

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta tropického zemědělství



**Fakulta tropického
zemědělství**

Genetické charakteristiky loveckých plemen psů využívaných k
monitoringu volně žijících živočichů a rostlin.

Bakalářská práce

Praha 2024

Vypracoval:

Radek Žďánský

Vedoucí práce:

Ing. Silvie Neradilová, Ph. D.

Prohlášení

Čestně prohlašuji, že jsem tuto práci na téma Genetické charakteristiky loveckých plemen psů využívaných k monitoringu volně žijících živočichů a rostlin vypracoval samostatně, veškerý text je v práci původní a originální a všechny použité literární prameny jsem podle pravidel Citační normy FTZ řádně uvedl v referencích.

V Praze dne

.....
Radek Žďánský

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce doktorce Silvii Neradilové, za vedení mé bakalářské práce, poskytnutou pomoc, skvělou komunikaci a za rozšíření mých znalostí. Zároveň bych rád poděkoval mé konzultantce doktorce Barboře Černé-Bolfíkové.

Poslední poděkování bych rád věnoval celé laboratoři molekulární genetiky na FTZ, za poskytnutí zpracovaných vzorků, mikrosatelitních dat a za pomocnou ruku, když jsem si nevěděl rady.

Abstrakt

Bakalářská práce je zpracována formou rešerše s praktickým zpracováním genetických vzorků a vyhodnocování mikro satelitních dat, na téma „Genetické charakteristiky loveckých plemen psů využívaných k monitoringu volně žijících živočichů a rostlin“. Cílem této práce je zhodnocení a specifikace využití vybraných loveckých plemen psů v monitoringu volně žijících živočichů a rostlin. Některá lovecká plemena se v současné době využívají i pro monitoring ohrožených druhů zvířat, čímž přispívají k záchraně těchto druhů. Protože kvalitní pracovní vlastnosti jsou v této oblasti u psů zásadní, budeme zároveň zjišťovat a porovnávat genetické parametry těchto vybraných psích plemen. Snížená genetická variabilita by mohla mít za následek vytrácení žádoucích vlastností z populací loveckých plemen psů.

Praktický výzkum zahrnuje genetické analýzy 320 jedinců vybraných loveckých plemen psů, které poskytly důležité informace o genetických charakteristikách těchto plemen a jejich vztahu k monitoringu volně žijících živočichů a rostlin.

Výsledky této studie ukazují na důležitost genetické variability pro úspěšnost loveckých psů při monitoringu biodiverzity a naznačují možné strategie pro zachování genetické rozmanitosti a pracovních vlastností těchto plemen v kontextu ochrany volně žijících živočichů a rostlin. Tato práce přináší nové poznatky o využití genetiky loveckých plemen psů v ochraně biodiverzity a může sloužit jako podklad pro další výzkum v této oblasti.

Klíčová slova: genetická variabilita, monitoring volně žijících zvířat, mikrosatelity, lovecká plemena psů

Author's abstract

The bachelor thesis is prepared in the form of research with practical processing of genetic samples and evaluation of microsatellite data on the topic "Genetic characteristics of hunting dog breeds used for monitoring wildlife and plants". The aim of this work is to evaluate and specify the use of selected hunting dog breeds in wildlife monitoring. Some hunting dog breeds are currently used for monitoring endangered species, thus contributing to the conservation of these species. Since good working qualities are essential for dogs in this field, we will simultaneously investigate and compare the genetic parameters of these selected dog breeds. Reduced genetic variability could result in the loss of desirable traits from populations of hunting dog breeds.

Practical research includes genetic analyses of 320 individuals of selected hunting dog breeds, which provided important information on the genetic characteristics of these breeds and their relationship to wildlife monitoring.

The results of this study demonstrate the importance of genetic variation for the success of hunting dogs in biodiversity monitoring and suggest possible strategies for maintaining the genetic diversity and performance characteristics of these breeds in the context of wildlife conservation. This work provides new insights into the use of genetics of hunting dog breeds in biodiversity conservation and can serve as a basis for further research in this area.

Keywords: genetic variation, wildlife monitoring, microsatellites, hunting dog breeds.

Obsah

1. Úvod a literární rešerše	13 -
2. Počátky psa domácího	13 -
2.1 Vývoj	14 -
2.2 Zakládání moderních plemen a současnost	14 -
2.3 Selektce, šlechtění a genetická variabilita	15 -
2.4 Způsoby zvýšení genetické variability	16 -
2.5 Skupiny plemen psů	17 -
2.6 FCI skupina III. - teriéři.....	18 -
2.7 FCI skupina VI. – honiči a barváři	18 -
2.8 FCI skupina VII. - ohaři	19 -
2.9 FCI skupina VIII. – slídiči, retrieveři a vodní psi.....	20 -
2.10 Využívání psů pro detekci	20 -
2.10.1 Využití pro detekci volně žijících živočichů a rostlin	21 -
2.10.2 Využívání detekčních psů v omezeném prostoru	22 -
2.10.3 Detekce trusu	23 -
2.10.4 Detekce živých zvířat	24 -
2.10.5 Detekce uhynulých zvířat	26 -
2.10.6 Detekce přebytků.....	27 -
2.10.7 Detekce rostlin	28 -
3. Cíle práce	28 -
4. Metodika	28 -
4.1 Vzorky	29 -
4.2 PCR a fragmentační analýza.	29 -
4.3 Datová a statistická analýza.....	30 -
5. Výsledky	31 -
5.1 FCI III. - teriéři	31 -
5.2 FCI VI. – honiči a barváři.....	32 -
5.3 FCI VII. – ohaři	33 -
5.4 FCI VIII.	37 -
5.5 Všechna plemena.....	39 -

6. Diskuze.....	- 40 -
7. Závěr	- 42 -
8. Reference	- 43 -
9. Reference obrázků.....	- 54 -

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Popisné genetické parametry pro studované plemena teriérů. BRT = border teriér; IRT = irský teriér; JRT = Jack Russel teriér; WT = velšteriér; WHW = west highland white teriér; YT = jorkšírský teriér. SE = směrodatná odchylka; N = počet jedinců; Na = průměrný počet alel na lokus; He = očekávaná heterozygotnost; Ho = pozorovaná heterozygotnost; F = koeficient inbreedingu. - 32 -

Tabulka 2: Popisné genetické parametry pro studované plemena honičů a barvářů. BH = baset; BEA = bígl; BL = bloodhound; RR = rhodéský ridgeback. SE = směrodatná odchylka; N = počet jedinců; Na = průměrný počet alel na lokus; He = očekávaná heterozygotnost; Ho = pozorovaná heterozygotnost; F = koeficient inbreedingu. - 33 -

Tabulka 3: Popisné genetické parametry pro studované plemena ostrovních ohařů. AS = anglický setr; GS = gordonsetr; IS = irský setr; POI = pointr. SE = směrodatná odchylka; N = počet jedinců; Na = průměrný počet alel na lokus; He = očekávaná heterozygotnost; Ho = pozorovaná heterozygotnost; F = koeficient inbreedingu. - 34 -

Tabulka 4: Popisné genetické parametry pro studované plemena kontinentálních ohařů. CF = český fousek; NDO = německý ohař drátosrstý; IO = italský ohař; MOK = maďarský ohař krátkosrstý; MMO = malý münsterlandský ohař; KO = německý ohař krátkosrstý; VMO = velký münsterlandský ohař; VOK/VOD = výmarský ohař. SE = směrodatná odchylka; N = počet jedinců; Na = průměrný počet alel na lokus; He = očekávaná heterozygotnost; Ho = pozorovaná heterozygotnost; F = koeficient inbreedingu. - 36 -

Tabulka 5: Popisné genetické parametry pro studované plemena slídičů; retrieverů a vodních psů. AK = americký kokršpaněl; AC = anglický kokršpaněl; ASS = anglický špringršpaněl; FCR = hladkosrstý retrívr; LR = labradorský retrívr; NK = německý křepelák; NSR = kanadský retrívr; GR = zlatý retrívr. SE = směrodatná odchylka; N = počet jedinců; Na = průměrný počet alel na lokus; He = očekávaná heterozygotnost; Ho = pozorovaná heterozygotnost; F = koeficient inbreedingu. - 38 -

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Labradorský retrívr využívaný k detekci trusu z lodi (zdroj: Orca Network 2012).....	- 23 -
Obrázek 2: Simon Mahood, člen projektu WWF pro nosorožce ve Vietnamu, se psem "Chevym", který je vycvičen k detekci trusu vzácných nosorožců jávských ve vietnamských lesích (zdroj: WWF 2009).....	- 24 -
Obrázek 3: Speciální náhubek pro psa na Novém Zélandu (zdroj: Wellington City Council 2023).....	- 25 -
Obrázek 4: Pes při detekci hnízd vzácných druhů čmeláků (zdroj: Wisconservation 2020).....	- 27 -
Obrázek 5: Bayesinová klastrová analýza 30 sledovaných plemen, založených na 28 mikrosatelitních lokusech. BH = baset; BEA = bígl; BL = bloodhound; RR = rhodéský ridgeback; AS = anglický setr; GS = gordonsetr; IS = irský setr; POI = pointer; CF = český fousek; NDO = německý ohař drátosrstý; IO = italský ohař; MOK = maďarský ohař krátkosrstý; MMO = malý münsterlandský ohař; KO = německý ohař krátkosrstý; VMO = velký münsterlandský ohař; VOK/VOD = výmarský ohař; AK = americký kokršpaněl; AC = anglický kokršpaněl; ASS = anglický špringršpaněl; FCR = hladkosrstý retrívr; LR = labradorský retrívr; NK = německý křepelák; NSR = kanadský retrívr; GR = zlatý retrívr; BRT = border teriér; IRT= irský teriér; JRT = Jack Russell teriér; WT = velšteriér WHW = west highland white teriér; YT = jorkšírský teriér. .-	- 39 -

Seznam grafů:

Graf 1: Genetické vzdálenosti mezi jedinci a populacemi teriérů; založeny na faktoriální korespondenční analýze 28 mikrosatelitních dat zobrazených za pomoci programu GenAlEx 6.5. BRT = border teriér; IRT = irský teriér; JRT = Jack Russel teriér; WT = velšteriér; WHW = west highland white teriér; YT = jorkšírský teriér. -	- 31 -
Graf 2: Genetické vzdálenosti mezi jedinci a populacemi honičů a barvářů; založeny na faktoriální korespondenční analýze 28 mikrosatelitních dat zobrazených za pomoci programu GenAlEx 6.5. BH = baset; BEA = bígl; BL = bloodhound; RR = rhodéský ridgeback.....	- 32 -
Graf 3: Genetické vzdálenosti mezi jedinci a populacemi ostrovních ohařů; založeny na faktoriální korespondenční analýze 28 mikrosatelitních dat zobrazených za	

pomoci programu GenAlEx 6.5. AS = anglický setr; GS = gordonsetr; IS = irský setr; POI = pointr. - 33 -

Graf 4: Genetické vzdálenosti mezi jedinci a populacemi kontinentálních ohařů; založeny na faktoriální korespondenční analýze 28 mikrosatelitních dat zobrazených za pomoci programu GenAlEx 6.5. CF = český fousek; NDO = německý ohař drátosrstý; IO = italský ohař; MOK = maďarský ohař krátkosrstý; MMO = malý münsterlandský ohař; KO = německý ohař krátkosrstý; VMO = velký münsterlandský ohař; VOK/VOD = výmarský ohař. - 35 -

Graf 5: Genetické vzdálenosti mezi jedinci a populacemi slídičů; retrieverů a vodních psů; založeny na faktoriální korespondenční analýze 28 mikrosatelitních dat zobrazených za pomoci programu GenAlEx 6.5. AK = americký kokršpaněl; AC = anglický kokršpaněl; ASS = anglický špringršpaněl; FCR = hladkosrstý retrívr; LR = labradorský retrívr; NK = německý křepelák; NSR = kanadský retrívr; GR = zlatý retrívr. - 37 -

Seznam zkratek použitých v práci:

AC = anglický kokršpaněl

AK = americký kokršpaněl

AKC = americký klub chovatelů

AS = anglický setr

ASS = anglický špringršpaněl

AUT = Rakousko

BEA = bígl

BH = baset

BL = bloodhound

BLG = Belgie

BRT = border teriér

CF = český fousek

CZ = Česká republika

DE = Německo

DK = Dánské království

ESP = Španělsko

F = koeficient inbreedingu

FCI = mezinárodní kynologická federace

FCR = hladkosrstý retrívr

FR = Francie

GR = zlatý retrívr

GS = gordonsetr

He = očekávaná heterozygotnost

Ho = pozorovaná heterozygotnost

HU = Maďarsko

IO = italský ohař
IRT = irský teriér
IS = irský setr
JRT = Jack Russell teriér
K = klastr
KO = německý ohař krátkosrstý
LR = labradorský retrívr
MMO = malý münsterlandský ohař
MOK = maďarský ohař krátkosrstý
N = počet jedinců
Na = průměrný počet alel na lokus
NDO = německý ohař drátosrstý
NK = německý křepelák
NSR = kanadský retrívr
PL = Polsko
POI = pointer
RR = rhodéský ridgeback
RU = Rusko
SE = směrodatná odchylka
SK = Slovenská republika
SWE = Švédsko
VMO = velký münsterlandský ohař
VOK/VOD = výmarský ohař
WHW = west highland white teriér
WT = velšteriér
YT = jorkširský teriér.

1. Úvod a literární rešerše

2. Počátky psa domácího

Podle fosilních záznamů byl pes domácí (*Canis familiaris*) součástí lidského života již na počátku Pleistocénu, což odpovídá době před 15 000 – 25 000 lety. (Serpell 2017; Freedman 2017; Perri 2021). Přesné místo domestikace je velmi nejisté a názory autorů se liší. Někteří uvádějí, že byli první psi domestikováni v Belgii, před 31 700 lety (Germonpré et al. 2009), podle jiného názoru se psi objevili před 33 000 – 33 500 lety, na území Ruska, Kazachstánu a Mongolska (Ovodov et.al. 2011). Někteří autoři zase uvádí, že původní oblastí domestikace psa je Eurasie (Olsen 1985; Morey 1992; Wilson and Reeder 1993; Budiansky 2002).

Evropa a Asie jako oblast domestikace je potvrzována archeologickými nálezy (Klütsch & Savolainen 2011; Kutanán 2015).

Několik názorů je spojováno nejen s geografickým původem, ale i s původním předkem psa domácího. Někteří autoři zastávají názor, že předkem psa domácího je šakal obecný (*Canis aureus*) (Lorenz 1954). Jiné teorie uvádí, že předkem psa domácího byli hybridy divokých psovitých šelem (Darwin 1875; Clutton-Brock & Harvey 1977; Brisbin & Risch 1997), nebo, že předkem psa byla jiná psovitá šelma než šakal obecný a vlk obecný (Zeuner 1963; Epstein 1971; Manwell and Baker 1983). Většina autorů se ale v současnosti přiklání k jediné uznané teorii, že jediným předkem psa byl vlk (*Canis lupus*) (Giffroy 2007; Larson & Fuller 2014; Kutanán 2015). Což potvrzují i genetické analýzy (Vilà 1997), to potvrzuje obecně přijímanou teorii o vlku jako jediném předku psa domácího.

Během následujících tisíců let se pse stal unikátním příkladem fenotypové variability.

Žádné jiné zvíře nemá tolik různých velikostí, barev srsti, tvarů těla nebo specializací chování (Zhang 2020). Zatímco vlk se během historie vyvíjel víceméně přirozeně – dle podmínek ve kterých žil, na vývoji psa mají dominantní podíl lidé.

