

# Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



## **Diverzifikace akustické struktury štěkání psů různých plemen: Německý ohař krátkosrstý, jezevčík, bernský salašnický pes, hladkosrstý retrívr, labradorský retrívr**

Bakalářská práce

Autor: Anna Fišerová

Vedoucí práce: Mgr. Richard Policht, Ph.D.

2020

## Čestné prohlášení

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Diverzifikace akustické struktury štěkání psů různých plemen: Německý ohař krátkosrstý, jezevčík, bernský salašnický pes, hladkosrstý retrívr, labradorský retrívr“ vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Richarda Polichta, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.“

V Praze dne 15. června 2020

Anna Fišerová

## Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá kvantifikací akustické struktury štěkání šesti vybraných plemen psů, kam se řadí anglický kokršpaněl, bernský salašnický pes, hladkosrstý retrívr, jezevčík standard drsnosrstý, jezevčík standard hladkosrstý a rotvajler. Prvním cílem práce bylo porovnání variability mezi konkrétními plemeny, kdy z každého plemene bylo nahráno nejméně 6 jedinců v kontextu hlídání území. Za použití diskriminační analýzy se podařilo přiřadit správná plemena ke štěkům s 65,1 % pravděpodobností. Na tento výsledek měl vliv fakt, že pro rozlišení plemen měli největší vliv Frequency 75 % a Time 75 %. To by naznačovalo význam množství akustické energie v horní třetině frekvenčního spektra a podobně i v časovém spektru. Poloha štěknutí v prostoru prvních dvou hlavních diskriminačních os se shoduje s fylogenetickou studií. Na základě mých výsledků se potvrdila nejbližší podobnost štěkání obou typů jezevčků a dále pak velkých plemen, kterými byl rotvajler a bernský salašnický pes. Podobný výsledek ukazuje i fylogenetická studie Parkerové et al. (2012). Pozice anglického kokršpaněla a hladkosrstého retrívra se nachází v intermediární pozici mezi výše zmíněnými shluky (DFA), zatímco výše zmiňovaná fylogenetická studie ukazuje sesterskou pozici anglického kokršpaněla k jezevčům a sesterskou pozici hladkosrstého retrívra k rotvajlerovi a bernskému salašnickému psu. Druhým cílem bylo testování potenciačního vlivu dalších korelátů; jako je hmotnost, věk a fylogeneze plemen. Nejvýznamnější korelace byly nalezeny u hmotnosti/výšky psa v kohoutku s frekvenčními akustickými parametry. Při analyzování věku se nepotvrdila žádná význačná korelace, pouze entropie korelovala významněji s věkem. Při analyzování vlivu pohlaví se ukázaly být signifikantní právě časové parametry, zahrnující jak délku hlasu, tak rozložení akustické energie v čase. Vliv frekvenčních parametrů nebyl prokázán ani v rámci jednotlivých plemen.

**Klíčová slova:** štěkání, psi, akustická struktura, vokalizace, akustická divergence

## **Abstract**

The bachelor thesis is focused on the quantification of bark acoustic structure in six selected breeds: English Cocker Spaniel, Bernese Mountain Dog, Flat – coated Retriever, Dachshund Standard Wire - haired, Dachshund Standard Smooth – haired and Rottweiler. The first goal was to compare inter-breed variation (six individuals per breed) in context of a protection of a dog house area. Discrimination analysis classified barks to correct breed with 65,1 % probability. With the first discrimination function mostly correlated Frequency 75 % and Time 75 %. This could mean the importance of a quantity of acoustic energy in the upper quartile of the frequency spectrum and similarly in the third quartile of the time domain. The location of barks on the space of the first two discriminant axes mostly correlated with the position of these breeds based on a published molecular study. Based on my results, the closest similarity of the barking of both dachshunds. The other confirmed similarity has been shown in large breeds, which were Rottweiler and Bernese Mountain Dog. A similar result may be a phylogenetic study by Parker et al. (2012). The position of the English Cocker Spaniel and the Smooth-haired Retriever is in the intermediate position between the above-possible clusters (DFA), while the above-mentioned phylogenetic study shows the sister position of the English Cocker Spaniel to Dachshund Standard Wire – haired and Dachshund Standard Smooth – haired and the sister position of the Flat - coated Retriever to the Rottweiler and the Bernese Mountain Dog. The second aim was a test of a potential influence of body weight, and breed phylogeny. The strongest correlations were found between body weight/high and frequency parameters. The effects of age were not high, the only entropy has been found to be correlated with age. The effect of sex has been found in temporal parameters including a bark duration and other parameters quantifying a distribution of acoustic energy across time domain. Frequency parameters did not influence sex divergence both between breeds, and in the breeds independently.

**Key words:** barking, dogs, acoustic structure, vocalizations, acoustic divergence

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Anna Fišerová

Lesnictví

Lesnictví

### Název práce

Diverzifikace akustické struktury štěkání psů různých plemen: Německý ohař krátkosrstý, jezevčík, bernský salašnický pes, hladkosrstý retrívr, labradorský retrívr

### Název anglicky

Inter-breed diversification of dog bark acoustic structure: German Shorthaired Pointer, Dachshund, Bernese mountain dog, Flat-Coated Retriever, Labrador Retriever

---

### Cíle práce

Kvantifikace akustické struktury štěkání vybraných plemen psů, za účelem porovnání variability mezi konkrétními plemeny a testování potenciálního vlivu dalších korelátů (hmotnosti, vybraných rozměrů těla, historie plemene, apod.)

### Metodika

U minimálně pěti vybraných plemen bude nahráno štěkání od alespoň šesti dospělých jedinců s doloženým původem. Nahrávání bude probíhat za standardních podmínek. Variabilita akustických signálů bude kvantifikována pomocí bioakustických programů (Avisoft, Raven), které umožní naměřit celé spektrum akustických parametrů, popisujících distribuci akustické energie jak v časovém, tak frekvenčním spektru. Naměřené parametry budou následně testovány pomocí jednorozměrných i mnohorozměrných statistik (analýza hlavních komponent, diskriminační analýza). Nakonec budou testovány potenciální korelace akustických a morfologických parametrů. Výsledky potenciální divergence plemen v mnohorozměrném prostoru budou interpretovány v kontextu dosavadních znalostí historie testovaných plemen, včetně molekulárně genetických výsledků v dosavadních publikacích.

#### Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

#### Klíčová slova

štěkání, psi, akustická struktura, vokalizace, akustická divergence, Canidae

---

#### Doporučené zdroje informací

- Cohen JA, Fox MW. Vocalizations in wild canids and possible effects of domestication. *Behavioural Processes*. 1976;1(1):77-92.
- Maros K, Pongrácz P, Bárdos G, Molnár C, Faragó T, Miklósi Á. Dogs can discriminate barks from different situations. *Applied Animal Behaviour Science*. 2008;114(1–2):159-67.
- Molnár C, Pongrácz P, Doka A, Miklósi Á. Can humans discriminate between dogs on the base of the acoustic parameters of barks? *Behavioural Processes*. 2006;73(1):76-83.
- Molnár C, Pongrácz P, Faragó T, Doka A, Miklósi Á. Dogs discriminate between barks: The effect of context and identity of the caller. *Behavioural Processes*. 2009;82(2):198-201.
- Parker HG. Genomic analyses of modern dog breeds. *Mammalian Genome*. 2012;23(1):19-27.
- Parker HG, Kim LV, Sutter NB, Carlson S, Lorentzen TD, Malek TB, et al. Genetic structure of the purebred domestic dog. *Science*. 2004;304(5674):1160-4.
- Pongrácz P, Molnár C, Miklósi Á. Acoustic parameters of dog barks carry emotional information for humans. *Applied Animal Behaviour Science*. 2006;100(3–4):228-40.
- Pongrácz P, Molnár C, Miklósi Á. Barking in family dogs: An ethological approach. *The Veterinary Journal*. 2010;183(2):141-7.
- vonHoldt BM, Pollinger JP, Lohmueller KE, Han E, Parker HG, Quignon P, et al. Genome-wide SNP and haplotype analyses reveal a rich history underlying dog domestication. *Nature*. 2010;464(7290):898-902.
- 

#### Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FLD

#### Vedoucí práce

Mgr. Richard Policht, Ph.D.

#### Garantující pracoviště

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

#### Konzultant

Ing. Ondřej Matějka

Elektronicky schváleno dne 22. 5. 2019

doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 08. 03. 2020

---

## Obsah

<b>Abstrakt .....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>4</b>
<b>Seznam tabulek, obrázků a grafů.....</b>	<b>9</b>
<b>1. Úvod.....</b>	<b>10</b>
<b>2. Cíle práce .....</b>	<b>11</b>
<b>3. Rozbor tematiky .....</b>	<b>11</b>
3.1 Historie a vývoj plemen.....	11
3.2 Charakteristika vybraných plemen.....	13
3.2.1 Jezevčík ( <i>Dachshund</i> ).....	14
3.2.2 Anglický kokršpaněl ( <i>English Cocker Spaniel</i> ).....	14
3.2.3 Rotvajler ( <i>Rottweiler</i> ) .....	15
3.2.4 Hladkosrstý retrívr ( <i>Flat – coated Retriever</i> ).....	15
3.2.5 Bernský salašnický pes ( <i>Bernese Mountain Dog</i> ).....	16
3.3 Vývoj hlasové produkce u savců.....	17
3.3.1 Ontogeneze hlasu psovitých šelem.....	17
3.3.2 Anatomie tvorby hlasu.....	19
3.4 Hlasový repertoár psovitých šelem .....	21
3.4.1 Vytí.....	22
3.4.2 Vrčení.....	23
3.4.3 Ostatní hlasové projevy .....	23
3.4.4 Štěkání .....	24
3.5 Další typy komunikace .....	25
3.6 Psí štěkání ovlivněno domestikací .....	26
3.7 Komunikace mezi psem a člověkem .....	27

3.7.1	Jak lidé vnímají psí emoce .....	27
3.7.2	Jak psi vnímají lidské a psí emoce .....	28
<b>4.</b>	<b>Metodika .....</b>	<b>29</b>
4.1	Studování psi.....	29
4.2	Sběr dat .....	30
4.3	Akustická analýza.....	30
4.4	Statistická analýza .....	30
<b>5.</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>31</b>
5.1	Kvantifikace akustické struktury štěkání vybraných plemen psů .....	31
5.2	Porovnávání variability mezi konkrétními plemeny .....	32
5.2.1	Univariátní analýza .....	32
5.2.2	Multivariátní statistika .....	38
5.3	Potenciální vliv dalších korelátů .....	42
<b>6.</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>45</b>
<b>7.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>51</b>
<b>8.</b>	<b>Seznam literatury a použitých zdrojů .....</b>	<b>52</b>
<b>9.</b>	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>62</b>



## Seznam tabulek, obrázků a grafů

### Seznam obrázků

Obr. č. 1 - Kladogram genetické struktury starobylých plemen (Fogle, 2012).....	13
Obr. č. 2 – Hlasivky psů (Pearson Education, Inc. 2012) .....	20
Obr. č. 3 – Hlavní části hlasového aparátu psa domácího. (Piérard, 1963) .....	20
Obr. č. 4 – Spektrogram akustických signálů psových šelem (Taylor et al., 2014) .....	22
Obr. č. 5 - Spektrogram znázorňující chaos a harmonii hlasu psů. ....	32
Obr. č. 6 - Spektrogram vybraných plemen (anglický kokršpaněl, bernský salašnický pes, hladkosrstý retrívr).....	33
Obr. č. 7 - Spektrogram vybraných plemen (jezevčík standard drsnosrstý, jezevčík standard hladkosrstý, rotvajler) .....	33
Obr. č. 8 - Graf znázorňující délku štěkání jednotlivých plemen.....	35
Obr. č. 9 - Graf znázorňující frekvenční rozsah štěků jednotlivých plemen.....	37
Obr. č. 10 - Graf znázorňující délku štěkání u JSD (jezevčík standard drsnosrstý) a JSH (jezevčík standard hladkosrstý).....	38
Obr. č. 11 - Rozptylový graf znázorňující štěkání jednotlivých plemen v prostoru prvních dvou diskriminačních funkcí. ....	40
Obr. č. 12 - Závislost agregované entropie na věku .....	43
Obr. č. 13 - Graf znázorňující rozdílnou délku štěkání mezi pohlavím.....	45
Obr. č. 14 - Zjednodušený kladogram studovaných plemen vybraných z komplexního kladogramu 80 plemen, převzato od Parkerové et al. 2012 .....	48

### Seznam tabulek

Tab. č. 1 - Deskriptivní statistika: Délka štěkání.....	34
Tab. č. 2 - Deskriptivní statistika: Frekvenční rozsah štěkání.....	36
Tab. č. 3 - Přehled parametrů vstupujících do DFA .....	39
Tab. č. 4 - Klasifikace jednotlivých plemen.....	41
Tab. č. 5 - Matice struktury 1. a 2. DFA .....	42
Tab. č. 6 - Rozdíly mezi pohlavím pomocí Mann-Whitney testu. ....	44

# 1. Úvod

Zvřata používají různé metody komunikace založené na různých smyslových modalitách: sluchové, zrakové, čichové a hmatové (Ardila, 2015). Sluchové komunikační systémy představují základní formu komunikace, která plní úlohu aktivního předávání informací a ovlivňování chování zvířat (Lehmann et al., 2014, Smith 2014). Zvřata se chovají velmi podobně ve stejných situacích, kdy je toto chování doprovázeno charakteristickými signály (Maskeliunas et al., 2018). Psi jsou obzvláště dobrým kandidátem pro studium hlasové komunikace, protože na rozdíl od mnoha jiných živočišných druhů najdeme psa domácího po celém světě a je velmi jednoduché se k němu dostat v dostatečné vzdálenosti. Díky tomu se často vokalizují a my můžeme zkoumat současné zdroje signálu i vývojové faktory, které ovlivňují jejich štěkavé návyky jak v rámci plemen, tak v rámci jednotlivých psů. Navíc pochopením komunikativních aspektů štěkání mohou majitelé psů lépe porozumět komunikativním schopnostem svých psů a mohou být úspěšnější v modifikaci chování souvisejících se štěkáním (Yin & McCowan, 2004).

Pokládáme si dvě zásadní otázky. Zaprvé, jaký vliv má variabilita mezi konkrétními plemeny na hlasový projev? Pes je nedílnou součástí lidského života od počátku domestikace vlka, kdy jeho hlavním úkolem byl lov a pronásledování zvěře. Postupným osidlováním se pes rozšířil po celém světě a jeho vzájemným křížením vzniklo mnoho nových plemen, včetně velké skupiny loveckých psů (Parker, 2012). Prvotní účel, pro který byli psi domestikováni, byl lov, což je úplně nezákladnější pud šelmy – lovit. Je známo, že některá plemena štěkají více než jiná, je tedy možné, že tato plemena byla vybrána pro jejich specifický druh štěkání (Pongrácz et al., 2010). Dalším důležitým faktorem je vliv domestikace na psí štěkání, které mohlo změnit akustiku štěkání a také funkční význam psí vokalizace (Feddersen-Petersen, 2000) a také pozoruhodná rozmanitost psích plemen, lišících se vlastnostmi chování a celkovou velikostí těla. Psi se velikostně pohybují od čivavy po bernardýna, což je stonásobný rozdíl ve velikosti těla (Riede & Fitch, 1999).

Zadruhé, zda mají další koreláty, např. hmotnost, výška v kohoutku, pohlaví a věk vliv na rozdíly mezi štěkáním? Při srovnání vokalizace mnoha druhů savců a ptáků, Morton (1977) tvrdil, že akustická struktura by v podstatě mohla odrážet korelaci mezi tělesnou velikostí jedince a zvukovou frekvencí, založenou na fyzikálním

pravidle, že zvuky produkované větším jedincem se vyznačují nižšími frekvencemi a širším pásmovým rozsahem. V tomto případě by kvalita signálu neurčitým způsobem předpovídala fyzické vlastnosti zvířete, vydávající určitý akustický signál, které by (v dlouhodobém výhledu) mohly být výhodné jak pro něj samotného, tak pro ostatní jedince zachycující akustický signál. Riede & Fitch (1999) naznačili, že velká variabilita velikosti a tvaru hlavy psa mají za následek rozdíly v délce hlasového traktu, zejména zkrácení lebky během domestikace u některých plemen, což vedlo ke změně tvaru hlasivek.

## 2. Cíle práce

- Kvantifikace akustické struktury štěkání vybraných plemen psů  
Popis akustické struktury štěkání plemen.
- Porovnávání variability mezi konkrétními plemeny  
V celé řadě jiných akustických znaků, včetně morfologie jsou zjevné rozdíly (Cohen & Fox, 1976, Riede & Fitch, 1999, Fitch & Hauser, 2002, Parker, 2012). Na základě toho, můžeme očekávat rozdíly ve štěkání u zástupců konkrétních plemen.
- Potenciální vliv dalších korelátů (hmotnost, věk, velikost těla, pohlaví)  
U řady savců je známo, že některé akustické parametry závisí na konkrétních morfologických parametrech, včetně psů (Riede & Fitch, 1999, Fitch & Hauser, 2002, Yin & McCowan, 2004, Fitch, 2006, Chulkina et al., 2006, Miyashita et al., 2016). To znamená, že ve výsledcích této analýzy můžeme najít zjevné rozdíly související s velikostí a dalšími parametry.

