

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra etologie a zájmových chovů



**Vliv příbuzenské plemenitby na velikost vrhu
u chodského psa**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Barbora Marešová

Obor studia: Zájmové chovy zvířat

Vedoucí práce: Ing. Barbora Hofmanová, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv příbuzenské plemenitby na velikost vrhu u chodského psa" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21. 7. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí své diplomové práce Ing. Barboře Hofmanové, Ph.D. za cenné rady a odbornou pomoc při zpracování této práce.

Vliv příbuzenské plemenitby na velikost vrhu u chodského psa

Souhrn

Cílem této práce bylo ověření negativního dopadu příbuzenské plemenitby (reprezentované Wrightovým koeficientem F_x) na velikost vrhu u plemene chodský pes. Ze získaných dat byl dále studován i vliv věku matky a pořadí vrhu na počet štěňat ve vrhu. Studovanou populací byli jedinci plemene chodský pes chovaní v České republice. Práce byla rozdělena do dvou částí. První část byla analýza krátkého inbreedingu za pomoci hodnot F_x vypočítaných ze čtyř předchozích generací předků, druhá část byla analýza dlouhého inbreedingu založená na koeficientech F_x vypočítaných ze všech předchozích generací předků.

Data zpracovaná v této práci byla převzata z databáze chovu vedené Klubem přátel chodských psů, z. s. Vybraná data byla pro období mezi lety 1985-2019. Do práce bylo zahrnuto v případě krátkého inbreedingu 1 355 vrhů od 580 různých matek a 290 otců s celkovým počtem 7 255 štěňat. Do dlouhého inbreedingu vstupovalo 1 300 vrhů s celkovým počtem 6 993 štěňat od 555 odlišných matek a 278 otců. V obou případech se velikost vrhu pohybovala od 1 do 12 štěňat, věk matky byl v rozmezí 2-9 let, vrhy byly v pořadí od 1 do 9. Hodnoty F_x pro krátký inbreeding se pohybovaly v rozmezí 0-0,25. U dlouhého inbreedingu nabýval koeficient F_x hodnot 0-0,35.

Z dostupných dat nebyl zjištěn statisticky významný vliv příbuzenské plemenitby na velikost vrhu u chodského psa. Vliv na velikost vrhu byl pozorován v případě věku matky a pořadí vrhu. Z výsledků práce se dá předpokládat postupné zmenšování vrhů se vzrůstajícím věkem feny, přičemž u matek starších pěti let bylo zaznamenáno rapidní zmenšování velikosti vrhu. Dále byl zjištěn menší počet štěňat u prvních vrhů. U druhých a třetích vrhů měly feny štěňat ve vrhu nejvíce a od pátého vrhu dále byl zaznamenán opět prudký pokles štěňat ve vrhu.

Data byla zpracována metodou obecného lineárního modelu v programu Statistica. Zjištěné efekty faktorů věku matky a pořadí vrhu na velikost vrhu byly následně podrobněji analyzovány metodou ANOVA a Schéffeho testem.

Klíčová slova: koeficient příbuzenské plemenitby, chodský pes, rodokmenová analýza, inbrední deprese, velikost vrhu

The effect of inbreeding on litter size in Bohemian Shepherd dog breed

Summary

The aim of this study was to verify the negative impact of inbreeding on litter size in the Bohemian Shepherd dog breed. From the obtained data the influence of the mother's age and the parity number of the litter size was also studied. The studied population were individuals of the Bohemian Shepherd dog breed bred in the Czech Republic. The study was divided into two parts. The first was the analysis of short inbreeding using F_x values calculated from four previous generations of ancestors. The second part was an analysis of long inbreeding based on F_x coefficients calculated from all previous generations of ancestors.

The data processed in this study were taken from the breeding database maintained by the Klub přátel chodského psa, z. s. The used data was for the period between 1985-2019. In case of short inbreeding 1,355 litters from 580 different mothers and 290 fathers with a total of 7,255 puppies were included in the study. In case of long inbreeding 1,300 litters with a total of 6,993 puppies from 555 different mothers and 278 fathers were included in the study. In both cases the litter size ranged from 1 to 12 puppies, the mother's age was in the range of 2-9 years, the parity number were from 1 to 9. The F_x values for short inbreeding ranged from 0-0.25. For long inbreeding the coefficient F_x values were 0-0.35.

From the available data no statistically significant effect of inbreeding on the size of the litter in the Bohemian Shepherd dog was found. Although maternal age and parity number were observed to effect the litter size. From the results can be assumed a gradual decrease in litter size with increasing age of the bitch. A rapid decrease in litter size was recorded after the fifth year of the mother's age. Furthermore, a smaller number of puppies was found in the first litters. In the second and third litters studied females had the most puppies in the litter and from the fifth litter onwards, a sharp drop of the puppies in the litter was recorded again.

The data was processed by the method of a general linear model in the program Statistica. The observed effects of maternal age and parity number factors on the litter size were examined in more detail by ANOVA and Schéffe's test.

Keywords: inbreeding coefficient, Bohemian Shepherd dog, inbreeding depression, pedigree analysis, litter size

Obsah

1 Úvod	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Chodský pes.....	10
3.1.1 Historie.....	10
3.1.1.1 Regenerace plemene	12
3.1.2 Standard.....	14
3.1.3 Podmínky uchovnění	15
3.1.4 Pravidla chovu a krytí.....	16
3.1.4.1 Řízení chovu	16
3.1.4.2 Chovní jedinci.....	16
3.1.4.3 Krytí.....	16
3.1.4.4 Vrh	17
3.2 Příbuzenská plemenitba	17
3.2.1 Dopad příbuzenské plemenitby na genotyp.....	18
3.2.2 Koeficient příbuzenské plemenitby	18
3.2.3 Další možnosti hodnocení úrovně příbuzenské plemenitby	19
3.2.3.1 Rodokmen.....	20
3.2.3.2 Molekulární genetik.....	22
3.2.4 Dopad příbuzenské plemenitby na fenotyp	24
3.3 Vliv příbuzenské plemenitby na velikost vrhu	26
4 Metodika	28
4.1 Sledovaná populace.....	28
4.2 Pojmy.....	28
4.3 Analýza dat.....	30
5 Výsledky.....	32
5.1 Vstupní data.....	32
5.2 Krátký čtyřgenerační inbreeding	36
5.3 Dlouhý ucelený inbreeding.....	38
5.4 Doplnkové výpočty	40
5.4.1 Věk matky v jednotlivých letech	40
5.4.2 Věk matky ve věkových kategoriích.....	42
5.4.3 Pořadí vrhu.....	44
6 Diskuze.....	46

6.1	Vliv příbuzenské plemenitby.....	46
6.2	Vliv doplňkových faktorů.....	48
7	Závěr.....	50
8	Literatura.....	51
9	Samostatné přílohy	I
9.1	Standard.....	I

1 Úvod

Zájem o chov psů v profesionálních i zájmových chovech se v poslední době čím dál více rozmáhá a chov psů se stává velmi oblíbenou činností. Cílem chovatelů by měla být snaha o odchování početných a životaschopných vrhů štěňat. Není tak překvapivé, že se stává středem zájmu průzkum různých faktorů ovlivňujících reprodukční schopnosti, především velikost vrhu u psů domácích.