2.1 Vývoj

I přes velké množství důkazů o morfologických změnách u psů v průběhu domestikace, se neobjevují žádné důkazy, že by lidé záměrně chovali psy pro specifické účely až do doby před zhruba 2000 lety (Morrill et al. 2022).

Lze ale říci, že vývoj psů od té doby, až k vytvoření moderních plemen psů na konci 18. a začátku 19. století představuje pozoruhodnou proměnu, kterou výraznou měrou ovlivnil člověk. Cílenou selekcí utvářel zejména specifické typy chování, které byly pro jejich majitele nejdůležitější např. lov nebo pasení a ochrana dobytka. Tato selekce vedla i k morfologickým změnám (Parker et al. 2017).

Moderní plemena psů se začala formovat před zhruba 200 lety, kdy začalo docházet k rozdělování psů do specifických skupin plemen, přičemž organizace zde sehrály velkou roli (Sundqvist et al. 2006; Worboys 2021). Lidé začali věnovat více pozornosti i vzhledu reprodukčních párů, aby udrželi typický vzhled daného plemene. Stále se ale vyskytovali i majitelé psů, kteří více pozornosti věnovali pracovním vlastnostem jejich odchovů a reprodukční páry sestavovali na základě jejich vlastností, nikoliv vzhledu (Morrill et al. 2022). Vysoce pravděpodobně tedy i v tomto období docházelo ke křížení mezi morfologicky odlišnými psy (Streitberger et al. 2012). Tento fakt může vysvětlit, proč některá plemena dnes sdílí stejné alely a onemocnění, i když jsou od sebe geneticky vzdálená (Parker et al. 2017)

2.2 Zakládání moderních plemen a současnost

Začátek moderních plemen psů je datován do konce 18. a začátku 19. století, období známého ve Velké Británii jako viktoriánská éra. Toto období charakterizuje změna společenských struktur, rozvoj vzdělanosti zejména střední třídy britské společnosti a s tím spojený nárůst volnočasových aktivit obyvatelstva (Worboys et al. 2018). V této době se začali chovatelé zaměřovat na zdokonalení fenotypu svých psů a plemen (Parker et al. 2017). Lidé začali spojovat chov psů se společenskými událostmi a setkáními, což nakonec vedlo ke konání první výstavy psů. Na této výstavě mohli lidé prezentovat své psy. Úspěch na podobné akci byl vždy spojen s určitou prestiží daného majitele nebo chovatele. Vyšší prestiž pak vedla k vyšším

příjmům z chovu a prodeje štěňat. Chov psů se tak nestával pouze tradicí, ale také způsobem podnikání (Worboys et al. 2018). Šlechtění psů v této době tak bylo ovlivněno zejména vzhledem, nikoli funkčností (Chen et al. 2021; Ghirlanda et al. 2013).

S příchodem moderních plemen psů se začaly zakládat i první plemenné knihy, které vedly záznamy o psech a jejich rodokmenech, nacházely se zde i informace o výstavách a jednotlivých výkonech psa (Worboys et al. 2018; Leroy 2011). Plemenné knihy měly pro chovatele nesmírnou cenu, zejména pro účely sestavování chovných párů a očekávaných vlastností jejich potomků (Parker et al. 2017). Nicméně tzv. šlechtění na vzhled mělo za následek snižování genetické variability a s tím spojený zvýšený výskyt zdravotních problémů (Hecht 2015). Mezi tyto problémy patřily např. potíže při porodech nebo poruchy pohybového aparátu způsobených extrémní morfologií těla (Rooney & Sargan 2010). Takovým příkladem může být např. dysplazie kyčelního kloubu u německého ovčáka (Higgins 2008).

V dnešní době existuje několik organizací, které zastřešují chov psů v jednotlivých zemích. Patří mezi ně například Fédération Cynologique Internationale (FCI), American Kennel Club (AKC), Canadian Kennel Club, Kennel Club, French Kennel Club, The International Partnership for Dogs a další. Všechny tyto organizace se snaží udržet nebo zlepšit zdraví jednotlivých plemen zaváděním opatření a nařízení, kterými se musí řídit chovatelské kluby, které pod ně spadají. Např. FCI zavedla pravidla a předpisy, které se zaměřují na genetické zdraví psů a snaží se zabránit šlechtění na přehnané anatomické rysy (Hedhammar 2011). AKC se zase snaží o řešení problémů, jako je například dysplazie kyčelních a loketních kloubů, a to ve spolupráci s Ortopedickou nadací pro zvířata (Keller 2011).

2.3 Selekce, šlechtění a genetická variabilita

Selekce je odedávna hlavním faktorem ovlivňujícím směřování chovu psů. Lidé se vždy snaží vybrat nejlepší zástupce plemene s nejlepšími vlastnostmi jako rodiče následující generace.

Uzavření plemenných knih přílivu jiných plemen mělo za následek omezení velikosti psích populací. Pokud je ale populace uzavřena příliš dlouho, zvyšuje se tím příbuznost jednotlivých jedinců, a tedy i homozygizita populace

(Charlesworth & Willis 2009; Hedrick & Garcia-Dorado 2016). To časem vede ke zvyšování frekvence škodlivých recesivních alel a může to vést i ke vzniku tzv. inbrední deprese. Inbrední deprese se vyznačuje různě u různých druhů. Mezi její známky u psích populací patří zejména snížení velikosti vrhů, obměna velikosti těla, reprodukčního úspěchu a výkonnosti, např. u zlatého retrívra vedla inbrední deprese k poklesu plodnosti (Chu et al. 2019) nebo u plemene baset k rozdílu v hloubce hrudníku, kdy s nárůstem inbredu o 1 %, klesl hrudník o 0,659 (Cecchi et al. 2018). Pes domácí je ideálním modelem pro zkoumání a posouzení případné inbrední deprese, čemuž napomáhá zejména krátká doba březosti (2 měsíce) a vícečetné vrhy štěňat, což vede k jednoduššímu a častějšímu sběru dat, než například u lidí (Chu et al. 2019).

K urychlení ztráty genetické variability dochází v případech, kdy se chovatelé dopouští příliš blízké příbuzenské plemenitby, opakování krytí stejných rodičů, využívání malého počtu krycích psů (efekt populárních otců), nebo např. šlechtění pouze na vzhled. Všechny tyto faktory jsou zejména nebezpečné v malých populacích a populacích vycházejících z omezeného počtu zakladatelů (Taberlet 2008; Kristensen & Sørensen 2005).

Šlechtění pouze na vzhled je jedním z faktorů výrazně negativně ovlivňujících genetickou variabilitu. Např. u irských setrů byly detekovány rozdíly v genetické variabilitě mezi výstavní a pracovní linií, pracovní linie jsou menší a mají světlejší srst (Parker et al. 2017). Také jiné behaviorální vlastnosti se ztrácí při šlechtění na vzhled, což bylo zjištěno u bordel kolie a labradorského retrívra kde se u výstavních jedinců ve vyšší míře vyskytovali agresivní znaky, tato studie také dokázala, že výstavní labrador a výstavní bordel kolie jsou si podobnější, než pracovní a výstavní linie u jednotlivých plemen (Fadel et al. 2016).

2.4 Způsoby zvýšení genetické variability

Pokud už došlo ke snížení genetické variability natolik, že se začínají ve vyšší frekvenci vyskytovat genetická onemocnění, existují určité způsoby, jak variabilitu zvýšit. Jedním z těchto způsobů je přikřížení jiného plemene, tzv. přilítí krve. Pro příklad, norský lundehund je velmi ohrožené psí plemeno, které ztratilo 38,8 % své genetické variability. Během 2. Světové války se populace zmenšila pouze na 50 jedinců (Kettunen 2017). Pro udržení genetické variability se využívá křížení s jinými

plemeny, například s norským buhundem, norrbottenspetsem a islandským ovčákem (Stronen 2017).

2.5 Skupiny plemen psů

Plemena se mohou rozdělovat podle různých kritérií, zároveň každá organizace rozděluje plemena podle lehce odlišných vlastností. Zatím co AKC rozděluje psy podle: historie a původu, funkci, charakteristiky a vlastnosti a pracovní schopnosti (AKC). FCI plemena rozděluje podle: účelu chovu a historie, fyzických charakteristik, temperamentu a povahy (FCI).

Vybral jsem si pro svojí práci rozdělení plemen podle FCI. Podle které se plemena rozdělují do 10 skupin, plus 1 skupina, která obsahuje nezařazená plemena do FCI.

- I. plemena ovčácká, pastevecká a honácká
- II. pinčové, knírači, plemena molossoidní a švýcarští salašníčtí psi
- III. teriéři
- IV. jezevčáci
- V. špicové a takzvaná primitivní plemena
- VI. honiči a barváři
- VII. ohaři
- VIII. slídiči, retrieveri a vodní psi
- IX. plemena společenská
- X. chrti
- N. nezařazená plemena do FCI

V této bakalářské práci se zaměřuji na využití loveckých plemen psů pro detekci volně žijících živočichů a rostlin. Při detekci volně žijících živočichů nezáleží vždy zcela na výběru plemene, jako spíše na individuálním jedinci, nicméně přesto jsou některá plemena vhodnější než jiná. Budu se dále podrobněji zabývat zejména skupinami III., VI., VII. a VIII., které jsou uváděna jako jedna z nejčastěji používaná (Grimm-Seyfarth *et al.* 2021).

2.6 FCI skupina III. - teriéři

Většina plemen teriérů vznikla ve Spojeném Království. Jejich název vznikl z latinského slova „*terra*“, neboli země. Tito psi tedy byli šlechtěni zejména pro práci pod zemí, k norování lišek. Ale jejich využití zahrnovalo i práci okolo hospodářství a stáji, kde tito psi pracovali jako hubiči hlodavců a hlídači. Teriéři se začali objevovat již kolem roku 1700 (K9 MAGAZINE 2020). Vzhledem k účelovému šlechtění na práci, farmáři a lovci nekladli tolik důraz na vzhled, jako spíše na pracovní vlastnosti. Z počátku existovali 2 typy teriérů, jeden s dlouhýma nohama a druhý s krátkýma nohama. Zpravidla dostala plemena teriérů svůj název dle oblasti na britských ostrovech, ve které vznikli – norwich teriér, bedlington teriér, velšteriér apod. (Roeder 2016)

Mezi přednosti teriérů patří menší velikost, nebojácnost a velká lovecká vášeň. Jsou schopní efektivně likvidovat menší škůdce, ale troufnou si i na mnohem větší „kořist“.

Jejich dravost a zhoršené držení mimo vodítko, by mohlo ovlivnit a zvýšit rizikovitost detekce, i přesto mohou nabídnou dokonalé fyzické schopnosti (K9 CDGD).

Ve spojení s wildlife detekcí se teriéři efektivně využívají v těžce dostupných oblastech. Jejich malá velikost a dobrá obratnost jim umožňuje se bezpečně pohybovat i v náročném skalnatém terénu. Teriéři jsou využíváni zejména pro vyhledávání živých plazů. (Grimm-Seyfarth et. al. 2021).

Např. plemeno border teriér se využívá v Austrálii na vyhledávání ferálních koček (*Felis catus*), je vycvičený tak, aby štěkáním dával najevo přítomnost kočky (Baker 2018).

2.7 FCI skupina VI. – honiči a barváři

Honiči, jak už název napovídá, byli šlechtěni zejména pro nahánění zvěře při lovu. Ideálně měl pes pracovat samostatně mnohdy i ve velké vzdálenosti od lovce, najít v prostoru zvěř a tu nahnat na lovce tak, aby umožnil její ulovení. Tito psi jsou tedy schopní vyhledat stopy zvěře, přičemž je zajímá zejména čerstvá stopa živé zvěře (Murray 2021; UKPETS).

Barváři dostali svůj název podle specifického účelu, pro který byli odedávna využíváni, a to pro práci na „barvě“, na krevní stopě poraněné zvěře. Jsou to specialisté

na stopy i živé zvěře. Jsou schopní rozpoznat i individuální pach zvěře, a to i na několik dní starých stopách. Jejich čich je výjimečný, což je předurčuje k využití k pachové detekci (Murray 2021; UKPETS).

Historie honičů a barvářů zahrnuje rozmanité využití. Nebyli využíváni jen při lovu, ale také např. pomáhali policejním složkám s vyšetřováním trestných činů po více než sto let. Tito psi byli systematicky trénováni k rozpoznávání specifických lidských pachů, pachů pyrotechniky a střelného prachu, což demonstrovalo jejich výjimečné čichové schopnosti (Stockham 2004).

Využití honičů a barvářů zahrnuje detekci pesticidů, členovců a živých jedinců a ptactva (Grimm-Seyfarth et al. 2021). Např. plemeno bígl vykazuje vysokou úspěšnost při detekci různých druhů termitů (*Reticulitermes hesperus*; *Amitermes floridensis*; *Reticulitermes flavipes*; *Coptotermes formosanus*; *Incisitermes snyderi*; *Cryptotermes cavifrons*) (Brooks et al. 2003).

Je třeba poznamenat, že i přes úspěchy v oblasti ochránářství, selekce vhodných jedinců pro tyto účely zůstává náročným procesem. Je potřeba zvážit biologické, psychologické a sociální charakteristiky každého jedince (Beebe 2016).

2.8 FCI skupina VII. - ohaři

Typickým znakem této skupiny je tzv. vystavení. Pes se při kontaktu s pachem zvěře zastaví, typicky s jednou zvednutou přední nohou, a tím lovcovi označí místo, kde se zvěř nachází. Tímto chováním pes umožní lovcovi se připravit na lov a následně zvěř ulovit (Lesser 2022) Ohaři jsou odedávna šlechtěni na blízkou součinnost s majitelem. Dělí se do dvou základních typů – na anglické ohaře a kontinentální (evropské) ohaře. Mezi anglické ohaře patří setři a pointeri. Mezi kontinentální např. německý krátkosrstý ohař, italský ohař nebo český fousek (FCI).

Přestože ohaři mohou mít méně ostrý čich než např. barváři, k využití pro detekce volně žijících živočichů a rostli je předurčuje jejich schopnost blízké spolupráce s majitelem a relativně snadná ovladatelnost (Koshyk 2020) V případě detekcí živočichů je výhodou i vystavení, kdy pes označí hledané zvíře, aniž by se ho, jakkoliv dotknul. Ohaři se využívají v Evropě, konkrétně ve Velké Británii a Skandinávii, nejčastěji k vyhledávání ptactva a jejich hnízd (Grimm-Seyfarth et al. 2021). Také jsou využíváni v Oceánii pro vyhledávání savců a jejich trusu. Například plemeno německého

ohaře drátosrstého bylo využíváno pro trénink k vyhledávání trusu tygra ussurijského (*Panthera tigris altaica*) a jeho pobytových znaků v Rusku (Kerley & Salkina 2007).

2.9 FCI skupina VIII. – slídiči, retrieveri a vodní psi

Retrievi jsou známí svojí silnou vazbou a spoluprací se svým psovodem (Scandurra 2016). Jsou to psi, kteří byli vyšlechtěni k jednomu účelu – k přinesení ulovené zvěře, což naznačuje i jejich název z anglického slova retrieve = přinést. Mají výbornou „paměť apertu“, umí si přesně zapamatovat několik padajících objektů najednou a přesně je lokalizovat (Koehler 2018; GRCA).

Slídiči byli vyšlechtěni k hledání v terénu před lovcem. Mají systematicky a efektivně prohledávat určenou oblast a nalezenou zvěř vyhnat tak, aby umožnili lovcovi lovit (BUYANDELLHUNTINGDOGS 2019)

Vodní psi byli využíváni na lodích, v bažinách a rákosinách a v této bakalářské práci s nimi pracovat nebudu, protože pro detekci byla využívána převážně jiná plemena (Taylor & Guthrie 2021).

