat alespoň 500 kusů ryjů černé zvěře a 500 kusů ryjů prasat domácích z alespoň ze dvou úhlů (aby byla zaznamenána co největší plocha struktury z čelní a horní strany ryje). Následně se studenty FIT VUT posoudit jedinečnost struktury kožní tkáně a pokusit se najít vhodný algoritmus na rozpoznávání individuality jedinců. Posoudit rozdílnost struktur dle druhu, stáří (mládě, dospělec), případně lokality ulovení. Na základě zjištěných skutečností navrhnout postup, jakým by měla být struktura tkáně ryje fotografována myslivci a následně analyzována specialisty na biometriku, tak aby zjištění byla použitelná pro evidenci ulovené zvěře.

Harmonogram zpracování:

- do 31.8.2023 vyhotovit literární rešerši na dané téma a poslat školiteli
- do 31.12.2023 posbírat fotografie struktur ryjů od alespoň 500 kusů ulovené černé zvěře a 500 kusů ryjů prasat domácích
- průběžně komunikovat se studenty FIT VUT (kontaktní osoba prof. Draňanský) a hledat nejvhodnější algoritmus pro vyhodnocení unikátnosti struktur kožních tkání ryjů
- do 31.1.2024 vyhodnotit posbíraná data a sestavit výsledkovou část práce
- první rukopis bakalářské práce předložit ke kontrole vedoucímu práce nejpozději do 28. února 2024.
- Dokončenou bakalářskou práci po předchozích konzultacích s vedoucím práce odevzdat na studijní oddělení FLD v termínu a dle pokynů studijního oddělení.

Doporučený rozsah práce

cca 30 – 40 stran

Klíčová slova

Biometrie, černá zvěř, prase domácí, struktura kožní tkáně, ryj, individualita

Doporučené zdroje informací

- Ahmad, M., Ghazal, T. M., & Aziz, N. (2022). A survey on animal identification techniques past and present. *International Journal of Computational and Innovative Sciences*, 1(2), 1-7.
- Ahmed, S., Gaber, T., Tharwat, A., Hassaniën, A. E., & Snáel, V. (2015, September). Muzzle-based cattle identification using speed up robust feature approach. In *2015 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems* (pp. 99-104). IEEE.
- Awad, A. I. (2016). From classical methods to animal biometrics: A review on cattle identification and tracking. *Computers and Electronics in Agriculture*, 123, 423-435.
- Bae, H. B., Pak, D., & Lee, S. (2021). Dog Nose-Print Identification Using Deep Neural Networks. *IEEE Access*, 9, 49141-49153.
- Bello, R. W., Olubummo, D. A., Seiyaboh, Z., Enuma, O. C., Talib, A. Z., & Mohamed, A. S. A. (2020, December). Cattle identification: the history of nose prints approach in brief. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 594, No. 1, p. 012026). IOP Publishing.
- Bugge, C. E., Burkhardt, J., Dugstad, K. S., Enger, T. B., Kasprzycka, M., Kleinauskas, A., ... & Vetlesen, S. (2011). Biometric methods of animal identification. *Course notes, Laboratory Animal Science at the Norwegian School of Veterinary Science*, 1-6.
- Choi, H. I., Kim, M. Y., Yoon, H. Y., Lee, S., Choi, S. S., Han, C. Y., ... & Kwon, S. H. (2021). Study on the Viability of Canine Nose Pattern as a Unique Biometric Marker. *Animals*, 11(12), 3372.
- Kumar, S., & Singh, S. K. (2020). Cattle recognition: A new frontier in visual animal biometrics research. *Proceedings of the national academy of sciences, india section A: physical sciences*, 90(4), 689-708.
-

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Elektronicky schváleno dne 25. 4. 2023

doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 7. 2023

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2024i

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Vyhodnocení vhodnosti struktury tkáně vnějšího nosu černé zvěře a prasat domácích pro biometrické posouzení individuality, 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 verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 05.04.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc.Ing.Vlastimilu Hartovi,Ph.D. za ochotu a skvělou spolupráci při konzultacích mé bakalářské práce a celkovou pomoc při mém studiu. Jako další poděkování bych ráda věnovala doc. Ing. Vladimíru Hanzalovi, SCs., který nám umožnil sbírat data v Polsku v Krotoszyně. Velké díky patří také paní Ing. Kateřině Benediktové, Ph.D. za její laskavost, pevné nervy a pomoc při sestavení bakalářské práce. Dále musím poděkovat mé rodině, která semnou trávila veškerý čas při mém psaní a musela trpět za mé proměnlivé nálady a stresy. Další veliké díky patří mým mysliveckým, ale i ne mysliveckým přátelům, bez kterých bych nebyla tam kde jsem teď. Ráda bych ještě poděkovala mému kolegovi Davidovi Volnému za jeho ochotu a pomáhání za celou dobu mého studia.

Vyhodnocení vhodnosti struktury tkáně vnějšího nosu černé zvěře a prasat domácích pro biometrické posouzení individuality

Souhrn

Tato bakalářská práce se zaměřuje na zkoumání individuality vnější tkáně nosu u prasete divokého a prasete domácího. Podle struktury tkáně vnějšího nosu byla zkoumána možnost identifikace prasat k dalšímu výzkumu a zda je možné využít otisk nosu jako novou metodu k elektronické evidenci ulovených kusů zvěře.

Cílem práce bylo ve spolupráci s týmem prof. Ing. Martina Drahanského, Ph.D v Brně (původně FIT VUT Brno) posoudit vhodnost využití struktury tkáně vnějších nosů (ryjů) prasat divokých a prasat domácích, pro určení individuálního rozpoznávání na základě unikátních biometrických znaků.

Celkově sesbíraných dat bylo přes 500 kusů prasete divokého a přes 500 kusů prasat domácích. Veškeré fotografie prasete divokého byly získávány za pomoci LČR, VLS, vlastního sběru a dat od veřejnosti. Ke zkoumání individuality bylo vybráno 100 nejreprezentativnějších fotografií. Ke zpracování dat byl použit program, který „Labelme“, se kterým jsme spolupracovali na vyznačení papilárních linií za pomoci čtverce, který se vložil na zkoumaný subjekt. Program rozřadil veškeré fotografie s ohledem na kvalitu a potenciální použitelnost při zjišťování individuality podle struktury tkáně vnějšího nosu. Následně poté individualita byla zjišťována za pomoci 3 úsečkových linek, které byly vloženy na fotografii, která byla už vyznačena za pomoci programu. Podle úseček, jsme se zaměřovali na protnutí papilárních linií na nose, které nám uváděly shodu s ostatními daty.

Z výsledku zkoumání vyznačených papilárních linií na 100 kusech prasat jsme zjistili, že nedošlo k nalezení žádné shody mezi jednotlivci v analyzovaných charakteristikách. Každý zkoumaný prasečí ryj je tedy originální, podobně jako lidský otisk prstu, který se nedá zaměnit s jiným.

Možnost využití prasečích ryjů pro zjišťování individuality kusu zvěře byla u nasbíraného vzorku prokázána. Tato metoda na konkrétním vzorku bude sloužit jako podklad pro automatizované vyhodnocení a je nutná pro budoucí učení logaritmu.

Klíčová slova: Biometrie, černá zvěř, prase domácí, struktura kožní tkáně, ryj, individualita

Evaluation of the suitability of the structure of wild boar and domestic pigs nose tissue for the biometric assessment of individuality

Summary

This bachelor thesis focuses on the investigation of the individuality of the external tissues of the nose in wild boar and domestic pig. The structure of the external tissues of the nose was used to investigate the possibility of identifying pigs for further research and whether it is possible to use the nose print as a new method of electronic recording of hunted game.

The aim of the work was in cooperation with the team of prof. Ing. Martin Dražanský, Ph.D. in Brno (formerly FIT Brno University of Technology) to assess the suitability of using the structure of the tissue of the external noses (snouts) of wild and domestic pigs to determine individual recognition based on unique biometric traits.

In total, more than 500 wild pigs and more than 500 domestic pigs were collected. All photos of wild pigs were obtained with the help of state organisations LČR, VLS, self-collection and data from the public. The 100 most representative photographs were selected for individuality studies. The "Labelme" program was used to process the data and was used to label the papillary lines using a square that was glued to the object under study. The program evaluated all photographs with respect to quality and potential usefulness in determining individuality by the structure of the tissues of the external nose. Subsequently, individuality was ascertained using 3 line segments that were glued onto a photograph that had already been labeled by the program. According to the line segments, we focused on the intersection of the papillary lines on the nose, which provided a match with the other data.

From the testing of marked papillary lines in 100 pigs, we found that there was no agreement between individuals in the characteristics analysed. Each pig snout examined is therefore an original, like a human fingerprint, which cannot be confused with another.

The possibility of using pig snouts to determine the individuality of a game animal was demonstrated in the collected sample. This method on a specific sample will serve as a basis for automated evaluation and is necessary for future learning of the algorithm.

Keywords: Biometrics, wild boar, domestic pig, skin tissue structure, snout, individuality

Obsah

1 Úvod	9
2 Cíl práce	10
3 Literární rešerše	11
3.1 Prasata a jejich taxonomické zařazení	11
3.2 Popis prasete divokého	11
3.3 Popis prasete domácího.....	11
3.4 Morfologické změny – Domestikace prasat	12
3.5 Popis prasečího nosu.....	12
3.6 Daktyloskopie	12
3.7 Vznik struktury papilárních linií na bříšku prstu	13
3.8 Otisk prstu u člověka	14
3.9 Biometrie.....	14
3.10 Vizuální biometrie	14
3.11 Biometrické znaky, které identifikují individuality	15
3.12 Metody k identifikaci zvířete	15
3.13 Využívané metody k identifikaci hospodářských zvířat.....	16
3.14 Vývoj a využití elektronického nosu k zjištění zdravotního stavu zvířat	17
3.15 Vykazování ulovené a naleznuté uhynulé zvěře	18
3.16 Využívání mobilního zařízení k vykazování spárkaté zvěře	18
3.17 Potenciální využití elektronické evidence za pomoci tkáně vnějšího nosu	19
4 Metodika	20
4.1 Sběr dat	20
4.2 Postup sběru dat	20
4.3 Kvalita sbíraných snímků	22
4.4 Anotace dat	23
4.5 Analýza zvýrazněné tkáně vnějšího nosu za pomoci úsečkových linek	24
4.6 Posuzování individuality za pomoci svislých linek prasečího ryje z pohledu z vrchu ..	25
4.7 Předávání veškerých dat	25
5 Výsledky	26
5.1 Individualita prasat domácích	26
5.2 Individualita prasat divokých.....	27
5.3 Vyhodnocení shody mezi jednotlivci.....	28
6 Diskuze	30
6.1 Charakteristika prasečího nosu	30
6.2 Identifikace zvířat na základě vzhledu nosu- Pigmentace, znaménka, rysy	30
6.3 Biometrie a využití struktury tkáně vnějšího nosu	30
6.4 Využití elektronické evidence v praxi	31
6.5 Problematika elektronické evidence v praxi	32
7 Závěr	34
8. Literatura	35
8.1 Články.....	35
8.2 WEB.....	36
8.3 Zákon	37

1. Úvod

V poslední době se stále více zdůrazňuje potřeba individuální identifikace zvířat v rámci chovu, vědeckého výzkumu a možností vytvoření nové elektronické evidence, namísto používání nesnímatelných plomb a lístků o původu zvěře. Tato současná metoda je podle předpokladu obcházená a zneužívána. S rozvojem technologií se objevují nové možnosti využití biometrie pro individuální identifikaci zvířat, což má velký potenciál změnit způsob vykazování ulovené zvěře a poskytnout tak ověřování skutečných počtů úlovků.