Chodský pes jako takový začal vznikat v 80. letech 20. století, kdy se dva čeští kynologové, inženýr Jan Findejs a docent Vilém Kurz rozhodli toto plemeno zregenerovat. Pro regeneraci se rozhodli na základě zmínek v knihách Aloise Jiráka a Jindřicha Šimona Baara. Historie chodského psa sahá však mnohem dál, a to až do 13. století, kdy Chodové střežili české hranice. Na stráž s nimi hlídkovali psi, kteří museli být pracovití, houževnatí a vyznačovali se vysokou odolností. Jednalo se o všestranně využitelné plemeno, na které se mohli Chodové spolehnout. A právě tento pes se stal předlohou pro dnešní moderní plemeno chodský pes. V roce 1984 byl schválen standard plemene Ústřední odbornou kynologickou komisí Českého svazu chovatelů a byl tak umožněn zápis jeho příslušníků do plemenné knihy. Veřejnosti byl chodský pes ve své ustálené podobě předveden na oblastní výstavě v roce 1989. Chodský pes je jedno z šesti českých národních plemen psů a spolu s pražským krysaříkem a českým fouskem patří mezi nejstarší česká plemena. Dne 29. dubna 2019 byl chodský pes spolu s pražským krysaříkem prozatímně uznán Mezinárodní kynologickou federací jako mezinárodně uznávané plemeno.

Chov chodských psů řídí Klub přátel chodských psů, z. s., který musí splňovat všechny řády a nařízení Českomoravské kynologické unie, která je řádným členem Mezinárodní kynologické unie a zastřešuje kynologii v České republice. Klub chovatelů se snaží předejít závažným vadám a onemocnění v chovu. Mezi jejich nařízení patří například sledování příbuznosti spojovaného páru, omezení chovného věku fen i psů, určuje podmínky uchovnění a následně samotného krytí. Chovatelské kluby se snaží svými nařízeními co nejvíce vyhnout inbreedingu u plemen psů.

Chovatelé všech zvířat se snaží předejít vzniku inbrední deprese vzniklé přílišnou příbuzenskou plemenitbou v populaci, a proto si nechávají na základě rodokmenů nebo pomocí molekulární genetiky měřit stupeň příbuzenské plemenitby v jejich chovu. Příbuzenská plemenitba se nejčastěji hodnotí pomocí Wrightova koeficientu příbuzenské plemenitby F_x , který říká, s jakou pravděpodobností se sejdou u jedince na jakémkoli lokusu dvě původově identické alely.

V současné době mezi chovateli psů vzrostl zájem o zkoumání vlivu příbuzenské plemenitby na velikost vrhu a celkové reprodukční vlastnosti. Vzhledem k potvrzeným negativním dopadům inbrední deprese na zdravotní stav a životaschopnost u živočichů není divu, že se příbuzenské plemenitbě věnuje taková pozornost.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem diplomové práce je zjistit a kvantifikovat vztah mezi příbuzenskou plemenitbou a velikostí vrhu u plemene chodský pes. Zjištění tohoto vztahu by mělo vést k potvrzení nebo vyvrácení hypotézy, která říká, že příbuzenská plemenitba má negativní dopad na velikost vrhu.

3 Literární rešerše

3.1 Chodský pes

Chodský pes je české národní plemeno připomínající dějinný hrdinný postoj Chodů při ochraně hranic. Jedná se o aktivního, temperamentního a inteligentního psa. Spolu s českým fouskem a pražským krysaříkem patří mezi nejstarší česká psí plemena (Findejs 1997).

3.1.1 Historie

Historie chodského psa sahá až do 13. století, kdy Chodové střežili hranice na Šumavě v oblasti nejdůležitější cesty vedoucí od Domažlic do Německa. Psi, kteří jim v tomto nelehkém úkolu pomáhali museli být tvrdí, houževnatí a vysoce odolní. Tito psi museli být všestranně využitelní. Nepomáhali jen střežit pohraničí, ale vypomáhali také při pasení ovcí a museli zvládat například i stopování při lovu zvěře (KPCHPa).

Dějiny chodského psa jsou úzce spojené s historickým románem Aloise Jiráska (1951) Psohlavci. V něm autor představil Chodsko, jeho rázovitý lid ve spojitosti s bohatou historií kraje, do kterého neodmyslitelně patří strážní psi, kteří Chodům pomáhali při střežení hranic (Findejs 1997).

Poslední dochovanou informací o chovu těchto původních psů je zmínka v knize od Jindřicha Šimona Baara (1926), v které vzpomíná na slavnou historii Chodska. Ve své knize se zmiňuje o typově vyrovnaném a houževnatém plemeni, které bylo nejvíce rozšířeno v okolí vesnice Klenci na Šumavě. Na toto historické plemeno se časem téměř zapomnělo. O znovuoobnovení se snažilo v roce 1948 několik nadšenců do tohoto plemene. Pokusili se sestavit návrh pro uznání chodského psa Mezinárodní kynologickou federací. Tento pokus však neskončil úspěchem, díky nejednotnosti v názorech na standardní znaky plemene (KPCHPa).

Za zahájením regenerace chodského psa stáli dva známí čeští kynologové – docent Vilém Kurz a inženýr Jan Findejs. Na samém počátku poslal pan docent Kurz panu Ing. Findejsovi několik fotografií s českými plemeny psů, která by si zasloužila a měla také reálnou šanci na regeneraci. Z těchto plemen si pan Ing. Findejs vybral pro regeneraci právě chodského psa, kterého si ze všech plemen nejvíce oblíbil (KPCHPa). Původní návrh docenta Kurze se poněkud lišil od nakonec vyšlechtěného plemene. Plemeno mělo být mírně vyšší a název rasy měl znít český pastevecký pes nebo český ovčácký pes. Po domluvě s Ing. Findejsem se však shodli na menším vzrůstu a jménu chodský pes (Findejs 1997).

V roce 1984 nechal Ing. Findejs v kynologickém periodiku otisknout fotografii oříška, podobajícího se ilustracím v historickém románu Psohlavci, nakresleným Mikolášem Alšem. Při uveřejnění fotografie vyzvali čtenáře, aby se ozvali, pokud mají podobného oříška doma (Findejs 1997). Bohužel odezva čtenářů ze Šumavy, kde byl v historii největší výskyt chodských psů, nebyla. Nakonec byli kontaktováni dva majitelé z Prostějova s předpokladem, že mají chodského psa. První takto vybraní jedinci do chovu byli pes Dixi a fena Bessy (KPCHPa).