Plemena ze skupiny FCI VIII. byla velmi využívána pro hledání hatérie novozélandské (*Sphenodon punctatus*) a dvou druhů gekonů, Marlborough green gecko (*Naultinus manukanus*) a Forest gecko (*Mokopirirakau granulatus*) (Browne et al. 2015).

2.10 Využívání psů pro detekci

Výhod při využívání psů pro detekce nebo průzkumy je několik. Ať už se jedná o jejich vynikající čich (Johnston 1999), možnost dostávat se do prostorů, kam by se například lidé nedostali nebo menší finanční náklady spojené s jejich využíváním, oproti lidské síle a moderním technologiím (Grimm-Seyfarth et al. 2021).

V dnešní době některé z dřívějších účelů využití stále přetrvávají, nicméně našlo se i mnoho nových způsobů využití psů, například detekce různých předmětů a pachů (Gazit & Terkel 2003; Cross 2006), ztotožňování pachů nalezených na místech trestných činů (Button 1990), nebo například vyhledávání rostlin a živočichů pro účely jejich ochrany. Dalším moderním způsobem využití psů je například ve zdravotnictví, konkrétně detekce onemocnění u pacientů. Bylo prokázáno, že pes je například schopen

ucítit rakovinotvorné buňky (McCulloch et al. 2006) nebo například hladinu cukru v krvi (Chen et al. 2000).

2.10.1 Využití pro detekci volně žijících živočichů a rostlin

Psi se uplatňují v ochraně biodiverzity stále častěji. Vědci se tímto způsobem snaží bojovat s pokračující ztrátou biodiverzity a přispívat tak k ochraně volně žijících druhů (Butchart et al. 2010; Díaz et al. 2019).

Už v roce 1890 byli lovečtí psi vybíráni, aby k detekcím převážně nelétavých a zranitelných druhů ptactva na Novém Zélandu, konkrétně se jednalo o druhy Kiwi a Kakapo (Hill & Hill 1987). Některé druhy volně žijících zvířat jsou velmi plaché a velmi dobře se schovávají (Hill et al. 2005). Tyto druhy je velmi obtížné najít a některá zvířata jsou dokonce již považována za vyhynulá, nicméně je tu šance, že vyhynulá nejsou, například detekce saoly (*Pseudoryx nghetinhensis*) v Laoské divočině (Saola Foundation 2020-2022), nebo velmi ohrožená, například poddruh lišky velkouché (*Vulpes macrotis*), který se nachází ve Spojených Státech Amerických, konkrétně v Kalifornii, jedná se o liška velkouchá (*Vulpes macrotis mutica*) (Smith et al. 2003), tchoře čermonohého (*Mustela nigripes*), který byl v letech 1979–1981, prohlášený za vyhynulého (Reindl-Thompson et al. 2006).

Dalším důležitým kritériem při využívání psů jsou finanční náklady. Různé speciální stroje např. fotopasti, drony a kamery, které slouží k vyhledávání a monitoringu volně žijících zvířat jsou velice nákladné, a jejich přesnost může být i mnohem menší, než u psa (Christie et al. 2016).

Detekční psy bychom mohli rozdělit na dvě skupiny – psy kteří slouží k vyhledávání ohrožených druhů a psy, kteří vyhledávají a loví predátory těchto druhů (Cheyne 2011). Detekční psi se nejčastěji cvičí pro detekci škůdců, stop, trusu, živých zvířat, uhynulých zvířat a příbytků jednotlivých druhů (Zwickel & Giles 1971). Musí být schopní pracovat jak v terénu, tak i v omezených prostorech, např. na lodích nebo uvnitř budov.

Důležitý je samotný trénink detekčních psů, aby dosahoval co nejúspěšnějších výsledků, je potřeba jeho trénink omezit na určité množství pachů. Např. psi trénovaní na různé směsi pachů, vykazují lepší výkonnost než na jednotlivé pachy (Fischer-Tenhagen et al., 2017). Mezi velké výhody patří i to, že psi se dokáží učit rozeznávání

více pachů zároveň, což může výrazně snížit časovou náročnost výcviku, zároveň to nemusí ovlivnit detekci již naučených pachů (Williams & Johnston 2002). Trénovaný pes, dokáže například rozeznat a rozdělit 3-5 jednotlivých složek exploziv (Gazit et al. 2021).

2.10.2 Využívání detekčních psů v omezeném prostoru

Tito detekční psi pracují na vodítku a/nebo v uzavřené budově. Jsou využíváni zejména státními složkami např. policií, armádou a celní správou pro odhalování ilegálního obchodu a lovu. Psi jsou schopni během inspekce odhalit živá nebo mrtvá ohrožená zvířata, popř. detekovat jejich části (Parry-Jones 2009), např. vyhledávání šupin luskounů a slonoviny, převážně se jedná o letiště, přístavy a hraniční přechody (Narayanasamy et al. 2023).

Jako další příklad bych rád uvedl detekci „černých pasažérů“, konkrétně se jedná o druh hada bojga hnědá (*Boiga irregularis*), nejedná se o „pašování“, ale tento druh je známý svým vyhledáváním ukrytu před teplem a světlem během dne, vzhledem k těmto vlastnostem je tento druh často pasivně transportován (Rodda et al. 1997). Detekce probíhá jak na letištích, tak v přístavech, protože námořní i letecké kontejnery a ostatní druhy nákladu mohou nabízet pohodová denní útočiště pro tento druh (Engeman et al. 1998 a, b).

Mezi velmi zajímavý příklad detekčních psů pracujících v omezeném prostoru patří detekční psi pro studium kytovců. Tito psi jsou schopni z přídě lodi detekovat trus velryby černé (*Eubalaena glacialis*) a kosatky dravé (*Orcinus orca*), za účelem zjištění genetických, výživových, endokrinních a dalších vlastností studovaných jedinců (Ayres et al. 2012; Rolland et al. 2006).



Obrázek 1: Labradorský retrívr využívaný k detekci trusu z lodi (zdroj: Orca Network 2012).

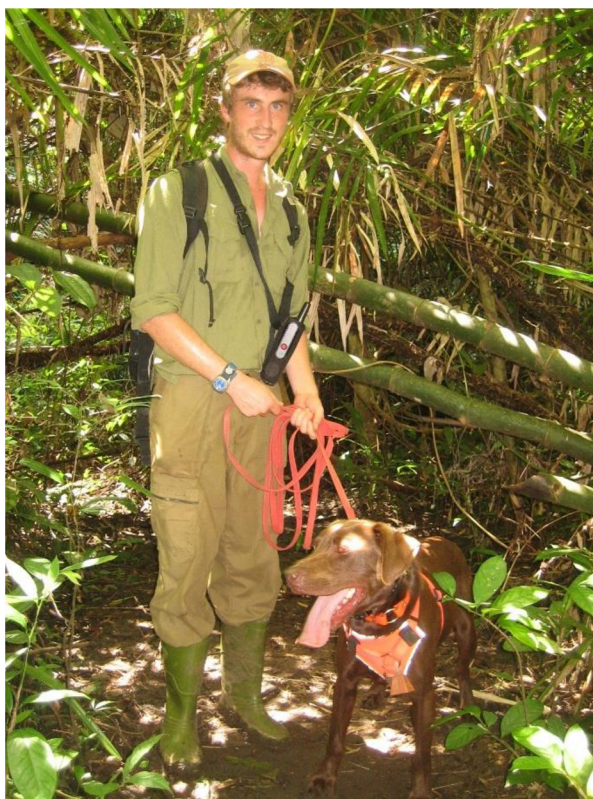
2.10.3 Detekce trusu

Trus je jedním z nejpoužívanějších zdrojů informací o volně žijících populacích (Putnam 1984; Kohn & Wayne 1997). Vyhledaný trus může mít velké množství využití, například pro analýzy DNA a hormonů (Wasser et al. 2004; Vynne et al. 2009), trus se dále využívá pro analýzu potravy jedince a období, kdy jednotlivé složky potravy konzumoval (Moreno-Black 2006). Psi jsou v jeho detekci mnohem rychlejší a spolehlivější než lidský zrak, proto se psi pro tento účel cvičí velmi často (Winter 1981; Mackay et al. 2008).

Praktickým příkladem použití detekčních psů k vyhledávání trusu může být studie z území Národního parku Emas v Brazílii, při které se psi využívají pro detekci trusu vlka hřivnatého (*Chrysocyon brachyurus*), mravenečníka velkého (*Myrmecophaga tridactyla*), pumu (*Puma concolor*), jaguára (*Panthera onca*) a pásovice velkého (*Priodontes maximus*). Všem těmto velkým savcům hrozí vyhynutí kvůli změně biotopu (Vynne et al. 2010; Vynne et al. 2011). Tato studie se stala v Brazílii milníkem, protože vědci detekovali trus těchto cílových druhů nejen v parku, ale i mimo něj. Tato skutečnost potvrdila teorii Woodroff a Ginsberga (1998), kteří tvrdili, že chráněná území jsou pro zvířata malá a je potřeba chránit i území v těsném sousedství parku. Na základě těchto

studií bylo rozhodnuto o vytvoření ochranných zón i mimo park, a vedlo k lepšímu vzdělání lidí, bydlící v těsné blízkosti těchto lokalit, což výrazně přispělo k ochraně cílových ohrožených druhů zvířat.

Velmi zajímavá studie ukázala využívání psů pro detekci kriticky ohroženého (Ellis & Talukdar 2020) druhu nosorožce jávského (*Rhinoceros sondaicus*) ve Vietnamu v období roku 2009-2010, za tuto dobu bylo nalezeno 22 lokalit trusu, pro odebrání DNA (Brook et al. 2012).



Obrázek 2: Simon Mahood, člen projektu WWF pro nosorožce ve Vietnamu, se psem "Chevym", který je vycvičen k detekci trusu vzácných nosorožců jávských ve vietnamských lesích (zdroj: WWF 2009).

2.10.4 Detekce živých zvířat

Detekce živých zvířat je pro výcvik psa trochu složitější. Využívá-li se lovecké plemeno, existuje určitá možnost, že lovecký pud převáží a pes hledané zvíře zraní. Je tedy nutné tento typ detekčních psů učit velmi důrazně správně nalezené zvíře označit a za žádných okolností ho nezranit. Pro tyto účely psi často nosí speciální náhubky, které podobnému případnému incidentu zabrání, mohou být z několika materiálů např. kůže, kov, tvrdý/měkký plast, biothane, vinyl nebo guma (Baker 2018; Fratt 2021).



Obrázek 3: Speciální náhubek pro psa na Novém Zélandu (zdroj: Wellington City Council 2023).

Tímto způsobem jsou například detekovány mláďata kriticky ohrožené (Berry at al. 2021) želvy Agassizové (*Gopherus agassizii*) v Kalifornii a Nevadě (Cablk & Heaton 2006; Nussear et al. 2008). Líhnoucí jedinci mohou mít pouhé dva centimetry, proto je pomoc detekčních psů velmi žádaná. Usnadňuje to samotný sběr informací o populačním trendu, detekce přímo podporuje dodržování enviromentálních předpisů a nepřímo to podporuje ochranu samotného druhu před vyhubením (Cablk & Harmon 2011).

Jiná studie zase využívá detekční psy pro detekci invazivního druhu hada Bojgy hnědé na ostrově Guam. Tento had zde zlikvidoval mnoho druhů ptáků, ještěřů a negativně ovlivňuje i kaloně mariánského (Savidge et al. 2010). Psi využívání pro detekci těchto hadů byli jedinci plemene Jack Russell teriér, labradorský retriever a kříženci labradorského retrievera. Psi dokázali v hustém lese najít pětkrát více hadů než lidé, což dokazuje, jak jsou detekční psi v tomto boji potřební (Engeman 1998; Savidge et al. 2010).

V dalším případě, se prováděl trénink k budoucí detekci haderie novozélandské (*Sphenodon punctatus*) a dvou druhů gekonů, Marlborough green gecko (*Naultinus manukanus*) a Forest gecko (*Mokopirirakau granulatus*), kteří jsou endemičtí na Novém

Zélandu. Přestože se nejedná o přímo ohrožené populace, jsou velmi obhospodařovány v terénu (Browne et al. 2015). K tréninku bylo využíváno mnoho plemen psů, např. labradorský retrívr, zlatý retrívr, krátkosrstý retrívr, anglický špringršpaněl a mnoho dalších.

V jiné studii byl pes využíván k detekci ježka západního (*Erinaceus europaeus*) ve Velké Británii, konkrétně se jednalo o jednoho psa plemene anglický špringršpaněl. V tomto případě byli využívány k detekci i jiné metody, jako termokamery a reflektory, avšak pes předvedl nejlepší výsledky (Bearman-Brown et al. 2020).

2.10.5 Detekce uhynulých zvířat

Detekce kadáverů uhynulých zvířat je další možností, jak zjišťovat negativní dopady ztráty biotopů. Psi jsou např. používáni pro detekci uhynulých netopýrů, kteří zahynuli kvůli větrným turbínám. Výzkum probíhal na dvou místech USA, a to ve Virginii a Pensylvánii (Arnett 2006). Podle autora a výsledků jeho výzkumu měl pes s psovodem výrazně vyšší úspěšnost při hledání těl uhynulých netopýrů, než lidští průzkumníci, i přes zvýšenou hustotu a výšku vegetace. V tomto případě bylo využito plemeno labradorský retrívr (Arnett 2006). Díky této studii byla navržena opatření pro zmírnění dopadů přítomnosti větrných elektráren na populace netopýrů a ptactva (Arnett 2006). Velmi podobná studie se věnovala hledání mrtvého ptactva v důsledku větrných turbín, za pomoci psů (Paula et al. 2011). Oba autoři se shodují, že psi ve společnosti psovodů, mají vyšší úspěšnost než samotný lidský průzkumník, a to i v horších vegetačních podmínkách (Arnett 2006; Paule et al. 2011).

V dalším případě se psi využívají pro detekci kamzíka horského (*Rupicapra rupicapra*) a kozorožce horského (*Capra ibex*) v Italských Alpách, kteří byli nakaženi svrabem (*S. scabiei* var. *rupicaprae*), nejednalo se pouze o uhynulé jedince, ale i o jedince pouze nakažené (Alasaad et al. 2012).