## 3. Rozbor tematiky

### 3.1 Historie a vývoj plemen

Pes domácí (*Canis familiaris*) pochází ze společné skupiny předků nebo předků čeledi psovitých (*Canidae*) a rodu *Canis*, kam patří vlk, šakal a kojot. Tyto šelmy

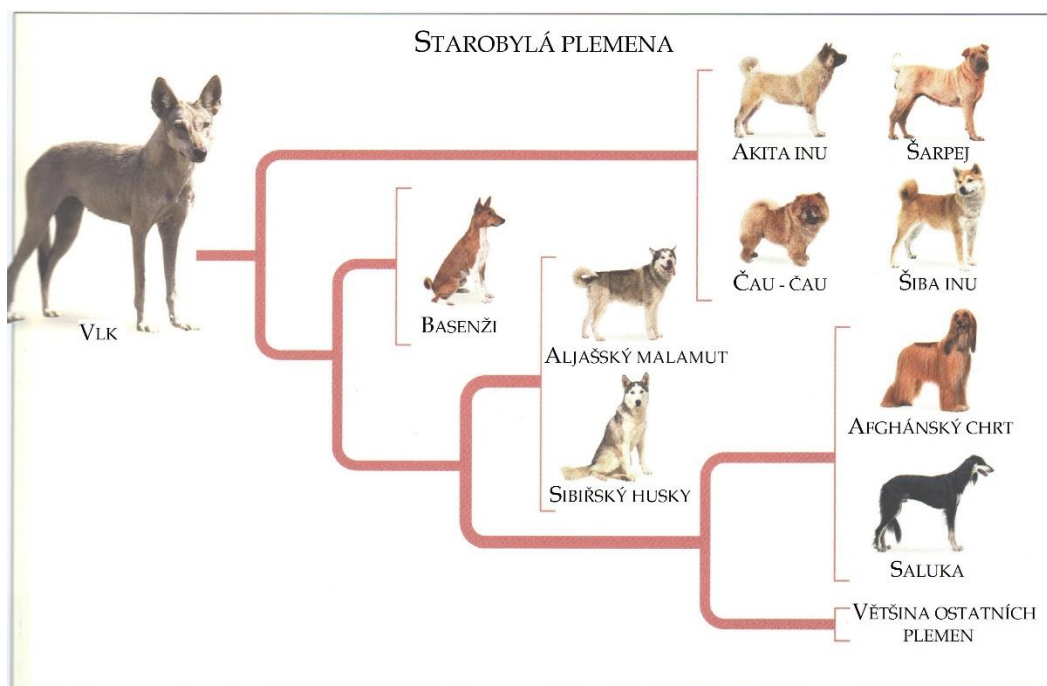
pochází z doby zhruba před 15 - 30 tisíci lety a od té doby se rozšířily do všech částí světa (Lindblad Toh, et al. 2005, VonHoldt et al., 2010). Za skutečného předka psa domácího považujeme Vlka šedého (*Canis lupus*), i když se původně uvažovalo i o šakalovi, nebo o jiných psovitých šelmách. Výzkumy však ukázaly, že vlk a pes jsou si nejvíce podobní vzhledově, stavbou těla i složením krevních bílkovin (Bielfeld et al., 1999). Postupem času se vlk naučil využívat výhod blízkosti lidských obydlí, kde měl přístup ke zbytkům jídla (Fogle, 2012). Ale nejen vlci měli užitek ze společného soužití s lidmi. Přítomnost vlků lidem zabezpečovala ochranu před medvědy a jinými nebezpečnými zvířaty, což vedlo k navázání prvních vztahů mezi člověkem a vlkem (Bielfeld et al., 1999). A tak zhruba před 12 tisíci lety, vznikl pozměněný druh, který dnes nazýváme pes domácí. Původní pes byl o něco menší než vlk, měl kulatější hlavu, menší, sblížené zuby a také byl hravější, poslušnější a měl kratší zažívací trakt (Fogle, 2012). Lidé si tyto psy vycvičili k lovu a pronásledování zvěře (Parker, 2012).

Psy můžeme najít ve starověkých uměleckých dílech z Asie, Afriky, jižní Evropy a Jižní Ameriky, přičemž byli zobrazováni v různých velikostech, tvarech těla, barvy aj. (Alderton, 2002). O tom svědčí obrazy loveckých psů z Egypta, kde bylo nalezeno mnoho mumifikovaných těl, dále také sochy řady plemen z Mezopotámie, Číny, Řecka a Říma (Fogle, 2012).

Vlk byl původně rozšířen po většině Eurasie a Severní Ameriky, kde vytvořil spoustu ras lišící se od sebe velikostí i zbarvením (Bielfeld et al., 1999). S tím souvisí velká rozmanitost v čeledi *Canidae*, která zahrnuje jak drobnou lištičku fenka tak mohutného kanadského vlka, díky které pes domácí zdědil takový genetický potenciál, že se jeho velikost může pohybovat kdekoli mezi těmito extrémy (Fogle, 2012). Až do poloviny 18. století bylo známo jen několik málo psích plemen. Ke zvratu došlo při uplatňování Mendelových zákonů dědičnosti, kdy vzniklo mnoho nových plemen různých vzhledů (Bielfeld et al., 1999). V druhé polovině 19. století byl v Anglii založen Kennel Club, který udával standardy psích plemen. Další významnou organizací, založenou za účelem udržování standardů v různých zemích, byla v roce 1911 Mezinárodní kynologická federace se zkratkou FCI. V současnosti rozlišujeme více než 400 plemen moderních domestikovaných psů (Kennel Club, 1873, FCI, 1911, Bielfeld et al., 1999, Fogle, 2012, Parker et al., 2017). Podle

Mezinárodní kynologické federace dělíme plemena do 10 kategorií, které jsou založena na chování dané skupiny, dále na vzhledu, původu nebo jejich využití.

Plemena, která mají nejbližší k vlkovi, se řadí do skupiny prastará (Obr. č. 1) (Parker, 2012), podle FCI se nazývají jako špicové a primitivní plemena. Patří sem Akita inu, Čau Čau, Sibiřský husky, Aljašský malamut, Saluka, Afghánský ohař, Šiba Inu, Čínský Šarpej a Basenži, který je nejbližší k vlkovi. Naopak plemena, která mají s vlkem malou spojitost, se řadí do skupiny moderních (Parker, 2012).



Obr. č. 1 - Kladogram genetické struktury starobylých plemen (Fogle 2012)

Kladogram se shoduje se studií publikovanou Heidi G. Parkerové et al., 2004 s názvem Genetická struktura čistokrevných domestikovaných psů.

Na obrázku vidíme plemena, která se nejvíce blíží vlkovi šedému. Celkem se vývojem vytvořilo 9 plemen, která mají nejbližší právě k vlkovi a zbylých 76 plemen, které tvoří jediný uzel označující sdílené předky a znaky mezi větvemi.

### 3.2 Charakteristika vybraných plemen

Následující charakteristika je popsána podle standardů Mezinárodní kynologické federace (*Fédération Cynologique Internationale*).

### 3.2.1 Jezevčík (*Dachshund*)

Jezevčík je jedno z nejvšestrannějších loveckých plemen, které bylo vyšlechtěno z brakýřů a pochází z Německa. Je využíván pro vynikající výkony na povrchu, například na lovech s využitím hlasitosti na stopě, při naháňkách a při práci na barvě. Původně byl vyšlechtěn pro práci norníka.

Toto plemeno je známo již od středověku. Nejstarším klubem věnovaným chovu jezevčíků je Deutsche Teckelklub založený už roku 1888.

Jezevčík je přátelské povahy, není bázlivý ani agresivní. Je to pes s vyrovnaným temperamentem. Tento lovecký pes s vynikajícím a jemným nosem je velice náruživý, vytrvalý a hbitý. V jeho očích můžeme vidět jasný, energický a přátelský výraz.

Nízké, krátkonohé, podlouhlé a svalnaté tělo mu umožňuje hbitou a rychlou práci jak na povrchu, tak pod zemí. Má silnou mordou včetně silně vyvinuté horní i dolní čelisti s nůžkovým skusem a silnými špičáky. Pohybuje se prostorně a plynule s prutem neseným v harmonickém prodloužení hřbetní linie a souběžně vykračujícími předními i zadními končetinami.

Chová se ve 3 různých velikostech (standardní, trpasličí a králíčí) a také ve 3 variantách osrstění (hladkosrstý, drsnosrstý a dlouhosrstý). U jedince standardního rázu musí obvod hrudníku přesáhnout 35 cm. U trpasličího rázu se obvod hrudníku musí pohybovat mezi 30 a 35 cm, a to ve stáří minimálně 15 měsíců, což platí i u králíčího rázu, kde obvod hrudníku nesmí přesáhnout 30 cm.

### 3.2.2 Anglický kokršpaněl (*English Cocker Spaniel*)

Kokršpaněl se řadí mezi slídiče, vyšlechtěné pro vodní práce. Pochází z Velké Británie a v roce 1873 byli uznáni jako samostatné plemeno. Dříve se používal na vodní práce, dnes na slídění a aportování drobné zvěře nebo jako rodinný společník.

Jsou to psi veselé povahy, statného těla a sportovního ducha. Překypují energií, což dávají najevo neustálým vrtěním ocasu a jsou hodně přítulní. Při práci na stopě zvěře vyjadřují svoji radost horlivým pohybem a bez strachu se pustí i do hustého houští. V jejich očích můžeme vidět inteligentní, měkký, zářivý a veselý pohled.

Kostra psa je dobře vyvážená a při práci na stopě zvěře má typický a horlivý způsob pohybu. Má silné čelisti s dokonalým skusem, tj. horní řezáky těsně

překrývají dolní řezáky a jsou v čelistech posazeny kolmo. Při chůzi nese ocas vodorovně a živě s ním pohybuje. Při pohybu psa vidíme bezvadnou akci končetin se silným impulsem zadních končetin a prostornou chůzi.

Jeho srst je hladká, hedvábná, nikdy vlnitá ani drátovitá a nikdy není kudrnatá. Mezi základní barvy patří černá, hnědá a červená, přičemž u tohoto plemene najdeme mnoho variant zbarvení. Standardně se zástupci kokršpanělů pohybují pod hranicí 41 cm a s váhou okolo 12 - 14 kg.

### **3.2.3 Rotvajler (*Rottweiler*)**

Rotvajler je považován za jedno z nejstarších psích plemen, pocházející z Německa. Jeho původ sahá až do římské doby. Tito psi byli chováni jako pastevečtí nebo honáčtí psi. V roce 1910 bylo toto plemeno uznáno pro policejní využití. Dnes se využívá zejména jako doprovodný, obranný nebo pracovní pes.

Rotvajler je klidný, přátelský, velmi oddaný, poslušný a dychtivý pracovat. Jeho chování je sebejisté, nebojácné, vyrovnané a ke svému okolí je velmi pozorný až ostražitý.

Je to středně velký až velký statný pes. Stavba těla je souměrná, velmi proporcionální a pevná, což svědčí o jeho síle a vytrvalosti. O jeho síle svědčí silná dolní i horní čelist s úplným chrupem, zahrnující 42 zubů. Ocas nese v přirozené podobě, vodorovně v prodloužení hřbetu, v klidném stavu jej může nechat svěšený. Při pohybu je vidět pevný hřbet. Jeho chůze je harmonická, jistá, plná síly, plynulá s prostorným krokem.

Srst je středně dlouhá, drsná a hustá. Barva srsti je vždy černá s hnědými znaky (pálením), které by neměly překročit 10 % celkové plochy těla. Hnědá barva se vyskytuje na tvářích, čenichu, krku, hrudi a nohou, přes obě oči a pod patou ocasu. Standardní výška je v rozmezí od 55 - 66 cm a váha se pohybuje mezi 45 - 50 kg.

### **3.2.4 Hladkosrstý retrívr (*Flat – coated Retriever*)**

Hladkosrstý retrívr pochází z Velké Británie, kde byl v průběhu 19. století vyšlechtěn pro vodní práce a řadí se do skupiny slídiči, přinašeči. V současnosti se používá na pozemní a vodní práce, jako aportér, v oblastech s drobnou zvěří.

Velmi bystrý, spolehlivý, laskavý, aktivní pes s inteligentním výrazem s elegantním vzhledem. Jeho skvěle vyrovnaná a přátelská povaha svědčí o

oblíbenosti plemene jako rodinného psa. Je to pes překypující optimismem, chutí do práce a vřídností, kterou projevují nadšeným pohybem ocasu.

Středně velký, silný a ušlechtilý pes s dlouhou půvabně modelovanou hlavou se pohybuje volně a plynule za každých okolností. Jeho čelisti jsou silné a dlouhé, aby byl schopen nést zajíce či bažanta. Horní a dolní řezáky jsou v čelisti posazeny kolmo. Má krátký, rovný, dobře nasazený ocas, který vesele nese, ale nikdy nad úrovní hřbetu. Pohybuje se volně, plynule a zároveň přímo a při pohledu zepředu i zezadu rovnoběžně.

Hladkosrstý retrívr má jemnou, lesklou, dlouhou a hustou srst střední textury a dobré kvality. Na končetinách a ocasu nese výrazné prapory, které v dospělosti dotvářejí eleganci dokonalého psa. Zbarvení srsti je povoleno pouze hnědé (játrové) a černé. Standardní velikost plemene se pohybuje kolem 60 cm a váha kolem 30 kg.

### **3.2.5 Bernský salašnický pes (*Bernese Mountain Dog*)**

Bernský salašnický pes pochází ze Švýcarska, kde byl využíván v předalpských oblastech jako hlídací honácký, tažný a pastevecký pes. Už v roce 1902 byl velmi oblíbený v okolí Bernu a ten rok se také začaly konat výstavy těchto psů. V roce 1910, na velké výstavě, získal své jméno *Bernese Mountain Dog*. Dnes je velmi oblíbený po celém světě jako skvělý rodinný a všestranný pracovní pes, který se dokáže skvěle přizpůsobit požadavkům majitele.

Sebevědomý, spolehlivý, pozorný, ostražitý, nebojácný pes v každodenních situacích. Dobromyslný a oddaný vlastnímu lidu, sebejistý a klidný vůči cizím lidem. Dobře ovladatelný pes se středním temperamentem.

Vzhledově velký, silný statný pes s vyváženým pohybem všech končetin a elegantní chůzí. Má velmi silnou a velikou hlavu, která harmonicky ladí s celkovým vzhledem včetně silné a středně dlouhé tlamy. Huňatý ocas nese ve výši hřbetu nebo lehce nad ním. V pohybu je plovoucí a v klidu je svěšený. Má velmi silné končetiny, které v každém pohybu působí prostorně a pohybují se plynule.

Srst je dlouhá, lesklá, může být hladká nebo lehce zvlhčená. Barevná kombinace je standardně tříbarevná – černá, bílá a hnědočervené pálení (na tvářích, nad očima, na všech čtyřech končetinách a na hrudi). Výškově se toto plemeno pohybuje mezi 60 - 70 cm a hmotnosti mezi 40 - 50 kg.



### 3.3 Vývoj hlasové produkce u savců

Před 65 miliony lety byli vyhubeni dinosauři a mnoho dalších skupin. Po vyhynutí dinosaurů se do popředí dostali savci, kteří se rychle rozšířili po celé planetě v různých podobách. Před 55 miliony lety, se z přeživších savců vyvinuly všechny řady šelem. V této dávné době se vyvinuly základní rysy savčího vokálního komunikačního systému jako je třmínek středního ucha a hrtanová morfologie (Fitch, 2006).

Systémy zvukové výroby všech savců vykazují řadu základních anatomických a akustických podobností (Riede & Fitch, 1999). Avšak existuje značná variabilita v morfologii hlasového ústrojí (Fitch & Hauser, 2002). Primární akustický signál vychází typicky z hlasivek hrtanu (Riede & Fitch, 1999), který se u suchozemských savců vytvořil z již nepotřebných žaber (Fitch, 2006).

Při porovnávání lidského a nelidského hlasového ústrojí, byly prokázány důležité rozdíly ve tvarech vokálního traktu (Lieberman et al., 1969). Domestikace a selektivní šlechtění, měly za následek vysokou variabilitu ve tvaru a velikosti hlavy psa, což by mohlo působit velké rozdíly v délce hlasového traktu. U některých zvířat (včetně lidí) mohou posluchači odvozovat informace (například velikost těla) o vlastnostech jedince na základě charakteristik formantů (Reide & Fitch, 1999).

Savci zdědili po svém předkovi 3 základní složky pro hlasovou produkci: Za první dýchací systém a plíce; Za druhé hrtan, který po uzavření chrání plíce a také sloužící k produkci zvuku; A za třetí vokální trakt, který filtruje zvuk, než ho pustí do okolí. Většina savců, obojživelníků a plazů tento systém nadále používá k vokalizaci, zatímco ptáci a kytovci (velryby a delfíni) vyvinuli nové hlasové výrobní mechanismy (Fitch, 2006). Závěrem lze říci, že savci jsou pravěkým rodem, kdy přibližně 4000 savců tvoří různorodé vokalizace a zhruba 119 savců si vyvinulo širokou a fascinující škálu úprav ve vokálním traktu.

#### 3.3.1 Ontogeneze hlasu psovitých šelem

Akustické signály představují základní formu komunikace, díky ní si psovité šelmy předávají různorodé informace (Zaccaroni et al., 2012, Maskelinaus et al., 2018), například o druhu volajícího, pohlaví, věku, motivačním stavu, dominantním postavení, členství ve skupině a identitě (Gerhardt, 1992a, b; Hauser, 1996) nebo

emočním stavu (Yeon, 2007, Briefer, 2012), který dokáže ovlivnit hlasové parametry vokalizací (Briefer, 2012).

Štěkání při zaznamenání neobvyklých zvuků a při přístupu cizích lidí bylo žádoucí pro majitelé psů, kteří pravděpodobně upřednostnili tyto vrozené vlastnosti při selektivním chovu některých hlídajících plemen. Tyto vzorce naznačují, že štěkot by mohl být společensky komunikativním signálem (Yeon, 2007), získaný v průběhu domestikace psa, ale bez jakékoli funkční hodnoty (Coppinger & Feinstein, 1991), zatímco jiný názor zdůraznil selektivní roli lidského prostředí (Feddersen-Petersen, 2000). Domácí psi štěkají více než psi toulaví (Boitani & Ciucci, 1995). Pokud byli toulaví psi hluční, byli rychle odhaleni a odstraněni lidmi, takže při přežití ve volné přírodě byli nuceni snížit motivaci štěkání (Pongrácz et al., 2005).

Změny v „drsnosti“ a frekvenci s kontextem jsou v souladu s Mortonovými motivačně-strukturálními pravidly, která uvádějí, že ptáci a savci používají „drsné“, relativně nízkofrekvenční zvuky, když jsou nepřátelští a vysokofrekvenční, čistší tónové zvuky, když se k nim blíží další jedinec uklidňujícím nebo přátelským způsobem, nebo když se bojí (Morton, 1977; Owings & Morton, 1998). Psí štěkot lze charakterizovat jako odstupňované vokalizace, které sahají od „drsných“, nízkofrekvenčních signálů až po harmonicky bohaté, vysokofrekvenční signály (Yin & McCowan, 2004).