Dne 4. ledna 1984 odsouhlasila tehdejší Ústřední odborná kynologická komise Českého svazu chovatelů na základě fotografie doc. Kurze a předběžného standardu Ing. Findejse zápis do plemenné knihy a vydání registračních průkazů pro plemeno chodský pes.

Ustálené plemeno bylo poprvé předvedeno 13. května 1989 na oblastní výstavě konané v Domažlicích na planině u sv. Vavřince, kde bylo původně strážné místo Chodů. Na této výstavě byli předvedeni čtyři typicky vyrovnaní chodští psi. Tuto výstavu vyhrála fena chodského psa, Citra Na Barance (obr. 1) (Findejs 1997).



Obrázek 1 - Citra Na Barance (Findejs 1997)

Dne 13. dubna 2019 byl chodský pes předveden zástupcům mezinárodní kynologické federace (FCI). Zástupci Standardní a Vědecké komise FCI se přijeli do České republiky podívat na česká národní plemena žádající FCI o uznání. Tedy na chodského psa a pražského krysaříka. Majitelé chodských psů pod vedením Klubu přátel chodského psa, z. s. (dále jen klub) předvedli různé věkové kategorie psů. Dále předvedli, co vše chodští psi dovedou. Nejdůležitější však bylo předvedení chodského psa jako všestranného plemene s vyrovnaným vzhledem. Takto vyrovnaný vzhled nemají ani některá již uznaná plemena. Na komisi zapůsobil chodský pes také nerozdělováním plemene na pracovní a výstavní linii, psi vyhrávající na výstavách mají také úspěchy ve sportovní kynologii (Tichá 2019).

Po tomto předvedení byli na zasedání FCI v Číně dne 29. dubna 2019 chodský pes a pražský krysařík prozatímně uznáni (ČMKU 2019). Psi prozatímně uznaných plemen FCI mohou být vystavováni na mezinárodních výstavách, ale nemohou být navrhováni na titul CACIB, dokud nebude plemeno definitivně uznáno. Mohou získat pouze FCI tituly (Winner of the World Dog Show, Winner of the Section Shows – Europe, Asia and the Pacific, Americas and the Caribbean). Průkazy původu psů prozatímně uznaného plemene musí nést logo FCI (FCI).

3.1.1.1 Regenerace plemene

Cílem znovuoobnovení plemene bylo především odchování zdravých, velmi odolných a nenáročných psů (KPCHPa). V oblasti genetického založení byl při utváření plemene nápomocný doc. Ing. Rudolf Šiler, DrSc., světově uznávaný genetik populací. Na vzniku plemene se také podílel kynolog František Horák, šlechtitel českého teriéra a českého strakatého psa.

Regenerace plemene je velmi složitá, zvláště pokud je na jejím začátku jedinec s určitými fenotypovými znaky, které mají být v populaci udrženy, ale není známo genetické založení těchto fenotypových znaků u jeho předků. U chodského psa bylo předem zvaženo genetické založení přesně daných fenotypových znaků, které by měli mít všichni jedinci tohoto plemene. Chodský pes byl založen na přesně stanovených alelických párech, kdy recesivní znaky představovaly dlouhou srst, postavené ucho a barvu srsti. Dominantně založené znaky pak byly tmavé oko, plnochrupost a krátké ucho. Pro dosažení homozygotního založení plemenných znaků byla využita i příbuzenská plemenitba. Příbuzenskou plemenitbou, a především další linií plemenitbou, bylo dosaženo požadované výšky a výrazu hlavy (Findejs 1997).

Po odborném posouzení a porovnání s dobovými fotografiemi byli jako první pár do chovu vybráni pes Dixi Vladimíra Ježka z Prostějova (obr. 2) a fena Bessy Leopolda Hykela z Otaslavic (obr. 3) (KPCHPa). Dne 20. října 1985 se z tohoto spojení narodilo šest štěňat a přišel tak na svět první vrh chodského psa (obr. 4) v registrované chovatelské stanici Na Barance Leopolda Hykela. Hykel se tak stal prvním chovatelem chodského psa (Findejs 1997). Později se k Bessy a Dixovi přidal pes Blesk, který o rok později dopomohl Bessy k druhému vrhu, který měl opět šest štěňat (KPCHPa).



Obrázek 2 - Dixi (<http://www.kpchp.org/fotopsi/10431001.jpg>)



Obrázek 3 - Bessy (<http://www.kpchp.org/fotopsi/10278001.jpg>)



Obrázek 4 - Asta Na Barance, štěně z prvního vrhu chodského psa (<http://www.kpchp.org/fotopsi/10202001.jpg>)

Potomci Bessy byli dále šlechtěni pomocí příbuzenské plemenitby. Kladné projevy inbreedingu v ustálení požadovaných znaků se ukázaly na spojení sourozenců s typickými znaky, Blacka a Bessy Na Barance. Z tohoto spojení vznikl vrh štěňat s požadovanými znaky.

Takové zjištění bylo velmi pozitivní a potvrdilo vhodný výběr jedinců k regeneraci. To značně pomohlo v ustálení znaků chodského psa, neboť nebylo dále nutné používat úzkou příbuzenskou plemenitbu po dobu několika generací. Koeficient příbuzenské plemenitby nepřesáhl 6,5 % a přes to taková příbuzenská plemenitba stačila k udržení standardních znaků plemene. Příbuzenská plemenitba s koeficientem do 6,5 % není nebezpečná z hlediska přenosu těžkých vad, které hrozí při úzké příbuzenské plemenitbě. Vzhledem k typu použité příbuzenské plemenitby a k velkému výběru jedinců k regeneraci nedochází již ve 4. a 5. generaci k inbrední depresi, jako tomu bylo u jiných nově vznikajících plemen (Findejs 1997).

Od roku 1987 do roku 1992 bylo odchováno 35 vrhů chodského psa (KPCHPa). Do chovu bylo nutné během tvorby a ustalování plemenných znaků zařadit i nově objevené jedince, kteří odpovídali standardu chodského psa. Tito jedinci byli spojováni s již ověřenými partnery, bylo tedy možné prověřit vhodnost jejich použití do chovu (Findejs 1997). Do plemenitby se tak po pěti letech od prvního vrhu použili pro obnovení krve regeneráti, kteří odpovídali standardním znakům plemene. Nejdříve byli použiti jen pro zkušební vrhy a po zhodnocení jejich potomků byli použiti do chovu. Šlo o dvě feny Dinu a Britu a o tři psy Brixe, Alexe a Harryho. Každý z těchto psů byl zakladatelem nové chovné linie.