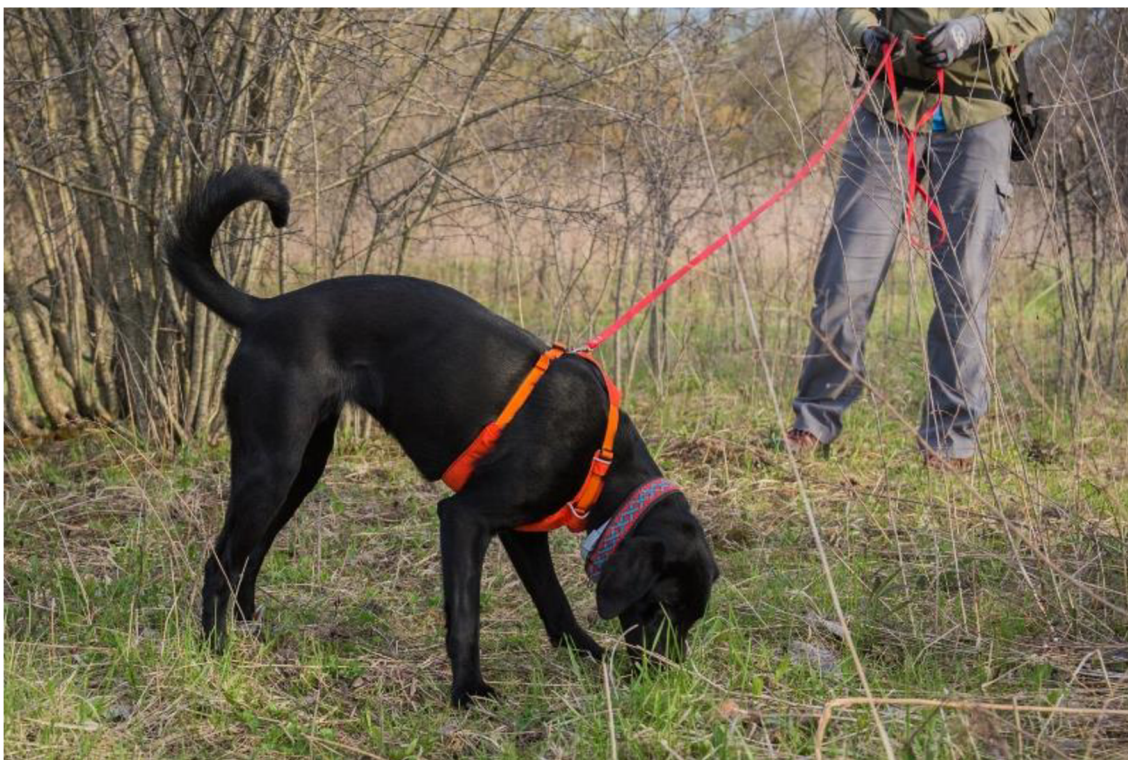
Psi byli využívány v Maďarsku, Rakousku, České republice, Srbsku a na Slovensku, pro detekci ptáku otrávených pesticidem karbofuranem, konkrétně se jednalo o druh raroh velký (*Falco cherrug*) a orla královského (*Aquila heliac*) (Gabor et al. 2021; Rozsypalová et al. 2022).

2.10.6 Detekce příbytků

Další možnost využívání detekčních psů je při hledání příbytků živočichů pro zjišťování informací o velikosti populace, selekci prostředí, reprodukci a predaci (Dahlgren et al. 2012).

Příkladem může být využívání detekčních psů pro vyhledání hnízd nelétavého ptáka Kiwi na Novém Zélandu. Pro vyhledávání byli využíváni zejména labradorští retrívři. Psi výrazně napomohli konzervaci tohoto ptáka (Robertson & Fraser 2009).

Detekční psi hrají významnou roli například i při sledování vzácných druhů čmeláků, například čmelák zdobený (*Bombus distinguendus*) nebo čmelák mechový (*Bombus muscorum*), jejichž hnízda se nachází v podzemí. Tato studie prokázala 100% úspěšnost detekčních psů, při hledání uměle zakopaných hnízd. Při zkoušce v přírodě pak bylo nalezeno 33 hnízd. Pro tuto činnost byl využíván anglický špringršpaněl, labradorský retrívř a kříženec labradorského retrívra (Waters et al. 2010).



Obrázek 4: Pes při detekci hnízd vzácných druhů čmeláků (zdroj: Wisconservation 2020).

Dalším příkladem může být využití psů pro ochranu tučňáka nejmenšího (*Eudyptula minor*) na území Austrálie, konkrétně ve státě Nový Jižní Wales. Úkolem psů nebylo pouze vyhledávání příbytků tučňáků, ale také vyhledávání trusu a moči jejich hlavního predátora, lišky obecné, k této detekci se využíval maďarský ohař krátkosrstý (Cargill et al. 2022).

2.10.7 Detekce rostlin

Psi se nevyužívají jen k vyhledávání zvířat a jejich pobytových znaků. Jsou velmi platnými pomocníky i při detekci různých druhů rostlin, které mohou být mnohdy invazivní.

Psi byli využiti např. při hledání vzácného druhu *Dactylanthus taylorii* na Novém Zélandu. Psi našli rostliny šestkrát rychleji než lidé (Browne & Stafford 2003). Dále byli psi vycvičeni i pro hledání invazivního druhu chrpy latnaté (*Centaurea stoebe*), kdy byli schopni najít rostlinu v různém stádiu růstu až dvakrát rychleji než lidé (Goodwin et al. 2010). Psi byli nápomocní i jinde než jen na Novém Zélandu. Například ve Spojených Státech Amerických dokázali dvojnásobně zkrátit dobu hledání oproti lidem při detekci zavlečené rostliny s názvem slané seno (*Spartina patens*) (Milne 2007).

Psi dokáží detekovat i houby. Byli využiti k hledání hub, které se nachází v kořenech borovic, což strom oslabí a ten následně uhynie. Psi se ukázali být velmi důležitým nástrojem ochrany těchto stromů, protože dokázali odhalit přítomnost hub ještě před tím, než se začaly projevovat viditelné symptomy (Eckhardt & Steury, 2011).

3. Cíle práce

Cílem této práce bylo hlouběji porozumět detekčním psům využívaným při wildlife monitoringu a zároveň zvýšit povědomí o konkrétních plemenech, která jsou v tomto kontextu využívána jak k monitoringu, tak k loveckým účelům.

Cílem praktické části byl výpočet a hodnocení genetických charakteristik vybraných skupin plemen a jejich reprezentativních jedinců, s důrazem na faktory, které mohou ovlivňovat snižující se genetickou variabilitu.

4. Metodika

Pro určení genetických charakteristik loveckých plemen psů jsem si zvolil čtyři FCI skupiny plemen, konkrétně FCI III., FCI VI., FCI VII., FCI VIII., a vybral jsem jejich reprezentativní zástupce.

4.1 Vzorok

Vzorok byly nasbírány z celkově 320 jedinců. U skupiny FCI III. se jednalo o plemena: border teriér (BRT; n = 10), irský teriér (IRT; n = 9), Jack Russell teriér (JRT; n = 14), velšteriér (WT; n = 9), west highland white teriér (WHW; n = 10) a jorkšírský teriér (YT; n = 13). Skupina FCI VI. obsahovala plemena: baset (BH; n = 12), bígl (BEA; n = 12), bloodhound (BL; n = 9) a rhodéský ridgeback (RR; n = 9). U skupiny FCI VII. se jednalo o vzorky plemen: anglický setr (AS; n = 11), český fousek (CF; n = 11), německý ohař drátosrstý (NDO; n = 19), gordonsetr (GS; n = 10), irský setr (IS; n = 11), italský ohař (IO; n = 7), maďarský ohař krátkosrstý (MOK; n = 14), malý münsterlandský ohař (MMO; n = 10), německý ohař krátkosrstý (KO; n = 9), pointer (POI; n = 7), velký münsterlandský ohař (VMO; n = 10) a výmarský ohař (VOK/VOD; n = 10). Poslední skupina FCI VIII. obsahovala tato plemena: americký kokršpaněl (AK; n = 10), anglický kokršpaněl (AC; n = 11), anglický špringršpaněl (ASS; n = 9), hladkosrstý retrív (FCR; n = 11), labradorský retrív (LR; n = 9), německý křepelák (NK; n = 9), kanadský retrív (NSR; n = 10) a zlatý retrív (GR; n = 15).

Samotné vzorky byli získány jako bukální stěry z psí tlamy během psích výstav, lovu a loveckých zkoušek. DNA z bukálních stěrů bylo extrahované za pomoci Genomic DNA mini kitu pro tkáň a sliny, podle protokolu výrobce.

Vzorok nebyly sbírány mnou, za možnost jejich využití děkuji doktorce Neradilové, doktorce Černé-Bolfíkové a celé laboratoři molekulární genetiky na FTZ. Vzorok byly sbírány v rámci projektu (Matějů 2019).

4.2 PCR a fragmentační analýza.

Pro tuto studii jsme zvolili využití jaderných mikrosatelitových markerů, z důvodu jejich vysokého polymorfismu, neutralitě vůči selekci a vysoké úspěšnosti pro detekci nedávné populační struktury. Komerčně dostupná sada pro genotypizaci mikrosatelitů (Canine Panel 1.1; ThermoFisher Scientific) byla použita k amplifikaci 28 mikrosatelitních markerů (Ren54P11, AHTk253, AHTK211, AHTTh171, CXX279, FH2054, INRA21, REN162C04, AHTTh260, INU005, INU030, INU055, REN105L03, AHT137, FH2848, REN247M23, REN169O18, REN64E19, REN169D01, FH2096,

FH2054, FH2087L, vWF, FH2161, FH2140, FH2097, CPH5, FH2010). Fragmentační analýza byla provedena na genetickém analyzátoru ABI Prism 3100, za použití polymerní matrice separace POP-4tm s DS-33 maticovým standardním rozměrem a Gene Scan TM 500 LIZ jako velikostní standard.

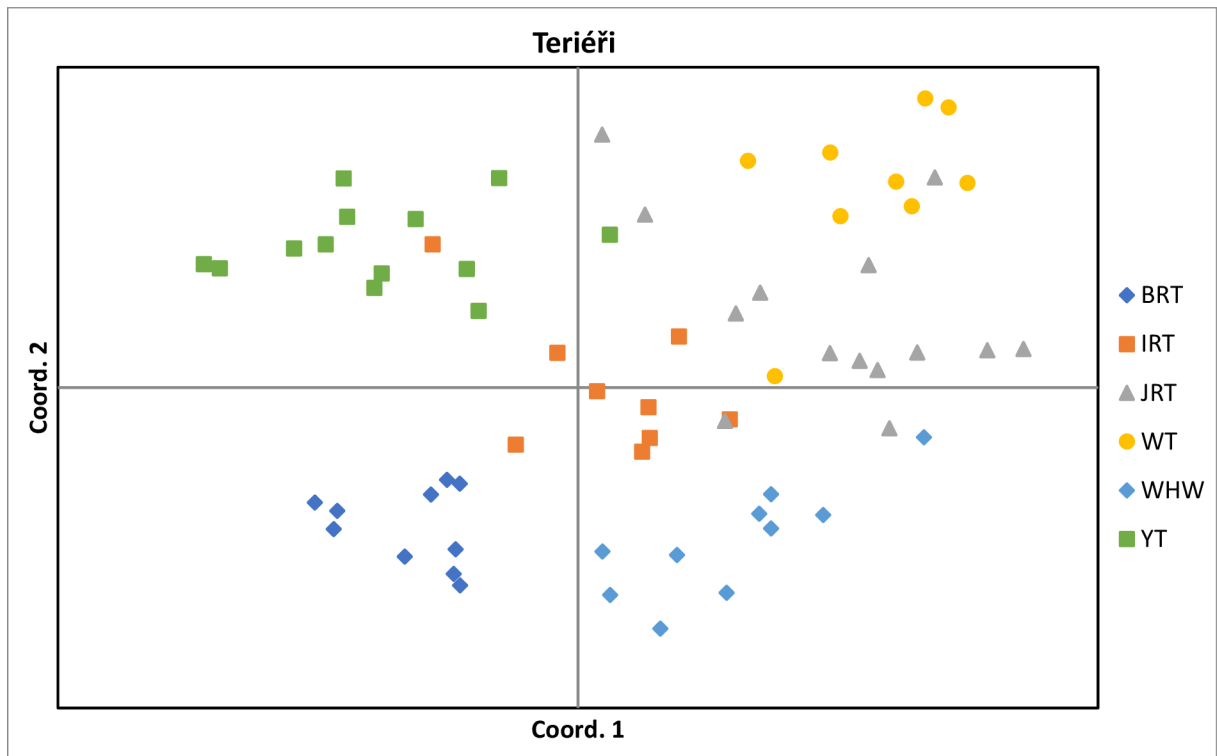
4.3 Datová a statistická analýza

Délka každé alely byla zjištěna v programu GENEIOUS R10 (Geneious). Pomocí softwaru GENEALEX 6.501 byla vypočítána očekávaná heterozygotnost, pozorovaná heterozygotnost, koeficient inbreedingu a počet alel na lokus (Peakall & Smouse 2012). K přiřazení jednotlivých genotypů k příslušným klastrům a k posouzení substruktury v rámci souboru dat byla použita Bayesiánská metoda implementovaná v softwaru STRUCTURE. Počet testovaných klastrů (K) se pohyboval od 1 do 32. Pro každou hodnotu K byla provedena tři opakování s celkovým počtem 1 000 000 MCMC výpočtů s burn-in hodnotou 100 000. Nejlepší podpora pro počet klastrů byla zjištěna v online nástroji STRUCTURE SELECTOR pomocí Evannovy metody (Evanno 2005) a statistik MedMed K, MedMean K, MaxMed K a MaxMean K (Puechmaille 2016), které jsou přesnější pro různě velké populační vzorky.

5. Výsledky

Většinu výsledků jsem rozdělil podle skupin FCI, i když vyhodnoceny byli na základě dat od všech využitých reprezentativních zástupců plemen.

5.1 FCI III. - teriéři



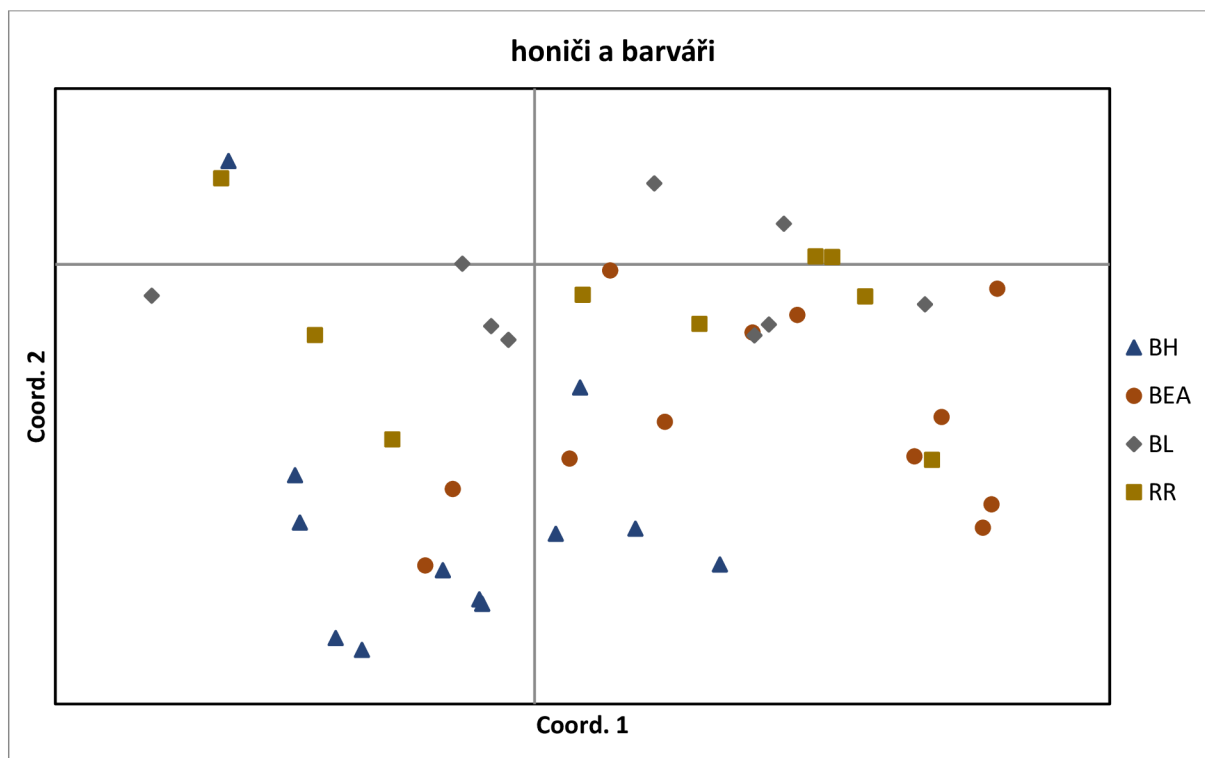
Graf 1: Genetické vzdálenosti mezi jedinci a populacemi teriérů; založeny na faktoriální korespondenční analýze 28 mikrosatelitních dat zobrazených za pomoci programu GenALEx 6.5. BRT = border teriér; IRT = irský teriér; JRT = Jack Russel teriér; WT = velšteriér; WHW = west highland white teriér; YT = jorkšírský teriér.