Prvními projevy štěňat psů je nářek podobný kňourání nebo ječení (Bielfeld et al., 1999), kterým na sebe upozorňují (Fogle 2012). První atonální štěkání u štěňat psů a vlků se objevuje, až když se štěňatům kolem 14. dne otevřou uši a začnou slyšet (Pongrácz & Molnár, 2010). Feddersen-Petersen (2001) uvedl, že štěkání u vlků se objevuje až 19. den, zatímco jedinci různých psích plemen začali s náznaky štěkání již kolem 7. - 9. dne po narození. Štěkání podobné dospělému psovi se začíná rozvíjet od 2. – 3. měsíce. Toto zjištění vypovídá o přizpůsobení psa člověku z důvodu jeho domestikace a tím i zvýšení potřeby jeho vokalizace (Molnár et al., 2008).

### 3.3.2 Anatomie tvorby hlasu

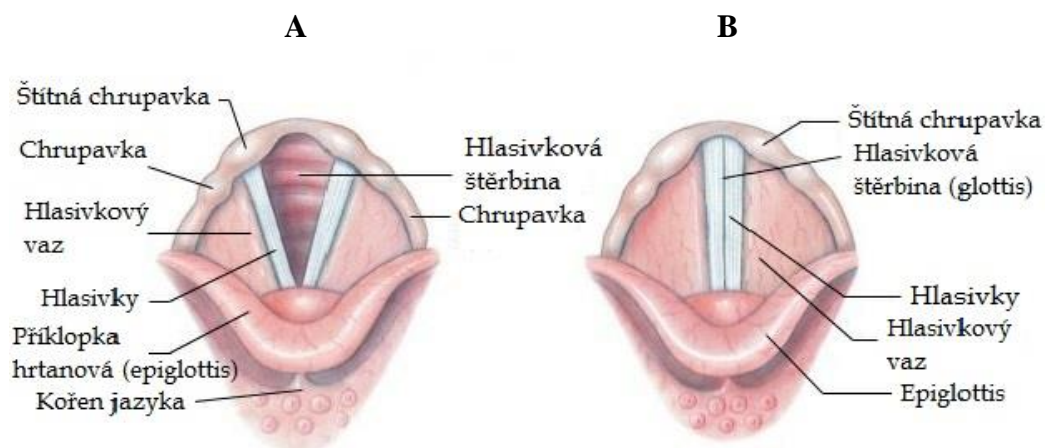
Hlas se tvoří za pomoci proudění vzduchu, který musí projít přes plíce, průdušnici, hrtan, nosní a ústní dutiny (Fitch & Hauser, 2002).

Hlavním produkčním orgánem jsou plíce, které přeměňují proudění vzduchu na akustickou energii (Riede & Fitch, 1999). Za použití svalového stlačení mezižeberních a břišních svalů, lze vzduch přetlakovat, což vede k průtoku ven přes hlasivky a poskytuje tak energii pro vokalizaci. Savci používají k naplnění plic stahování bránice, někteří plazi a obojživelníci zajišťují plnění plic vzduchem lícním nebo také ústním pumpováním (Fitch & Hauser, 2002) a u ptáků, kteří mají extrémně složitý a účinný dýchací systém, se vzduch do plic dostává mezižeberními stahy (Elemans et al., 2015).

U obojživelníků, plazů a savců je hlasovým zdrojem hrtan. Hrtan se skládá z chrupavek, vazů a svalů (Riede & Fitch, 1999). V případě savců je uložen v horní části průdušnice, zatímco u ptáků ho najdeme v dolní části průdušnice. V hrtanu se nachází hlasivky, které tvoří hlas (Fitch & Hauser, 2002).

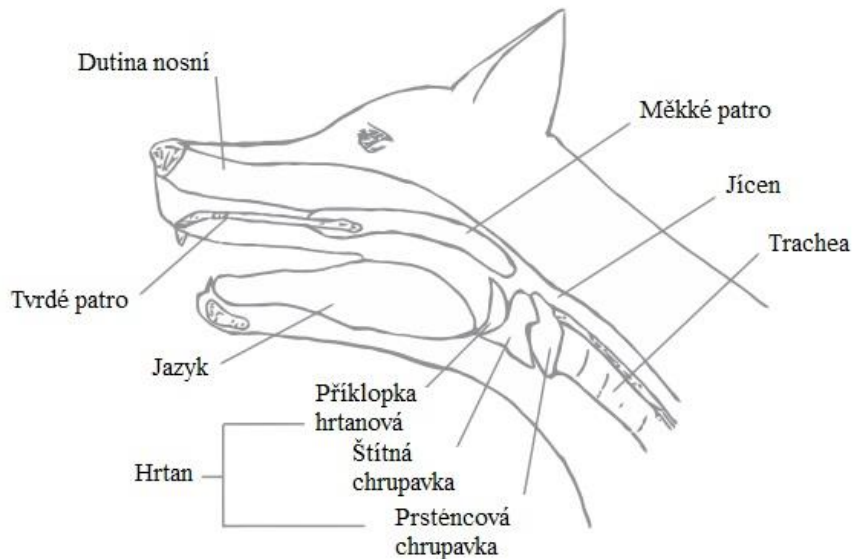
Hlasivky jsou spojeny s aerodynamickým prouděním z plic a vytvářejí tak oscilaci, při které dochází k pravidelnému otvírání a zavírání hlasivek (Fitch & Hauser, 2002, Elemans et al., 2015). Před začátkem oscilace musí být hlasivky umístěny blíže k sobě, než je tomu při běžném dýchání, tomuto umístění říkáme „fonátorská“ poloha (Fitch & Hauser, 2002).

Akustická energie získaná z plic musí projít supralaryngeálním vokálním traktem. Získaná energie pak prochází a je filtrována hlasovým traktem, který zahrnuje ústa, nosní dutiny a hrtan u všech obratlovců (Fitch & Hauser, 2002), a navíc průdušnici u ptáků (Elemans et al., 2015).



Obr. č. 2 – Hlasivky psů (Pearson Education, Inc. 2012)

Obr. A zobrazuje otevřenou polohu hlasivek, kdy přes ně proudí vzduch směrem z plic, nebo do plic. Na obrázku B můžeme vidět uzavřené hlasivky, kdy jimi neproudí žádný vzduch. Kdyby se v obrázku B vytvořila malá mezera mezi hlasivkami, tak by vytvořila za pomoci vzduchu proudícího z plic hlas.



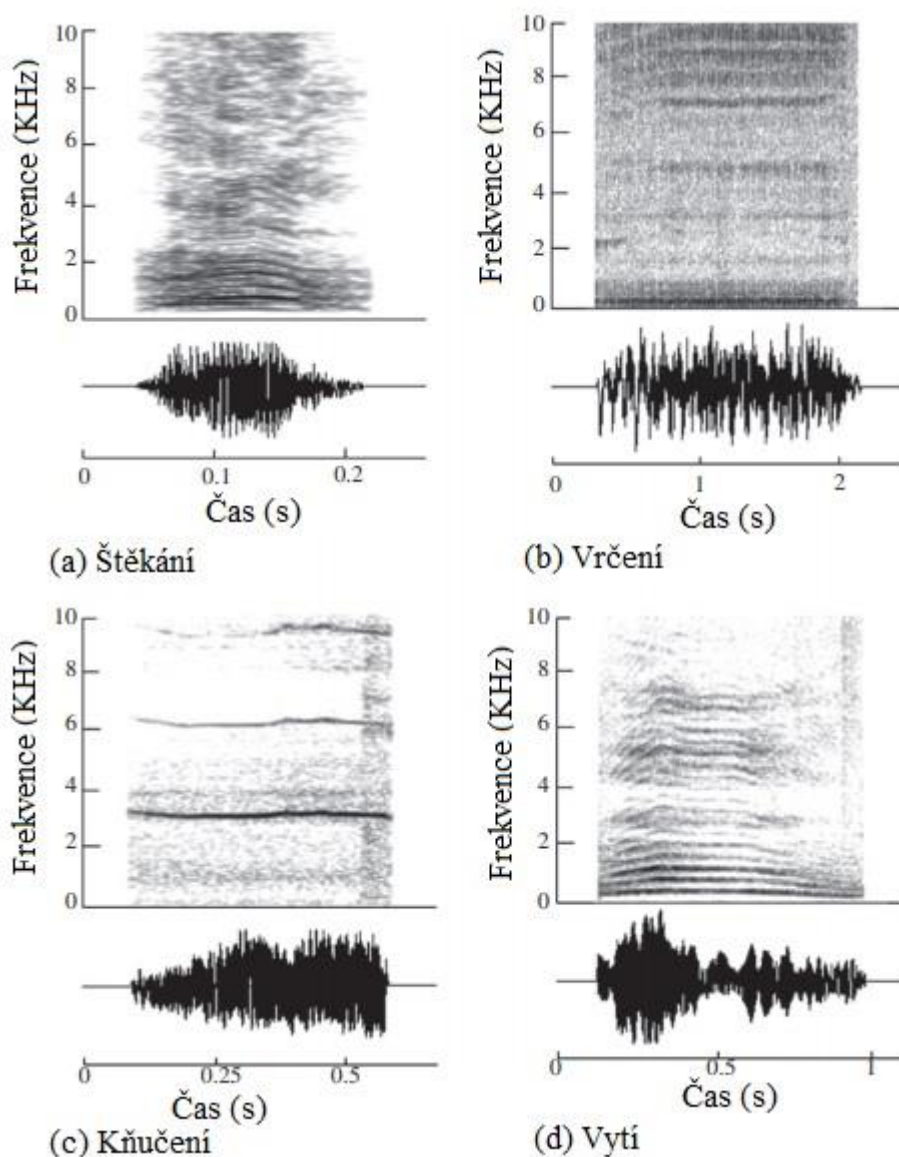
Obr. č. 3 – Hlavní části hlasového aparátu psa domácího. (Piérard, 1963)

Nákres průřezu hlavy psa nám zobrazuje přesné umístění všech částí, která pomáhají k tvorbě vokalizací u psů.

### 3.4 Hlasový repertoár psovitých šelem

Divocí a domestikovaní zástupci rodu *Canis* jsou dobře známí svým bohatým repertoárem hlasových signálů (Tembrock, 1976), který je velmi bohatý, zvláště jedná-li se o hlasovou vokalizaci psů, kteří komunikují, pokud jedná jiného psa vydá signál, který mění chování jiného psa nebo člověka (McConnell, 1990). I když se zjistilo, že většina psích akustických signálů je spojena se zvláštními sociálními situacemi (Cohen & Fox, 1976), štěkání, které je nejcharakterističtější vokalizací psa, původně nemělo žádnou konkrétní komunikativní roli (Pongrácz et al., 2005). Ale nejen psi dokáží vydávat nespočet různých hlasových projevů. Na základě spektrografických důkazů bylo identifikováno dvanáct základních hlasových zvukových typů rodu *Canis* (Cohen & Fox, 1976). Psi na rozdíl od vlků nebo kojotů štěkají v širším spektru okolností, zatímco vlci nebo kojoti štěkají pouze při obranné akci nebo jako varovný signál. Liška nebo šakal mají oproti psům širší spektrum vokálních signálů (Pongrácz et al., 2010). Liška dokáže vydávat zvuky jako štěkání, vytí, kňučení, ňafnutí nebo skučení (Fogle, 2012). Kojoti vyjí a štěkají, aby mohli komunikovat mezi jednotlivci, kteří jsou často v noci odděleni (Mitchell et al., 2006). Pes dingo produkuje nejméně devět diferenciálních vokalizací, z nichž většina je sdílena s ostatními z rodu *Canis*, např. kňučení, vrčení, štěkání a vytí (Déaux & Clarke, 2013).

Vlíčí smečky vydávají tzv. sbor několika různých typů hlasových projevů, díky kterým se dorozumívají ohledně své identity, postavení v hierarchii nebo polohy (Passilongo et al., 2017). Sbor slouží k označení vlastnictví a okupace území, čímž se minimalizují kontakty mezi jednotlivci nebo smečkami.



Obr. č. 4 – Spektrogram akustických signálů psovitých šelem (Taylor et al., 2014).

### 3.4.1 Vytí

Vytí kojotů se strukturálně liší od štěkání; jedná se o tonální, relativně dlouhé, frekvenčně modulované vokalizace s dominantní frekvencí poblíž 100 Hz. Vytí obsahuje informace o vzdálenostech, jedná se tedy o dálkovou vokalizaci, která se přenáší až na vzdálenosti přesahující 1 000 m. Dále nese informace o pohlaví vyjícího jedince, o motivačním a fyzickém stavu (Mitchell et al., 2006).

Parforsní psi, využívaní při společných lovech zvěře, vyjí častěji než samostatně pracující lovecká plemena (Fogle, 2012). Sdělují tak ostatním členům smečky svoji polohu (Yeon, 2007).

Hlavním projevem vlčí smečky je vytí, často doprovázené vrčením (Passilongo, 2017). Vlci používají vytí při migraci územím za potravou, přičemž je díky jejich vokalizaci můžeme sledovat (Gable et al., 2018). Vlci vyjí, aby před lovem naverbovali další členy smečky nebo aby hledali společenský kontakt od jiných vlků, kvůli páření nebo udržování území (Yeon, 2007). Tento fakt platí jak pro vlky, tak pro kojoty nebo psa dingo (Déaux et al., 2016). Vytí se také podílí na koordinaci společenských aktivit, jako je opětovné připojení oddělených členů ke smečce. Vlčí sborové vytí je řada vokalizací vydávané smečkou, v níž jeden vlk začne výt, přičemž někteří nebo všichni další členové se přidají a tím tvoří sbor (Zaccaroni et al., 2012).

Vytí je dlouhý harmonický zvuk, jehož základní frekvence (F0) se u dospělých vlků obecně pohybuje mezi 150 a 1000 Hz (Harrington & Asa, 2003), avšak Mitchell et al. (2006) uvádí rozmezí základní frekvence od 150 do 1300 Hz. Podle Cohen & Fox (1976) se základní frekvence pohybuje mezi 150 až 2000 Hz a trvá 1 až 10 vteřin. Vytí kojotů by mělo být kvůli vysoké základní frekvenci méně ovlivněno individuální variací morfologie hlasového traktu (Mitchell et al., 2006).

### **3.4.2 Vrčení**

Vrčení, jako dominantní či agresivní hlasový projev, vyjadřuje dominanci a výhrůžky v obranných situacích (Farágo et al., 2014, Passilongo et al., 2017), například při ohrožení teritoria, ohrožení postavení v hierarchii smečky (Passilongo et al., 2017), vyjádření dominance nebo při ochraně zdrojů potravy (Farágo et al., 2014). Psi na rozdíl od vlka vrčí i v hravých situacích, avšak vlk v hravém kontextu nevrčí nikdy (Cohen & Fox, 1976).

Vrčení se používá pouze jako signál krátkého dosahu, který se vyznačuje nízkou frekvencí v rozsahu 80 – 300 Hz (Cohen & Fox, 1976, Farágo et al., 2014, Taylot et al., 2014), podle Passilonga et al. (2017) 211 až 322 Hz s dobou trvání od 0,09 do 0,49 s. Vrčení psů a vlků je strukturálně identické. Tento signál může předpovídat velikost těla u domácích psů (Taylor et al., 2010a).

### **3.4.3 Ostatní hlasové projevy**

Mezi další hlasové projevy psovitých šelem patří kňučení, kňourání, ječení nebo pištění (Passilongo et al., 2017).

Pišťení je vydáváno ve stresujících situacích (Passilongo et al., 2017), například volání mlád'at, která jsou oddělena od matky (Yeon, 2007) nebo pokud pociťují chlad, hlad nebo bolest (Pongracz & Molnár, 2010). Ale ne vždy musí být kňučení spojováno jen se stresujícími situacemi, vydávají ho i dospělí psi za širokého spektra emocionálních stavů (Yeon, 2007), například jako přátelské nebo submisivní vokalizace (Passilongo et al., 2017).

Kňučení je krátký, opakující se signál s vyšší základní frekvencí od 400 do 2 000 Hz, který vydávají mlád'ata nebo dospělci ve velkých stresových situacích (Farágo et al., 2014) spojených s pocitem tísně a bolesti, např. když je matka zvedne za zátylek (Yeon, 2007). Tento hlasový projev se může jevit také jako forma obhajoby nebo frustrace (Robbins, 2000). Kňučení se může podobat jekotu či pišťení (Yeon, 2007).

#### 3.4.4 Štěkání

Štěkání nebo také štěkot je druh hlasového projevu psovitých šelem. Pro psa domácího je to jedna z nejmotivnějších vokalizací (Taylor et al., 2014), která se může lišit napříč plemeny, jednotlivci a kontexty (Cohen & Fox, 1976).

Psi mají tendenci štěkat častěji než ostatní zástupci čeledi *Canidae* (Bradshaw & Nott, 1995) a nejvíce reagují na zvuky ostatních psů (Adams & Johnson, 1994). Vlci štěkají jen ve velmi zřetelných souvislostech, např. v agresivních situacích, kdy vetřelec napadne doupě (Feddersen-Petersen, 2000). Pes dingo štěká a zároveň přechází ve vytí. Tato vokalizace přenáší informace o jedinci na vzdálenost od 200 m ve dne až po 800 m v noci (Déaux et al., 2016). Kojoti štěkají pro upoutání pozornosti ostatních, jako signál poplachu, kdy smečce hrozí nebezpečí nebo jako nástroj pro ověřování vzdáleností (Mitchell et al., 2006). Samci i samice lišky polární ( *Vulpes lagopus* ) štěkají v mnoha různých situacích, například během hlídek u hranic území, během přesunů přes vlastní území, v reakci na štěkání ostatních lišek a v reakci na štěkání lišek ze sousedního území (Frommolt et al., 2003). Nejčastěji je štěkot lišky polární slyšet v místě, kde chovají mlád'ata a u hranic území (Naumov et al., 1981). Liška polární dokáže odlišit štěkání své vlastní rodné skupiny od štěkotu jiných jedinců (Frommolt et al., 2003).