Chov se zaměřil na znovuvyužití kvalitního jedince ve spojení s partnerem, který tohoto jedince nese například ve čtvrté generaci. Taková spojení vedou k ustálení a zachování čistokrevnosti plemene. K vyrovnání vzhledu a kohoutkové výšky došlo především v letech 1993–1995. K ustálení znaků dopomohl velkou měrou špičkový plemeník Birri Chodský pes (obr. 5), který prokázal velkou „dědivou“ sílu (KPCHPa).



Obrázek 5 - Birri Chodský pes (<http://www.kpchp.org/fotopsi/10076006.jpg>)

V chovu se samozřejmě projevily také vady, jako ztráta zubu, kryptorchismus, monorchismus a podobně. Tyto vady se však při regeneraci chodského psa nerozšířily více, než je běžné v chovu jiných starších plemen (Findejs 1997).

3.1.2 Standard

Chodský pes je pracovní plemeno a řadí se do první FCI skupiny: psi ovčáčtí, pastevečtí a honáčtí, kromě švýcarských salašnických psů. Ve skupině je dále zařazen do třídy ovčáckých plemen. U plemene je vyžadována pracovní zkouška. Zemí původu je samozřejmě Česká republika a garantem plemene je Českomoravská kynologická unie (ČMKU).

Jedná se o psa středně velkého vzrůstu s obdélníkovým rámcem těla. Kožich je tvořen dlouhou srstí s bohatou podsadou (FCI 2019). Jedním ze základních plemenných znaků je vzhled uší. Ucho musí být krátké a pevně postavené, vytváří tak typický výraz chodského psa

(Findejs 1997). K jeho povahovým vlastnostem patří temperamentní vystupování bez známek nervozity. Zvládá i těžký výcvik a je všestranně využitelný (FCI 2019)¹.

3.1.3 Podmínky uchovnění

Před uchovněním musí jedinec absolvovat svod dorostu ve věku 7-15 měsíců. Účelem svodu je posouzení vhodnosti spojení rodičovského páru daného psa.

Uchovnění mohou být pouze jedinci, kteří absolvují výstavu pořádanou klubem, a to buď klubovou výstavu se zadáním titulu klubový vítěz nebo Memoriál Ing. Findejse. Na výstavě je nutné posuzovat exteriér vospělého psa, proto nestačí posouzení ve třídě štěňat nebo dorostu a posudek musí být minimálně ze třídy mladých. Dostatečný výsledek posouzení je velmi dobrý nebo výborný.

K uchovnění je důležité úspěšné absolvování bonitace ve věku 18 měsíců. Na bonitaci se posuzuje jak exteriér, tak povaha zvířete. Při bonitaci je jedinci přidělen bonitační kód, který je zapsán do průkazu původu spolu s rozhodnutím bonitace. Komise na bonitaci je tříčlenná, přičemž je požadováno, aby jeden člen komise byl rozhodčím pro exteriér chodského psa.

Ze zdravotního hlediska se u chodského psa při uchovnění posuzuje dysplasie kyčelního kloubu, ztráta zubu a deformace ocasu. U psa musí být provedeno rentgenové vyšetření dysplasie kyčelního kloubu, kde výsledek musí být maximálně do druhého stupně dysplasie. Vyšetření musí být provedeno ve věku více jak dvanácti měsíců (KPCHPb). U chodského psa je standardem vyžadována plnochrupost. Usnesení výboru z 30. května 2015 proto říká, že majitel psa s chybějícím zubem je na bonitaci povinen doložit zprávu od speciálního stomatologa, která říká, že se jedná o ztrátu trvalého zubu. Při vylomení zubu se většinou jedná o perzistující mléčný chrup. Z toho důvodu není možné bez zprávy od stomatologa jedince uchovnit. Další geneticky podmíněnou vadou řešenou na bonitaci chodského psa je zálomek ocasu. Dle usnesení chovatelského kolegia ze dne 31. ledna 2015 je nutné u jedinců s deformací ocasu předložit veterinární zprávu, která říká, že se jedná o frakturu nikoli o zálomek ocasu. Psi a feny narozené od 31. ledna 2015 s deformací ocasu, u kterých nebude prokázána fraktura, nemohou být připuštěny do chovu (KPCHPc).

Chodský pes je charakteristický svým černým zbarvením s pálením (FCI 2019). Černé zbarvení může být u psů zesvětleno nevhodným genotypem na lokusu D. Lokus D je zodpovědný za zesvětlování eumelaninu. Dědičnost zesvětlení barvy je autozomálně recesivní, to znamená, že fenotyp ředěné barvy se projeví při genotypu d/d, tedy u recesivního homozygota. U jedinců s černou srstí v takovém případě dochází k přechodu na šedou barvu srsti (Drögemüller et al 2007). Na jednání výboru dne 7. srpna 2016 se rozhodlo, že jedinci s heterozygotním genotypem na lokusu D mohou být spojováni jen s jedinci s dominantním genotypem na tomto lokusu. Výbor Klubu přátel chodského psa doporučuje nechat štěňata z takového vrhu otestovat na genetické založení lokusu D, a to ještě před prodejem. Dále je majitelům těchto odchovů doporučováno využívat do chovu pouze jedince s výsledkem

¹ Celý standard je vložen v příloze 1

testu D/D. Taková opatření jsou třeba k udržení výrazného černého zbarvení v chovu chodských psů (KPCHPc).

3.1.4 Pravidla chovu a krytí

Závazná pravidla chovu plemene chodský pes určuje Zápisní řád Klubu přátel chodského psa, z. s., který byl schválen Ústřední komisí pro ochranu zvířat 23. 5. 2002 (KPCHP 2019). Zápisní řád klubu musí být v souladu s veškerými ustanoveními Mezinárodního chovatelského řádu Mezinárodní kynologické federace a se Zápisním řádem Českomoravské kynologické unie. Dále nesmí být v rozporu se Zákonem České národní rady na ochranu zvířat proti týrání č. 246/1992 Sb (ČMKU 2020).

3.1.4.1 Řízení chovu

Chovem je rozuměna cílevědomá plemenitba psů respektující hlavně zásady genetického zdraví populace i jedince. Chov nesmí být nikdy prováděn na úkor zdraví. Z hlediska chovatelských klubů rozlišujeme šest druhů chovu, a to kontrolovaný, řízený, evidovaný, volný, výběrový a jiný. Samotný chov každého plemene je řízen chovatelským klubem, který je garantem chovu vůči Českomoravské kynologické unii (ČMKU 2020). Chov chodského psa je veden jako registrovaný. Chovatel si tedy spojení psa a feny pro reprodukci navrhuje sám a poradce chovu mu návrh zamítne jen v případě, že chovatelem navržené spojení ohrožuje chovatelský cíl (KPCHP 2019).