Biometrické metody, které využívají unikátních anatomických rysů jednotlivých zvířat, se stávají důležitějšími nástroji pro identifikaci, která využívá biometrické znaky. Jako jsou například vzor a zbarvení srsti, peří, kůže, šupin zvířat a podle pruhů, které jsou jedinečné. Mezi potenciální oblasti biometrického posouzení individuality zvířat patří struktura tkáně vnějšího nosu.

Dosud nebyla zkoumaná individualita u prasata. Nos prasete představuje důležitý orgán nejen s klíčovou funkcí fyzického vnímání prostředí, ale také jako značně variabilní část. Tato část poskytuje jedinečné identifikační znaky, které umožňují rozpoznání jednotlivých jedinců. K vyhodnocení individuality byl zapotřebí povrch nosu, který je složen z několika papilárních linií.

Tato bakalářská práce si klade za cíl ve spolupráci s týmem prof. Ing. Martina Drahanského, Ph.D. v Brně, původně FIT VUT Brno, posoudit vhodnost využití struktury tkáně vnějšího nosu (ryjů) černé zvěře a prasat domácích, pro určení individuálního rozpoznávání na základě unikátních biometrických znaků.

Individualita byla zkoumána u prasat za pomoci mobilního zařízení, se kterým se pořizovaly dvě fotografie ze dvou pohledů. Konkrétně z pohledu na ryj z vrchu a zepředu. Fotografie musely splňovat určitá kritéria, aby se s nimi mohlo nadále pracovat.

Detailní zkoumání morfologických vlastností tkáně vnějšího nosu u prasat prokázalo dostatečnou variabilitu, která umožňuje biometrické posouzení individuality u zkoumaných zvířat. Ze shromážděných výsledků studií zaměřených na individualitu zvířat se shoduje a potvrzuje s naším výzkumem, že zkoumání a následné pracování na vývoji metod ke zkoumání individuality zvířat se vyplácí a přináší nové poznatky ohledně originality každého zkoumaného jedince. Tato pozitivní zjištění představují významný krok vpřed v oblasti biometrického výzkumu a identifikaci zvířat.

2. Cíl práce

Ve spolupráci s týmem pana prof. Ing. Martina Drahanského, Ph.D. (původně FIT VUT Brno), posoudit vhodnost využití struktury tkáně vnějšího nosu (ryjů) černé zvěře a prasat domácích, pro určení individuálního rozpoznávání na základě unikátních biometrických znaků.

3. Literární rešerše

3.1 Prasata a jejich taxonomické zařazení

Třída: savci (*Mammalia*)

Řád: sudokopytníci (*Cetartiodactyla*)

Podřád: nepřežvýkaví (*Nonruminantia*)

Čeleď: prasatovití (*Suidae*)

Rod: prase (*Sus*)

Druh: volně žijící předek: prase divoké (*Sus scrofa*)

Domestikace: prase domácí (*Sus scrofa f. domestica*) (Židlický, 2009)

3.2 Popis prasete divoké

Prase divoké má široký geografický rozsah a vyskytuje se v různých typech habitatů, včetně lesů, křovin, bažin a horských oblastech. Je jediným volně žijícím druhem prasete v České republice. Tělo dosahuje velikosti až 200 cm dlouhé, velikost v kohoutku se u dospělců pohybuje od 80–120 cm. Váha dospělého samce může dosahovat až 300 kg, u samic je váha v průměru o polovinu menší. Délka ocasu se pohybuje mezi 15–30 cm. Tělo je robustní, ale z boku zploštělé, nohy jsou krátké, krk velmi široký, přechází pozvolně v protáhlou hlavu. Dominancí jeho hlavy je rypák, který je tvořen zvláštní rypákovou kostí. Srst je velmi hustá, v létě zbarvená do světlejších odstínů hnědé až rezavé. Přebarvování do zimní srsti je srst tmavá, často až černá. Mláďata jsou světle pruhovaná, podkladem je rezavá barva. Jsou to všežravci s proměnlivou stravou. Jejich potrava zahrnuje rostliny, drobné obratlovce, hmyz, vejce a případně i mršiny. Jsou aktivní převážně v noci, což jim umožňuje lépe vyhledávat potravu a unikat predátorům (Mačát, 2008).

3.3 Popis prasete domácího

Prase domácí (*Sus scrofa f. domestica*) je domestikovaný druh prasete divokého, který je chován po celém světě pro různé účely. Tito živočichové jsou využíváni zejména pro produkci masa, ale také pro kůži, srst a jiné potřeby. Prase domácí je důležitým hospodářským zvířetem a je chováno ve velkém množství různých plemen a kříženců. Velikost a tvar těla prasete domácího se může lišit v závislosti na plemeni. Existují menší plemena, která váží kolem 50 kg, až po velká plemena, která mohou dosáhnout hmotnosti přes 300 kg. Tvar těla se také liší, některá mají delší a štíhlejší tělo, zatímco jiná jsou robustnější (Kaluže a Konvalinová, 2019).

Prase domácí (*Sus scrofa f. domestica*) má zavalité tělo porostlé tuhými štětinami. Kůže je narůžovělá, bělavá. Některá prasata mohou být černá, nebo strakatá. Hlava se zužuje v lysý rypák. Nohy mají po čtyřech prstech s rohovitými kopýtky. Ocas je tenký a mnohdy zatočený do spirálky (Židlický, 2009).

3.4 Morfologické změny – Domestikace prasat

Prase divoké, je předek moderního prasete domácího (*Sus scrofa domestica*). Domestikace prasete divokého proběhla přibližně před 9000–10000 lety v různých částech světa, přičemž lidé začali chovat tyto divoké živočichy pro maso, kůži, srsti, a dokonce i jako domácí mazlíček. Domestikace prasat byla důležitým krokem v historii lidské civilizace a zemědělství a má stále velký význam v současném světě. Domestikace prasete divokého vedla ke vzniku různých plemen prasat domácích, které mají různé vlastnosti, jako jsou velikost, barva, tvar těla a temperament. Přestože prase domácí dnes zůstává geneticky podobné svým divokým předkům. Vlivem chovu a selekce se morfologie a chování domestikovaných prasat může lišit od prasat divokých. Prase divoké je známe svou robustní stavbou těla, dlouhým ryjem, širokými nozdrami a štětinatým tělem. Jejich zbarvení je obvykle tmavě šedé až černé (Kaluže a Konvalinová, 2019).

3.5 Popis prasečího nosu

Prasečí nos se skládá z několika částí, včetně čenichu, který obsahuje mnoho citlivých receptorů a slouží prasatům k vyhledávání potravy a komunikaci s ostatními prasaty. Nos také obsahuje speciální dráhy, kterými proudí vzduch a které umožňují prasatům vycítit vůně až na velkou vzdálenost. Díky tomu mají prasata vynikající čichové schopnosti a jsou schopna vycítit i velmi slabé pachy. Jejich vnější nos je tvořen složitou strukturou tkáně, která obsahuje mnoho sensorických receptorů, a proto se hodí pro zkoumání individuality u prasete divokého, ale i jiné spárkaté zvěře (Rørvang et al., 2023)

3.6 Daktyloskopie

Daktyloskopie je vědní obor zabývající se studiem otisků prstů a jejich aplikací v kriminalistice a forezních vědách. Tento termín pochází z řeckého slova (*dyktylos*) – prst a

(*skopein*) – zkoumat. Daktyloskopie se zaměřuje na sběr, analýzu a interpretaci otisků prstů za účelem identifikace jednotlivců. Hlavním cílem daktyloskopie je využít jedinečnosti otisků prstů jako prostředku pro identifikaci osob, což je založeno na předpokladu, že žádné dva lidi nemají úplně stejné otisky prstů. Tato jedinečnost je dána genetickým faktory a vývojem kožních struktur během embryonálního vývoje (redakce 100+1.cz, 2021).

Daktyloskopie vychází ze tří fyziologických poznatků o lidské pokožce:

Jedinečnost a neopakovatelnost – Každá osoba má své jedinečné obrazce papilárních linií. Pravděpodobnost shodnosti otisků dvou osob je i kriminální praxe zanedbatelná. Tyto rozdíly jsou i v případech jednovaječných dvojčat.

Neodstranitelnost – Obrazce papilárních linií jsou neodstranitelné, pokud není zničena, nebo odstraněna zárodečná vrstva kůže. Bez narušení zárodečné vrstvy se papilární linie znovu vytvoří v původní formě (Jelínková, 2023).

Relativní neměnnost v průběhu života – Papilární linie se začínají formovat již ve 4 měsíci embryonálního vývoje a jejich vývoj se ukončí v 6 měsíci. Od té doby jsou papilární linie zachovány (Drahanský et al., 2010).

3.7 Vznik struktury papilárních linií na břišku prstu

Na rozdíl od zbývajících kůže celého těla, dlaně rukou a chodidla nohou vykazují specifické zvrásnění kůže nazývané papilární linie. Tyto linie mají mimo jiné význam při identifikaci jedince, neboť průběhy linií jsou pro každého z nás unikátní. Kromě toho na těchto částech lidského těla chybí ochlupení a mezi papilárními liniemi se nacházejí rýhy. Nejdůležitějšími charakteristiky vzoru papilárních linií jsou invariantní vzhledem k přesnému času vzniku. Během nitroděložního života se kůže postupně vyvíjí z ektodermu a mezodermu též na vrcholcích prstů embrya. Tyto struktury se formují během nitroděložního vývoje a zachovávají stabilitu po celý život, bez ohledu na stáří jedince i okolní prostředí. Přibývajícím věkem se mohou změnit rozměry plošek prstů, dlaní nebo chodidel, nicméně jejich základní struktura zůstává nezměněna (Drahanský et al., 2010).