Nejvyšší počet alel na lokus (N_a), se nacházel u JRT ($N_a = 4,893$; Tabulka 1). Pozorovaná heterozygotnost se pohybovala od $H_o = 0,649$ (YT; Tabulka 1) do $H_o = 0,400$ (WHW; Tabulka 1). Nejvyšší hodnota F byla u plemene WT ($F = 0,110$; Tabulka 1), zatímco nejnižší se nacházela u plemene YT ($F = -0,008$; Tabulka 1). Všechna plemena se na (Graf 1) shlukují z velké části pospolu, až na pár jedinců, které se překrývají, například jedinec IRT se nachází u YT, jedince WT se nachází u JRT a jedince JRT se nachází u WT (Graf 1).

Tabulka 1: Popisné genetické parametry pro studované plemena teriérů. BRT = border teriér; IRT = irský teriér; JRT = Jack Russel teriér; WT = velšteriér; WHW = west highland white teriér; YT = jorkširský teriér. SE = směrodatná odchylka; N = počet jedinců; Na = průměrný počet alel na lokus; He = očekávaná heterozygotnost; Ho = pozorovaná heterozygotnost; F = koeficient inbreedingu.

Plemeno	N	Na	He	Ho	F
BRT	10	3,607	0,578	0,571	0,025
SE		0,226	0,024	0,044	0,059
IRT	9	3,321	0,514	0,539	-0,021
SE		0,236	0,040	0,052	0,062
JRT	14	4,893	0,634	0,607	0,042
SE		0,279	0,023	0,028	0,029
WT	9	4,179	0,593	0,527	0,110
SE		0,236	0,021	0,031	0,041
WHW	10	2,857	0,429	0,400	0,055
SE		0,216	0,044	0,047	0,041
YT	13	4,714	0,644	0,649	-0,008
SE		0,290	0,020	0,029	0,030

5.2 FCI VI. – honiči a barváři



Graf 2: Genetické vzdálenosti mezi jedinci a populacemi honičů a barvářů; založeny na faktoriální korespondenční analýze 28 mikrosatelitních dat zobrazených za pomoci programu GenAlEx 6.5. BH = baset; BEA = bigl; BL = bloodhound; RR = rhodéský ridgeback.

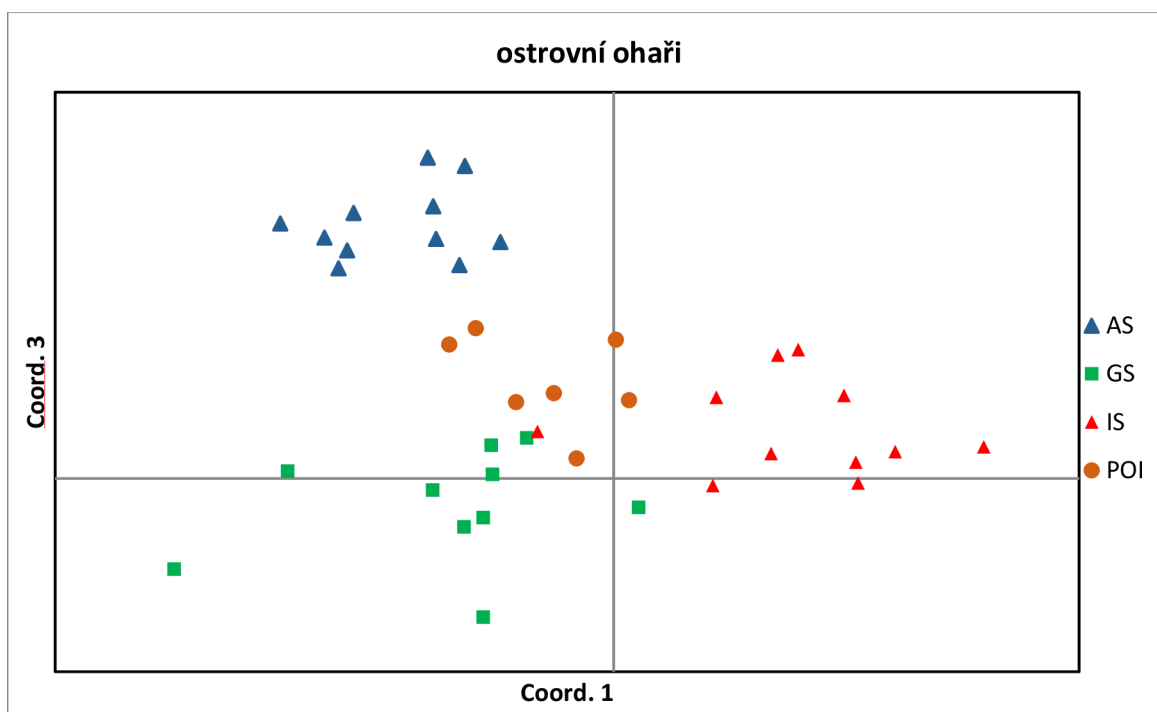
Nejvyšší počet Na se u skupiny FCI VI. nacházel u plemene BH (Na = 4,821; Tabulka 2), nejnižší počet Na se nacházel u plemene BL (Na = 3,786; Tabulka 2).

Koeficient inbreedingu byl nejvyšší u plemen RR ($F = 0,061$; Tabulka 2), oproti tomu nejnižší se nacházel u BEA ($F = 0,004$; Tabulka 2). Pozorovaná heterozygotnost se pohybovala od $H_o = 0,642$ (BEA; Tabulka 2) do $H_o = 0,550$ (BL; Tabulka 2). Na Grafu 2 vidíme skupiny plemen, které nám stále tvořily homogenní skupinu, jediné lehce oddělené plemeno, je baset.

Tabulka 2: Popisné genetické parametry pro studované plemena honičů a barvářů. BH = baset; BEA = bígl; BL = bloodhound; RR = rhodéský ridgeback. SE = směrodatná odchylka; N = počet jedinců; Na = průměrný počet alel na lokus; He = očekávaná heterozygotnost; Ho = pozorovaná heterozygotnost; F = koeficient inbreedingu.

Plemeno	N	Na	He	Ho	F
BH	12	4,821	0,594	0,558	0,037
SE		0,421	0,042	0,040	0,037
BEA	12	4,679	0,642	0,642	0,004
SE		0,313	0,029	0,042	0,054
BL	9	3,786	0,552	0,550	-0,019
SE		0,288	0,041	0,040	0,039
RR	9	4,500	0,646	0,609	0,061
SE		0,327	0,034	0,048	0,057

5.3 FCI VII. – ohaři

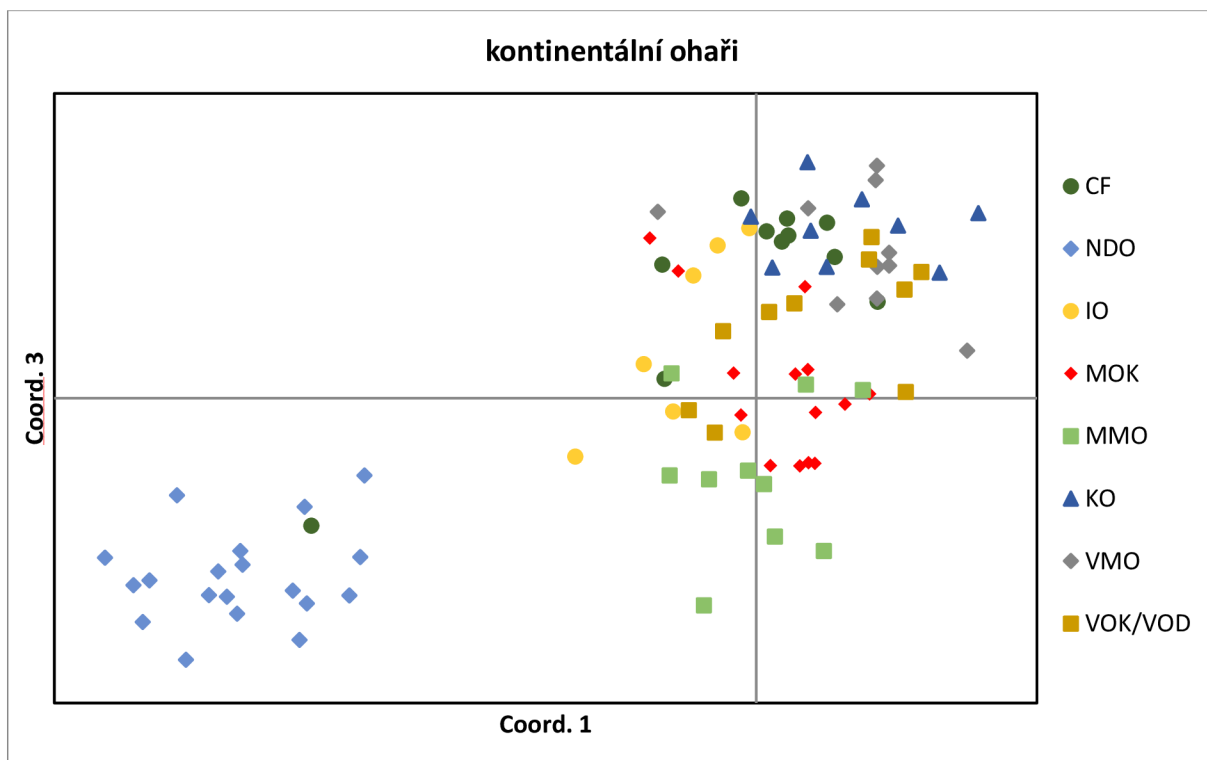


Graf 3: Genetické vzdálenosti mezi jedinci a populacemi ostrovních ohařů; založeny na faktoriální korespondenční analýze 28 mikrosatelitních dat zobrazených za pomoci programu GenAlEx 6.5. AS = anglický setr; GS = gordonsetr; IS = irský setr; POI = pointr.

Nejvyšší počet alel na lokus u skupiny FCI VII., konkrétně u ostrovních ohařů se nacházel u plemene GS ($N_a = 4,286$; Tabulka 3), nejnižší N_a se nacházelo u AS ($N_a = 3,536$; Tabulka 3). Očekávaná heterozygotnost se pohybovala od $H_o = 0,666$ (GS; Tabulka 3) do $H_o = 0,438$ (AS; Tabulka 3). Nejvyšší koeficient F byl vypočítán u plemene AS ($F = 0,074$; Tabulka 3), zatímco nejnižší byl vypočítán u plemene POI ($F = -0,033$; Tabulka 3). Všechny 4 skupiny jsou také diferencovány pomocí FCA, s konkrétním překrytím shluků (Graf 3). Všechny skupiny se oddělují a shlukují se u sebe, až na 1 jedince z plemene IS, který se shlukuje u GS a POI (Graf 3).

Tabulka 3: Popisné genetické parametry pro studované plemena ostrovních ohařů. AS = anglický setr; GS = gordonsetr; IS = irský setr; POI = pointr. SE = směrodatná odchylka; N = počet jedinců; N_a = průměrný počet alel na lokus; H_e = očekávaná heterozygotnost; H_o = pozorovaná heterozygotnost; F = koeficient inbreedingu.

Plemeno	N	N_a	H_e	H_o	F
AS	11	3,536	0,467	0,438	0,074
SE		0,270	0,045	0,047	0,051
GS	10	4,286	0,622	0,666	-0,066
SE		0,256	0,029	0,036	0,026
IS	11	3,821	0,552	0,575	-0,045
SE		0,179	0,032	0,038	0,037
POI	7	4,000	0,587	0,601	-0,033
SE		0,236	0,032	0,038	0,039



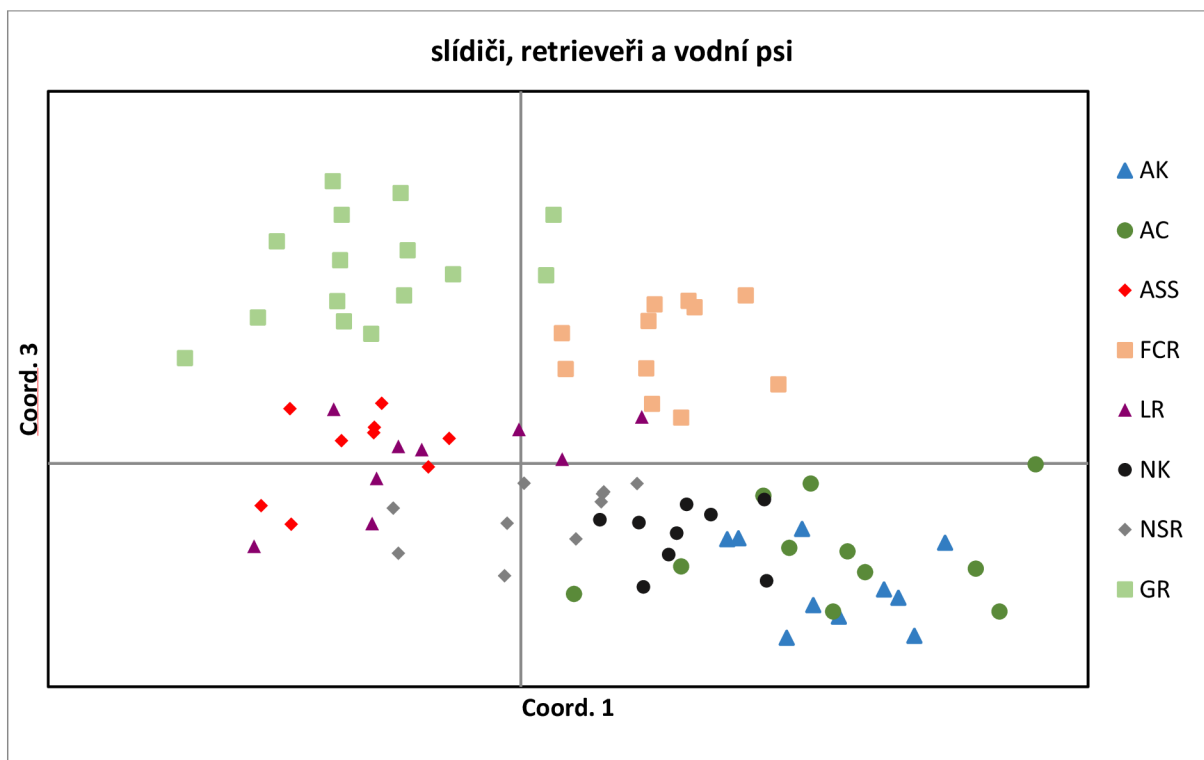
Graf 4: Genetické vzdálenosti mezi jedinci a populacemi kontinentálních ohařů; založeny na faktoriální korespondenční analýze 28 mikrosatelitních dat zobrazených za pomoci programu GenAlEx 6.5. CF = český fousek; NDO = německý ohař drátosrstý; IO = italský ohař; MOK = maďarský ohař krátkosrstý; MMO = malý münsterlandský ohař; KO = německý ohař krátkosrstý; VMO = velký münsterlandský ohař; VOK/VOD = vymarský ohař.

U kontinentálních ohařů vycházel nejvyšší výpočet N_a u plemene MOK ($N_a = 4,786$; Tabulka 4), nejnižší počet alel na lokus se nacházel u plemene IO ($N_a = 3,786$; Tabulka 4). Koeficient inbreedingu byl nejvyšší u KO ($F = -0,100$; Tabulka 4), nejnižší se nacházel u IO ($F = -0,014$; Tabulka 4). Výpočet očekávané heterozygotnosti se pohyboval od $H_o = 0,694$ (MOK, MMO; Tabulka 4) do $H_o = 0,497$ (NDO; Tabulka 4). Všechna plemena se shlukují u sebe, jediné velmi oddělené plemeno je NDO (Graf 4). Jeden jedinec plemene CF se shlukoval mezi oddělenými plemeny NDO (Graf 4).