3.1.4.2 Chovní jedinci

Chovný jedinec musí mít platný průkaz původu vystavený plemennou knihou uznanou FCI nebo smluvním partnerem FCI, kterým je v České republice Českomoravská kynologická unie. Pro uchovnění musí jedinec splnit podmínky stanovené příslušným klubem (viz kapitola 3.1.3 Podmínky uchovnění) (ČMKU 2020). U chodského psa je možné získat na bonitaci jedince ohodnocení chovný nebo chovný s omezením pouze na dva vrhy. Chovný s omezením se uděluje jedincům s odchylkami od standardu a po dvou vrzích je mu hlavním poradcem chovu udělen zápis do průkazu původu. Jedinci se za chovné považují jen v určitém věkovém rozmezí. Feny od započatého 18. měsíce do dovršení 8 let věku a psi také od započatého 18. měsíce, ale až do věku 9 let. V případě vysoké chovné kvality jedince může chovatelské kolegium na žádost majitele nebo chovatele chovnost prodloužit (KPCHP 2019). U fen však maximálně na jedno krytí do dovršení 9 let věku (ČMKU 2020).

3.1.4.3 Krytí

Krytí může proběhnout jen mezi dvěma chovnými jedinci zapsanými v plemenné knize. V rámci jednoho hárání smí být fena kryta pouze jedním psem uvedeným v krycím listě (ČMKU 2020). Krycí list je oficiální doklad, který umožňuje krytí vybraných partnerů. Bez krycího listu krytí feny nelze provést. Krycí list tvoří společně s přihláškou k zápisu štěňat základní dokumenty k vydání rodokmenů pro štěňata. Ke druhému krytí jedné feny nelze použít stejného chovného psa jako při krytí prvním (KPCHP 2019). U chovného psa je také omezen počet krytí za jeden kalendářní den, a to na jedno krytí denně. Krytí feny je možné nahradit

inseminací. Výhradně však mezi jedinci, kteří se již alespoň jednou úspěšně reprodukovali přirozeným způsobem. Inseminaci může provést pouze odborně způsobilá osoba dle veterinárního nebo plemenářského zákona (ČMKU 2009).

3.1.4.4 Vrh

Maximální počet vrhů za období 24 měsíců činí 3 vrhy u jedné chovné feny (ČMKU 2020). V případě chovných fen chodského psa je povolen pouze jeden vrh v kalendářním roce.

Narození štěňat je chovatel povinen ohlásit nejpozději do 5 dnů po jejich narození poradci chovu. V případě nemocných, mrtvě narozených či jakkoli netypických štěňat je toto chovatel povinen neprodleně oznámit poradci chovu. O případném utracení nemocných štěňat může rozhodnout pouze veterinární lékař. Ve stáří štěňat 2-3 týdnů musí chovatel zažádat Český kynologický svaz o přidělení zápisních čísel (KPCHP 2019). Po přidělení zápisních čísel jsou štěňata na základě přihlášky vrhu zapsána do příslušné plemenné knihy. Vrh by měl být k zápisu přihlášen kompletní tzn., že musí být uvedena všechna štěňata, která byla odchována do okamžiku žádosti o zápis a označeny případné úhyny oproti žádosti o přidělení zápisních čísel (ČMKU 2020).

3.2 Příbuzenská plemenitba

Příbuzenská plemenitba neboli inbreeding je jednou z metod plemenitby, se kterou se pracuje již řadu let, i když jen v omezeném měřítku. Definice její intenzity, tedy koeficient příbuzenské plemenitby, se během let měnila a je tak vysvětlována různými způsoby. O příbuzenské plemenitbě mluvíme tehdy, jsou-li rodiče příbuzní, tedy pokud mají v rodokmenu společné předky. Potomky takového spojení pak nazýváme jako inbrední (Snustad & Simmons 2009). Dva příbuzní jedinci mohou nést repliky stejných genů. Pokud dojde ke spojení těchto jedinců, mohou kopie genů předat svým potomkům (Falconer & Mackay 1996). U inbredních jedinců se tak na rozdíl od normálních jedinců mohou vyskytnout na určitém lokusu geny identického původu neboli kopie genu. Kopie genů pochází vždy od jednoho společného předka (Snustad & Simmons 2009).

Inbreeding je sám o sobě neutrální metodou plemenitby. Při příbuzenské plemenitbě dochází ke stabilizaci kvalitativních znaků, naopak faktory ovlivňující fitness zvířete se oslabují (Hamanová a Hruban 2000). V dobře vedeném chovu a u přizpůsobivé populace může být inbreeding přínosem. Slouží jako nástroj k upevnění znaků (Wolc et al. 2007). Avšak vzhledem k inbrední depresi a rozšíření dědičných onemocnění v populaci způsobené úzkou příbuzenskou plemenitbou, by měli být chovatelé obezřetní při jejím využívání v chovu zájmových zvířat (Baterson & Sargan 2012).

Stupeň inbreedingu se určuje podle toho, ve které generaci se nachází společný předek. Intenzita inbreedingu závisí také na velikosti populace. Je logické, že v malé populaci je větší pravděpodobnost spojení dvou jedinců se společným předkem v bližší generaci než u jedinců z velké populace (Falconer & Mackay 1996).

Existují tři stupně příbuzenské plemenitby, kde třetí stupeň, neboli vzdálená příbuzenská plemenitba má nejmenší dopad na potomstvo a nese nejmenší pravděpodobnost vzniku inbrední deprese.

1. Úzká – společný předek v první nebo druhé generaci (otec × dcera, matka × syn, sestra × bratr)
2. Blízká – společný předek ve třetí nebo čtvrté generaci (sestřenice × bratranec, strýc × neteř, teta × synovec)
3. Vzdálená – společný předek v páté nebo šesté generaci, u generací vzdálenějších již nemluvíme o inbreedingu, ale o cizorodé plemenitbě (Falconer & Mackay 1996)

3.2.1 Dopad příbuzenské plemenitby na genotyp

Při příbuzenské plemenitbě může dojít ke vzniku tzv. inbrední deprese, ta patří do neaditivní složky genotypové variance. Za její protiklad lze označit heterózní efekt. Inbrední depresi lze definovat jako snížení variability fenotypu daného znaku ve vztahu k inbreedingu. Inbrední deprese je způsobena ztrátou genetické rozmanitosti v populaci. Během inbreedingu dochází ke změně genotypových četností ve prospěch homozygotů, zatímco genové četnosti se nemění (Falconer & Mackay 1996). Příbuzenské připařování zvyšuje homozygotnost, proto je mezi inbredními jedinci menší genetická rozmanitost oproti outbredním jedincům (O'Brien & Evermann 1988). Již Mendel (1865) publikoval ve své práci snížení heterozygotity o 50 % v každé generaci hrachu v důsledku samooplození. Při samooplození dochází k nejužšímu možnému stupni příbuzenské plemenitby.