Psí štěkot se ve srovnání s jinými zvukovými signály, jako je vytí, vrčení, kňučení, jeví jako velmi proměnlivý akustický signál z hlediska frekvence, tonality a



rytmu (Pongrácz et al., 2010). Tembrock (1976) popsal štěkání jako většinou opakovaný zvuk, který se skládá z velmi krátkých jednotlivých štěků (jeden jediný štěk < 0,5 s), podle Yin & McCowan (2004) se psi krátké štěkání pohybuje v rozmezí 0,3 – 1,3 s a vyznačuje se relativně nízkou dominantní frekvencí (< 2000 Hz) (Tembrock, 1976). Vlíčí štěkání je poměrně dlouhý akustický signál pohybující se okolo 0,3 vteřin s nízkou dominantní frekvencí od 400 do 565 Hz (Passilongo et al., 2017). Tyto drsné zvuky se opakují pouze jednou nebo dvakrát. Na rozdíl od psiho štěkání, které má mnohem větší frekvenční rozsah štěkání a to 160 – 2630 Hz v různých kontextech a dokáže takových štěkání vydávat až několik desítek (Feddersen-Petersen, 2000). Štěkání kojota je krátká a hlučná vokalizace, která pokrývá široký frekvenční rozsah, od méně než 500 Hz do více než 2 500 Hz (Mitchell et al., 2006). Obecně mladí canidi štěkají častěji a vyšší rychlostí než dospělí jedinci (Yeon, 2007).

Štěkot má spolehlivé akustické rysy, které jsou specifické pro konkrétní kontext (Yin, 2002, Yin & McCowan, 2004, Pongrácz et al., 2005, 2006, Molnár et al., 2006, Molnár et al. 2008) nebo vnitřní stav psa (Pongrácz et al., 2010). Passilongo et al., (2017) definoval psi štěkání jako agresivní a dominantní hlasový projev, závislý na velikosti těla (Riede & Fitch, 2000). Agresivní štěkot je charakteristický nižší frekvencí (Yin, 2002, Yin & McCowan, 2004), nižší tonalitou a kratšími intervaly mezi jednotlivými štěky (Pongrácz et al., 2005), zatímco pro šťastný/hravý nebo osamělý štěkot je typická vyšší frekvence (Yin, 2002, Yin & McCowan, 2004) s krátkými intervaly a vyšší tonalitou (Pongrácz et al., 2005).

### **3.5 Další typy komunikace**

Šelmy používají různé komunikační systémy: zrakové, sluchové, hmatové, čichové (Maskelinuas et al., 2018) nebo řeč těla (Fogle, 2012).

Psi mají ze všech smyslů nejvíce vyvinutý čich (Fogle, 2012). Dokáží mezi několika dalšími pachy rozpoznat právě ten jeden, který ho dovede například k postřelené zvěři, k hárající feně nebo ke svému pánovi (Bielfeld et al., 1999). Čich hraje při rozmnožování roli středního významu (Fogle, 2012). S dobře vyvinutým čichem souvisí i tzv. značkování teritoria, které je typické pro všechny šelmy. Děje se tak při vylučování sekretu z řitních mazových žláz (Bielfeld et al., 1999, Fogle

2012), jinak také feromony, které jsou dále obsaženy ve slinách, výkalech, moči a ve výměšcích pohlavních orgánů. Tyto feromony předávají informace o pohlaví, sexuálním stavu feny, výkonnosti psa a jeho postavení. Vlci, lišky a kojoti mají žlázu na konci ocasu aktivnější, pro udržování svého teritoria. Psi se navzájem očichávají a zjišťují tak informace o svém sokovi (Fogle, 2012).

Dalším nejlépe vyvinutým smyslem je sluch. Sluchové rozpětí psa se pohybuje od 60 až do 100 000 Hz. Slyší tedy i ultrazvuky, které člověk neslyší. Psí sluch je velmi jemný (Bielfeld et al., 1999) a slyší až čtyřikrát slabší zvuky než člověk (Fogle, 2012). Vlci se při vydávání signálu postaví na nějaký mírný kopeček, aby byl jejich hlas slyšet na velké vzdálenosti, protože jejich teritorium se rozpíná na ploše od 20 – 115 m<sup>2</sup> (Balieiro & Monticelli, 2019).

Psi vidí ostře jen od 7 - 100 m, ale na rozdíl od člověka mají mnohem větší zorné pole (Bielfeld et al., 1999). Psí oko reaguje citlivěji na světlo a pohyb než lidské oko (Fogle 2012). Psi dokáží rozpoznat tváře lidí nebo psů a aktivně reagovat na tyto situace (Albuquerque et al., 2016)

Pes dokáže své emoce, myšlenky či potřeby projevit řečí těla, změnou postavení uší, ocasu, tlamy, obličejové části, srsti nebo celkového postoje. Části jako oči, uši, srst i ocas vyjadřují náladu, zatímco postoj a tlama vyjadřují pocity (Fogle, 2012).

### **3.6 Psí štěkání ovlivněno domestikací**

Domestikace je evoluční proces, během něj populace prochází genetickými změnami, aby se přizpůsobila lidsky řízenému prostředí (Price, 1999). Domestikace změnila hlasové chování psů natolik, že jejich štěkání postrádá specifickou komunikační funkci (Yin, 2002, Yin a McCowan, 2004) a zároveň ovlivnila akustiku štěkání i komunikaci pes – člověk (Feddersen-Petersen, 2000). Reakce člověka mohou ovlivnit chování psů (McConnell, 1990). Psi mají silné pouto k lidem, přitahují je různé lidské činnosti a jsou zběhlí v porozumění lidským komunikativním signálům, jak vizuálním, tak akustickým. Dokáží se naučit předvídat nové, neobvyklé vzorce lidského chování a mohou se společensky učit od lidských demonstrantů (Pongráz et al., 2005).

Na počátku domestikace se lidé a psi učili vzájemného soužití. Člověk se postupem času naučil rozpoznat hněv psa a využít ho při lovu zvěře (Maskeliunas et

al., 2018). Při postupné nepotřebnosti lovit zvěř se psí štěkání zintenzivnilo v blízkosti člověka (Trut, 2001), za účelem ochrany tábora nebo samotného člověka (Molnár et al., 2008). Tato myšlenka vznikla při chování lišek v blízkosti lidí, kdy zvířata vykazovala zvýšený sklon k vokalizaci v sociálních situacích, včetně kontaktu s člověkem (Trut, 2001, Gogoleva et al., 2008).

### **3.7 Komunikace mezi psem a člověkem**

Je dosti zřejmé, že komunikace mezi zvířaty a lidmi je obousměrná a představuje vzájemné posuzování (Owings & Morton, 1998). Lidé by měli na psí štěkot reagovat jako na komunikativní signály – to znamená, že by měli být schopni posoudit emocionální stav jedince vydávající štěkot a / nebo situaci, v níž byl štěkot vyprodukován (Pongrácz et al., 2005). Z vědeckého hlediska je emoce intenzivní, ale krátkodobě trvající afektivní reakce na určitou událost nebo podnět (Briefer, 2012). Většina psího štěkání nese velmi silný emocionální obsah pro lidské posluchače. To naznačuje, že základní emoce a schopnost je rozpoznat je prastará schopnost sdílená zvířaty a lidmi (Pongrácz et al., 2005). Kromě přijímání a zjišťování informací od lidí, mohou domácí zvířata poskytovat zpětnou vazbu lidem a tím je zapojit do mezidruhové komunikace (Gogoleva et al., 2011). Názorným příkladem je vystavení psa pro něho neřešitelnému úkolu, kdy se začne dovolávat pomocí prostřednictvím zírání na člověka, produkcí akustických signálů (Volodina et al., 2006) či specifickými pohyby (Miklósi et al., 2003).

Pongrácz et al. (2005) uvedl, že existují nejméně dvě klíčové podmínky, které změnilly štěkot psa na účinný komunikativní signál mezi psem a člověkem. Zaprvé, procesy domestikace vedly k tomu, že psi jsou více závislí na lidech, takže jsou více lidsky orientovaní (Miklósi et al., 2003, Miklósi, Topal & Csanyi, 2004). Za druhé, lidé vybrali psy, kteří štěkají spolehlivě a v souladu s určitými behaviorálními a emocionálními situacemi (Pongrácz et al., 2005).

#### **3.7.1 Jak lidé vnímají psí emoce**

Psi, stejně jako lidé mají emoce, které projevují za pomoci hlasu, mimiky obličeje nebo postoje. Většina autorů se shoduje se základním rozdělením emocí na strach, vztek, smutek a radost (Wan, 2011). Kromě těchto základních emocí může pes

projevovat i další, například stud, znechucení, překvapení nebo žárlivost (Konok, 2015). Další možností rozdělení je na primární emoce, jako je hněv, štěstí a strach a na sekundární emoce, za které jsou považovány stud nebo pocit viny (Morris et al., 2008, Morris et al., 2012). Důvodem, proč je pes nejlepším přítelem člověka, může být chybějící sekundární emoce, jako je pohrdání a radost z neštěstí druhých (Kujala, 2017).

Rozpoznávání emocí závisí na úrovni zkušeností člověka se psy (Pongrácz et al., 2005), například lidé, kteří nikdy nežili se psem, jsou schopni rozpoznat méně emocí než ti, kteří s nimi sdíleli domácnost (Morris, 2012). Agrese je, na rozdíl od ostatních emocí, kdy je potřeba větší pozornosti a rozpoznání nemusí být přesné, nejjednoznačnějším projevem psa (Pongrácz et al., 2005, Maskeliunas et al., 2018). Podle Pongrácz et al. (2005) člověk dokáže rozpoznat naštvaný stav zvířete v 88 %. I když mnoho autorů se přiklání k variantě, že přátelské chování se poznává nejsnáze (až 88% úspěšnost při posuzování psího stavu), následuje agrese (v 70 % případů pozorování psí tváře) a nejobtížněji se určuje strach, smutek, překvapení a znechucení (Wan et al., 2012, Lakestani et al., 2014). Morton (1977) dospěl k závěru, že atonální, nízko posazené vokalizace mají agresivní význam, zatímco tonální signály s vyššími frekvencemi vyjadřují podřízenost nebo malé známky agresivity (Pongrácz et al., 2005).

Posuzování emočních stavů psa záleží na konkrétních akustických parametrech (tonalita, dominantní frekvence, intervaly mezi štěkáním), které dokáží ovlivnit lidské chápání psích emocí (Molnár et al., 2008). Krátké štěky lidé označují jako agresivní, zatímco u delších intervalů s vyšší tonalitou štěkání je posuzují jako neagresivní, ale buď jako bojácné/zoufalé nebo šťastné/hravé (Pongrácz et al., 2006, Molnár et al., 2008). Toto zjištění nás vede k závěru, že pes si za procesu domestikace vytvořil vedlejší produkt – štěkání, jako schopnost komunikovat s lidmi (Yin, 2002, Pongrácz et al., 2006).

### **3.7.2 Jak psi vnímají lidské a psí emoce**

Psi dokáží získávat psí i lidské emocionální informace ze sluchových i vizuálních vstupů (Proops et al., 2009), navíc dokáží spojit emocionální vokalizace lidí i psů s odpovídajícími výrazy obličejů (Albuquerque et al., 2016). Psi dokáží rozlišovat

jednotlivce na základě vokalizací, které by mohly částečně vycházet z různých motivačních stavů jednotlivců v různých situacích (Molnár et al., 2009). Příkladem může být ostražitější reakce na štěkajícího psa na rozdíl od jiných sluchových podnětů (Yeon, 2007). Pokud se jedná o hlasový projev cizího psa, je pes ostražitější a vykazuje více stresového chování, zatímco při známém zvuku je pes při kontaktu s jiným psem přívětivější (Müller et al., 2015). Podněty, které u psů vyvolávají bojácné chování, zvyšují jejich tepovou frekvenci, hladinu progesteronu a tělesnou teplotu (Ogata et al., 2006). Dalším příkladem je schopnost reagovat na negativní nebo pozitivní projevy lidských i psích výrazů (Müller et al., 2015). Je možné, že si psi výraz šťastného obličeje (pootvřená ústa při smíchu) spojují s výzvou ke hře, která je charakteristická jak pro psy, tak pro lišky (Cohen & Fox, 1976). Avšak rozdíly v plemenech nebo prostředí mohou ovlivnit vyjádření nebo vnímání emocí u psů (Mehrkam & Wynne, 2014). Schopnost rozpoznat emoce prostřednictvím zrakových a sluchových vjemů může být nespornou výhodou při udržování dlouhodobých vztahů s lidmi (Albuquerque et al., 2016).

## **4. Metodika**

### **4.1 Studování psi**

Nahráváno bylo 39 psů 6 různých plemen v soukromém vlastnictví. Jedná se o 6 zástupců anglického kokršpaněla, bernského salašnického psa, hladkosrstého retrívra a rotvajlera, dále o 7 jedinců jezevčíka standardního drsnosrstého a 8 jedinců jezevčíka standardního hladkosrstého. Psi se pohybovali ve věku od 1 roku do 12 let. Hmotnost vybraných psů se pohybovala od 6 do 75 kg. Do analýzy vstoupilo 20 psů a 19 fen. Pro parametr velikosti psa byla vybrána kohoutková výška, která se pohybovala mezi 20 až 74 cm. Samotné nahrávání probíhalo od srpna 2019 do října 2019.

Dvě vybraná plemena, labradorský retrívra a německý krátkosrstý ohař, která neštěkala v kontextu hlídání nebo štěkala pouze při výzvě ke hře, což by znemožnilo hlavní cíl, kterým bylo porovnat variabilitu mezi plemeny, byla nahrazena jinými, a to rotvajlerem a anglickým kokršpanělem, kteří štěkali v požadovaném kontextu. Za

tímto účelem bylo nezbytné odfiltrovat další typy variability jako kontext a emoce, které se ukázaly být velmi významné v celé řadě dosavadních prací.

## **4.2 Sběr dat**

Pomocí digitálního rekordéru Olympus LS-P2 jsem zaznamenala psí vokalizace, které museli obsahovat nejméně 20 poctivých štěků. Všechny štěky byly digitalizovány při 16bitové, 48kHz vzorkovací frekvenci. Psi byli nahráváni ve vzdálenosti od mikrofonu 1- 4 m, přičemž někteří jedinci se často rychle pohybovali podél plotu. Do analýzy jsem zahrнула štěky s kontextem hlídání svého území. Použitý štěkot nebyl zahalen okolním hlukem nebo hlukem v pozadí (štěkající psi, vítr, mluvící člověk, projíždějící auto). Při analýze bylo použito přes 80 % nahraných vzorků.

## **4.3 Akustická analýza**

U vybraných nahrávek jsem v programu Avisoft SASLab lite upravila původní vzorkovací frekvenci, z 48 kHz na 22,05 kHz. V programu Raven pro 1.6 jsem náhodně vybrala z každé nahrávky 15 štěků, které měly optimální intenzitu, nebyli ani tiché ani přehlušené jiným štěkáním nebo jiným hlukem a následně byly použity pro analýzu.

Spektrogramy byly vytvořeny použitím následujících parametrů: parametry spektrogramů FFT 512. Následně jsem měřila v programu Raven pomocí automatického měření následujících 31 parametrů: Agg Entropy, Avg Entropy, BW 50%, BW 90%, Center Frequency, Center Time, Center Time Rel., Bandwidth, Duration of Time, Duration 50%, Duration 90%, Frequency 5%, Frequency 25 %, Frequency 75%, Frequency 95%, Low Frequency, Max Entropy, Max frequency, Max Time, Min Entropy, Peak Frequency, Peak Time, Peak Time Rel., Time 5% Rel., Time 25%, Time 25% Rel., Time 5%, Time 75%, Time 75% Rel., Time 95%, Time 95% Rel. (Příloha č. 1).

## **4.4 Statistická analýza**

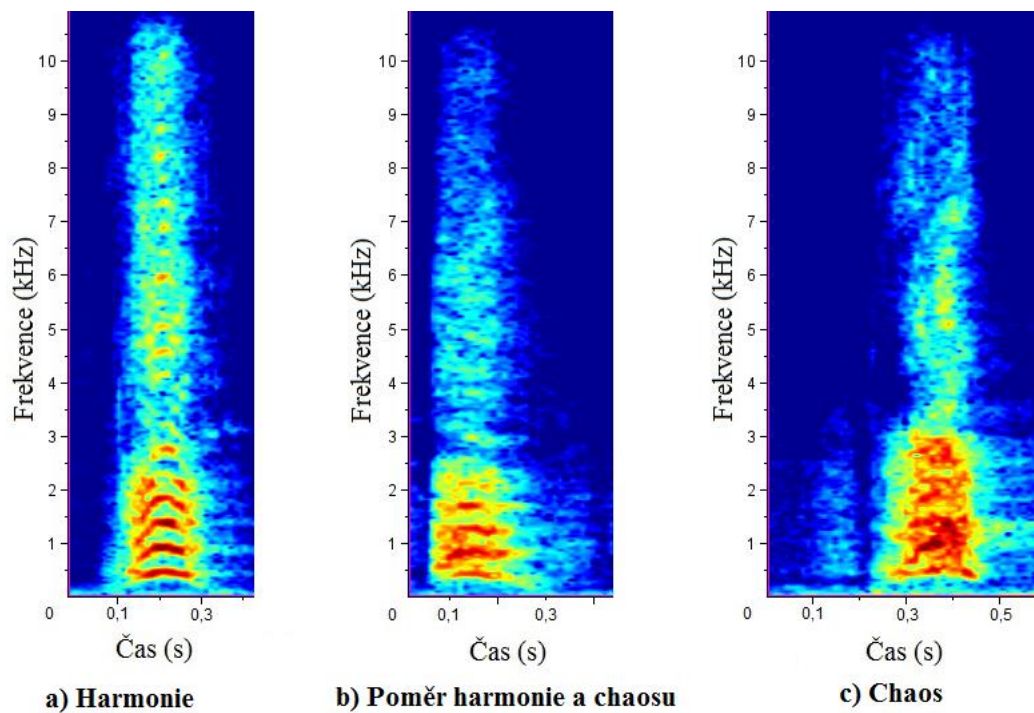
Popisnou statistiku jsem vykonala v programu Statistika. Následně jsem použila mnohorozměrnou diskriminační funkční analýzu (DFA) k redukcí původního počtu

parametrů (31) na nižší počet parametrů (11), které maximalizují rozdíly mezi plemeny. Pro validaci diskriminační analýzy jsem použila metodu zaškrťávání (One away). Proměnné, které vstoupily do DFA byly nejprve standardizovány směrodatnou odchylkou (Z-skóre), kdy od každé měřené hodnoty proměnné odečtu průměrnou hodnotu všech měření a tento rozdíl vydělím směrodatnou odchylkou tohoto průměru. Ve výsledku pak získám proměnnou, jejíž průměr je roven 0 a směrodatná odchylka je rovna 1. Pokud to provedu se všemi vysvětlujícími proměnnými, pak jsem je převedla na stejné měřítko. Parametry finálního diskriminačního modelu byly nakonec kontrolovány z hlediska potenciální korelace. K analýze nahraných dat byly použity statistické modely ve verzi IBM SPSS a Statistics 25, do kterých byly zahrnuty všechny vybrané štěky 39 nahraných psů. V rámci popisné statistiky uvádím hodnoty: průměr, max. a min. hodnoty a střední chybu průměru.