Samotné tvorby rýh na břišních prstů začíná být viditelná u lidského embrya kolem 24. týdne těhotenství. Tento proces vývoje je důležitý pro vytvoření charakteristických linií a záhybů na povrchu kůže prstů, které jsou známé jako dermatoglyfy, a které jsou později identifikovatelné

jako otisky prstů. Výzkum ukázal, že nedostatečný vývoj těchto kožních struktur může být způsoben mutací v určitém genu nazývaném SMARCAD1. Tento gen hraje klíčovou roli v regulaci vývoje kožních vrstev. Pokud je gen SMARCAD1 narušen mutací, může to způsobit abnormality ve formování kožních rýh na břišních prstů. U některých jedinců se tak může stát, že unikátní kožní rýhy prostě nevzniknou, což může mít vliv na strukturu otisků jejich prstů. Tato genetická variabilita přispívá k rozmanitosti lidských otisků prstů a zároveň ukazuje, jak složitý a různorodý je proces embryonálního vývoje (redakce 100+1.cz, 2021).

3.8 Otisk prstu u člověka

Kromě lidí mohou otisky prstů, přesněji papilární linie, najít i u některých primátů a vačnatců. Otisk lidského prstu představuje unikátní identifikační znak každého jednotlivce, otisky prstů se ani mezi jednovaječnými dvojčaty neshodují. Každý prst má na svém povrchu specifické drážky, záhyby a rýhy, které se formují během embryonálního vývoje pod vlivem genetických faktorů. Tyto charakteristické rysy vytvářejí kožní liniové struktury známé jako dermatoglyfy. I když někteří zločinci se pokoušeli o odstranění otisků prstů, postupem času se tyto otisky obnoví a zůstávají zcela jedinečné. Jsou natolik jedinečné, že analýza otisku prstů se stala téměř stoprocentně spolehlivou kriminalistickou technikou již více než sto let (Jelínková, 2023).

3.9 Biometrie

Pojem biometrie má svůj původ z řeckých slov „bio“, což znamená „život“ a „metrikos“, což se týká měření. Biometrie je obor, který se zabývá identifikací a analýzou jednotlivců na základě jejich biologických charakteristik. Lidé využívají různé tělesné vlastnosti nebo vzory, jako jsou obličejové rysy, hlasové projevy a otisky prstů, k identifikaci osob nebo k ověřování jejich identity. Těmito biometrickými charakteristikami se zabývá zkoumáním jedinečných vzorů nebo vlastností, které jsou specifické pro každého jednotlivce a mohou být využity k jednoznačné identifikaci nebo ověřování totožnosti. Biometrie hraje klíčovou roli v mnoha oblastech, včetně bezpečnosti, správy osobních údajů, lékařství a mnoha dalších (Jain et al., 2004).

Biometrie je věda, která se v současnosti používá k identifikaci lidí a je slibným trendem v oblasti identifikace dobytka. Zvířecí biometrie má mnoho aplikací, včetně klasifikace skotu, sledování dobytka od narození do konce potravního řetězce a pochopení trajektorií onemocnění zvířat a vzorců populace. Nasazení zvířecí biometrie do počítačových systémů v současnosti čelí výzvám s ohledem na přesnost identifikace a robustnost systému (Awad, 2016).

3.10 Vizuální biometrie

Vizuální biometrie zvířat je nově vznikající výzkumná disciplína v oblasti počítačového vidění a rozpoznávání vzorů. Je to slibný výzkumný obor, který podporuje nový vývoj kvantifikovaných algoritmů a metodologií pro prezentaci, detekci viditelných znaků, fenotypového vzhledu druhů, jedinců a rozpoznávání morfologických a biometrických charakteristik zvířat. Kromě toho také pomáhají při studiu trajektorii zvířat a analýze chování druhů. V současné době se stále více rozšiřují reálné aplikace vizuálních zvířecích biometrických systému díky rozmanitosti aplikací a použití, zvýšení kvantity a kvality sběru rozsáhlých ekologických dat a zpracování. Pokrok v oblasti vizuální biometrie zvířat však bude vyžadovat integraci metodologií mezi zúčastněnými vědeckými disciplínami (Kumar a Singh, 2017).

3.11 Biometrické znaky, které identifikují individualitu zvířat

Mezi biometrické znaky patří vzor srsti zvířat, který se nachází na hlavních částech těla jako je zbarvení srsti, peří, kůže nebo šupin. U zeber, gepardů, tučňáků a tygrů je dokázáno že je lze identifikovat podle pruhů, které jsou jedinečné (Burghardt, 2008). V norské studii byli zkoumáni zvolení jedinci husy malé (*Anser erythropus*), které byly zkoumány na základě břišních skvrnách podle jejich rozdílnosti. Skvrny byly nakresleny za přítomnosti dalších dvou pozorovatelů, aby nevznikl omyl při evidenci. Jedinci byli sledováni po dobu sedmi sezón. Po celé monitorované době nebyli nalezeni jiní jedinci s podobnými skvrny (Øien et al., 1996).

Identifikace za pomocí fotografií se využívala od 70. let 20. století k určování vodních živočichů jako bylo u delfínů a velryb (Rugh et al., 1998). Jedinci delfínů skákavých, byli identifikováni za pomoci porovnáním fotografie jejich ploutví, na nichž jsou viditelné křivky, zářezy, vrypy a trhliny. Velryby lze rozeznat podle mozolnatosti na jejich hlavách (Wells, 2002).

(Bugge et al., 2011) zmiňuje ve svém výzkumu, že některé druhy zvířat mají snadno rozpoznatelné vnější znaky, které jsou originální pro každého jednotlivce zvlášť. Například zahrnuje barevné kroužky u hadů, černobílé pruhy u zeber, skvrny na břiše u hus a „oční“ skvrny na křídlech motýlů.

3.12 Metody k identifikaci zvířete

Značkování je jednou z nejstarších a nejpoužívanějších metod identifikace zvířat, jejíž historie sahá až do doby před naším letopočtem a starověkých afrických civilizací. Tato metoda využívá rozžhavené železo nebo elektrický proud k označení zvíře. Když je značka dostatečně rozpálená do červena, aplikuje se na kůži zvířete. Tímto procesem jsou zničeny růstové buňky srsti a vytváří se trvalá značka (Ahmed, 2022).

Pro prevenci podvodů v identifikaci dobytka byly vyvinuty nové metody, včetně značkování, tetování a umístování ušních známek. Tyto techniky slouží k jednoznačné identifikaci zvířat a zabezpečení jejich traceability. Jedna z těchto metod, využívaná k identifikaci skotu, byla poprvé publikována Petersen (1922).

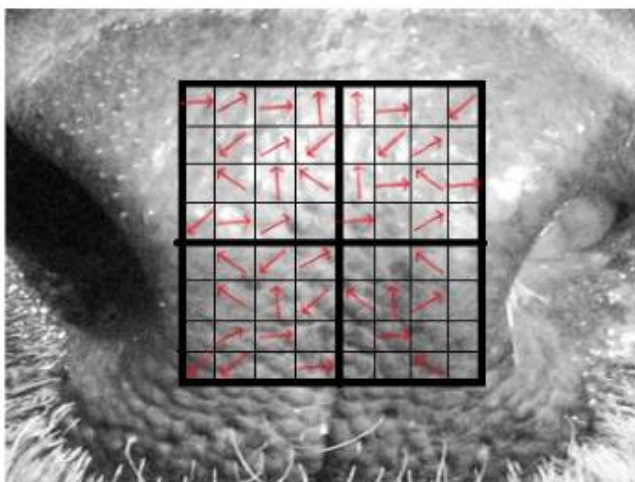
V roce 2003 až 2005 byla tato metoda, zkoumání individuality kusu podle struktury tkáně vnějšího nosu, použita při pozorování vyder mořských. Při tomto pozorování bylo identifikováno 114 jedinců vyder mořských, v roce 2003 byli identifikováni jedinci pouze z 36 % fotografií. V roce 2005 pak z 55 % fotografií. Toto pozorování a identifikace kusů nám ukázalo že identifikace kusu podle struktury tkáně vnějšího nosu je dobrá metoda identifikace, pokud je dodržena metodika a zásady sběru dat, respektive fotografií (Gilkinson et al., 2007).

3.13 Využívané metody k identifikaci hospodářských zvířat

Identifikace skotu, buvolů a krav hraje v poslední době významnou roli při pochopení trajektorie onemocnění, vakcinace a řízení produkce, sledovatelnosti zvířat a přiřazení vlastnictví zvířat. Identifikace a sledování skotu se týká procesu přesného rozpoznání jednotlivého skotu a jeho produktů pomocí jedinečného identifikátoru nebo značky. Klasické metody identifikace a sledování dobytka, jako jsou ušní štítky, značkování, tetování a elektrické metody, se již dlouho používají; jejich výkon je však omezený kvůli jejich zranitelnosti vůči ztrátám, duplikacím, podvodům a bezpečnostním problémům. Biometrické vlastnosti mapované do systémů identifikace zvířat se díky své jedinečnosti, neměnnosti a nízkým nákladům ukázaly jako slibný trend. Biometrické identifikátory pro hovězí zvířata zahrnují obrázky z tlamy, vzory duhovky a cévní vzory sítnice (Awad, 2016).

Identifikace zvířat se stala důležitou pro několik účelů, např. sledování, kontrola transakcí s hospodářskými zvířaty a kontrola nemocí. Objevily se metody k biometrické identifikaci, které získaly přesnější výsledky. Tento výzkum představuje biometrický, identifikační systém k identifikaci dobytka na základě fotografií z tlamy. Pro výzkum se využívá extrakční technika „Speeded Up Robust Feature“ (SURF) spolu s minimální vzdáleností a klasifikátory Support

Vector Machine (SVM). Navrhovaný systém se zaměřuje na dosažení nejlepší přesnosti pomocí minimálního počtu zájmových bodů SURF, což minimalizuje čas potřebný k tomu, aby systém dokončil přesnou identifikaci. Porovnává také přesnost získanou z vlastností SURF prostřednictvím různých klasifikátorů. V tomto výzkumu se jako biometrický znak používá otisk tlamy (obr. 1) k identifikaci dobytka zachycením živého obrazu nosu dobytka a použitím techniky strojového učení pro identifikaci (Tharwat, 2015).