Charakteristickým znakem inbredního jedince jsou tzv. ROH (run of homozygosity) segmenty v genomu. Jedná se o homozygotní úseky tvořené identickými alelami (Howrigan et al. 2011). Jedince mající identické obě alely označujeme jako identické homozygoty neboli autozygoty. Vznik autozygotů vede ke zvyšování homozygotity v důsledku inbreedingu (Falconer & Mackay 1996). Homozygotní spojení genů nemusí být u inbredního jedince vždy identického původu, v takovém případě se jedná o allozygota. Heterozygotní genotyp je pak logicky vždy allozygotní (Howrigan et al. 2011). Pokud se v genomu nachází dlouhé ROH úseky, naznačuje to nedávno proběhnutý inbreeding. Kratší ROH sekvence napovídají naopak o historické příbuzenské plemenitbě (Browning & Browning 2015)

3.2.2 Koeficient příbuzenské plemenitby

Koeficient příbuzenské plemenitby (F_x) patří mezi základní parametry genetiky populací a určuje s jakou pravděpodobností dvě alely na jakémkoli lokusu mají identický původ. F_x se vztahuje k jednotlivci a vyjadřuje vzdálenost vztahu mezi jeho rodiči. F_x potomstva představuje míru pravděpodobnosti, že dvě gamety nesou identické geny (Falconer & Mackay 1996).

Hlavním úkolem pro identifikaci inbreedingu je určit u jedince pravděpodobnost výskytu genů identického původu. Tato pravděpodobnost bude logicky vyšší u intenzivnějšího inbreedingu.

Větší pravděpodobnost výskytu identických kopií genů budou mít potomci úzce inbredního spojení (Snustad et Simmons 2009). Intenzita inbreedingu se udává tzv. koeficientem příbuzenské plemenitby. F_X navrhl a definoval Wright již v roce 1922.

F_X nabývá hodnot 0–1. Přičemž 1 se rovná úplné homozygotnosti v rámci všech alel. Takové rozmezí je však pouze teoretické, prakticky se u zvířat na hodnotu 1 nikdy nedostaneme (Hamanová a Hruban 2010).

Vzorec koeficientu příbuzenské plemenitby dle Wrighta (1922):

$$F_X = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^{n_1+n_2+1} (1 + F_A)$$

Σ = součet za všechny společné předky

n^1 = počet generací ke společnému předkovi ze strany otce

n^2 = počet generací ke společnému předkovi ze strany matky

F_A = koeficient příbuzenské plemenitby daného předka

Dle vypočítané hodnoty lze rozdělit intenzitu příbuzenské plemenitby do čtyř skupin na:

1. Vzdálenou – $F_X < 5\%$
2. Střední – $F_X 5 - 12,5\%$
3. Úzkou – $F_X 12,6 - 25\%$
4. Pokrevní – $F_X > 25\%$

Vyšší koeficient inbreedingu představuje riziko vzniku a rozšíření genetických onemocnění v populaci (Ubbink et al. 1992).

3.2.3 Další možnosti hodnocení úrovně příbuzenské plemenitby

Existují dva způsoby měření stupně příbuzenské plemenitby. Rodokmenová analýza a molekulární genetika (Slate et al. 2004). Základním kamenem pro zjišťování úrovně inbreedingu jsou stále přístupy založené na rodokmenech. V současné době se však zvyšuje počet studií využívající genomu ke zkoumání inbreedingu, konkrétně genetických markerů, i když se většinou zaměřují na člověka nebo populace savců v zajetí (Wang 2016). Genetické markery jsou známé sekvence DNA, které mohou být jednoduše identifikovány (Pemberton 2008).

Rodokmen udává očekávané hodnoty získané na základě mnoha generací a jedinců, zatímco genetické markery poskytují skutečné hodnoty v konkrétních lokusech konkrétního jedince (Wang 2016). Z toho vyplývá, že rodokmenovou analýzou pouze odhadujeme podíl identických genů v genomu, ale pomocí genetických markerů lze identické geny přímo kvantifikovat (Wells et al. 2018). Přesnost odhadu jak u rodokmenu, tak u genetických markerů spočívá v kvalitě a množství vstupních dat. U rodokmenu záleží na úplnosti a přesnosti, u markerů na jejich počtu a umístění (Nietlisbach et al. 2017). Dříve v negenomické éře byly rodokmeny považovány za lepší pro výpočet a genetické markery se využívaly jen jako ověření

(Wang 2016). V dnešní době se však k určení stupně příbuzenské plemenitby využívá molekulární genetiky čím dál více (Lucchini et al. 2002). Možnost výpočtu F_x pomocí molekulární genetiky bez použití rodokmenů otevírá nové příležitosti výzkumu genetiky a vývoje volně žijících populací v jejich přirozeném prostředí. Přispívá tím k našemu porozumění etologie a vývoje mnoha druhů ve volné přírodě, jako například systém páření ptáků (Griffith et al. 2002). K získání markerů stačí dokonce jen vzorky odebrané neinvazivními metodami, jako je sběr srsti a trusu (Lucchini et al. 2002).

U některých znaků fitness se výsledky získané pomocí rodokmenové analýzy a genetických markerů neshodují. Například menší hmotnost v jednom roku života byla spojována s větším F_x dle rodokmenu, ale ne s koeficientem inbreedingu určeném na základě heterozygoty stanovené napříč sledovanými lokusy. Mezi těmito dvěma metodami byly pozorovány rozdíly ve spojení s inbrední depresí. Z uvedených zjištění vyplývá, že nejlepším způsobem zkoumání inbrední deprese je kombinace rodokmenové analýzy s molekulární genetikou (Wells et al. 2018).

3.2.3.1 Rodokmen

Úroveň inbreedingu se dá odhadnout za pomoci rodokmenu, kdy koeficient příbuzenské plemenitby představuje polovinu koeficientu příbuznosti mezi rodiči (Wright 1922). Odhad F_x na základě rodokmenu však představuje pouze průměrnou očekávanou hodnotu homozygoty jednotlivce, a ne skutečnou úroveň inbreedingu (Hill & Weir 2011; Keller et al. 2011).

Vztah mezi koeficientem příbuzenské plemenitby dle rodokmenu a vlastnosti fitness označujeme jako korelace inbreeding – fitness. Předpokládá se, že korelace inbreeding – fitness odráží hloubku inbrední deprese lépe, než spojení mezi fitness a heterozygotitou určenou pomocí molekulární genetiky (Ruiz-López et al. 2012).