## **5. Výsledky**

### **5.1 Kvantifikace akustické struktury štěkání vybraných plemen psů**

Štěkání představuje velmi proměnlivý akustický signál jak z hlediska frekvenčního spektra, tak rytmu. Může obsahovat jak harmonicky uspořádané struktury, tak spektrálně neuspořádaný chaos. Nejčastěji se jedná o variace kombinací obou těchto typů (Obr. č. 5).



Obr. č. 5 - Spektrogram znázorňující chaos a harmonii hlasu psů.

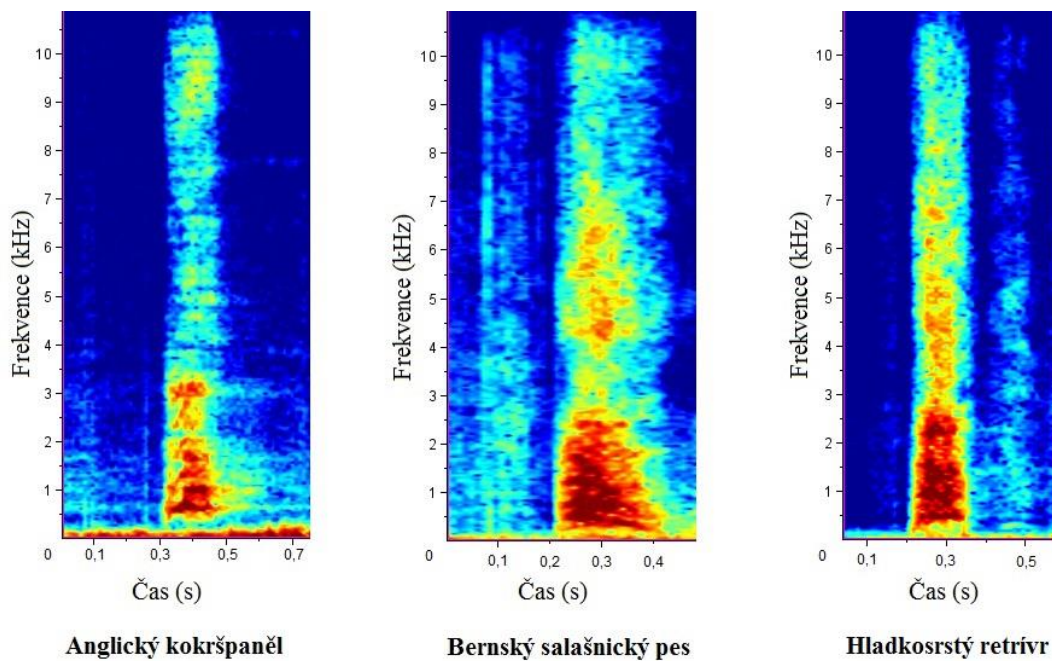
## 5.2 Porovnávání variability mezi konkrétními plemeny

### 5.2.1 Univariátní analýza

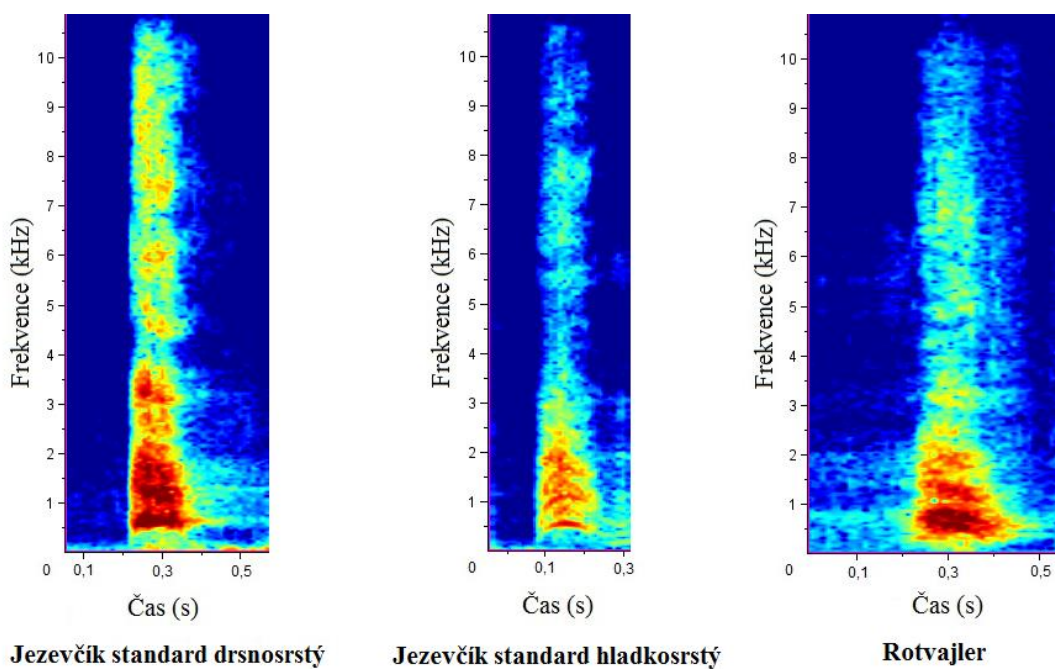
Nejdříve byla provedena deskriptivní statistika pro jednotlivá plemena a následně byly testovány rozdíly mezi jednotlivými plemeny v konkrétních akustických parametrech.

Následující spektrogramy ukazují štěkání testovaných plemen (Obr. č. 6 a 7).





Obr. č. 6 - Spektrogram vybraných plemen (anglický kokršpaněl, bernský salašnický pes, hladkosrstý retrívr).



Obr. č. 7 - Spektrogram vybraných plemen (jezevčík standard drsnosrstý, jezevčík standard hladkosrstý, rotvajler).

Následně bylo testováno, které akustické parametry se liší mezi plemeny. Pomocí Kruskal-Wallisova testu jsem zjistila, že 9 z 31 parametrů se signifikantně lišilo ( $p < 0,0075$ ). Ostatní parametry se nelišily mezi plemeny ( $p > 0,053$ ), (Příloha č. 2). Pro ukázkou jsem vybrala následující dva parametry: délka štěkání a frekvenční rozsah.

### Délka štěkání

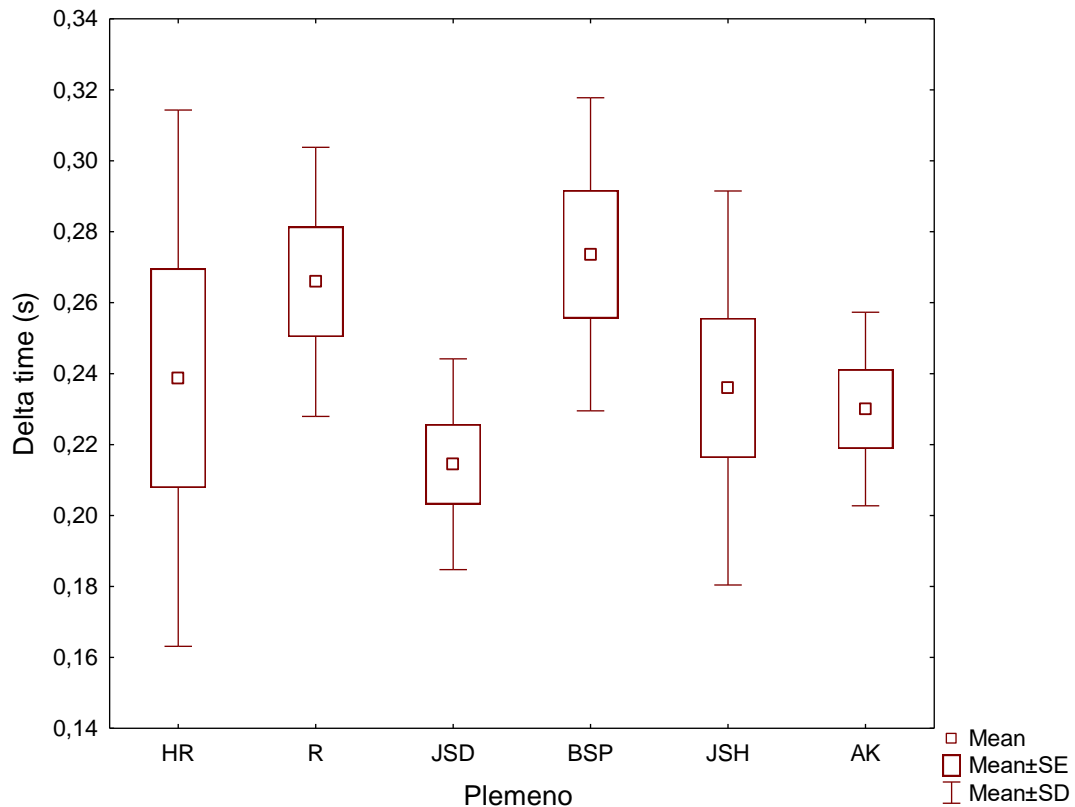
Délka štěkání se pohybovala v rozsahu 0,16 – 0,38 s (Tab. č. 1).

Tab. č. 1 - Deskriptivní statistika: Délka štěkání

Akustický parametr: délka štěkání						
Plemeno	Průměr	N	n	Standardní odchylka průměru	Minimum	Maximum
HR	0,24	6	90	0,03	0,16	0,38
R	0,27	6	90	0,02	0,22	0,30
JSD	0,21	7	105	0,01	0,18	0,25
BSP	0,27	6	90	0,02	0,19	0,31
JSH	0,24	8	120	0,02	0,18	0,34
AK	0,23	6	90	0,01	0,20	0,26
Pro všechna plemena	0,24	39	585	0,01	0,16	0,38

N (počet jedinců), n (počet analyzovaných štěknutí), HR (hladkosrstý retrívr), R (rotvajler), JSD (jezevčík standard drsnosrstý), BSP (bernský salašnický pes), JSH (jezevčík standard hladkosrstý), AK (anglický kokršpaněl).

Na obrázku je vidět (Obr. č. 8), že nejdelším hlasem disponuje hladkosrstý retrívr (0,16 – 0,38 s), následovaný jezevčíkem standardním hladkosrstým (0,18 – 0,34 s), dále bernským salašnickým psem a rotvajlerem. Nejkratší hlasy mají anglický kokršpaněl (0,20 – 0,26 s) a jezevčík standardní drsnosrstý.



Obr. č. 8 - Graf znázorňující délku štěkání jednotlivých plemen

HR (hladkosrstý retrívr), R (rotvajler), JSD (jezevčík standard drsnosrstý), BSP (bernský salašnický pes), JSH (jezevčík standard hladkosrstý), AK (anglický kokršpaněl).

Testovala jsem, jestli se délka štěkání liší mezi plemeny: Kruskal-Wallis test:  
 $H(5, N=39) = 8,3; p = 0,14$ .

### Frekvenční rozsah

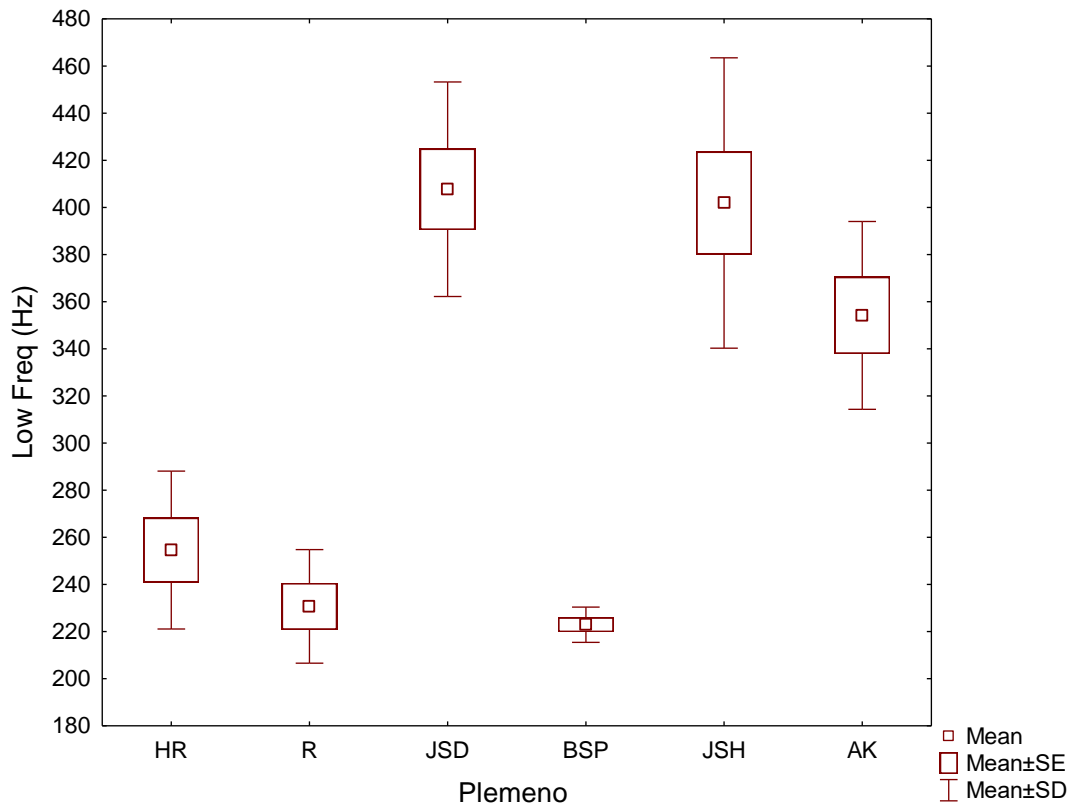
Frekvenční rozsah měl rozpětí hodnot 203,10 – 502,99 Hz (Tab. č. 2).

Tab. č. 2 - Deskriptivní statistika: Frekvenční rozsah štěkání

Akustický parametr: frekvenční rozsah štěkání						
Plemeno	Průměr	N	n	Standardní odchylna průměru	Minimum	Maximum
HR	254,61	6	90	13,67	209,23	296,09
R	230,70	6	90	9,83	203,10	254,08
JSD	407,71	7	105	17,20	338,04	468,44
BSP	222,90	6	90	3,06	210,00	230,57
JSH	401,88	8	120	21,79	343,22	502,99
AK	354,20	6	90	16,26	296,53	396,85
Pro všechna plemena	319,06	39	585	14,23	203,10	502,99

N (počet jedinců), n (počet analyzovaných štěknutí), HR (hladkosrstý retrív), R (rotvajler), JSD (jezevčík standard drsnosrstý), BSP (bernský salašnický pes), JSH (jezevčík standard hladkosrstý), AK (anglický kokršpaněl).

Na obrázku vidíme (Obr. č. 9), že největší frekvenční rozsah se nachází u jezevčíka standardního hladkosrstého (343,22 – 502,99 Hz.). Naopak nejmenší rozsah frekvence měl bernský salašnický pes (210,00 – 230,57 Hz) a také měl ze všech psů nejnižší položený hlas, následovaný rotvajlerem a hladkosrstým retrívrem. Hlasy s nejvyššími frekvencemi měli oba jezevčíci (jezevčík standardní hladkosrstý a jezevčík standardní drsnosrstý) a anglický kokršpaněl, tedy zástupci malých plemen.

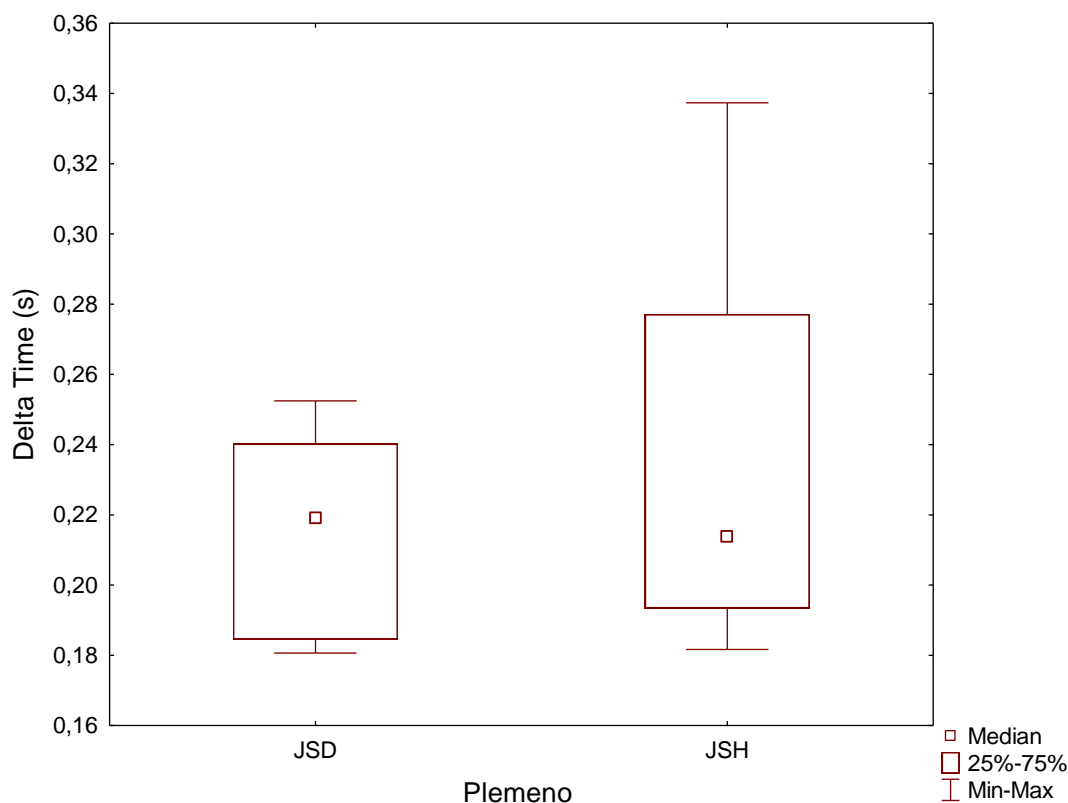


Obr. č. 9 - Graf znázorňující frekvenční rozsah štěků jednotlivých plemen.