Obr. 1 – Zachycení otisku tlamy za pomoci techniky „SURF“ (Tharwat, 2015)

Hospodářská zvířata konkrétně ovce a skot mohou být identifikováni a evidováni jednotlivě na základě uspořádání a rozmístění hřebenů a dolíků na tlamě. Tato metoda je jednoduchá na aplikaci. Na nos se nanese inkoust, který se použil k otisknutí na papír, podobně jako při odběru otisku prstu u člověka. Přesnost individuality závisí na otisku, který je pořízen stejným způsobem, stejným tlakem, stejným inkoustem a stejným typem papíru, aby se nemohlo stát, že dojde k záměně více zvířat. Přechist otisk nosu může být obtížné kvůli rozmazání a vyžaduje to k ověření shody je vycvičené oko, proto je tato metoda závislá na schopnostech obsluhy (Ebert, 2006).

3.14 Vývoj a využití elektronického nosu k zjištění zdravotního stavu zvířete

Od vzniku využívání nosu zvířete jako identifikační znak, bylo dobře známo, že v oblasti medicíny existuje velký potenciál. Tento přehled pojednává o těch oblastech medicíny, ve kterých byla použita technologie elektronického nosu. Pro každou oblast se tento přehled zabývá rozsahem lékařského problému, který byl studován, jak může technologie elektronického nosu pomoci vyřešit lékařský problém a dosavadními výsledky takových studií. Elektronické nosy budou využívány tak, aby analyzovaly konkrétní chorobné stavy za pomoci těkavých látek, které budou ještě studovány.

Tyto informace pak mohou být využity při zdokonalování chemie elektronických nosních senzorů, čímž se stávají citlivějšími a specifitějšími pro konkrétní zkoumanou chorobu. Cílem výzkumu je v této oblasti vytvořit elektronický nos, který je přenosný, rychlý, levný a vhodný pro použití ve vyšetřovně nebo u lůžka jako diagnostický nástroj (Thaler a Hanson, 2014).

V dnešní době rychle roste počet domácností, kteří vlastní domácí mazlíčka (kočky a psy). Jako následek rostoucího zájmu držení domácích mazlíčků vznikají problémy jako jsou chybějící informace o zvířeti, které poskytují například falešné pojistné události. Tento výzkum navrhuje nový projekt, který dokáže extrahovat identifikační rysy za pomoci vzorů otisků psích nosů pro individuální identifikaci. Navrhovaný projekt psích nosů (DNNet) je siamská síťová struktura založená na konvoluční neuronové síti (CNN), která obsahuje moduly pro extrakci funkcí a sebezpozorování, která lze za pomoci mobilního zařízení pořídit. Navrhovaná metoda dosahuje lepších rozpoznávacích dat otisku psího nosu. Použitím více datových sítí za pomoci křížové validace dosáhli průměrnou přesností identifikace 98,972 % (Bae et al., 2021).

Potvrzení zdravotního stavu živého skotu a včasné odhalení případných onemocnění zvyšuje informovanost spotřebitelů a uspokojuje jejich požadavky na ověření zdroje, bezpečnost potravin a identifikaci masných výrobků v dodavatelském řetězci (Zhao et al., 2011). Současná situace zdůrazňuje potřebu účinných a bezpečných systémů identifikace a sledování nejen pro živá hovězí zvířata, ale také pro živočišné produkty (Marchant a Sofos, 2008). Identifikace na farmě a sledovatelnost hovězího masa mimo farmu může zlepšit schopnost identifikovat každou farmu a její produkty na každém kroku od farmy až po vidličku (Awad, 2016).

3.15 Vykazování ulovené a naleznuté uhynulé zvěře

Každý kus ulovené nebo nalezené užitkovatelné zvěře spárkaté musí být ihned po ulovení, nalezení nebo po provedené dohledávce označen nesnímatelnou plombou; zúčtovatelné plomby vydává uživatelům honiteb orgán státní správy myslivosti. U ostatní zvěře ulovené na společných lovech musí být při přepravě více než 10 kusů vystaven uživatelem honitby lístek o původu zvěře; to platí i u zvěře dohledané po provedení společného lovu. Vyhláška č. 244/2002 stanoví druhy plomb, lístků o původu zvěře, způsoby jejich výdeje, evidence, připevňování, snímání a podobně. Uživatel honitby, nebo dotyčná osoba, která lov provedla umístí plombu za Achillovou šlachu, nebo za poslední žebro zvěře a vyplní lístek o původu zvěře (Myslivost.cz, 2007).

Tyto kontroly a postup při vykazování zvěře, jsou čím dál více zneužívány a sčítané stavy ulovené a uhynulé naleznuté kusy zvěře nesprávně vykazovány. Možným řešením se zabývá článek o identifikaci kusu podle fotografie tkáně vnějšího nosu, která nahrazuje markanty, které by měly být odlišitelné pro jednotlivá pohlaví zvěře podle struktury tkáně vnějšího nosu což může být dlouhodobým řešením evidence (Kovaříková, 2021).

Postupným zlepšováním technických standardů ve fototechnice se budou zvyšovat procenta vyhovujících snímků pro identifikaci zvěře, z tohoto důvodu je možné v dnešní době zkoumat individualitu zvěře podle struktury tkáně vnějšího nosu z fotek pořízených pomocí mobilních telefonů, bez použití profesionální fotografické techniky. Dalším důležitým aspektem při získávání fotografií tkáně vnějšího nosu ulovené zvěře za účelem zkoumání individuality podle tkáně vnějšího nosu je, pořizování fotografií ve stádiu, kdy je tkáň vnějšího nosu ve stavu kdy ještě není změněná struktura tkáně in vivo a post mortem, v takovémto případě se struktura tkáně vnějšího nosu mění natolik že je kus tímto způsobem neidentifikovatelný (Šifta, 2013).

3.16 Využívání mobilního zařízení k vykazování spárkaté zvěře

Ministerstvo plánuje zavést do systému ISEM kontrolu prostřednictvím mobilní aplikace, aby zajistilo bezproblémový chod celého procesu. Každý ulovený kus spárkaté zvěře musí být vyfotografován dvakrát, přičemž na fotografiích musí být viditelná nesnímatelná plomba. Záznam o ulovení těchto fotografií musí být do 48 hodin od ulovení. Pokud není vyfotografována zvěř zaznamenána v systému, nebude zahrnuta do plánu lovu. Mobilní aplikaci mohou využívat, jak lovci samotní, tak zejména myslivečtí hospodáři, kteří budou všechny záznamy potvrzovat. I když není nutné, aby každý lovec vlastnil chytrý telefon a v nepříznivých terénních podmínkách fotografoval ulovený kus, tato povinnost musí být splněna. Může být například splněna u chladicího zařízení nebo jiného vhodného místa. Nastavení kontroly ulovené zvěře a vyplnění plánu lovu bude tedy záležet na uvážení uživatele honitby (Fisher, 2023).

3.17 Potenciální využití elektronické evidence za pomoci tkáně vnějšího nosu

Na základě vyhodnocení individuality zvěře za pomoci fotografií nosu, nebude možné jednotlivé ulovené kusy zvěře zaměňovat či případně evidovat lov, který nebyl uskutečněn. Tímto způsobem bude možné pro lepší kontrolu počty ulovených kusů daného druhu spárkaté zvěře, na základě těchto dat zpracovávat. Nově vyvíjena aplikace, která je zaměřená pro elektronickou evidenci zvěře poskytne ověřována data pro navazující legislativní opatření a formulaci strategií chovu a lovu zvěře v podmínkách České republiky (VUT.cz, 2023).

4. Metodika

4.1 Sběr dat

Byla zkoumána individualita struktury tkáně vnějšího nosu prasete divokého a prasete domácího. Začátek sběru snímků byl od 25. 4. 2023 a ukončení 31. 12. 2023. Během tohoto období bylo nasbíráno přes 500 fotografií prasete divokého. Nejvíce dat bylo nasbíráno během naháňkového období od počátku listopadu 2023 až do konce prosince 2023. Data byla sbírána na území celé České republiky a z farmy v Polsku v Krotoszyň. Na sběru dat se kromě mě podílely i státní organizace (Lesy České republiky s. p., Vojenské lesy, s. p.), ale i studenti z vysokých či středních škol a myslivecká veřejnost. Sběrem snímku u prasete domácího bylo získáno přes 500 fotografií z jatek z obce Předmíř a z domácího chovu “Farma Hutě“, která se nachází u města Rožmitál pod Třemšínem.

4.2 Postup sběru dat

Před vyfocení ryje bylo důležité očistit ryj od nečistot nedestruktivním způsobem, například utěrkou, vlhčeným hadříkem, nebo papírovým kapesníkem. Ke sběru dat postačovaly pouze dvě správně vyfocené fotografie u jednoho kusu.

- První fotografie měla být pořízena z pohledu na ryj zepředu ze vzdálenosti 6–15cm (dle použitého telefonu s fotoaparátem) (Obr. 1a).
- Druhá fotografie zachycovala pohled z vrchu ze vzdálenosti 6–15cm (dle použitého telefonu s fotoaparátem). Zde by měla být vidět co největší plocha ryje, kde se nacházejí papilární linie, které slouží jako identifikační znak (Obr. 1b).

Fotografie musely být vyfoceny stejně, buď s bleskem anebo bez blesku, musely být správně zaostřené a ryj musel být zcela očištěný (Obr.1a, Obr. 1b). U všech fotografií bylo dbáno na to, aby fotoaparát, kterým vzorek fotíme byl správně zaostřen.

Při ukládání fotografií bylo zapotřebí, aby k fotkám byly poskytnuty údaj o druhu zvěře, pohlaví, datumu ulovení, stáří zvěře, oblast ulovení (katastr) a to v předepsaném formátu: „(prasedivoké_bachyně_22.10.2023_4r.Příbram)“ (Obr. 3a, Obr. 3b). K těmto údajům bylo přidáno číslo z nesnímatelné zúčtovatelné plomby u ulovených divokých prasat.

Fotografie nesměly být rozmazané a vyfocené odlišně. Velice důležité bylo dbát na čistotu prasečího ryje. Na dalších fotografiích (Obr. 2a, Obr. 2b) je ukázáno nesprávné pořízení fotografií pro výzkum. Z důvodu přítomnosti cizích částic na ryji jsou tyto fotografie nevhodné k rozlišení struktury tkáně vnějšího nosu. Pokud jedna ze dvou fotografií nesplňovala daná kritéria sběru dat, nebyla možnost využít strukturu ryje ze snímku a následně ji vyhodnotit.