Tabulka 4: Popisné genetické parametry pro studované plemena kontinentálních ohařů. CF = český fousek; NDO = německý ohař drátosrstý; IO = italský ohař; MOK = maďarský ohař krátkosrstý; MMO = malý münsterlandský ohař; KO = německý ohař krátkosrstý; VMO = velký münsterlandský ohař; VOK/VOD = výmarský ohař. SE = směrodatná odchylka; N = počet jedinců; Na = průměrný počet alel na lokus; He = očekávaná heterozygotnost; Ho = pozorovaná heterozygotnost; F = koeficient inbreedingu.

Plemeno	N	Na	He	Ho	F
CF	11	4,500	0,659	0,617	0,065
SE		0,227	0,024	0,032	0,033
NDO	19	4,179	0,546	0,497	0,086
SE		0,242	0,030	0,041	0,052
IO	7	3,786	0,599	0,615	-0,014
SE		0,243	0,027	0,043	0,060
MOK	14	4,786	0,645	0,694	-0,062
SE		0,274	0,024	0,037	0,038
MMO	10	4,714	0,678	0,694	-0,015
SE		0,276	0,024	0,040	0,042
KO	9	4,286	0,592	0,650	-0,100
SE		0,217	0,034	0,044	0,049
VMO	10	3,857	0,559	0,571	-0,029
SE		0,271	0,039	0,047	0,042
VOK/VOD	10	4,250	0,647	0,616	0,049
SE		0,168	0,017	0,035	0,047

5.4 FCI VIII.



Graf 5: Genetické vzdálenosti mezi jedinci a populacemi slídičů; retrieverů a vodních psů; založeny na faktoriální korespondenční analýze 28 mikrosatelitních dat zobrazených za pomoci programu GenAlEx 6.5. AK = americký kokršpaněl; AC = anglický kokršpaněl; ASS = anglický špringršpaněl; FCR = hladkosrstý retrívř; LR = labradorský retrívř; NK = německý křepelák; NSR = kanadský retrívř; GR = zlatý retrívř.

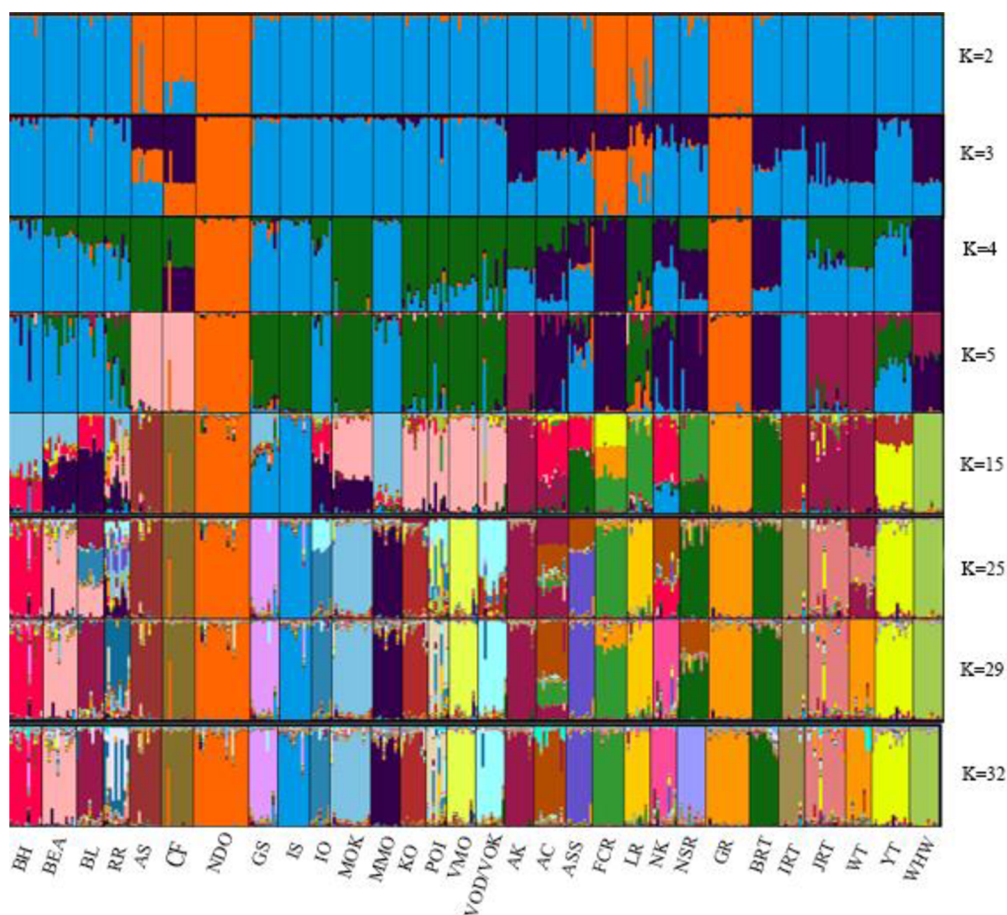
Nejvyšší hodnota N_a se nacházela u plemene NK ($N_a = 3,929$; Tabulka 5), zatímco nejnižší vypočtena hodnota průměrného počtu alel na lokus byla u FCR ($N_a = 3,143$; Tabulka 5). Hodnota očekávané heterozygotnosti se pohybovala od $H_o = 0,597$ (LR; Tabulka 5) do $H_o = 0,493$ (FCR; Tabulka 5). Koeficient inbreedingu F byl nejvyšší u AC ($F = 0,116$; Tabulka 5) nejnižší se nachází u plemena GR ($F = -0,014$; Tabulka 5). Na Grafu 5 můžeme vidět oddělené skupiny GR a FCR, ostatní plemena výrazněji shlukují a překrývají.

Tabulka 5: Popisné genetické parametry pro studované plemena slídičů; retrieverů a vodních psů. AK = americký kokršpaněl; AC = anglický kokršpaněl; ASS = anglický špringršpaněl; FCR = hladkosrstý retrivér; LR = labradorský retrivér; NK = německý křepelák; NSR = kanadský retrivér; GR = zlatý retrivér. SE = směrodatná odchylka; N = počet jedinců; Na = průměrný počet alel na lokus; He = očekávaná heterozygotnost; Ho = pozorovaná heterozygotnost; F = koeficient inbreedingu.

Plemeno	N	Na	He	Ho	F
AK	10	3,464	0,530	0,543	-0,019
SE		0,182	0,032	0,042	0,048
AC	11	3,821	0,577	0,512	0,116
SE		0,206	0,030	0,034	0,034
ASS	9	3,536	0,549	0,575	-0,040
SE		0,238	0,038	0,046	0,045
FCR	11	3,143	0,516	0,493	0,046
SE		0,168	0,032	0,042	0,053
LR	9	3,750	0,558	0,597	-0,067
SE		0,245	0,032	0,043	0,048
NK	9	3,929	0,567	0,523	0,063
SE		0,246	0,036	0,036	0,030
NSR	10	3,750	0,562	0,584	-0,044
SE		0,228	0,033	0,042	0,041
GR	15	3,786	0,520	0,523	-0,014
SE		0,243	0,039	0,042	0,026

5.5 Všechna plemena

Vyšší rozlišení bylo dosaženo za použití bayesiánské klastrovací analýzy v programu Structure. Při použití Puechmailliovi metody, byla zjištěna nejvyšší podpora pro $K = 29$ (Příloha 1, Obrázek 5), ve kterém průměrný členský koeficient pro každý klastr rozdělil všechna plemena. Je zde k vidění určitý stupeň příbuznosti mezi NSR a BRT; RR a IO; JRT a YT; POI a IO; AC a NSR; FCR a AC; GR a FCR; a jedince CF s barvou NDO (Obrázek 5). Zatímco Evannova metoda doporučovala jako nejlepší číslo klastru $K = 15$ (Příloha 2 a Obrázek 5), zde se mísilo větší množství plemen, MOK, KO, POI, VMO a VOD/VOK; AK, AC, JRT a WT; GS a IS; FCR, LR a NSR; AS, IRT a YT; BH, BL, IO, AC, ASS a NK; i zde byl jedinec CF s barvou NDO (Obrázek 5).



Obrázek 5: Bayesinová klastrovací analýza 30 sledovaných plemen, založených na 28 mikrosatelitních lokusech. BH = baset; BEA = bigl; BL = bloodhound; RR = rhodský ridgeback; AS = anglický setr; GS = gordonsetr; IS = irský setr; POI = pointer; CF = český fousek; NDO = německý ohař drátosrstý; IO = italský ohař; MOK = maďarský ohař krátkosrstý; MMO = malý münsterlandský ohař; KO = německý ohař krátkosrstý; VMO = velký münsterlandský ohař; VOK/VOD = výmarský ohař; AK = americký kokršpaněl; AC = anglický kokršpaněl; ASS = anglický špringršpaněl; FCR = hladkosrstý retrivr; LR = labradorský retrivr; NK = německý křepelák; NSR = kanadský retrivr; GR = zlatý retrivr; BRT = border teriér; IRT = irský teriér; JRT = Jack Russell teriér; WT = velšteriér WHW = west highland white teriér; YT = jorkširský teriér.

6. Diskuze

Výsledky analýzy genetických charakteristik detekčních psů, vybraných plemen, přinesly několik zajímavých poznatků. Jedním z hlavních zjištění je výrazná variabilita mezi jednotlivými plemeny a skupinami plemen. Například, nejvyšší počet alel na lokus byl zaznamenán u plemene JRT (Tabulka 1) ve skupině FCI III., zatímco nejnižší u plemene BL (Tabulka 2) ve skupině FCI VI. Tento rozdíl může být důsledkem historického vývoje a selekce, kterou jednotlivá plemena prošla, a také různých účelů, pro které byla plemena chována.

Dále, koeficient inbreedingu poskytuje informaci o míře příbuzenství mezi jedinci v populaci (viz. Kapitola 2.3) Vysoké hodnoty tohoto koeficientu u některých plemen, jako je například u plemene RR (Tabulka 2) ve skupině FCI VI., naznačují tendenci k inbreedingu, což může být spojeno se selekcí na určité vlastnosti, uzavřené chovné programy nebo vzorky ze stejné oblasti. Naopak, nízké hodnoty koeficientu inbreedingu u jiných plemen, jako je například u plemene BEA (Tabulka 2) ve skupině FCI VI., naznačují větší genetickou rozmanitost a pravděpodobně méně rigidní chovné praktiky.

Například koeficient inbreedingu byl u LR s počtem $n = 9$ ($F = -0,067$; Tabulka 5), pro srovnání v jiné studii s 16 jedinci vyšel koeficient inbreedingu ($F = 0,042$; Björnerfeldt et al. 2008).

U plemene VOK/VOD vyšel koeficient inbreedingu ($F = 0,049$; Tabulka 4) při sledování 10 jedinců. Ve studii vyšel ($F = 0,059$; Streitberger et al. 2012), bylo zde sledováno 50 jedinců.

Heterozygotnost je dalším důležitým ukazatelem genetické variability v populaci. Pokud je očekávaná heterozygotnost větší, jak vypočtená naznačuje to ztrátu genetické variability v populaci. Nejvyšší rozdíl byl u plemen AC ($He = 0,577$; $Ho = 0,512$; Tabulka 5) a WT ($He = 0,593$; $Ho = 0,527$; Tabulka 1) kladný výsledek při výpočtu $He - Ho$, nám naznačuje ztrátu genetické variability v populaci.

Grafické reprezentace, jako je shluková analýza, umožňují vizuální porovnání genetické podobnosti mezi jedinci a plemeny. Výsledky těchto analýz naznačují jak shluky podobných jedinců, tak i případné překrývání mezi plemeny. To může být důsledek genetického původu, příbuzenských vztahů mezi jedinci a historického kontextu chovu. U FCI skupiny VI. se plemena příliš neshlukovala i při různé kombinaci alel, avšak ve všech případech se jednalo o homogenní skupinu (Graf 2).

Některá plemena se nám výrazně oddělila např. AS (Graf 3) GR a FCR (Graf 5) a NDO (Graf 4) u kterých se shlukoval jedinec CF, u kterého došlo ve třetí generaci k přilítí krve, právě od NDO.

Výraznou variabilitu mezi jednotlivými plemeny a skupinami plemen potvrdily i výsledky z programu Structure a Structure selector, což je potvrzeno jak bayesiánskou klastrovací analýzou, tak metodou Puechmailliovou a Evannovou.

Použitím Puechmailliovi klastrové analýzy bylo dosaženo vyššího rozlišení, kde průměrný členský koeficient vycházel $K=29$ (Příloha 1) (Puechmaillie 2016). Tato analýza odhalila určitý stupeň příbuznosti mezi několika plemeny, včetně NSR a BRT, RR a IO, JRT a YT, POI a IO, AC a NSR, FCR a AC, GR a FCR, a jedince CF s barvou NDO. Naopak, Evannova metoda doporučovala jako nejlepší klastru $K = 15$ (Příloha 2) (Evanno 2005), kde se výrazněji mísilo více plemen. Mezi nimi byly MOK, KO, POI, VMO a VOD/VOK; AK, AC, JRT a WT; GS a IS; FCR, LR a NSR; AS, IRT a YT; BH, BL, IO, AC, ASS a NK; a opět byl identifikován jedinec CF s barvou NDO. Doba oddělení ostatních plemen je delší, z důvodu stejných předků nebo historické oblasti. Obě rozdělení mohou být důsledkem historické selekce a využíváním jednotlivých plemen pro různé účely, zároveň mohou být data skreslována velkým množstvím dat, nevyrovnaností počtu jedinců jednotlivých plemen a vzorky ze stejné oblasti. Např. jedinec CF se nacházel u NDO, ať už v programu STRUCTURE (Obrázek 5), tak ve shlukové analýze (Graf 4), protože ve 3. generaci došlo k přilítí krve, což jsme zjistili za pomoci rodokmene jedince.

Ztráta genetické rozmanitosti nebo vysoký koeficient inbreedingu může vést ke ztrátě žádoucích vlastností a znaků, v důsledku hromadění škodlivých variací (Mabunda et al. 2022; Michels & Distl 2022). Příbuzenská plemenitba může mít za následek zvýšený výskyt vrozených anomálií a nemocí, např. dysplazie kyčelních a loketních kloubů (Mäki1 et al. 2002; Malm et al. 2008) nebo onemocnění hypotyreóza (Pedersen et al. 2015 a, b), to může ovlivňovat celkovou úspěšnost chovu (Viluma et al. 2022). Různé studie ukázaly, že genetický drift v malých populacích může vést ke snížení úrovně genetické rozmanitosti, včetně ztráty segregáčních variant, které mohou zahrnovat adaptivní alely nezbytné pro určité vlastnosti (Axelsson et al. 2021).

Například u plemene český strakatý pes došlo k výrazné ztrátě genetické rozmanitosti, což ovlivňuje samotnou existenci plemene a mohlo by to vést ke snížené odolnosti vůči nemocem, zvýšenému riziku genetických poruch a zhoršení zdraví

a vitality (Machová et al. 2020). Zvýšená agrese u výstavní linie border kolie (viz Kapitola 2.3; Fadel et al. 2016).

Udržení genetické rozmanitosti je klíčové pro zachování rozmanitých a prospěšných vlastností a znaků v populacích.

7. Závěr

V rámci této bakalářské práce byl zkoumán postupný vývoj psa, samotné rozdělení psů do určitých plemen a jejich využití pro monitoring volně žijících živočichů a rostlin. Analýza genetické variability a struktury populací těchto plemen poskytla důležité poznatky o genetické variabilitě těchto plemen.