HR (hladkosrstý retrívr), R (rotvajler), JSD (jezevčík standard drsnosrstý), BSP (bernský salašnický pes), JSH (jezevčík standard hladkosrstý), AK (anglický kokršpaněl).

Testovala jsem, jestli se frekvenční rozsah štěkání liší mezi plemeny: Kruskal - Wallis test:  $H(5, N=39) = 30,13; p < 0,01$ .

Porovnáním frekvenčního rozsahu jezevčků jsem zjistila rozdíl, pro jezevčíka standardního hladkosrstého se frekvence pohybuje mezi 343 – 503 Hz, zatímco u jezevčíka standardního drsnosrstého je frekvence v rozmezí od 338 – 468 Hz. Na obrázku je vidět (Obr. č. 10) rozdíl v délce hlasu u dvou druhově odlišných jezevčků. Pro jezevčíka standardního hladkosrstého se hlas pohybuje v délce od 0,18 – 0,34 s naproti tomu jezevčík standardní drsnosrstý má hlas v rozmezí od 0,18 – 0,25 s.



Obr. č. 10 - Graf znázorňující délku štěkání u JSD (jezevčík standard drsnostý) a JSH (jezevčík standard hladkostý).

Testovala jsem, jestli se délka hlasu liší mezi jezevčíkem standardním hladkostým a jezevčíkem standardním drsnostým: Mann-Whitney test ( $p = 0,54$ ).

### 5.2.2 Multivariátní statistika

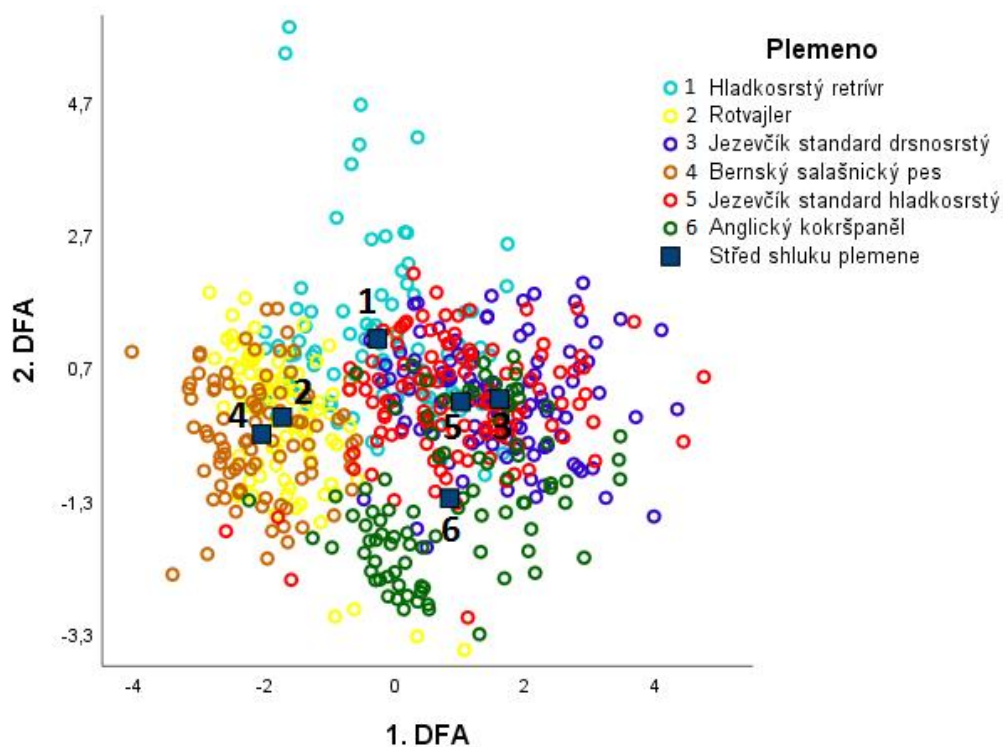
Následně byly testovány rozdíly mezi plemeny pomocí mnohorozměrné ordinační metody, konkrétně diskriminační funkční analýzy (DFA).

Do analýzy vstoupilo 585 hlasů 6 plemen. Do diskriminační analýzy vstoupilo 31 parametrů (proměnných), ze kterých selekční procedura DFA vyřadila proměnné s nízkou variabilitou včetně těch vysoce korelovaných ( $r \leq 0,76$ ). Výsledný model (Wilks lambda = 0.135) zahrnul celkem 11 parametrů (Tab. č. 3). První diskriminační funkce (Eigenvalue > 1) vysvětlila 63,3 % variability. První dvě diskriminační funkce vysvětlily 79,5% celkové variability (Obr. č. 11).

Následně jsem testovala, s jakou průměrnou pravděpodobností lze přiřadit každé štěknutí ke správnému plemeni. Průměrná klasifikační úspěšnost dosáhla 66,7 % úspěšnosti (konvenční DFA), a Cross-validovaná DFA 65,1 %.

Tab. č. 3 - Přehled parametrů vstupujících do DFA

Pořadí	Parametry
1.	Freq 75% (Hz)
2.	Freq 95% (Hz)
3.	Freq 5% (Hz)
4.	Time 25% Rel.
5.	Time 75% (s)
6.	Min Entropy (bits)
7.	Agg Entropy (bits)
8.	Delta Freq (Hz)
9.	Max Entropy (bits)
10.	Dur 90% (s)
11.	Delta Time (s)



Obr. č. 11 - Rozptylový graf znázorňující štěkání jednotlivých plemen v prostoru prvních dvou diskriminačních funkcí.

Z 6 plemen byl nejlépe klasifikován rotvajler (79 %), následně bernský salašnický pes (71 %), následován anglickým kokršpanělem (70 %). U jezevčíka standardního drsnosrstého a jezevčíka standardního hladkosrstého nebyl téměř žádný rozdíl, obě plemena byla klasifikována s úspěšností 60 %. Nejhůře klasifikován byl hladkosrstý retrív (53 %). Plemeno, s největší mírou nesprávných klasifikací (28 %), tj. s přiřazením k jinému plemeni, byl bernský salašnický pes s rotvajlerem (Tab. č. 4).



Tab. č. 4 - Klasifikace jednotlivých plemen

	Plemeno	HR	R	JSD	BSP	JSH	AK	Celkem
N = počet analyzovaných štěknutí	HR	<b>48</b>	18	7	4	10	3	90
	R	0	<b>71</b>	0	14	0	5	90
	JSD	6	0	<b>63</b>	0	32	4	105
	BSP	0	25	0	<b>64</b>	1	0	90
	JSH	5	4	25	6	<b>72</b>	8	120
	AK	1	1	6	2	17	<b>63</b>	90
Cross-validované hodnoty (%)	HR	<b>53</b>	20	8	4	11	3	100
	R	0	<b>79</b>	0	16	0	5	100
	JSD	6	0	<b>60</b>	0	31	4	100
	BSP	0	28	0	<b>71</b>	1	0	100
	JSH	4	3	21	5	<b>60</b>	7	100
	AK	1	1	7	2	19	<b>70</b>	100

HR (hladkosrstý retrívř), R (rotvajler), JSD (jezevčík standard drsnosrstý), BSP (bernský salašnický pes), JSH (jezevčík standard hladkosrstý), AK (anglický kokršpaněl). Na diagonále (tučně) jsou počty správně klasifikovaných štěknutí (přřřazené ke správnému plemeni) ve formě konkrétního počtu štěknutí (horní polovina tabulky) a po převedení na procenta (dolní polovina tabulky).

První DFA výrazně odděluje Bernského salašnického psa od ostatních plemen a Rotvajlera. Následuje Hladkosrstý retrívř, který je mezi shlukem prvních dvou plemen a ostatních. Velký shluk tvořř plemena Anglický kokršpaněl, Jezevčík standardní hladkosrstý a Jezevčík standardní drsnosrstý (Obr. č. 11).

Druhá DFA jasně odděluje Anglického kokršpaněl od shluku plemen Bernský salašnický pes, Rotvajler, Jezevčík standardní hladkosrstý a Jezevčík standardní drsnosrstý. Od toho shluku se dále oddělil Hladkosrstý retrívř (Obr. č. 11)

S DFA1 nejvíce koreloval parametr Freq 75% a s DFA2 nejvíce koreloval parametr Time 75 % (Tab. č. 5).

Tab. č. 5 - Matice struktury 1. a 2. DFA

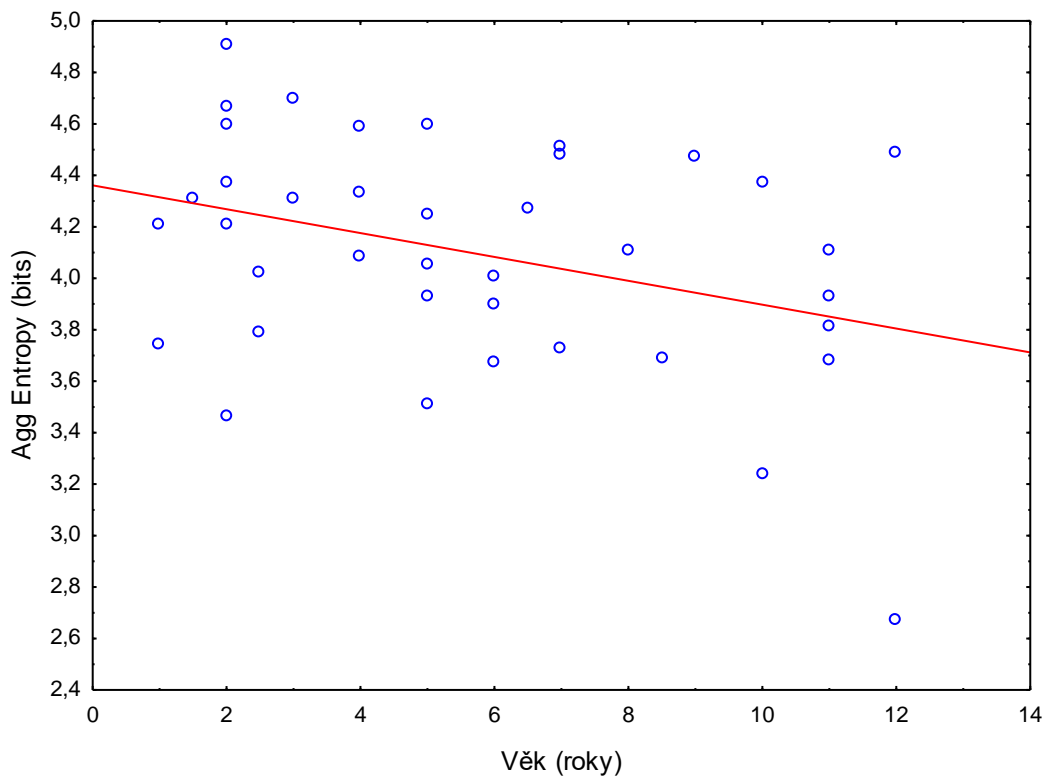
Parametry	1. DFA	2. DFA
Freq 75% (Hz)	0,6	0,36
Freq 95% (Hz)	0,49	0,29
Freq 5% (Hz)	0,49	0,21
Time 25% Rel.	0,2	0,19
Time 75% (s)	0,02	-0,64
Min Entropy (bits)	0,04	0,49
Agg Entropy (bits)	0,1	0,45
Delta Freq (Hz)	-0,02	-0,43
Max Entropy (bits)	-0,04	0,17
Dur 90% (s)	-0,17	-0,11
Delta Time (s)	-0,27	-0,05

### 5.3 Potenciální vliv dalších korelátů

Dále jsem testovala vliv dalších korelátů na akustickou strukturu štěkání.

Konkrétně se jednalo o hmotnost, výšku, stáří a pohlaví.

Hmotnost nejsilněji korelovala s parametrem Freq 5% ( $r = 0,70$ ) i s parametrem Freq 75 % ( $r = 67$ ). Podobný efekt byl i pro výšku psa. V případě parametru Freq 5 % ( $r = 70$ ) a Freq 75 % ( $r = 64$ ). Tento výsledek není překvapující, protože výška koreluje s váhou ( $r = 0,90$ ). Věk významně nekoreluje s žádným z akustických parametrů ( $r < 0,36$ ). Největší korelace byla mezi věkem a agregovanou entropií (Obr. č. 12).



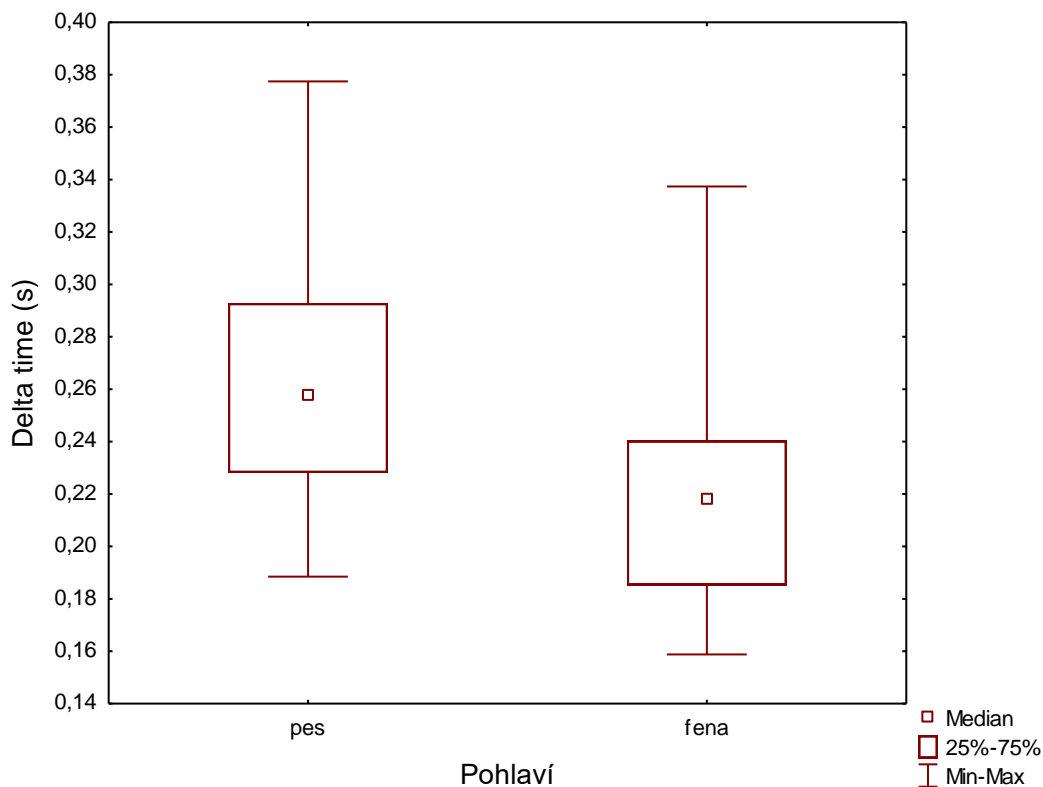
Obr. č. 12 - Závislost agregované entropie na věku.

Následně jsem testovala rozdíly mezi pohlavím. Mann-Whitney test ukázal signifikantní rozdíly u 10 akustických parametrů (viz Tab. č. 6). Následné použití Bonferroniho korekce ( $p > 0,0016$ ; korigované podle Bonferroniho korekce) neukázalo signifikantní rozdíly u žádného parametru.

Například délka štěkání byla signifikantně delší u psů (Obr. č. 13) než u fen ( $p = 0,011$ ; Mann-Whitney test). Následně jsem testovala, jestli rozdíly pohlaví se budou lišit na základě nezávislého testování každého velkého plemene zvlášť. Mezi tato plemena patří rotvajler ( $p > 0,13$ ), hladkosrstý retrívr ( $p > 0,10$ ) a bernský salašnický pes. Nebyl nalezen průkazný rozdíl žádného z těchto plemen ( $0,10 < p \leq 1$ ).

Tab. č. 6 - Rozdíly mezi pohlavím pomocí Mann-Whitney testu

Akustický parametr	Mann-Whitney test
Low Freq	0,59
Agg Entropy	0,39
Avg Entropy	0,43
BW 50%	0,16
BW 90 %	0,48
Center Freq	0,05
Center Time	0,04
Center Time Rel.	0,01
Delta Freq	0,92
Delta Time	0,01
Dur 50 %	0,70
Dur 90 %	0,24
Freq 25 %	0,11
Freq 5 %	0,05
Freq 75 %	0,05
Freq 95 %	0,21
Max Entropy	0,30
Max Freq	0,06
Max Time	0,04
Min Entropy	0,28
Peak Freq	0,06
Peak Time	0,04
Peak Time Rel.	0,22
Time 25 %	0,13
Time 25 % Rel	0,08
Time 5 %	0,04
Time 5 % Rel	0,13
Time 75 %	0,04
Time 75 % Rel	0,01
Time 95 %	0,03
Time 95 % Rel	0,01



Obr. č. 13 - Graf znázorňující rozdílnou délku štěkání mezi pohlavím.