Obr. 1a – Vhodný snímek vyfotografovaného ryje zepředu (Kaiserová, 2024)



Obr. 1b – Vhodný snímek vyfotografovaného ryje z vrchu (Kaiserová, 2024)



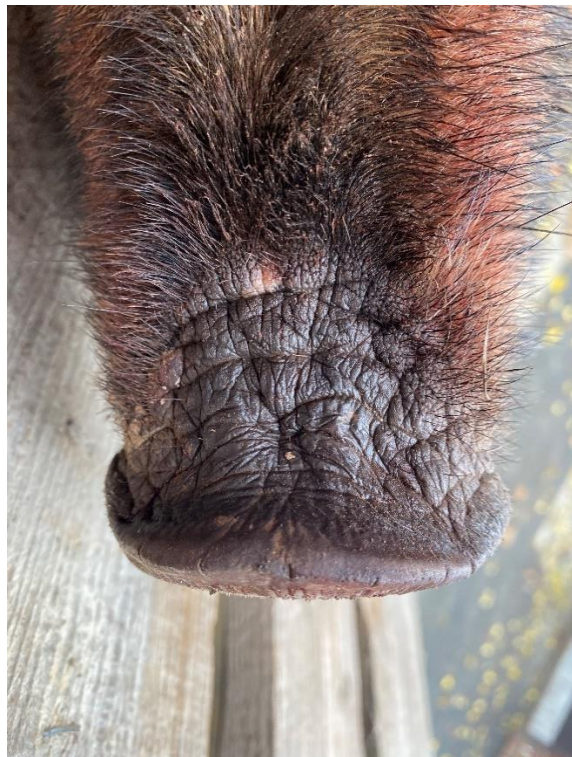
Obr. 2a – Nevhodné snímky vyfotografovaného ryje zepředu (Kaiserová, 2024)



Obr. 2b – Nevhodné snímky vyfotografovaného ryje z vrchu (Kaiserová, 2024)



Obr. – 3a prasedivoké_bachyně_22.10.2023_4r.Příbram
(Kaiserová, 2024)



Obr. 3b – prasedivoké_bachyně_22.10.2023_4r.Příbram
(Kaiserová, 2024)

4.3 Kvalita sbíraných snímků

Jednotlivé snímky prasečích ryjů, které byly foceny z pohledu z vrchu a z pohledu zepředu, byly ručně prohlíženy a vybírány, zda splňují kritéria k vyhodnocení individuality jedince a byly rozděleny do bodového hodnocení od škály č.1 až č. 3 podle kvality.

č.1 – Snímek je řádně zaostřený, nevyskytují se žádné předměty na ryji a lze ho evidovat.

č.2 – Snímek není natolik zaostřen, je v horší kvalitě, nebo se na ryji vyskytují cizí předměty. Je zapotřebí vložit více fotografií k evidenci.

č.3 – Snímek je vyfocený v nejhorší kvalitě, nebo prasečí ryj je natolik znečištěn, že ho nelze evidovat v aplikaci.

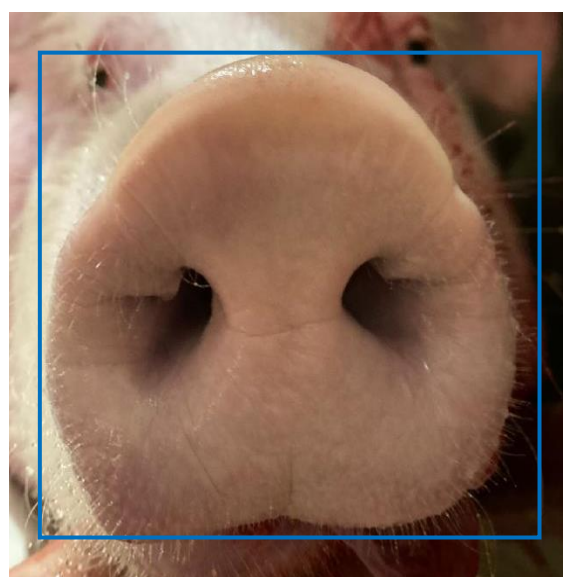
Fotografie nejsou vyhodnoceny jenom podle zaostření, ale i podle celkové kvalitu fotografie z technického pohledu. To znamená jas, ostrost a kontrast fotky. Na snímek se využívá konvoluční neuronová síť.

4.4 Anotace dat

Za pomoci nainstalovaného programu „Labelme“ jsme anotovali data, která byla pojmenovaná u každé fotografie zvlášť. Jako první krok bylo nahrání fotografie s prasečím ryjem z pohledu z vrchu, která byla pojmenována podle metodiky. Druhý krok byl stejnou fotografií označit za pomoci čtverce. Čtverec byl vložen na nos podle velikosti plochy tak, aby zaměřil co nejvíce papilárních linií na nose (Obr. 4a). Označením plochy za pomoci čtverce, bylo vyznačeno na co se má program konkrétně zaměřit. Posledním krokem bylo uložení fotografie. Stejný postup byl i při vkládání fotografie prasečího ryje z pohledu zepředu (Obr. 4b).



Obr. 4a – Vložení čtverce na zkoumanou plochu prasečího ryje z vrchu (Kaiserová, 2024)

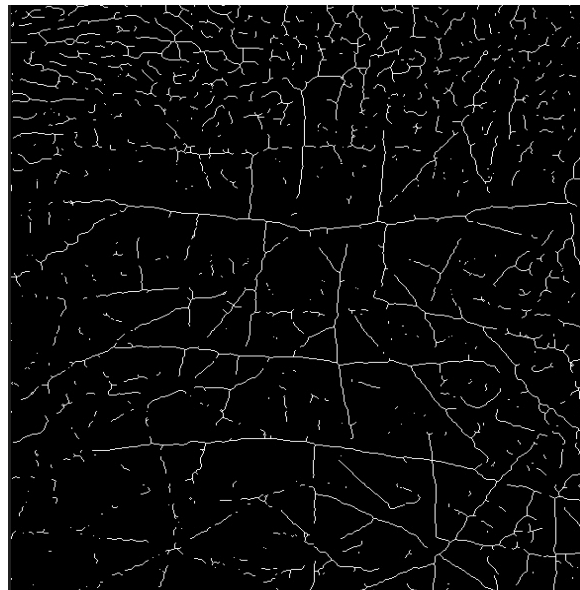


Obr. 4b – Vložení čtverce na zkoumanou plochu prasečího ryje zepředu (Kaiserová, 2024)

Vložené a dále upravené fotografie v programu jsme uložili do speciální složky, kterou jsme vytvořili k ukládání nových dat pro další posouzení individuality. V nové, vytvořené složce, pro ukládání nových dat, jsme našli nová data, která se jmenovala úplně stejně jako původní originální fotografie. Fotografie byla ukázána s podrobnějším zaměřením na papilární linie, které potřebujeme k posouzení individuality (Obr. 5a, Obr. 5b).



Obr. 5a – Data ze skenu, zvýraznění papilárních linií prasečího ryje z pohledu zepředu (Kaiserová, 2024)



Obr. 5b – Data ze skenu, zvýraznění papilárních linií prasečího ryje z pohledu z vrchu (Kaiserová, 2024)

4.5 Analýza zvýrazněného vnějšího nosu za pomoci úsečkových linek

Ke zkoumání individuality bylo vybráno 100 vzorových fotografií (20 kusů bachyň, 20 kusů kňourů a 10 kusů selat a 25 kusů kanců, 25 kusů prasnic) se zvýrazněnou strukturou tkáně vnějšího nosu. Na fotografie byly ručně přidány tři stejně dlouhé svislé úsečky, jako ukazatelé, které nám protínaly papilární linie na nose. Zvolená metoda za pomoci využití úsečkových linek na konkrétních vzorcích bude sloužit jako podklad pro automatizované vyhodnocení, která byla nutná pro budoucí učení logaritmu k vyhodnocování individuality.

U prasete domácího bylo vybráno 25 fotografií z rodinné farmy u Rožmitálu pod Třemšínem a 25 fotografií z jatek Předmíř. Subjekty, kde byla data sbírána, se nacházejí ve vzdálenosti 20 km od sebe. Prasata domácí jsou svým původem jiná od každého dodavatele – nejsou tedy příbuzná. U prasete divokého jsme vybírali fotografie z různých lokalit, abychom mohli vyloučit příbuznost prasat. Vybrali jsme 10 kusů bachyň z Kostelce nad Černými lesy, dalších 10 kusů bachyň bylo vybráno z lokality Šluknov. U kňourů jsme využily 20 kusů z polské farmy Krotoszyně a 10 selat bylo vybraných z oblasti Kutné Hory.

4.5 Posuzování individuality za pomoci svislých linek prasečího ryje z pohledu z vrchu

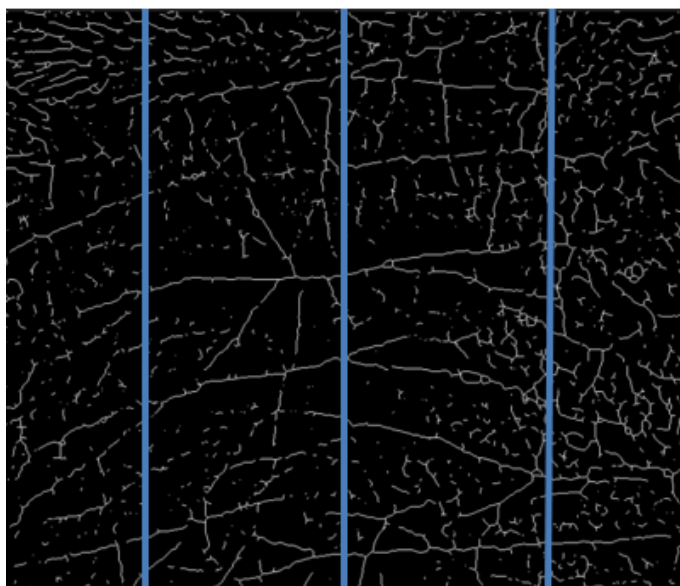
Náš zaměřený cíl byl na vybraných prasečích ryjů z pohledu z vrchu. Na této ploše se nachází nejvíce papilárních linií k posouzení a zkoumání individuality.

Linka č.1 svislá – byla umístěna v první třetině ryje, od vrchní po spodní okraj.

Linka č.2 svislá – byla umístěna ve druhé třetině ryje od vrchního po spodní okraj.

Linka č.3 svislá – byla umístěna ve třetí třetině ryje, od vrchní po spodní okraj.