1. Koeficient příbuzenské plemenitby (viz kapitola 3.2.2)

Výpočet F_x dle Wrighta (1992) může být u složitějších rodokmenů původcem chyb, protože musíme vždy počítat data pro každého jedince. Nelze využít koeficienty zjištěné pro předky, neboť postupujeme vždy od jednotlivce k jeho předkům. U náročnějších rodokmenů můžeme využít Malécotův (1948) původový koeficient.

2. Původový koeficient

Původový koeficient (f) podle Malécota (1948) vychází z předpokladu, že dva geny v populaci mohou být stejné svým původem nebo stejné svým stavem. Původový koeficient lze pak definovat jako pravděpodobnost, že náhodný gen od prvního jedince je identický původem s náhodným genem od druhého jedince.

Původový koeficient dle Malécota (1948) vychází z analýzy rodokmenu směrem od nejstaršího jedince k nejmladšímu narození od koeficientu inbreedingu dle Wrighta (1922), který postupuje od nejmladšího jedince k nejstaršímu. U původového

koeficientu tak není nutné pro každou novou generaci přepočítávat vždy celé rodokmeny (Malécot 1948).

Vzorec původového koeficientu dle Malécota (1948):

$$F_X = f_{xy} = 0,25(f_{AC} + f_{AD} + f_{BC} + f_{BD})$$

f – původový koeficient podle Malécota

A, B – rodiče jedince X

D, C – rodiče jedince Y

3. Index ztráty předků

Při příbuzenském připařování je v rodokmenu vždy nižší počet předků, než by mohla být maximální hodnota, pokud by byl jedinec outbreďní. U indexu nezáleží na generaci, z které pochází společný předek a nevystihuje procento předaných genů.

Vzorec pro výpočet indexu ztráty předků:

$$I_n = \frac{P_n - Q_n}{P_n}$$

n = počet generací

I_n = index ztráty předků

P_n = maximální počet předků rodokmenu ($P_n = 2(2^n - 1)$)

Q_n = skutečný počet předků rodokmenu (Snustad & Simmons 2009)

4. Koeficient příbuznosti

Koeficient příbuznosti (R_{xy}) hraje důležitou roli ve šlechtění. Využívá se například k výpočtu plemenné hodnoty a výběru zvířat do linií. Na rozdíl od koeficientu příbuzenské plemenitby nepojednává koeficient příbuznosti o tom, zda byli jedinci spáření. Jde pouze o zhodnocení rodokmenu a sledování společných předků. Při sledování rodokmenů u určování stupně příbuznosti je pozornost zaměřena především na společné předky a na vyhodnocení úrovně jejich inbreedingu. Hodnotou R_{xy} pouze kvantifikujeme míru genetické podobnosti jedince X s jedincem Y. Koeficient příbuznosti R_{xy} je tedy pouhým vyjádřením příbuzenského vztahu dvou jedinců (Wright 1922).

Vzorec koeficientu příbuznosti dle Wrighta (1922):

$$R_{xy} = \frac{\sum \left(\frac{1}{2}\right)^{n_1+n_2} (1 + F_A)}{\sqrt{(1 + F_X)(1 + F_Y)}}$$

Σ = sumace příbuznosti pro více úseků jedinců X a Y ke společným předkům
 n_1 = počet generací mezi společným předkem A a jedincem X
 n_2 = počet generací mezi společným předkem A a jedincem Y
 F_A = koeficient inbreedingu společného předka
 F_x = koeficient inbreedingu jedince X
 F_y = koeficient inbreedingu jedince Y

5. Metoda řad předků

Metoda řad předků představuje označení místa výskytu společného předka v rodokmenu. Každá generace představuje římskou číslovku. Parentální generace je označena číslem I, druhá generace II, třetí III a tak dále. Společný předek se pak označuje dvěma číslovkami, první určuje generaci, kde se nachází v rodokmenu u matky a druhá v které generaci se vyskytuje na otcově straně. Nejedná se tedy o žádný výpočet, ale pouze o způsob označení, ze kterého se dá vyčíst intenzita příbuzenské plemenitby (Snustad & Simmons 2009).

3.2.3.2 Molekulární genetika

Za použití molekulárně genetických nástrojů se dá zjistit homozygotnost genomu a tím odhadnout individuální hodnotu koeficientu inbreedingu. Takové odhady bývají přesnější než výpočty koeficientu inbreedingu pomocí rodokmenové analýzy (Coulson et al. 1998). Navíc u mnoha populací může být vedení rodokmenu nepřesné nebo neúplné, což vede k nesprávnému a zkreslenému posouzení koeficientu inbreedingu (Cassell et al. 2003). K výpočtu však nesmí být použito malé množství genetických markerů, takové výsledky by mohly být naopak méně přesné než odhady na základě rodokmenu (Coltman et al. 1998). Při zkoumání genomu nám jde hlavně o identifikaci genů identických dle původu. Identické geny lze odhadnout jako nárůst homozygotity jednotlivce oproti Hardy – Weinbergovy očekávané homozygotnosti. Určení identických genů na základě markerů je podstatně přesnější než pomocí rodokmenové analýzy (Kardos et al. 2015).

Pro genetickou analýzu je důležité získání DNA. K tomu postačí vzorky různých tkání jako například kůže, krev či srst. Analýza DNA nám umožňuje s jistotou potvrdit příbuznosti v rodokmenech, určit rodičovství nebo sourozeneckou příbuznost v populaci. Klíčové bylo objevení velké škály vysoce variabilních genetických markerů. Genetické markery jsou sekvence DNA, které známe a umíme je jednoduše identifikovat. První průlomovou metodou byl multilokusový DNA fingerprinting s minisatelity (Pemberton 2008).

Minisatelity, označované také jako HVR (hypervariable region) nebo VNTR (variable number tandem repeat), jsou úseky DNA s velikostí většinou do 20 000 párů bází. Tyto úseky jsou tvořeny opakujícími se krátkými sekvencemi o velikosti menší než 65 párů bází. Pouze identická dvojčata mají minisatelity identické. Minisatelity jsou získány pomocí multilokusového DNA fingerprintingu, což je modifikovaná analýza polymorfismu délky restričních fragmentů (RFLP). Při RFLP nejprve je DNA vlákno vyjmuta z buněk a očištěno. Poté je rozštěpeno pomocí restričních endonukleáz na přesně určených specifických místech

s konkrétní sekvencí nukleotidů. Gelovou elektroforézou jsou fragmenty rozděleny nejčastěji na agarózovém gelu. Rozdělené fragmenty jsou denaturovány a pomocí tzv. Southernova blottingu přeneseny na nylonovou membránu. Specifické úseky DNA jsou poté označeny pomocí DNA sondy. DNA sondy představují radioaktivně značené komplementární sekvence DNA k úsekům, které budou označeny. Označené úseky jsou pak detekovány pomocí autoradiografie. Nevýhodou RFLP je potřeba velkého množství kvalitní DNA (Burke 1989).