## 6. Diskuze

Je zřejmé, že štěkání psů v sobě zahrnuje celou řadu různých typů variabilit (Larrañaga et al., 2014). Dosavadní výzkumy odhalily kódování kontextu jako je hraní, hlídání, samota, boj, venčení (Yin & McCowan, 2004, Molnár et al., 2009, Pongrácz et al., 2010) a také emocí (radost, smutek, zlost, překvapení, žárlivost, strach, stud, znechucení), které psi dokáží svými akustickými projevy vyjadřovat (Wan, 2011, Morris et al., 2012, Konok, 2015, Kujala, 2017). Pokud se týká štěkání loveckých psů, u těch se lze domnívat, že mohli projít odlišným selekčním tlakem, protože byli šlechtěni ke spolupráci v průběhu lovu, během kterého právě toto štěkání hraje klíčovou roli. Dokonce v případě některých plemen je schopnost označit přítomnost zvěře štěkáním jedním z klíčových znaků plemene. Například jezevčík, má schopnost hlásit (štěkat) po celou dobu sledování stopy živé zvěře, tato schopnost se předpokládá být vrozená (Bielfeld et al., 1999). Dalším příkladem je zástupce skupiny honičů, malý modrý gaskoňský honič, který má velmi výrazný hlas, který byl využíván při společných lovech ve Francii, kdy psi hnali zvěř, což

bylo doprovázeno hlášením (FCI, 1911, Fogle, 2012, Bielfeld et al., 1999). Většina zástupců skupiny honičů začne při nalezení stopy výt nebo štěkat (Fogle 2012).

Vrozenou vlohovou hlasitost na stopě mají prokazovat jezevčáci, honiči a jagdteriéri (ČMMJ, 2019). Variabilita štěkání, které doprovází loveckou aktivitu, podle mě představuje specifickou situaci, které nebyla doposud věnována náležitá pozornost. Kromě toho samotná variabilita mezi plemeny sice byla některými autory zmiňována, ale doposud nebyla relevantně testována (Parker, 2012).

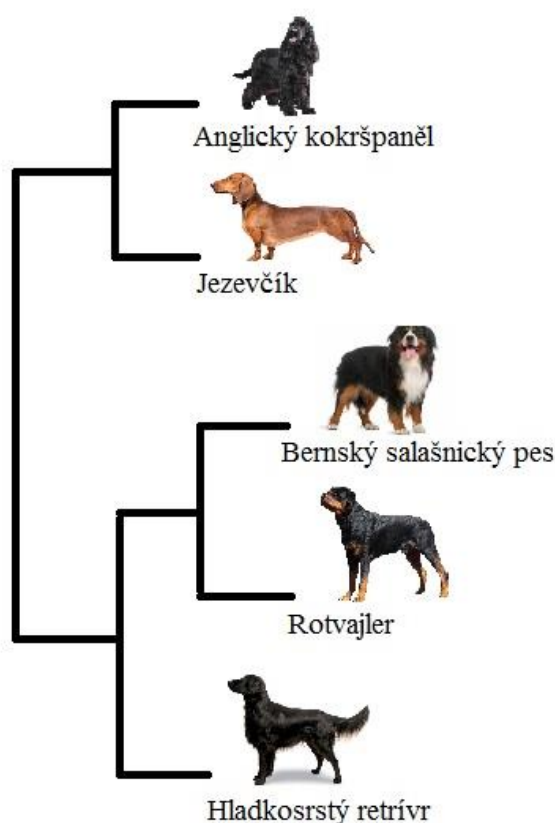
Prvním cílem této práce byla kvantifikace akustické variability mezi plemeny. Na základě diskriminační analýzy bylo možné jakýkoli hlas přiřadit ke správnému plemeni s 65,1 % pravděpodobností, což je mnohem více než v případě klasifikace podle náhody (16,7 %). V práci Yin & McCowan (2004) se podařilo klasifikovat každého psa v konkrétním kontextu, tedy i hlídání, v 84 % případů. Úspěšnost klasifikace plemen se pohybovala v rozsahu 53 až 79 %, z toho tři plemena dosáhla 70 až 79 % pravděpodobnosti (anglický kokršpaněl 70 %, bernský salašnický pes 71 % a rotvajler 79 %). Nejnižší úspěšnosti dosáhl hladkosrstý retrívr 53 %.

Diskriminační analýza ukázala, že pro rozlišení plemen měli největší vliv parametry Frequency 75 % (korelace s DFA1) a Time 75 % (korelace s DFA2). To by naznačovalo význam množství akustické energie v horní třetině frekvenčního spektra a podobně i podíl energie v horním kvartilu časové domény. Poloha jednotlivých štěknutí v ordinačním prostoru prvních dvou diskriminačních funkcí ukázala, že Frequency 75 % oddělila hlavně největší plemena (rotvajler a bernský salašnický pes) od těch nejmenších plemen studovaného vzorku (jezevčáci a anglický kokršpaněl). Hladkosrstý retrívr se pak nacházel v intermediární pozici. Naproti tomu Time 75 % nejvíce odděluje anglického kokršpaněla a hladkosrstého retrívra, ostatní plemena jsou v intermediární pozici mezi těmito dvěma plemeny. Porovnání potenciálního rozdílu mezi plemeny v jednotlivých akustických parametrech ukázalo zásadní vliv frekvenčních parametrů, kdy 9 parametrů z celkového počtu 31 proměnných se signifikantně lišilo. Naopak žádný časový parametr neukázal průkazný rozdíl. Frekvenci jako důležitý znak pro individuální identitu jedinců psů, uvedli ve své práci i Yin & McCowan (2004). Přesněji šlo o průměrnou a minimální frekvenci.

Na základě mých výsledků se potvrdila nejbližší podobnost štěkání obou typů jezevčků a dále pak velkých plemen, kterými byl rotvajler a bernský salašnický pes. Podobný výsledek ukazuje i fylogenetická studie Parkerové et al. (2012). Pozice anglického kokršpaněla a hladkosrstého retrívra se nachází v intermediální pozici mezi výše zmíněnými shluky (DFA), zatímco výše zmiňovaná fylogenetická studie ukazuje sesterskou pozici anglického kokršpaněla k jezevčkům a sesterskou pozici hladkosrstého retrívra k rotvajlerovi a bernskému salašnickému psu.

Dále jsem se zaměřila na to, zda se jezevčici mezi sebou akusticky liší, jako model velmi blízké příbuzných plemen, která se liší zejména druhem srsti, některými znaky morfologie, zejména velikostí těla a svou povahou.

Při porovnávání jezevčků stejného rázu odlišených druhem srsti, se ukázalo na základě polohy jejich štěknutí, v prvních dvou diskriminačních osách, že jsou si vzájemně nejpodobnější v porovnání se štěknutím ostatních plemen. Jezevčík standard hladkosrstý má větší frekvenční rozsah a signifikantně delší hlas než jezevčík standard drsnosrstý. Tyto rozdíly by se daly lépe zhodnotit při porovnávání všech druhů jezevčků v rámci plemene. Nicméně takovéto moje výsledky naznačují menší variabilitu ve štěkání velmi blízké příbuzných plemen ve srovnání s nepříbuznými plemeny.



Obr. č. 14 - Zjednodušený kladogram studovaných plemen vybraných z komplexního kladogramu 80 plemen, převzato od Parkerové et al. 2012

Dalším cílem byl potenciální vliv výšky psa v kohoutku, hmotnosti, věku a pohlaví na akustickou strukturu štěkání. Těmito otázkami se zabývalo mnoho autorů, kteří potvrdili, že hlasové signály zvířat často kódují informace o fyzických vlastnostech, jako je právě velikost těla, věk a pohlaví (Fitch, 1997, Reby & McComb, 2003, Charlton et al., 2009). Základní frekvence je primárně závislá na délce a hmotnosti záhybů tkání hlasivek (Taylor et al., 2014).

Hmotnost psů nejsilněji korelovala s parametrem Frequency 5 % i s parametrem Frequency 75 %, kdy pro výšku psa byly korelace s těmito parametry velmi podobná, Frequency 5 % a Frequency 75 %. To by mohlo naznačovat význam nízkých a současně i vysokých frekvencí, konkrétně vysokých frekvencí (na úrovni 75% kvartilu) u jezevčíků a anglického kokršpaněla, a nízkých frekvencí (na úrovni Frekvence 5%) pro těžké psy, tedy bernského salašnického psa, hladkosrstého



retrívra a rotvajlera. Tento fakt mi potvrdila analýza, která prokázala silnou korelaci, mezi těmito dvěma parametry. Yin & McCowan (2004) ve své práci uvedli, že nejdůležitějšími parametry při rozlišování štěkání u psů různých velikostí závisí na frekvenci a že velikost těla odpovídá délce vokálního traktu (Reide & Fitch, 1999, Yin & McCowan, 2004). Pokud jde o vliv velikosti těla tak se většina jiných autorů shoduje v názoru, že velikost těla závisí na frekvenčních akustických parametrech, ovšem většina z nich se zabývala jiným hlasovým signálem psů a to konkrétně vrčením (Taylor et al., 2009, Taylor et al., 2014), protože právě vrčení je mnohem lepší signál pro přenášení informací o velikosti těla jedince (Taylor et al., 2010a, Taylor et al., 2014). Naopak štěkání slouží hlavně pro identifikaci jedince ohledně jeho emocionálního stavu, věku nebo pohlaví (Larrañaga et al., 2014). Podle Chulkiny et al. (2006) dokáže štěkání přenášet informace jak o identitě jedince, tak o velikosti těla psa, přičemž stačí malý rozdíl ve velikosti, aby došlo ke znatelné změně spektrálních charakteristik štěkání.

Při analyzování vlivu věku s různými akustickými parametry se neukázaly silnější korelace, ale zajímavý fakt představuje vliv stáří psa na poměr chaosu a harmonie v hlase psa, tzv. entropii. Čím je pes starší tím méně chaosu se v jeho štěkání nachází a jeho hlas je harmoničtější, ale musíme vzít také v úvahu fakt, že někteří psi mají harmonické hlasy a někteří velice chaotické (Molnár et al., 2006). V takovýchto případech pak efekt věku může být překryt individuální variabilitou. Riley (2015) pak ukázal, že staří psi vykazovali podobný fonetický pattern jako u lidí. Došlo k redukci frekvenčního rozsahu, snížení početnosti vokalizace a hrubší kvality hlasu. Ačkoli „drsnost“ hlasu nebyla formálně testována, zmiňované efekty spolu s horší kvalitou hlasu v porovnání s dospělými psy, jsou konsistentní se změnami lidské fonetiky.

Je známo, že psi mají menší sexuální dimorfismus, proto rozlišení mezi hlasy samců a samic není tak výrazné jako například u vlka šedého (Taylor et al., 2014). U menších plemen se pak velikostní rozdíl mezi pohlavími snižuje (Frynta et al., 2012) a nebyly zjištěny žádné rozdíly v hlasové anatomii nebo v základní frekvenci související s pohlavím u jednotlivých plemen, pokud vezmeme v úvahu tělesnou hmotnost jedince (Riede & Fitch, 1999, Taylor et al., 2008). Při testování rozdílů mezi pohlavím v mé studii jsem zjistila signifikantní rozdíly v 10 časových

parametrech, zahrnujících jak délku samotného štěknutí, tak rozložení akustické energie v čase. Ukázalo se že, psi mají štěknutí delší a největší význam mělo rozložení akustické energie v horním kvartilu časového spektra (Time 75 % Rel. a Time 95 % Rel.). Naproti tomu, ruská studie porovávající štěkání ruského chrta a ruského krátkosrstého chrta, ukázala signifikantní rozdíly ve třech frekvenčních parametrech (dominantní frekvence, druhý a třetí kvartil). Může to souviset s tím, že u velkých psů je větší sexuální dimorfismus než u malých plemen a čím větší pes tím se jeho hlas posouvá do nižších frekvencí. V mém případě se však rozdíl mezi pohlavím ve frekvenčních parametrech neprojevil. Dále jsem analyzovala, jestli se rozdíly mezi pohlavím se vyskytují v rámci velkých plemen nezávisle, což by se právě u velkých psů mělo projevit nejvíce (Frynta et al., 2012). Z těchto důvodů, byly testovány potenciální rozdíly mezi pohlavím v rámci velkých plemen a ani poté se neukázaly rozdíly v žádných frekvenčních parametrech.

Podle Chulkiny et al. (2006) jsou potenciální rozdíly mezi pohlavím často překryty individuální variabilitou, kdy vysoká míra individuální variability snižuje potenciální rozdíly jiných variabilit. Velikostní rozdíly jsou více viditelné při porovnávání mezi různými plemeny než mezi jednotlivci téhož plemene.

Variabilita mezi plemeny je skutečně rozmanitá. Moje výsledky ukazují, že každý pes má jiný typ variability hlasu a díky tomu se dá dobře určit, o jaké plemeno se jedná, což potvrzuje první hypotézu: jaký vliv má variabilita mezi konkrétními plemeny na hlasový projev. Tento fakt ovlivňuje rozmanitost psích plemen, jak z hlediska velikosti jedinců, tak rodové příbuznosti mezi plemeny. Přičemž nejen velikost ale i další koreláty mohou mít vliv na akustickou strukturu štěkání. Velikost těla je určena hmotností a výškou psa v kohoutku, kdy tyto dva koreláty mají silnou korelaci s frekvenčními parametry. Rozdíl mezi pohlavím ukázalo signifikantní rozdíly v časových parametrech, kdy pes má delší hlas než fena. Tyto závěry potvrzují hypotézu, že některé akustické parametry závisí na konkrétních morfologických parametrech.

Analyzování parametrů štěkání plemen, je velmi zajímavé téma, které by mohlo přinést další zajímavé objevy, hlavně při rozšíření zkoumaného vzorku o další uznaná plemena, včetně loveckých plemen. Zajímavé zkoumání by mohlo proběhnout i na všech rázech jezevčků, aby vyniklo více rozdílů uvnitř plemene.

Dalo by se tak lépe porozumět akustickým signálům psů a zlepšilo by to naše chápání významu psiho štěkání.

Mé výsledky naznačují, že akustická divergence mezi plemeny částečně koreluje s fylogenetickou divergencí. Pro vyřešení tohoto velmi zajímavého fenoménu by bylo potřeba výrazně rozšířit zastoupení plemen. Zahrnutí jak fylogeneticky starých plemen, tak těch vyšlechtěných poměrně nedávno, by mohlo odhalit, do jaké míry akustická divergence následuje morfologickou diverzifikaci v průběhu procesu domestikace.

## **7. Závěr**

Na závěr lze říci, že štěkání obsahuje řadu různých typů variabilit nejen v rámci jednotlivých plemen, ale i u jednotlivých zástupců vybraného plemene. Použití diskriminační analýzy bylo možné přiřadit jakýkoli hlas ke správnému plemeni s pravděpodobností 65,1 %. Největší vliv na rozlišení plemen mělo množství akustické energie v horní třetině frekvenčního i časového spektra. Jednotlivá štěknutí v ordinačním prostoru dvou diskriminačních funkcí oddělil frekvenční parametr Frequency 75 % hlavně největší plemena od těch nejmenších a zároveň při porovnání jezevčků s ostatními plemeny si byli vzájemně nejpodobnější. Tento fakt je v souladu s fylogenetickou studií provedenou na více jak 80 plemenech. Dalším cílem byl potenciální vliv výšky psa v kohoutku, hmotnosti, věku a pohlaví na akustickou strukturu štěkání, kdy hmotnost i výška psa v kohoutku nejvíce korelovala s frekvenčními parametry. Věk ani pohlaví neprokázalo s žádným z akustických parametrů výrazné korelace, ale zajímavý fakt představuje vliv stáří psa na poměr chaosu a harmonie v hlase psa, tzv. entropii. Při testování rozdílů mezi pohlavím jsem zjistila signifikantní rozdíly v časových parametrech, zahrnujících jak délku samotného štěknutí tak rozložení akustické energie v čase. Ukázalo se, že psi mají delší hlas než feny, kdy největší význam mělo rozložení akustické energie v horním kvartilu časové domény.

## **8. Seznam literatury a použitých zdrojů**

Adams G. J., Johnson, K. G. (1994): Behavioral responses to barking and other auditory stimuli during nighttime sleeping and walking in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 39, 151-162

Albuquerque N., Guo K., Wilkinson A., Savalli C., Otta E., Mills D. (2016:) Dogs recognize dog and human emotions. *Biol. Lett.* 12 20150883.

Alderton D. (2002): *Dogs* (Dorling Kindersley, Ltd.).

Ardila A. (2015): A proposed neurological interpretation of language evolution. *Behavioural Neurology* Article ID 872487, 16 p.

Bielfeld H., K. Bielfeld, H. Reinhard, C. Hnasmann (1999): *Psi – plemena, výchova, chov*. Euromedia Group Praha, 208 s. ISBN 80-7176-906-1

Boitani L., Ciucci P. (1995): Comparative social ecology of feral dogs and wolves. *Ethology Ecology and Evolution* 7, 49–72.

Bradshaw J. W. S., Nott H. M. R. (1995): Social and communication behaviour of companion dogs. In Serpell J (ed): *The Domestic Dog: Its Evolution, Behaviour, and interactions with People*. New York, Cambridge University Press, 115-130.

Briefer E. F. (2012): Vocal expression of emotions in mammals: mechanisms of production and evidence. *Journal of Zoology* 288 1–20.

Cohen J. A., Fox M. W. (1976): Vocalizations in wild canids and possible effects of domestication. *Behavioural Processes* 1, 77–92.

Coppinger R. & Feinstein M. (1991): Hark! hark! the dogs do bark and bark and bark. *Smithsonian* 21: 29-119.

Českomoravská myslivecká jednota, z. s. (2019): Zkušební řád pro zkoušky lovecké upotřebitelnosti. Tiskárna Budík Grafika s. r. o.

Déaux É. C. & Clarke J. A. (2013): Dingo (*Canis lupus dingo*) acoustic repertoire: form and contexts. *Behaviour* 150, 75–101.

Déaux É. C., Charrier I., Clarke J. A. (2016): The bark, the howl and the bark-howl: Identity cues in dingoes' multicomponent calls. *Behavioural Processes* 129, 94–100.

Elemans C. P. H., Rasmussen J. H., Herbst C. T., Düringl D. N., Zollinger S. A., Brumm H., Srivastava K., Svanel N., Ding M., Larsen O. N., Sober S. J., Švec J. G. (2015): Universal mechanisms of sound production and control in birds and mammals. *Nature communications*. 6:8978.