Mezi zkoumanými oblastmi v prostoru 3 svislých linek (linka č. 1 – č. 3) jsme pozorovali a následně evidovali papilární linie. Na jejichž základě jsme měli možnost vyhodnotit shodu, nebo naopak odlišnost daných, mezi sebou porovnávaných, kusů zvěře (Obr. 6)



Obr. 6 – Analyzování papilárních linií za pomoci svislých linek.

4.7 Předávání nasbíraných dat

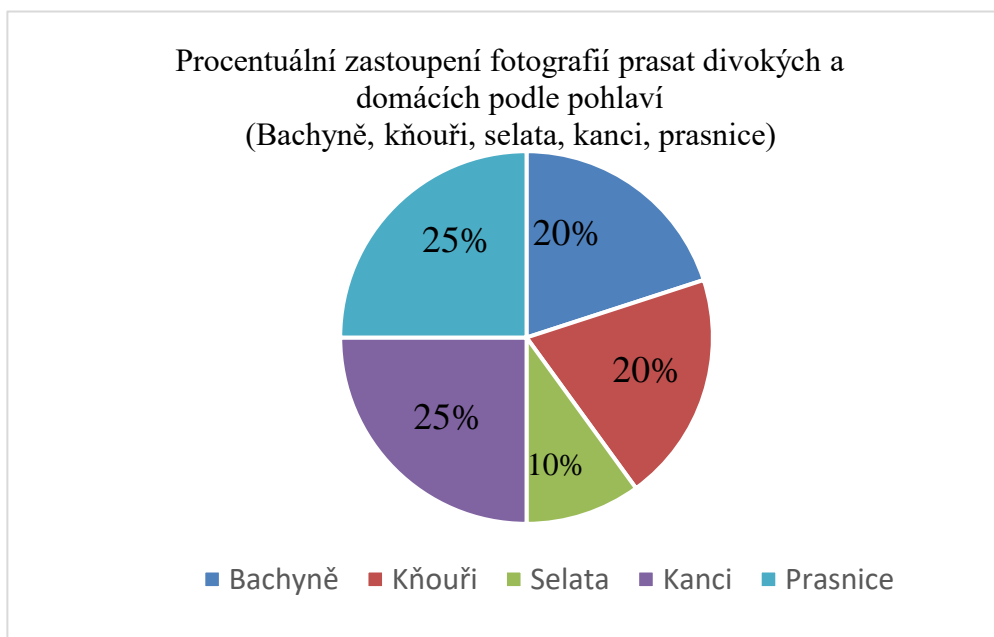
Veškerá posbíraná data, byla odevzdána VUT – Vysoké učení technické v Brně v elektronické podobě za pomoci USB Flash disku, aby nezhoršily svou kvalitu a zůstaly stejné.

Přes internetovou úschovnu jsem průběžně zasílala anotovaná data, na kterých byla znázorněna zkoumaná část za pomoci viditelných papilárních linií. Hlavním řešitelem vývoje aplikace pro automatizovanou evidenci ulovené spárkaté zvěře na základě individuality struktury kožní tkáně vnějšího nosu je pan prof. Ing. Martin Drahanský, Ph.D. a jeho tým v Brně, kterým se data posílala.

5. Výsledky

Bylo sesbíráno přes 500 fotografií vnějšího nosu prasete divokého (ryjů) a přes 500 fotografií prasete domácího.

K analýze bylo využito 100 nejrepresentativnějších fotografií (20 kusů bachyně, 20 kusů kňouřů a 10 kusů selat, 25 kusů kanců a 25 kusů prasnic) (Graf č. 1).

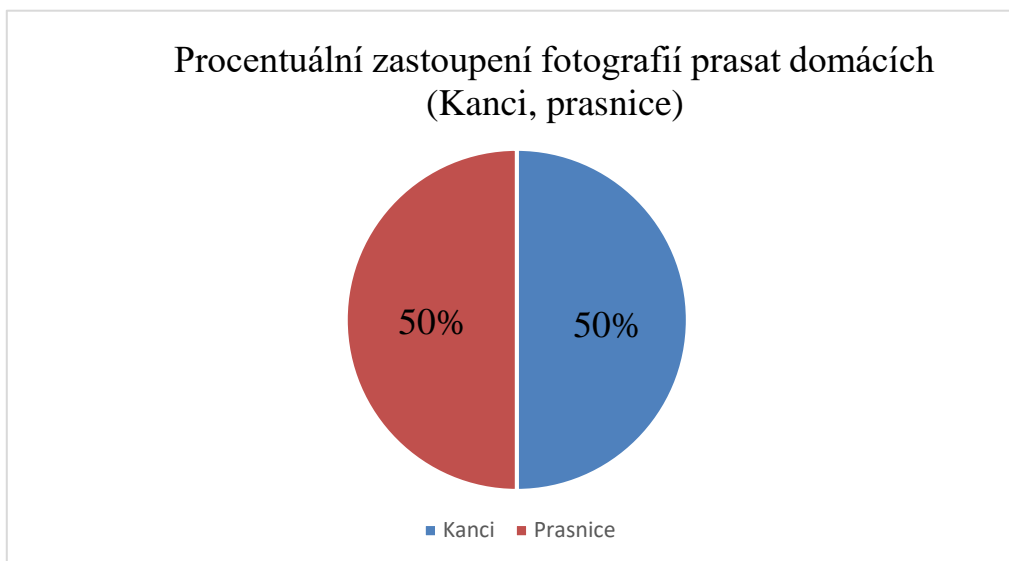


Graf č.1 - Procentuální zastoupení fotografií prasat divokých a domácích podle pohlaví (Bachyně, kňouři, selata, kanci, prasnice). (Kaiserová, 2024).

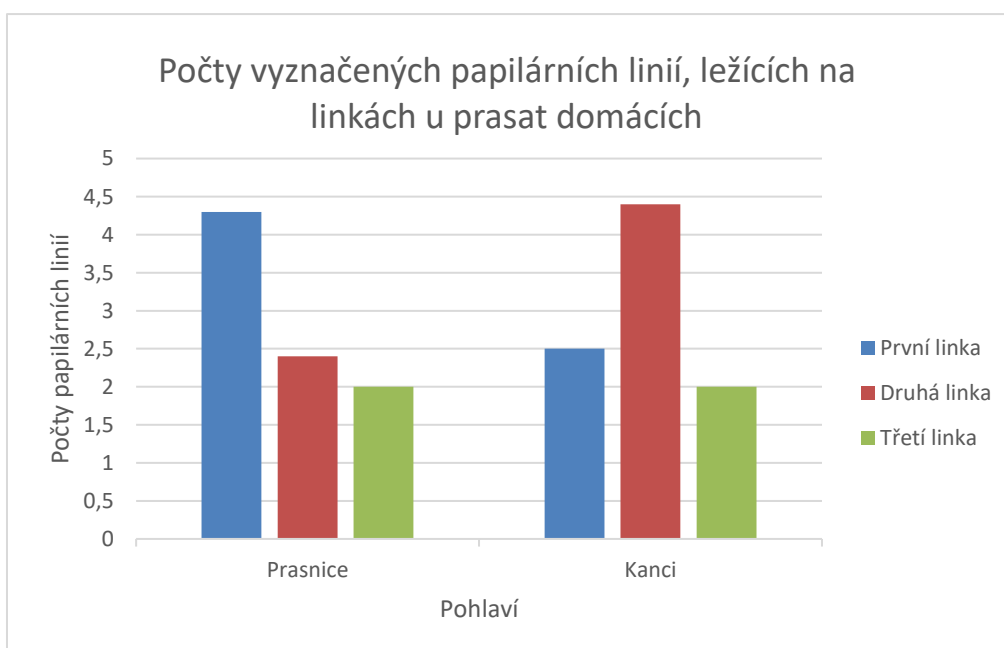
5.1 Individualita prasat domácích

Individualita byla zkoumána mezi 50 kusy prasat domácích (25 prasnic a 25 kanců) (Graf č.1), které sloužily jako testovací skupina. Individualita byla v této práci potvrzena u všech zkoumaných kusů. Individualita kusu podle počtu zvýrazněných papilárních linií ležících na linkách, byla potvrzena jak u kanců, tak u prasnic.

U kanců, byl počet zvýrazněných papilárních linií, které ležely na první lince, průměrně 12. Na druhé lince v průměru 24 a na třetí lince 14. U prasnic, byl počet zvýrazněných papilárních linií, které ležely na první lince, průměrně 7. Na druhé lince v průměru 18 a na třetí lince 12. (Graf č.2)



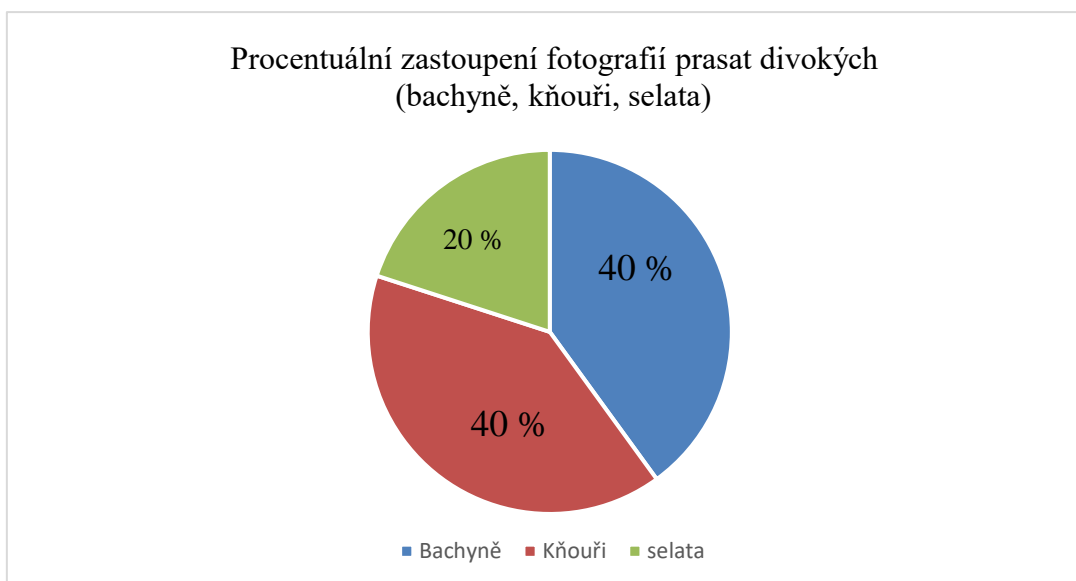
Graf č. 2 – Procentuální zastoupení fotografií prasat domácích podle pohlaví – kanci, prasnice (Kaiserová, 2024).