Vzhledem k důležitosti genetické variability pro úspěšnost loveckých psů při monitoringu volně žijících živočichů a rostlin je nezbytné věnovat pozornost zachování genetické rozmanitosti u těchto plemen. Doporučuje se provádět pravidelné genetické analýzy a sledování genetické variability s cílem identifikovat potenciální genetické hrozby a implementovat opatření pro zachování genetické rozmanitosti.

Pro budoucí využívání detekčních psů ve wildlife monitoringu je klíčové poskytnout dostatečnou odbornou přípravu a podporu pro výcvik těchto psů. Důraz by měl být kladen na etické a humánní zacházení s detekčními psy, zejména při detekci živých zvířat. Doporučuje se zdokonalovat metody výcviku a monitorovat pracovní výkony detekčních psů s ohledem na ochranu volně žijících živočichů.

Zároveň by to chtělo více výzkumu v této problematice a zmiňovat konkrétní plemena, která jsou k detekci určena.

Věřím, že implementace těchto doporučení povede k efektivnější ochraně biodiverzity a zlepšení využití genetiky a detekčních psů ve wildlife monitoringu.

8. Reference

Alasaad S, Permunion R, Gakuya F, et al. 2012. Sarcoptic-mange detector dogs used to identify infected animals during outbreaks in wildlife. *BMC Vet Res* **8**:110.

Arnett EB. 2006. A preliminary evaluation of the use of dogs to recovery bat fatalities at wind energy facilities **34**:1440-5.

Axelsson E, et al. 2021. The genetic consequences of dog breed formation—Accumulation of deleterious genetic variation and fixation of mutations associated with myxomatous mitral valve disease in cavalier King Charles spaniels. *PLOS Genetics* **17**(9):e1009726.

Ayres KL, Booth RK, Hempelmann JA, Koski KL, Emmons CK, Baird RW, Balcomb-Bartok K, Hanson MB, Ford MJ, Wasser SK. 2012. Distinguishing the impacts of inadequate prey and vessel traffic on an endangered killer whale (*Orcinus orca*) population. *PLoS ONE* **7**.

Baker CMA, Manwell C. 1983. Man and elephant The ‘dare theory’ of domestication and the origin of breeds. *Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie* **100**:55-75.

Baker GB, Holdsworth M, Robinson S, Friend JA. 2018. Demonstrating the Effectiveness of Detector Dogs for Feral Cat Control in Wheatbelt Reserves of Western Australia. Phase 2: detection of live cats.

Bearman-Brown LE, Wilson LE, Evans LC, Baker PJ. 2020. Comparing non-invasive surveying techniques for elusive, nocturnal mammals: a case study of the West European hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Journal of Vertebrate Biology* **69**(3):20075.1.

Beebe SC, Howell TJ, Bennett PC. 2016. Using Scent Detection Dogs in Conservation Settings: A Review of Scientific Literature Regarding Their Selection. *Frontiers in Veterinary Science* **3**.

Berry KH, Allison LJ, McLuckie AM, Vaughn M, Murphy RW. 2021. *Gopherus agassizii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021. Available from <https://www.iucnredlist.org/species/97246272/3150871> (accessed April 2024).

Brisbin I, Risch T. 1997. Primitive dogs, their ecology and behavior: Unique opportunities to study the early development of the human-canine bond. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **210**:1122-6.

Brook SM, van Coeverden de Groot P, Scott C, Boag P, Long B, Ley RE, Reischer GH, Williams AC, Mahood SP, Hien TM, Polet G, Cox N, Hai BT. 2012. Integrated and novel survey methods for rhinoceros populations confirm the extinction of *Rhinoceros sondaicus annamiticus* from Vietnam. *Biological Conservation* **155**:59–67.

Brooks S, Oi F, Koehler P. 2003. Ability of Canine Termite Detectors to Locate Live Termites and Discriminate Them from Non-Termite Material. *Journal of Economic Entomology* **96**:1259–1266.

Browne C, Stafford K. 2003. The use of dogs in conservation work in New Zealand. *New Zealand Veterinary Association Companion Animal Society Newsletter*, **14**:58-9.

Browne CM, Stafford KJ, Fordham RA. 2015. The detection and identification of tuatara and gecko scents by dogs. *Journal of Veterinary Behavior* **10**(6):496–503.

Butchart SHM. 2010. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* **328**:1164-1168.

BUYANDESELLHUNTINGDOGS. 2019. Flushing Dogs. BUYANDESELLHUNTINGDOGS. Available from <https://buyandsellhuntingdogs.com/flushing-dogs/> (accessed April 2024).

Cablk ME, Harmon R. 2011. Validation and development of a certification program for using K9s to survey desert tortoises. Final Report. ESTCP Project RC200609.

Cablk ME, Heaton JS. 2006. Accuracy and reliability of dogs in surveying for desert tortoise (*Gopherus agassizii*). *Ecological Applications* **16**:1926-35.

Cargill CP, Judkins AG, Weir JS. 2022. Distribution of little penguins (*Eudyptula minor*) along the greater Kaikōura coastline, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* **56**(1):43–58.

Cecchi F, Carlini G, Giuliotti L, Russo C. 2018. Inbreeding may affect phenotypic traits in an Italian population of Basset Hound dogs. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali* **29**(1):165–170.

Clutton-Brock TH, Harvey PH. 1977. Primate ecology and social organization. *Journal of Zoology* **183**:1-39.

Cross E. 2006. CBP's four-legged warriors. *Customs and Border Protection Today*, August/September. U.S. Department of Homeland Security, Washington, D.C.

Dahlgren DK, Elmore RD, Smith DA, Hurt A, Arnett EB, Connell JW. 2012. Use of dogs in wildlife research and management. In N.J. Silvy, Ed., *Wildlife Techniques Manual: Research* Johns Hopkins University Press, Baltimore **1**:140-53.

Darwin CR. 1875. *The variation of animals and plants under domestication*. London: John Murray **1**.

Díaz S, et al. 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services=unedited advance version. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES), Bonn, Germany.

dog: breed and blood in Victorian Britain. Baltimore: Johns Hopkins University

Eckhardt L, Steury TD. 2011. Root diseases and timber dogs. *Silviculture Magazine*, Fall, 30-1.

Ellis S, Talukdar B. 2020. *Rhinoceros sondaicus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T19495A18493900. Available from <https://www.iucnredlist.org/species/19495/18493900> (accessed April 2024).

Engeman RM, Vice DS, Rodriguez DV, Gruver KS, Santos WS, Pitzler ME. 1998 a. Effectiveness of the detector dogs used for deterring the dispersal of brown tree snakes. *Pacific Conservation Biology* **4**:256-60.

Engeman RM, Rodriguez DV, Linnell MA, Pitzler ME. 1998 b. A review of the case histories of the brown tree snakes (*Boiga irregularis*) located by detector dogs on Guam. *International Biodeterioration and Biodegradation* **42**:161-5.

EpSTEIN H. 1971. *The origin of the domestic animals of Africa*, New York: Africana Publ. Corporation **2**:719.

Evanno G, Regnaut S, Goudet J. 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software structure: a simulation study. *Molecular Ecology* **14**:2611–2620.

Fadel FR, Driscoll P, Pilot M, Wright H, Zulch H, Mills D. 2016. Differences in Trait Impulsivity Indicate Diversification of Dog Breeds into Working and Show Lines. *Scientific Reports* **6**(1):22162.

FCI. FCI breeds nomenclature. FCI. Available from <https://www.fci.be/en/nomenclature/7-Pointing-Dogs-1.html#1> (accessed April 2024).

Fischer-Tenhagen C, Johnen D, Heuwieser W, Becker R, Schallschmidt K, Nehls I. 2017. Odor Perception by Dogs: Evaluating Two Training Approaches for Odor Learning of Sniffer Dogs. *Chemical Senses* **42**(5):435–441.

Fratt K. 2021. Muzzling for Wildlife Safety with Michael Shikashio. Available from <https://k9conservationists.org/muzzling-for-wildlife-safety-with-michael-shikashio/> (accessed April 2024).

Freedman AH, Wayne RK. 2017. Deciphering the Origin of Dogs: From Fossils to Genomes. *Annu Rev Anim Biosci* **5**:281–307.

Gabor D, Márton Á, Márton H. 2021. Using detection dogs to reveal illegal pesticide poisoning of raptors in Hungary. *Journal of Vertebrate Biology* **69**.

Gazit I, Goldblatt A, Grinstein D, Terkel J. 2021. Dogs can detect the individual odors in a mixture of explosives. *Applied Animal Behaviour Science* **235**.

Gazit I, Terkel J. 2003. Explosives detection by sniffer dogs following strenuous physical activity. *Applied Animal Behaviour Science* **81**:149-61.

Geneious. Auckland, NZ: Biomatters Ltd. Available from <https://www.geneious.com> (accessed April 2024).

Germonpré M, Sablin MV, Stevens RE, Hedges REM, Hofreiter M, Stiller M, Després VR. 2009. Fossil dogs and wolves from Palaeolithic sites in Belgium, the Ukraine and Russia: osteometry, ancient DNA and stable isotopes. *Journal of Archaeological Science* **36**:473–490.

Ghirlanda S, Acerbi A, Herzog H, Serpell JA. 2013. Fashion vs. Function in Cultural Evolution: The Case of Dog Breed Popularity. *PLoS ONE* **8**(9):e74770.

Giffroy JM. 2007. *The Dog: A Domestic Wolf to Communicate with Man: The Aggressiveness of the Dog*.

Goodwin KM, Engel RE, Weaver DK. 2010. Trained dogs outperform human surveyors in the detection of rare spotted knapweed (*Centaurea stoebe*). *Invasive Plant Science and Management* **3**:113-21.

GRCA. Brief history of the Golden Retriever. Golden Retriever club of America. Available from <https://grca.org/about-the-breed/breed-history/brief-history-of-the-golden-retriever/> (accessed April 2024).

Grimm-Seyfarth A, Harms W, Berger A. 2021. Detection dogs in nature conservation: A database on their world-wide deployment with a review on breeds used

and their performance compared to other methods. *Methods in Ecology and Evolution* **12**:568-579.

Hedhammar Å, Indrebø, A. 2011. Rules, regulations, strategies and activities within the Fédération Cynologique Internationale (FCI) to promote canine genetic health. *Veterinary journal* **189**:141-6.

Hedrick PW, Garcia-Dorado A. 2016. Understanding inbreeding depression, purging, and genetic rescue. *Trends in ecology & evolution* **31**:940-952.

Hecht J, Horowitz A. 2015. Seeing Dogs: Human Preferences for Dog Physical Attributes. *Anthrozoös* **28**(1):153–163.

Higgins JP, White IR, Wood AM. 2008. Imputation methods for missing outcome data in meta-analysis of clinical trials. *Clinical trials (London, England)* **5**(3):225–239.

Hill D. 2005. *Handbook of biodiversity methods: survey, evaluation and monitoring*. Cambridge University Press.

Hill S, Hill J. 1987. *Richard Henry of Resolution Island*, John McIndoe, Dunedin, New Zealand.

Horowitz A. 2009. *Inside of a dog: What dogs see, smell, and know*. Simon and Schuster.

Charlesworth D, Willis JH. 2009. The genetics of inbreeding depression. *Nature reviews genetics* **10**:783-796.

Chen FL, Zimmermann M, Hekman JP, Lord KA, Logan B, Russenberger J, Leighton EA and Karlsson EK. 2021. Advancing Genetic Selection and Behavioral Genomics of Working Dogs Through Collaborative Science. *Front. Vet. Sci.* **8**:662429.

Chen M, Daly M, Williams N, Williams S, Williams C, Williams G. 2000. Non-invasive detection of hypoglycaemia using a novel, fully biocompatible and patient friendly alarm system. *British Medical Journal* **321**:1565-6.

Cheyne J. 2011. Protected species and predator detection dog use in New Zealand wildlife conservation projects. *New Zealand Journal of Ecology* **35**:192-193.

Christie KS, Gilbert SL, Brown CL, Hatfield M, Hanson L. 2016. Unmanned aircraft systems in wildlife research: current and future applications of a transformative technology. *Frontiers in Ecology and the Environment* **14**:241-251.

Chu ET, Simpson MJ, Diehl K, Page RL, Sams AJ, Boyko AR. 2019. Inbreeding depression causes reduced fecundity in Golden Retrievers. *Mammalian Genome* **30**(5–6):166–172.

Johnston JM. 1999. Canine detection capabilities: operational implications of recent R&D findings. Institute for Biological Detection Systems, Auburn University 1-7.

K9 MAGAZINE. 2020. The History Of The Terrier. K9 MAGAZINE. Available from <https://www.k9magazine.com/history-of-the-terrier1/> (accessed April 2024).

Keller G, Dziuk E, Bell J. 2011. How the Orthopedic Foundation for Animals (OFA) is tackling inherited disorders in the USA: using hip and elbow dysplasia as examples. *Veterinary journal* **189**:197-202.

Kerley LL, Salkina GP. 2007. Using scent-matching dogs to identify individual Amur tigers from scats. *Journal of Wildlife Management* **71**:1349-56.

Kettunen A, Daverdin M, Helfjord T, Berg P. 2017. Cross-breeding is inevitable to conserve the highly inbred population of puffin hunter: The Norwegian Lundehund. *PLoS ONE* **12**.

Klütsch CF, Savolainen P. 2011. Geographical Origin of the Domestic Dog. In *Encyclopedia of Life Sciences*. Wiley.

Koehler G. 2018. The history of the retriever. *DU Magazine Archives*. Available from <https://www.ducks.org/hunting/retriever-training/the-history-of-the-retriever> (accessed April 2024).

Kohn MH, Wayne RK. 1997. Facts from faeces revisited. *Trends in Ecology & Evolution* **6**:223-27.

Koshyk G. 2020. How to Choose a Pointing Dog – Breaking Down 38 Bird Dog Breeds. Project Upland. Available from <https://projectupland.com/hunting-dogs/a-comprehensive-guide-to-choosing-a-bird-dog-the-pointing-breeds/> (accessed April 2024).

Kristensen TN, Sørensen AC. 2005. Inbreeding-lessons from animal breeding, evolutionary biology and conservation genetics. *Anim Sci* **80**(2):121-33.

Kutanan วท. 2015. ต้นกำเนิดของสุนัขบ้าน หลักฐานทางโบราณคดีและพันธุศาสตร์ (Origin of domestic dog: evidence from archaeological and genetic evidence). *The Turkish Journal of Gastroenterology* **8**:1–11.

Larson G, Fuller DQ. 2014. The Evolution of Animal Domestication. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* **45**:115-136.

Leroy G. 2011. Genetic diversity, inbreeding and breeding practices in dogs: Results from pedigree analyses. *Vet J.* **189**:177–182.

Lesser J. 2022. Pointer: Dog breed characteristics & care. The spruce pets. Available from <https://www.thesprucepets.com/pointer-dog-breed-profile-4589469> (accessed April 2024).

Lorenz K. 1954. Man Meets Dog.

Mabunda RS, Makgahlela ML, Nephawe KA, Mtileni B. 2022. Evaluation of Genetic Diversity in Dog Breeds Using Pedigree and Molecular Analysis: A Review. *Diversity* **14**(12):1054.

MacKay P, Smith DA, Long RA, Parker M. 2008. Scat detection dogs. In RA. Long P, MacKay WJ, Zielinski JC, Ray Eds, *Noninvasive Survey Methods for Carnivores*. Island Press, Washington DC 183-222.

Machová K, Kranjčeviřová A, Vostrý L, Krupa E. 2020. Analysis of Genetic Diversity in the Czech Spotted Dog. *Animals* **10**(8):1416.