Faragó T., Townsend S., Range F. (2014): The information content of wolf (and dog) social communication. In: Witzany G, editor. *Biocommunication of Animals*. Dordrecht: Springer; pp. 41–62.

Feddersen-Petersen D. U. (2000): Vocalization of European wolves (*Canis lupus lupus* L.) and various dog breeds (*Canis lupus f. fam.*). *Arch Tierz Dummerstorf* 43:387–397

Federation Cynologique Internationale (1911), Belgie.

Fitch, W. T. (1997): Vocal tract length and formant frequency dispersion correlate with body size in rhesus macaques. *J. Acoust. Soc. Am.* 102, 1213–1222.

Fitch, W. T. (2000a): The evolution of speech: a comparative review. *Trends Cogn. Sci.* 4, 258–267.

Fitch W. T., Hauser M. D. (2002): Unpacking “Honesty”: Vertebrate Vocal Production and the Evolution of Acoustic Signals. In: *Acoustic communication* (Ed. A. M. Simmons, Fay, R. R. & Popper, A. N.), New York Springer, pp. 64 – 137.

Fitch W. T. (2006): Production of Vocalizations in Mammals. In K. Brown (Ed.), *Encyclopedia of language and linguistics*, Oxford, England: Elsevier 115 – 121.

Fogle B. (2012): Velká encyklopedie psů. Nakladatelství Slovart, 416 s. ISBN 978-80-7391-481-3

Frommolt K. H., Goltsman M. E., MacDonald D. W. (2003): Barking foxes, *Alopex lagopus*: Weld experiments in individual recognition in a territorial mammal. *Anim Behav* 65:509–518

Frynta D., Baudyšová J., Hradcová P., Faltusová K., Kratochvíl L., (2012): Allometry of sexual size dimorphism in domestic dog. *PloS One* 7 (9), e46125.

Gable T. D., Windels S. K, Bump J. K. (2018): Finding wolf homesites: improving the efficacy of howl surveys to study wolves. *PeerJ* 6ce5629.

Gerhardt H. C. (1992): Multiple messages in acoustic signals. *Semin Neurosci* 4, 391–400.

Gogoleva S. S., Volodin I. A., Volodina E. V., Trut L. N. (2008): To bark or not to bark? Vocalization in red foxes selected for tameness or aggressiveness toward humans. *Bioacoustics* 18, 99–132.

Gogoleva, S. S., Volodin, I. A., Volodina, E. V., Kharlamova A. V., Trut, L. N. (2011): Explosive vocal activity for attracting human attention is related to domestication in silver fox. *Behavioural Processes* 86, 216–221.

Harrington F. H., Asa C. S. (2003): Wolf communication. In: Mech LD, Boitani L, editors. *Wolves: behavior, ecology, and conservation*. Chicago: University of Chicago Press; pp. 66–103.

Hauser M. D. (1996): *The Evolution of Communication*. Cambridge, MA: MIT Press.

Charlton B. D., Zhang Z., Snyder R. J. (2009): The information content of giant panda, *Ailuropoda melanoleuca*, bleats: acoustic cues to sex, age and size. *Animal Behaviour*, 78, 893–898.

Chulkina M., Volodin I., Volodina E. (2006): Individual, intersexual, and interbreed variability of barks in the dog *Canis familiaris* (Carnivora, Canidae). *Zoologicheskii zhurnal* 85(4), 544 – 555.

Konok V., Nagy K., Miklósi Á. (2015): How do humans represent the emotions of dogs? the resemblance between the human representation of the canine and the human affective space. *Applied Animal Behaviour Science* 162, 37–46.

Kujala M. V. (2017): Canine emotions as seen through human social cognition. *Animal Sentience* 14.

Larrañaga A., Bielza C., Pongrácz P., Faragó T., Bálint A., Larrañaga P. (2014): Comparing supervised learning methods for classifying sex, age, context and individual Mudi dogs from barking. *Anim Cogn* 18, 405–421.

Lehmann K. D. S., Goldman B. W., Dworkin I., Bryson D. M., Wagner A. P. (2014): From cues to signals: Evolution of interspecific communication via aposematism and mimicry in a predator-prey system. *PLoS ONE* 9, e91783.

- Lieberman P. H., Klatt D. H., Wilson W. H. (1969): Vocal tract limitations on the vowel repertoires of rhesus monkey and other nonhuman primates. *Science* 164, 1185–1187.
- Lakestani N. N., Donaldson M., Waran N. (2014): Interpretation of dog behaviour by children and young adults. *Anthrozoös*, 27, 65–80.
- Maskeliunas R., Raudonis V., Damasevicius R. (2018): Recognition of Emotional Vocalizations of Canine. *Acta acustica united with acustica*. Vol. 104, 304 – 314.
- Mehrkam L. R. & Wynne C. D. L. (2014): Behavioral differences among breeds of domestic dogs (*Canis lupus familiaris*): current status of the science. *Animal Behaviour Science*, 155, 12–27.
- McConnell P. B., (1990): Acoustic structure and receiver response in domestic dogs (*Canis familiaris*). *Anim. Behav.* 39, 897–904.
- Miklósi, A., Kubinyi, E., Topal, J., Gácsi, M., Viranyi, Z. & Csányi, V. (2003): A simple reason for a big difference: wolves do not look back at humans, but dogs do. *Current Biology*, 13, 763–766.
- Miklósi, Á., Topál, J., Csányi, V., (2004): Comparative social cognition: what can dogs teach us? *Anim. Behav.* 67, 995–1004.
- Mitchell B. R., Makagon M. M., Jaeger M. M., Barrett R. H., (2006): Information content of coyote barks and howls. *Bioacoustics* 15, 289–314.
- Miyashita A., Kizaki H., Sekimizu K., Kaito Ch. (2016): No Effect of Body Size on the Frequency of Calling and Courtship Song in the Two-Spotted Cricket, *Gryllus bimaculatus*. *PLoS ONE* 11(1), e0146999.



Molnár C., Pongrácz P., Dóka A., Miklósi Á. (2006): Can humans discriminate between dogs on the base of the acoustic parameters of barks? *Behav Processes* 73, 76–83

Molnár, C., Kaplan, F., Roy, P., Pachet, F., Pongrácz, P., Dóka, A., Miklósi, Á. (2008): Classification of dog barks: a machine learning approach. *Animal Cognition* 11, 389–400.

Molnár C., Pongrácz P., Miklósi Á. (2009): Seeing with ears: sightless humans' perception of dog bark provides a test for structural rules in vocal communication. *Q. J. Exp. Psychol.* 63, 1004–1013.

Molnár C., Pongrácz P., Miklósi A. (2010): Seeing with ears: Sightless humans' perception of dog bark provides a test for structural rules in vocal communication. *Q J Exp Psychol (Hove)* 63, 1004–1013.

Moretti L., Hentrup M., Kotrschal K., Range F. (2015): The influence of relationships on neophobia and exploration in wolves and dogs. *Animal Behaviour* 107, 159-173.

Morris, P. H., Doe, C. & Godsell, E. (2008): Secondary emotions in non-primate species? Behavioural reports and subjective claims by animal guardians. *Cognition and Emotion*, 22, 3–20.

Morris, P. H., Knight, S. & Lesley, S. (2012): Belief in animal mind: Does familiarity with animals influence beliefs about animal emotions? *Society & Animals*, 20, 211–224.

Morton E. S. (1977): On the occurrence and significance of motivation-structural rules in some bird and mammal sounds. *Am. Nat.* 111, 855–869.

Müller C. A., Schmitt K., Barber A. L. A., Huber L. (2015): Dogs can discriminate emotional expressions of human faces. *Curr. Biol.* 25, 601–605.

Naumov N. P., Gol'tsman M. E., Kruchenkova E. P., Ovsyanikov N. G., Popov S. V. & Smirin V. M. (1981): Social behaviour of Arctic foxes on Menyi island. Factors determining space-time regime of activity (in Russian). In: *Ecology, Population Structure and Intraspecific Communicative Processes in Mammals* (Ed. by N. P. Naumov), pp. 31–75. Moscow: Nauka.

Ogata N., Kikusui T., Takeuchi Y. & Mori, Y. (2006): Objective measurement of fear-associated learning in dogs. *Journal of Veterinary Behavior-Clinical Applications and Research*, 1, 55–61.

Owings D. H. & Morton E. S. (1998): *Animal Vocal Communication: a New Approach*. New York: Cambridge University Press.

Parker H. G., Kim L. V., Sutter N. B., Carlson S., et al. (2004): Genetic structure of the purebred domestic dog. *Science* 304, 1160–1164.

Parker H. G. (2012): Genomic analyses of modern dog breeds. *Mamm Genome* 23, 19–27.

Parker H. G., Dreger D. L., Rimbault M. et al. (2017): Genomic Analyses Reveal the influence of Geographic Origin, Migration, and Hybridization on Modern Dog Breed Development. *Cell Reports* 19, 697–708.

Passilongo D., Marchetto M., Apollonio M. (2017): Singing in a wolf chorus: structure and complexity of a multicomponent acoustic behaviour. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*.

Pierard J. A. M. (1963): Comparative anatomy of the carnivore larynx (with special reference to the cartilages and muscles of the larynx in the dog. M. S. Thesis, Johns Hopkins University, Baltimore, Md, 214 p.

Pongrácz P., Molnár C., Miklósi Á., Csányi V. (2005): Human listeners are able to classify dog barks recorded in different situations. *J Comp Psychol* 119, 136–144.

Pongrácz P., Molnár C., Miklósi Á., Csányi V. (2006): Acoustic parameters of dog barks carry emotional information for humans. *Applied Animal Behaviour Science* 100, 228–240.

Pongrácz P., Molnár C., Miklósi Á. (2010): Barking in family dogs: an ethological approach. *Vet. J.* 183, 141–147.

Price, P. O., (1999): Behavioural development in animals undergoing domestication. *Applied Animal Behaviour Science* 65, 245–271.

Proops L, McComb K, Reby D. 2009 Cross-modal individual recognition in domestic horses (*Equus caballus*). *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 106, 947–951.

Reby D., McComb K., (2003): Anatomical constraints generate honesty: acoustic cues to age and weight in the roars of red deer stags. *Anim. Behav.* 65, 519–530.

Riede T. & Fitch T. W. (1999): Vocal tract length and acoustics of vocalization in the domestic dog. *Journal of Experimental Biology*, 202, 2859–2867.

Riley J. L., Riley W. D., Carroll L. M. (2015): Frequency Characteristics in Animal Species Typically Used in Laryngeal Research: An Exploratory Investigation. *Journal of Voice*

Robbins R. L., (2000): Vocal communication in free-ranging African wild dogs (*Lycaon pictus*). *Behaviour* 137(10), 1271–1298.

Smith R. (2014): Complexity in animal communication: Estimating the size of N-gram structures. *Entropy* 16, 526–542.

Taylor A. M., Reby D., McComb K. (2008): Human listeners attend to size information in domestic dog growls. *J. Acoustical Soc. Am.* 123, 2903.

Taylor A. M., Reby D., McComb K. (2009): Context-related variation in the vocal growling behaviour of the domestic dog (*Canis familiaris*). *Ethology* 115 (10), 905–915.

Taylor A. M., Reby D., McComb K. (2010a): Size communication in domestic dog (*Canis familiaris*) growls. *Anim. Behav.* 79, 205–210.

Taylor A. M., Ratcliffe V. F., McComb K., Reby D. (2014): Auditory Communication in Domestic Dogs: Vocal Signalling in the Extended Social Environment of a Companion Animal. *The social dog*. Elsevier Inc., 131-163.

Tembrock, G. (1976): Canid vocalizations. *Behavioural Processes*, 1, 57-75.

The Kennel Club (1873), *Spojené království Velké Británie a Severního Irska*.

Trut, L. N. (2001): Experimental studies in early canid domestication. In: Ruvinsky, A., Sampson, J. (Eds.), *The Genetics of the Dog*. CABI Publishing, Wallingford, 15–41

Volodina E. V., Volodin I. A. & Filatova O. A. (2006): the occurrence of nonlinear vocal phenomena in frustration whines of the domestic dog (*canis familiaris*). *Ljubljana*, 257-270.

VonHoldt B. M., Pollinger J. P., Lohmueller K. E., Han E., Parker H. G., et al (2010): Genome-wide SNP and haplotype analyses reveal a rich history underlying dog domestication. *Nature* 464, 898–902.

Wan M. (2011): The role of experience in the human perception of emotion in dogs. PhD. Dissertation, Columbia University, USA.

Wan M., Bolger, N., Champagne, F. A. (2012): Human perception of fear in dogs varies according to experience with dogs. *Plos ONE*, 7, e51775.

Yeon, S. C. (2007): The vocal communication of canines. *Journal of Veterinary Behavior*, 2, 141–144.

Yin, S. (2002): A new perspective on barking in dogs. *Journal of Comparative Psychology*, 116, 189-193.

Yin S., McCowan B. (2004): Barking in domestic dogs: context specificity and individual identification. *Anim Behav* 68, 343–355.

Zaccaroni M., Passilongo D., Buccianti A. et al. (2012): Group specific vocal signature in free-ranging wolf packs. *Ethol. Ecol. Evol.* 24(4), 322–331.

## 9. Seznam příloh

Příloha č. 1 – Frekvenční parametry spektrogramu .....	62
Příloha č. 2 – Časové parametry spektrogramu .....	63
Příloha č. 3 – Ostatní parametry spektrogramu .....	63
Příloha č. 2 – Rozdíly mezi pohlavím pomocí Kruskal-Wallisova testu .....	64

### Přílohy

#### Příloha č. 1 – Frekvenční parametry spektrogramu

<b>Parametry měření</b>	<b>Jednotky</b>	<b>Popis</b>
<b>Frekvenční</b>		
Bandwidth 50%	Hz	Rozdíl mezi 25% a 75% frekvencemi
Bandwidth 90%	Hz	Rozdíl mezi 5% a 95% frekvencemi
Center Frequency	Hz	Frekvence, která rozděluje signál na dva frekvenční intervaly stejné energie
Bandwidth	Hz	Frekvenční rozsah
Frequency 5 %	Hz	Frekvence, která rozděluje signál do dvou frekvenčních intervalů obsahujících 5% a 95 % energie
Frequency 25 %	Hz	Frekvence, která rozděluje signál do dvou frekvenčních intervalů obsahujících 25% a 75 % energie
Frequency 75 %	Hz	Frekvence, která rozděluje signál do dvou frekvenčních intervalů obsahujících 75% a 25 % energie
Frequency 95 %	Hz	Frekvence, která rozděluje signál do dvou frekvenčních intervalů obsahujících 95% a 5 % energie
Low Frequency	Hz	Nejnižší frekvence signálu
Peak Frequency	Hz	Nejintenzivnější frekvence signálu

Příloha č. 2 – Časové parametry spektrogramu

<b>Parametry měření</b>	<b>Jednotky</b>	<b>Popis</b>
<b>Časové</b>		
Center Time	s	Bod v čase, v němž je signál rozdělen do 2 časových intervalů stejné energie
Duration of Time	s	Délka signálu
Duration 50%	s	Rozdíl mezi 25% a 75% časovými intervaly
Duration 90%	s	Rozdíl mezi 5% a 95% časovými intervaly
Max Time	s	Čas, kdy signál dosáhne největší intenzity
Time 5%	s	Časový bod, který rozděluje signál do 2 časových intervalů obsahujících 5% a 95% energie
Time 25%	s	Časový bod, který rozděluje signál do 2 časových intervalů obsahujících 25% a 75% energie
Time 75%	s	Časový bod, který rozděluje signál do 2 časových intervalů obsahujících 75% a 25% energie
Time 95%	s	Časový bod, který rozděluje signál do 2 časových intervalů obsahujících 95% a 5% energie

Příloha č. 3 – Ostatní parametry spektrogramu

<b>Parametry měření</b>	<b>Jednotky</b>	<b>Popis</b>
<b>Ostatní</b>		
Avg Entropy	bits	Průměrná hodnota chaosu ve zvuku analýzou rozložení energie ve frekvenčním spektru
Agg Entropy	bits	Poměr chaosu ve zvuku analýzou rozložení energie ve frekvenčním spektru
Max Entropy	bits	Maximální hodnota entropie
Min Entropy	bits	Minimální hodnota entropie
Center Time Rel.		Relativní bod v čase, v němž je signál rozdělen do 2 časových intervalů stejné energie
Peak Time Rel.		Relativní bod v čase, kde je nejintenzivnější frekvence,
Time 5% Rel.		Relativní časový bod, který rozděluje signál do 2 časových intervalů obsahujících 5% a 95% energie
Time 25% Rel.		Relativní časový bod, který rozděluje signál do 2 časových intervalů obsahujících 25% a 75% energie
Time 75% Rel.		Relativní časový bod, který rozděluje signál do 2 časových intervalů obsahujících 75% a 25% energie
Time 95% Rel.		Relativní časový bod, který rozděluje signál do 2 časových intervalů obsahujících 95% a 5% energie

Příloha č. 2 – Rozdíly mezi pohlavím pomocí Kruskal-Wallisova testu

Akustický parametr	Kruskal-Wallis ANOVA test
Low Freq	0,9147
Agg Entropy	0,0599
Avg Entropy	0,8558
BW 50%	0,0075
BW 90 %	0,0037
Center Freq	0,0080
Center Time	0,8558
Center Time Rel.	0,0537
Delta Freq	0,1600
Delta Time	0,3299
Dur 50 %	0,7585
Dur 90 %	0,3299
Freq 25 %	0,0005
Freq 5 %	0,0007
Freq 75 %	0,0002
Freq 95 %	0,0027
Max Entropy	0,4671
Max Freq	0,0008
Max Time	0,8558
Min Entropy	0,4640
Peak Freq	0,0008
Peak Time	0,8558
Peak Time Rel.	0,1080
Time 25 %	0,8558
Time 25 % Rel.	0,1251
Time 5 %	0,8558
Time 5 % Rel.	0,6305
Time 75 %	0,8558
Time 75 % Rel.	0,1534
Time 95 %	0,8558
Time 95 % Rel.	0,4042