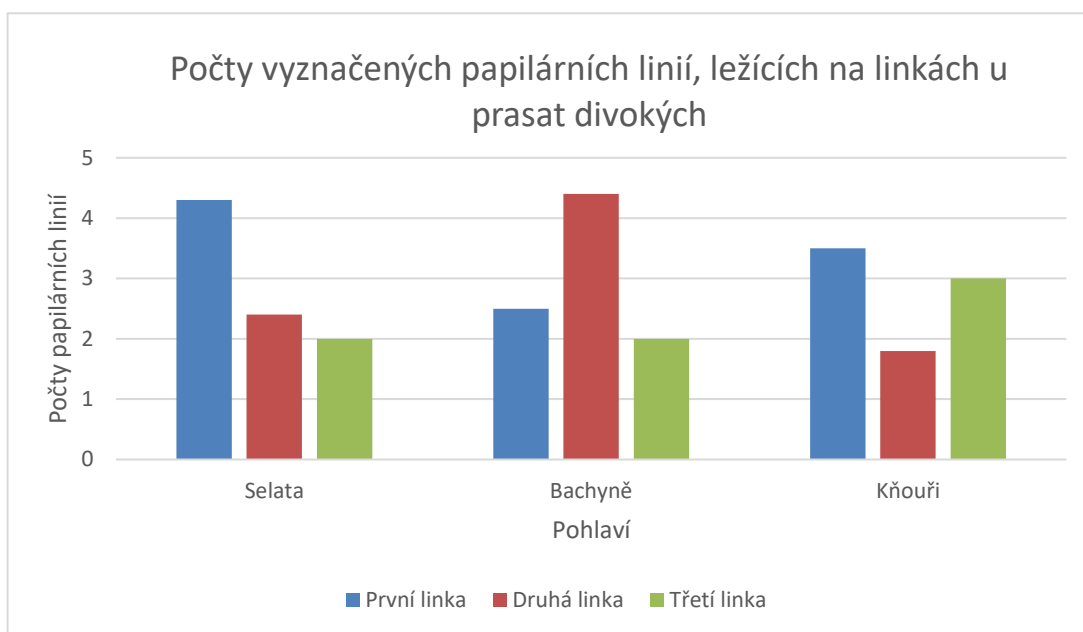
Graf č.3 - Průměrné počty zvýrazněných papilárních linií, ležících na úsečkách u prasat domácích. (Kaiserová, 2024)

5.2 Individualita prasat divokých

U selat, byl počet zvýrazněných papilárních linií, které ležely na první lince, průměrně 7. Na druhé lince v průměru 20 a na třetí lince 12. U bachyní, byl počet zvýrazněných papilárních linií, které ležely na první lince, průměrně 5. Na druhé lince v průměru 14 a na třetí lince 6. U kňourů, byl počet zvýrazněných papilárních linií, které ležely na první lince, průměrně 10. Na druhé lince v průměru 24 a na třetí lince 9 (Graf č.5).



Graf č. 4 - Procentuální zastoupení fotografií prasat divokých podle pohlaví – kňouři, bachyně, selata (Kaiserová, 2024).



Graf č.5 - Průměrné počty zvýrazněných papilárních linií, ležících na úsečkách u prasat divokých. (Kaiserová, 2024)

5.3 Vyhodnocení shody mezi jednotlivci

Na základě analýzy struktury tkáně vnějšího nosu u černé zvěře a prasat domácích na vzorku fotografií sta jedinců bylo zjištěno, že nedošlo k nalezení žádné shody mezi jednotlivci. Detailní zkoumání morfologických vlastností tkáně vnějšího nosu prokázalo dostatečnou variabilitu, která by umožňovala biometrické posouzení individuality u zkoumaných zvířat.

Při porovnání počtu papilárních linií ležících na přidaných linkách, byl tento počet při porovnání jednotlivých linek, všech jednotlivých kusů, vždy odlišný. Žádné dva kusy prasat (divokých i domácích) z vybraného vzorku 100 jedinců, neměly stejné počty papilárních linií ležících na přidaných linkách (linka jedna, linka dva, linka tři).

Počet papilárních linií ležících na přidaných linkách se pohyboval v rozmezí od 7 do 31, mediánem byla hodnota 22 (Graf č.6).

Počet papilárních linií ležících na přidaných linkách, u prasat divokých, byl v rozmezí od 13 do 31. Počet papilárních linií ležících na přidaných linkách, u prasat domácích, byl v rozmezí od 7 do 26.



Graf č.6 – Box Plot graf, znázorňující počet papilárních linií ležících na přidaných linkách u prasat domácích a divokých (medián, box 25% - 75%, Min-Max). (Kaiserová, 2024).

6. Diskuse

V současné době hraje biometrie klíčovou roli při identifikaci lidí (Jelínková, 2023), ale čím dál tím častěji i u zvířat (Jain et al., 2004). Jedním z potenciálních biometrických znaků, které lze využít pro jedinečné rozlišení zvířat, je struktura tkáně vnějšího nosu. Vyhodnocení vhodnosti struktury tkáně vnějšího nosu černé zvěře a prasat domácích, pro biometrické posouzení individuality, představuje důležitý krok směrem k využití nových metod identifikaci zvířat v kontextu biometrie. Tato studie zkoumala možnosti využití struktury tkáně vnějšího nosu u černé zvěře a prasat domácích pro individuální identifikaci, což může mít široké uplatnění nejenom v myslivecké praxi.

6.1 Charakteristika prasečího nosu

Prasečí nos je velmi charakteristický a složitý orgán, který hraje klíčovou roli v čichovém smyslu prasat a podílí se také na jejich chování a komunikaci. Struktura tkáně vnějšího nosu u zvířat je z hlediska biometrie fascinujícím a velmi užitečným znakem pro identifikaci jednotlivců (Kaluže a Konvalinová, 2019). Tato struktura může obsahovat jedinečné prvky jako jsou záhyby, rýhy, chlupy nebo pigmentace, které jsou specifické pro každého jedince. Stejně jako ve studii Bugge et al. (2011), která popisuje různé druhy živočichů a jejich jedinečnost v konkrétních znacích (kroužky u hadů, pruhy u zeber...). I u prasat jsou takovéto znaky, které jsou pro každý kus jedinečné. Těmito morfologickými rysy jsou zejména tvar nosního hřbetu, konfigurace nosních dírek, uspořádání papilárních linií na povrchu nosu a celkový tvar nosu. Unikátností struktury tkáně vnějšího nosu u prasat divokých a domácích se doposud žádná vědecká studie nezabývala.

6.2 Identifikace zvířat na základě vzhledu nosu – Pigmentace, znaménka, rysy

Pigmentace tkáně vnějšího nosu může být dalším významným identifikačním rysem. Rozdíly v barvě nebo vzorech pigmentace na nosní ploše mohou poskytnout další jedinečné znaky pro rozpoznávání jednotlivých prasat.

Zvláštní znaménka a unikátní rysy jako jsou jizvy, zvětšení, nebo zvláštní struktury na tkáni vnějšího nosu, mohou sloužit také jako významné identifikační prvky. Tato znaménka mohou být výsledkem genetických faktorů, prostředí nebo interakcí s jinými prasaty. Naše práce taktéž vycházela z fyziologických znaků jako například u studie Ahmad et al. (2022), která se zaměřovala na identifikaci zvířat za různých podmínek pomocí identifikace barvy kůže a vzorů.

6.3 Biometrie a využití struktury tkáně vnějšího nosu

Biometrie je disciplína zabývající se identifikací jednotlivců na základě jejich fyzikálních nebo behaviorálních vlastností. V posledních letech se zvýšil zájem o využití biometrických metod v oblasti zvířat a jejich identifikace. Struktura tkáně vnějšího nosu je u savců různorodá a obsahuje jedinečné znaky, které lze využít pro rozlišení jednotlivců. U prasat divokých a prasat domácích může tato struktura nabízet dostatečnou variabilitu pro biometrické posouzení individuality. Náš výzkum představoval biometrický, identifikační systém k identifikaci zvěře na základě obrázků nosu, podobně jako u experimentu Tharwart et al (2015), kde byl prováděn pokus na 217 snímcích otisku tlamy krav za pomoci programu SURF. Experimentální výsledky ukázaly, že navrhované metody jak u našeho výzkumu, tak i u identifikace skotu, dosáhly vynikajících výsledků identifikace jedinců ve srovnání s jinými předchozími pracemi.

U psů bylo zjištěno, že vzor psího vnějšího nosu zůstává neměnný bez ohledu na to, kdy je snímek pořízen a že vzor psího nosu je skutečně jedinečný pro každého psa. Pro studii bylo shromážděno celkem 180 snímků nosu, 60 psů různého věku, pohlaví a rasy. Vzory psího nosu na těchto snímcích byly zkoumány vizuálně a biometrickým algoritmem (Choi et al., 2021). Podobně jako u našeho výzkumu jsme posuzovali individualitu u prasat za pomoci fotografií tkáně vnějšího nosu vizuálně a vytvořili jsme podklad k budoucímu učení algoritmu. Výsledek tohoto článku potvrzuje a posiluje tvrzení dřívějších prací ostatních, tak i naší práce, že vzor zvířecího nosu je skutečně jedinečný pro každé zvíře a slouží jako jedinečný biometrický znak.

6.4 Využití elektronické evidence v praxi

V dnešní době je systém evidence ulovených kusů spárkaté zvěře za pomoci evidovaných, nesnímatelných plomb a lístků o původu zvěře. Kdy každý kus ulovené spárkaté zvěře musí být ihned po ulovení označen nesnímatelnou plombou. Je předpokládáno, že je tento systém obcházen a skutečný stav ulovených kusů spárkaté zvěře na území České republiky nesouhlasí se stavem vykázaných úlovků. I z důvodu, že nikde v citaci předmětného ustanovení §49 odst.1 zákona o myslivosti není uvedena povinnost uživatele honitby zajistit označení ulovené zvěře plombou.

Z tohoto důvodu byla zkoumána vhodnost používání metody evidence úlovků za pomoci elektronické evidence fotek prasečího ryje, ze kterých software – aplikace určí individualitu kusu za pomoci struktury tkáně vnějšího nosu. Z předchozích výzkumů je známo, že čichové ústrojí prasat je vybaveno specifickými papilárními linií, které umožňují prasatům vnímat pachy na velkou vzdálenost (Pokorný, 2014). Díky této vlastnosti mají prasata vynikající čichové schopnosti. Jejich vnější nos je složitou strukturou tkáně, která obsahuje mnoho senzorických

receptorů, což ho činí vhodným pro studium individuálních charakteristik u prasete divokého i jiné spárkaté zvěře.