Mäki K, Groen AF, Liinamo A-E, Ojala M. 2002. Genetic variances, trends and mode of inheritance for hip and elbow dysplasia in Finnish dog populations. *Animal Science* **75**(2):197–207.

Malm S, Fikse WF, Danell B, Strandberg E. 2008. Genetic variation and genetic trends in hip and elbow dysplasia in Swedish Rottweiler and Bernese Mountain Dog. *Journal of Animal Breeding and Genetics* **125**(6):403–412.

Matějů P. 2019. Genetic distances among dog breeds [Msc. Thesis]. Czech University of Life Sciences Prague, Prague.

McCulloch M, Jezierski T, Broffman M, Hubbard A, Turner K, Janecki T. 2006. Diagnostic accuracy of canine scent detection in early – and late-stage lung and breast cancers. *Integrative Cancer Therapies* **5**:30-9.

Michels PW, Distl O. 2022. Genetic Diversity and Trends of Ancestral and New Inbreeding in Deutsch Drahthaar Assessed by Pedigree Data. *Animals* **12**(7):929.

Milne D. 2007. Controlling an invasive salt marsh grass (*Spartina patens*) in Washington State: A case study of resilience. *Environmental Practice* **9**:251-65.

Moreno-Black G. 2006. The use of scat samples in primate diet analysis. *Primates* **19**:215-221.

Morey D. 1992. Size, shape and development in the evolution of the domestic dog. *Journal of Archaeological Science* **19**:181–204.

Morrill K, Hekman J, Li X, McClure J, Logan B, Goodman L, et al. 2022. Ancestry-inclusive dog genomics challenges popular breed stereotypes. *Science* **376**: eabk0639.

Murray S. 2021. The long & winding history of scenthounds. SHOWSIGHT. Available from <https://showsightmagazine.com/the-long-winding-history-of-scenthounds/> (accessed April 2024).

Narayanasamy SS, Chong E, Abdul Aziz S, Visscher W, Abdul Jaafar SZ, Reuben Clements G. 2023. Hide-and-sniff: can anti-trafficking dogs detect obfuscated wildlife parts? *Conservation Science and Practice* **5**(3):e12886.

Nussear KN, Esque TC, Heaton JS, Cablk ME, Drake KK, Valentin C, Yee JL, Medica PA. 2008. Are wildlife detector dogs or people better at finding tortoises (*Gopherus agassizii*)? *Journal of Herpetological Conservation and Biology* **3**:103-15.

Olsen SJ. 1985. Origins of the domestic dog: The fossil record. University of Arizona Press.

Ovodov ND, Crockford SJ, Kuzmin YV, Higham TFG, Hodgins GWL, van der Plicht J. 2011. A 33,000 – Year-Old Incipient Dog from the Altai Mountains of Siberia: Evidence of the Earliest Domestication Disrupted by the Last Glacial Maximum. *PLoS ONE* e22821.

Parker HG, Harris A, Dreger DL, Davis BW, Ostrander EA. 2017. The bald and the beautiful: hairlessness in domestic dog breeds. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **372**(1713):20150488.

Parry-Jones R. 2009. The feasibility of using canines to detect wildlife contraband. TRAFFIC.

Paula J, Leal MC, Silva MJ, Mascarenhas R, Costa H, Mascarenhas M. 2011. Dogs as a tool to improve bird-strike mortality estimates at wind farms. *Journal for Nature Conservation* **19**:202-8.

Pedersen NC, Brucker L, Tessier NG, Liu H, Penedo MC, Hughes S, Oberbauer A, Sacks B. 2015 a. The effect of genetic bottlenecks and inbreeding on the incidence of two major autoimmune diseases in standard poodles, sebaceous adenitis and Addison's disease. *Canine Genet Epidemiol* **2**:14.

Pedersen NC, Liu H, Leonard A, Griffioen L. 2015 b. A search for genetic diversity among Italian Greyhounds from Continental Europe and the USA and the effect

of inbreeding on susceptibility to autoimmune disease. *Canine Genetics Epidemiology* **2**:17.

Perri AR, Feuerborn TR, Frantz LAF, Larson G, Malhi RS, Meltzer DJ, et al. 2021. Dog domestication and the dual dispersal of people and dogs into the Americas. *Proc Natl Acad Sci* **118**.

Puechmaille SJ. 2016. The program structure does not reliably recover the correct population structure when sampling is uneven: subsampling and new estimators alleviate the problem. *Molecular Ecology Resources* **16**:608–627.

Putnam RJ. 1984. Facts from faeces. *Mammal Review* **14**:79-97.

Reindl-Thompson SA, Shivik JA, Whitelaw A, Hurt A, Higgins KF. 2006. Efficacy of Scent Dogs in Detecting Black-Footed Ferrets at a Reintroduction Site in South Dakota. *Wildlife Society Bulletin* **34**:1435-1439.

Robertson HA, Fraser JR. 2009. Use of trained dogs to determine the age structure and conservation status of kiwi *Apteryx* spp. populations. *Bird Conservation International* **19**:121–129.

Rodda GH, Fritts TH, Chiszar D. 1997. The Disappearance of Guam's Wildlife. *BioScience* **47**(9):565–574.

Roeder O. 2016. Terriers were once the greatest dogs in the world. *FiveThirtyEight*. Available from <https://fivethirtyeight.com/features/terriers-were-once-the-greatest-dogs-in-the-world-westminster-dog-show/> (accessed April 2024).

Rolland RM, Hamilton PK, Kraus SD, Davenport B, Gillett RM, Wasser SK. 2006. Faecal sampling using detection dogs to study reproduction and health in North Atlantic right whales (*Eubalaena glacialis*). *Journal of Cetacean Research and Management* **8**:121-5.

Rooney NJ, Sargan D. 2010. Welfare concerns associated with pedigree dog breeding in the UK. *Animal Welfare*.

Rozsypalová L, Rymešová D, Stýblo P, Literák I. 2022. Causes of admission and outcomes of white-tailed eagles *Haliaeetus albicilla* in wildlife rescue centres in the Czech Republic during 2010–2020. *Avian Biology Research* **15**(3):125-132.

Saola Foundation. 2020-2022. Saola Foundation Annual Report 2020,2021,2022. Available from <https://www.saolafoundation.org/annual-report/> (accessed April 2024).

Savidge JA, Stanford JW, Reed RN, Haddock GR, Yackel Adams AA. 2010. Canine detection of free-ranging brown treesnakes on Guam. *New Zealand Journal of Ecology* **35**:174-81.

Scandurra A, Alterisio A, D'Aniello B. 2016. Behavioural effects of training on water rescue dogs in the Strange Situation Test. *Applied Animal Behaviour Science* **174**:121-127.

Serpell J, editor. 2017. *The domestic dog: its evolution, behavior and interactions with people*. Second edition. New York: Cambridge University Press.

Smith DA, Ralls K, Hurt A, Adams B, Parker M, Davenport B, MC, Maldonado JE. 2003. Detection and accuracy rates of dogs trained to find scats of San Joaquin kit foxes (*Vulpes macrotis mutica*). *Animal Conservation* **6**:339-346.

Stockham RA, Slavin DL, Kift W. 2004. Specialized Use of Human Scent in Criminal Investigations.

Streitberger K, Schweizer M, Kropatsch R, Dekomien G, Distl O, Fischer MS, et al. 2012. Rapid genetic diversification within dog breeds as evidenced by a case study on Schnauzers. *Anim Genet* **43**:577–586.

Stronen AV, Salmela E, Baldursdottir BK, Berg P, Espelien IS, Järvi K, Jensen H, Kristensen TN, Melis C, Manenti T, et al. 2017. Genetic rescue of an endangered domestic animal through outcrossing with closely related breeds: A case study of the Norwegian Lundehund. *PLoS ONE* **12**.

Sundqvist A-K, Björnerfeldt S, Leonard JA, Hailer F, Hedhammar A, Ellegren H, Vilà C. 2006. Unequal Contribution of Sexes in the Origin of Dog Breeds. *Genetics* **172**(2):1121–1128.

Taberlet P, Valentini A, Rezaei H, Naderi S, Pompanon F, Negrini R, Ajmone-Marsan P. 2008. Are cattle, sheep, and goats endangered species? *Mol Ecol* **17**(1):275-84.

Taylor Ch, Guthrie C. 2021. Portuguese Water dog. DailyPaws. Available from <https://www.dailypaws.com/dogs-puppies/dog-breeds/portuguese-water-dog> (accessed April 2024).

UKPETS. Scent hounds breed group information. Available from <https://www.ukpets.com/blog/scent-hounds-breed-group-information/> (accessed April 2024).

Vilà C, Savolainen P, Maldonado JE, Amorim IR, Rice JE, Honeycutt RL, Crandall KA, Lundeberg, J, Wayne RK. 1997. Multiple and ancient origins of the domestic dog. *Science New York* **276**(5319):1687–1689.

Viluma A, Flagstad Ø, Åkesson M, Wikenros C, Sand H, Wabakken P, Ellegren H. 2022. Whole-genome resequencing of temporally stratified samples reveals substantial loss of haplotype diversity in the highly inbred Scandinavian wolf population. *Genome Research* **32**(3):449–458.

Vynne C, Keim JL, Machado RB, Marinho-Filho J, Silveira L, Groom MJ, Wasser SK. 2011. Resource selection and its implications for wide-ranging mammals of the Brazilian Cerrado. *PLoS ONE* **6**.

Vynne C, Machado RB, Marinho-Filho J, Wasser SK. 2009. Scat-Detection Dogs Seek Out New Locations of *Procyon lotor* and *Myrmecophaga tridactyla* in Central Brazil. *Edentata* **8–10**, 13–14.

Vynne C, Skalski JR, Machado RB, Groom MJ, J' Acomo AA, Marinho-Filho J, Ramos Neto MB, Pomilla C, Silveira L, Smith H, Wasser SK. 2010. Effectiveness of scat-detection dogs in determining species presence in a tropical Savanna landscape. *Conservation Biology* **25**:154-62.

Wasser SK, Davenport B, Ramage ER, Hunt KE, Parker M, Clarke C, Stenhouse G. 2004. Scat detection dogs in wildlife research and management: application to grizzly and black bears in the Yellowhead Ecosystem, Alberta, Canada. *Canadian Journal of Zoology* **82**(3):475–492.

Waters J, O'Connor S, Park KJ, Goulson D. 2010. Testing a detection dog to locate bumblebee colonies and estimate nest density. *Apidologie* **42**:200-5.

WDD. Wildlife detection dogs. Available from <https://www.wildlifedetectiondogs.org/en/faq-2/> (accessed February 2024).

Williams M, Johnston JM. 2002. Training and maintaining the performance of dogs (*Canis familiaris*) on an increasing number of odor discriminations in a controlled setting. *Applied Animal Behaviour Science* **78**(1):55–65.

Wilson DE, Reeder DM. 1993. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. 3rd edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

Winter W. 1981. Black-footed ferret search dogs. Southwestern Research Institute, New Mexico.

Woodroffe R, Ginsberg JR. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. *Science* **280**:2126–8.

Worboys M, Strange JM, Pemberton N. 2018. The invention of the modern

Worboys M. 2021. Inventing Dog Breeds. *Humanimalia* **10**(1):44–73.

ZEUNER FE. 1963. A history of domesticated animals. New York: Harper and Row. 560 pp.

Zhang Z, Khederzadeh S, Li Y. 2020. Deciphering the puzzles of dog domestication. *Zool Res* **41**:97–104.

Zwickel FC, Giles RH. 1971. *Wildlife Management Techniques* 319-324.

9. Reference obrázků

Natural Resources Foundation of Wisconsin. 2020. Available from <https://www.wisconservation.org/conservation-dogs-lend-a-paw/> (accessed April 2024).

Orca Network. 2012. Available from <https://www.facebook.com/OrcaNetwork/photos/from-jessica-lundin-tucker-the-scat-detection-dog-is-joined-this-year-by-waylon-/10151812499700601/> (accessed April 2024).

Wellington City Council. 2023. Available from <https://wellington.govt.nz/news-and-events/news-and-information/our-wellington/2023/04/miro-the-professional-wildlife-detector-dog> (accessed April 2024).

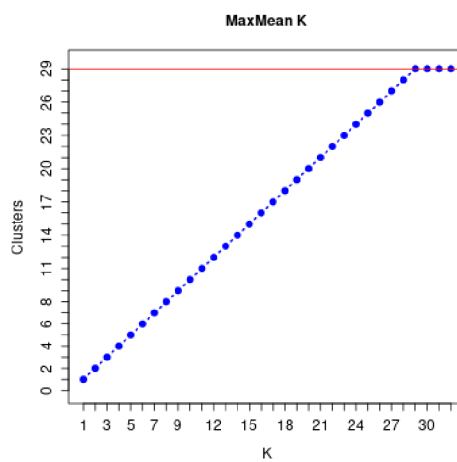
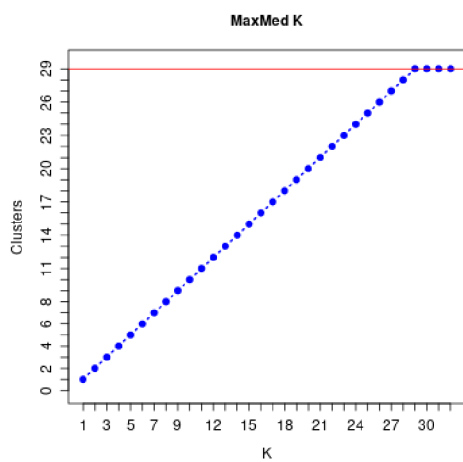
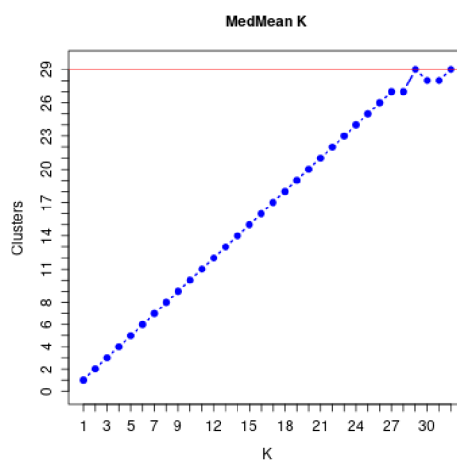
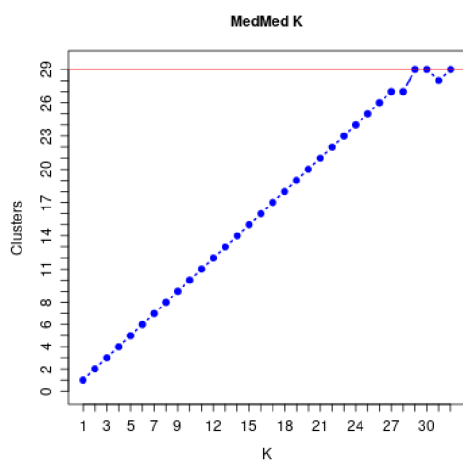
WWF. 2009. Available from https://wwf.panda.org/wwf_news/?181222/Dogs-to-sniff-out-the-state-of-Vietnams-critically-endangered-rhinos (accessed April 2024).

Přílohy:

Seznam příloh:

Příloha 1 Výstup z programu Structure Selector, založený na Bayesianově klastrování, Puechmailleova metoda.	II
Příloha 2 Výstup z programu Structure Selector, založený na Bayesianově klastrování, Evannova metoda.	III

Příloha I Výstup z programu Structure Selector, založený na Bayesianově klastrování, Puechmailleova metoda.



Příloha 2 Výstup z programu Structure Selector, založený na Bayesianově klastrování, Evannova metoda.