Naše studie přináší metodu k identifikaci jednotlivců, která může být vhodná k vykazování ulovené zvěře. Musí být řádně dodržena metodika sběru dat a správně vyfotografovaný prasečí nos, aby se dalo se sbíranými daty pracovat dále. S tímto problémem se setkává i studie (Bugge et al., 2011), zkoumající individualitu psů podle struktury tkáně vnějšího nosu. Strukturu tkáně může být obtížné přečíst kvůli rozmazání, metoda je proto závislá na schopnostech uživatele. Z tohoto důvodu klademe důraz na očištění prasečího ryje a důslednost v metodice fotografování.

6.5 Problematika elektronické evidence v praxi

Z řady problému při evidování kusů, je zásadním problémem kvalita fotografie. Většina uživatelů má vhodné mobilní zařízení k použití sběru dat tkáně vnějšího nosu zvěře. Problém je však ve způsobu sběru dat, kdy nejčastěji dochází k chybnému zaostření ryje, neočištění sledovaných ploch, nebo v nesprávném úhlu focení. Z pořízených záznamů pro bakalářskou práci vyplývá, že metoda evidence pomocí struktury tkáně vnějšího nosu je sice použitelná a vhodná, ale není zcela uživatelsky přívětivá, protože pořizovatel fotografie musí udělat více úkonů, které jsou na sobě postupně závislé. Pozorování a identifikace kusů nám ukázalo, že identifikace kusu podle struktury tkáně vnějšího nosu je dobrá metoda identifikace, pokud je dodržena metodika a zásady sběru fotografií zkoumaného subjektu, stejně jako ve studii Gilkinson et al. (2007).

6.6 Kvalita ostrosti

Hodnocení kvality a estetiky obrazu představuje dlouhodobou výzvu v oblasti zpracování obrazu a počítačového vidění. Zatímco technické hodnocení kvality se zaměřuje na kvantifikaci degradace na úrovni pixelů jako je šum, rozostření, kompresní artefakty apod. Estetické hodnocení se zabývá zachycením sémantických charakteristik spojených s emocemi a estetikou v obrazech. Nedávno byly použity hluboké konvoluční neuronové sítě (CNN), které byly trénovány s daty a vybranými lidmi, k řešení subjektivní povahy kvality obrazu v konkrétních kategoriích obrázků. Avšak tyto metody mohou mít své limity, neboť obvykle klasifikují obrázky pouze do dvou kategorií, a to je nízká a vysoká kvalita (Talebi, 2017).

V článku je zmíněna ostrost jako klíčový faktor při hodnocení kvality fotografií. Označuje míru detailů a jasnosti, kterou lze vidět v obraze. Kvalita ostrosti je ovlivněna několika faktory. Zaostření, rozlišení obrazu, optických vlastností o technických parametřů kamer. Dále je zmíněno hodnocení technické i estetické kvality. My jsme se zaměřili pouze na technické hodnocení.

Použitá konvoluční neuronová síť, která se nazývá MobileNet, je jednodušší a menší než běžně používané počítačové síť. Tato síť byla zvolena kvůli požadavku na vhodnou práci v mobilu.

7. Závěr

V rámci bakalářské práce jsme se zaměřili na vyhodnocení struktury tkáně vnějšího nosu černé zvěře a prasat domácích pro biometrické posouzení individuality. Z předešlých výzkumů víme, že individualita u zvířat je rozdělena podle charakteristických znaků. V našem případě se jedná o vnější nos u prasatovitých, který je specifický svými papilárními liniemi. Papilární linie jsou různě rozestaveny v různých směrech a velikostech po celé ploše.

V rámci řešení bakalářské práce bylo vyfoceno celkem přes 500 kusů prasat divokých a přes 500 kusů prasat domácích. K posouzení individuality bylo využito 100 nejreprezentativnějších fotografií (20 kusů bachyň, 20 kusů kňourů a 10 kusů selat, 25 kusů kanců a 25 kusů prasnic). Pro vyhodnocení individuality byl zvolena metoda využití úsečkových čar, která bude sloužit jako podklad pro automatizované vyhodnocení. Ověření této metody bylo potřebné pro budoucí učení algoritmu k vyhodnocování individuality.

Při porovnání množství protnutých papilárních linií za pomoci 3 svislých úseček, nebyla u 100 analyzovaných kusů nalezena shoda. Tito vybraní jedinci sloužili jako zkušební vzorky.

Z výsledků práce tedy můžeme předpokládat, že struktura tkáně vnějšího nosu u prasat, je pro každého jedince individuální a lze ji použít jako prostředek pro identifikace kusů ulovené zvěře. Autorkou navržená metoda je tedy vhodná pro další rozvoj automatického algoritmu, pro zjišťování individuality jedinců.

Celková analýza bude provedena z celkového počtu sesbíraných dat, automatizovaně za pomoci vyvíjeného programu, který je součástí výstupů výzkumného týmu prof. Ing. Martina Dražanského, Ph.D. (původně FIT VUT Brno).

Závěrem lze říci, že zkoumání individuality kusů pomocí struktury tkáně vnějšího nosu u prasete divokého a prasete domácího představuje zajímavou oblast výzkumu, která má praktické využití. Mezi možnosti využití těchto poznatků je v oblasti monitorování zdraví zvířat k diagnostice chorob (Thaler a Hanson, 2014) a k přehlednější evidenci hospodářských zvířat (Ebert, 2006). Jako další možnost využití může být zjednodušení evidence při vykazování ulovené zvěře, předcházení podvodům s evidováním ulovené zvěře a tím pádem i snížení výdajů za vyplácení podpory pro lovce. Na základě vyhodnocení individuality zvěře, podle snímků tkáně vnějšího nosu, nebude možné jednotlivé kusy zaměňovat či případně evidovat lov, který nebyl proveden (VUT.cz, 2023).

8. Literatura

8.1 Články

Ahmad, M., Ghazal, T. M., & Aziz, N. (2022). *A survey on animal identification techniques past and present*. International Journal of Computational and Innovative Sciences, 1(2), 1-7.

Ahmed, S., Gaber, T., Tharwat, A., Hassanien, A. E., & Snáel, V. (2015, September). *Muzzle-based cattle identification using speed up robust feature approach*. In 2015 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (pp. 99-104). IEEE.

Awad, A. I. (2016). *From classical methods to animal biometrics: A review on cattle identification and tracking*. Computers and Electronics in Agriculture, 123, 423-435.

Bae, H. B., Pak, D., & Lee, S. (2021). *Dog Nose-Print Identification Using Deep Neural Networks*. IEEE Access, 9, 49141-49153.

Bugge, C. E., Burkhardt, J., Dugstad, K. S., Enger, T. B., Kasprzycka, M., Kleinauskas, A., ... & Vetlesen, S. (2011). *Biometric methods of animal identification. Course notes*, Laboratory Animal Science at the Norwegian School of Veterinary Science, 1-6.

Choi, H. I., Kim, M. Y., Yoon, H. Y., Lee, S., Choi, S. S., Han, C. Y., ... & Kwon, S. H. (2021). *Study on the Viability of Canine Nose Pattern as a Unique Biometric Marker*. Animals, 11(12), 3372.

Kumar, S., & Singh, S. K. (2020). *Cattle recognition: A new frontier in visual animal biometrics research*. Proceedings of the national academy of sciences, india section A: physical sciences, 90(4), 689-708.

Petersen, W. E. (1922). *The Identification of the Bovine by Means of Nose-Prints*. Journal of Dairy Science, 5(3), 249–258. <https://doi.org/...0-5>

8.2 WEB

Dermatologické faktory ovlivňující snímání otisků prstů. (2010). Online. In: Mvcr.cz. © 2024. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/dermatologicke-faktory-ovlivnujici-snimani-otisku-prstu.aspx>. [cit. 2024-04-05].

Fisher, M. (2023). *Novela zákona o myslivosti.* Online. In: Myslivost.cz. B. r. Dostupné z: <https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/MYSLIVOST-Straz-myslivosti/2023/Kveten-2023/Novela-zakona-o-myslivosti>. [cit. 2024-04-05].

Janeček, K. (2007). *Program Evidence myslivosti.* Online. In: Myslivost.cz. B. r. Dostupné z: <https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2007/Kveten---2007/Program-Evidence-myslivosti>. [cit. 2024-04-05].

Jelínková, B. (2023). *Proč nám příroda nadělila otisky prstů?* Online. In: Stoplusjednicka.cz. 2007–2011. Dostupné z: <https://www.stoplusjednicka.cz/proc-nam-priroda-nadelila-otisky-prstu>. [cit. 2024-04-05].

Kontrola ulovené zvěře, plomby a lístky o původu zvěře. Online. Myslivecke-zkousky.cz. B. r. Dostupné z: <https://www.myslivecke-zkousky.cz/otazky.php?sk=7#otazky>. [cit. 2024-04-05].

Konvalinková, J., Kaluža, M. (2019). NEMOCI HOSPODÁŘSKÝCH A POTRAVINOVÝCH ZVÍŘAT. Online. In: <https://cit.vfu.cz/>. B. r. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/nz/NHZ/NZ.html>. [cit. 2024-04-05].

Mačát, Z. (2008). *Sus scrofa - prase divoké.* Online. In: Naturabohemica.cz. Dostupné z: <http://www.naturabohemica.cz/sus-scrofa/>. [cit. 2024-04-05].

Novák, R. (2007). *Kontrola ulovené zvěře.* Online. In: Myslivost.cz. B. r. Dostupné z: <https://www.myslivost.cz/Casopis-Myslivost/Myslivost/2007/Unor---2007/Kontrola-ulovene-zvere>. [cit. 2024-04-05].

Vývoj aplikace pro automatizovanou evidenci ulovené spárkaté zvěře na základě individuality struktury kožní tkáně vnějšího nosu. (2023). Online. In: Vut.cz. B. r. Dostupné z: <https://www.vut.cz/vav/projekty/detail/34526>. [cit. 2024-04-05].

Židlický, J. (2009). *Prase domácí - Sus scrofa domesticus.* Online. In: Slideserve.com. © 2024. Dostupné z: <https://www.slideserve.com/hilda/prase-dom-c-sus-scrofa-domesticus>. [cit. 2024-04-05].

8.2 Zákon

Zákon č. 449/2001 Sb. Zákon o myslivosti. 2001. ISSN 2336-517X.