DNA fingerprinting s minisatelity byl nahrazen analýzou mikrosatelitů pomocí PCR (polymerázová řetězová reakce) (Pemberton 2008). Mikrosatelity neboli STR (short tandem repeats), představují krátké úseky DNA s opakující se sekvencí nukleotidů. Nejčastěji se jedná o opakování úseku o 2–5 párech bází. Počet repetit těchto krátkých úseků definují alelu. DNA jedince obsahuje vždy dvě kopie každého mikrosatelitu, jednu od otce, druhou od matky. U živočichů se tedy vyskytují dvě alely.

ROH (run of homozygosity)

ROH jsou segmenty DNA s nepřerušnými úseky homozygotních lokusů u jedince. Předpokládá se, že hlavním důvodem vzniku ROH je příbuzenská plemenitba. Podle podílu ROH sekvencí v celém genomu je možné určit úroveň inbreedingu (Curik et al. 2014). ROH je pravděpodobně nejlepší metodou z molekulární genetiky k určení stupně inbreedingu, a však jen za předpokladu, že budou použity velké vzorky genomů (Keller et al. 2011). Pro přesnou detekci úseků ROH je vyžadováno mapování úplných nebo téměř úplných genomů (Kardos et al. 2018). Tato metoda dokáže nejlépe detekovat recesivní mutace, a je tak ideálním nástrojem k odhalování inbrední deprese (Keller et al. 2011). Pomocí ROH sekvencí lze také přímo určit úroveň autozygosity jedince. Poskytuje tak možnost najít v genomu konkrétní geny identické dle původu (Zhang et al. 2015).

Mikrosatelity (STR)

Pomocí mikrosatelitních markerů lze sledovat alely populace a odhadnout genetickou variabilitu a míru inbreedingu (Zajc et al. 1997). Obecně se předpokládá, že mikrosatelitní markery odráží heterozygotnost genomu (Coltman et al. 1999). Přesnost výpočtu se zvyšuje se zvyšujícím se počtem použitých STR. Za použití dostatečného množství STR mohou být výsledky lepší pro zjištění inbrední deprese než rodokmen (Wang 2016).

Jednou z analýz využívající mikrosatelitní lokusy je analýza heterozygosity napříč sledovanými lokusy, tzv. multilocus heterozygosity analýza (MLH). MLH je jedním z možných postupů pro výpočet F_x . Při MLH se využívá detekce mikrosatelitů v genomu (Wells et al. 2018). Zjištění nízké heterozygosity v populaci při studiu mikrosatelitních markerů může být způsobeno zvýšeným inbreedingem v populaci (Kumar 2006). Jsou ale i další příčiny nízké heterozygosity, jako například přítomnost nulové alely, která se při PCR nedokáže namnožit kvůli mutaci v místě navázání primeru (Pemberton et al. 1995). Dále se může jednat o Wahlundův efekt, tj. přítomnost méně heterozygotů v populaci, než bylo předpokládáno na základě rozdělení populace. Nízký počet heterozygotů může být také způsoben použitím malého vzorku pro studii (Kumar 2006).

Mezi koeficientem inbreedingu založeném na rodokmenu a heterozygotitou zjištěnou na sledovaných lokusech byla však nalezena jen malá korelace. Zatímco spojení mezi výsledky rodokmenové analýzy s morfologickými znaky, tedy korelace inbreeding – fitness, je prokazatelné, tak spojení heterozygotity a fitness se zatím dostatečně neověřilo. Korelace heterozygotita – fitness se dá při dostatečném počtu markerů považovat za důkaz inbrední deprese, ale celkově je prozatím MHL označována za špatný ukazatel pro hodnotu F_x (Slate & Pemberton 2002; Slate et al. 2004).

3.2.4 Dopad příbuzenské plemenitby na fenotyp

Povědomí o inbreedingu jako o potenciálně škodlivém procesu se objevovalo již před staletími v různých náboženstvích, kulturách a společenstvech. Poprvé byl však systematicky zkoumán až v 18. století pomocí šlechtitelských experimentů na rostlinách i zvířatech (Hasselgren & Norén 2019). Základy pro objevení inbrední deprese položil v roce 1761 Kölreuter, kterému se podařilo zjistit, že inbrední rostliny byly často sterilní. Inbrední depresi zmiňuje také Knight (1799), který psal o snížené životaschopnosti u inbredních jedinců. Prvním vědcem, který systematicky zkoumal vliv inbreedingu a outbreedingu byl Darwin (1876). Darwin zdokumentoval mechanismy zabráňující samooplození u rostlin a uvedl, že by se mohlo jednat o evoluční výhodu některých druhů. Dále Darwin (1859) shromáždil důkazy o rozšíření inbrední deprese u zvířat jako kočka domácí (*Felis catus*) nebo vlk obecný (*Canis lupus*).

Existují dva typy účinku inbreedingu na populaci. První účinek představuje zvýšení uniformity v populaci, jak genotypové, tak fenotypové. Druhým je zhoršení faktorů ovlivňujících fitness, jako je plodnost, vitalita a hmotnost. Pokles fitness se dá nejlépe vysvětlit pomocí Mendelova tvrzení, že nepříznivé faktory ovlivňující fitness, jako i mutace způsobující genetická onemocnění jsou častěji spojovány s recesivními alelami. Dominantní mutace jsou v populaci snadno odhalitelné vzhledem k jejich fenotypovým projevům i u heterozygota. U recesivní mutace je heterozygot pouze přenašečem bez zjevných fenotypových projevů, proto je jeho odhalení složitější než v případě dominantní mutace. Recesivní mutace tak mají tendenci se v populaci hromadit a tím zhoršovat průměrné fitness a zdravotní stav (Wright 1922). Recesivní mutace způsobující nepříznivé fenotypové projevy jsou obsaženy v genomu populací většiny zvířat v zájmových chovech (Wright 1922). Každý jedinec může být nositelem letálního genu. U inbreedingu roste pravděpodobnost spojení letálních genů v jednom zvířeti. Letální alela se tak může fenotypově projevit (Falconer & Mackay 1996). Domácí psi představují pro svou genetickou historii organismy, na kterých se dá pozorovat tento fenotypový dopad úzké příbuzenské plemenitby. Jednotlivá plemena tvoří uzavřené populace, většinou s významnou úrovní homozygotity v důsledku umělého výběru člověkem při upevňování standardních znaků a utváření plemene (Boyko 2011; Tomoyuki et al. 2009).

U domácích psů vzrostly v posledních letech obavy o jejich genetické zdraví a jeho vztahu k úrovni inbreedingu. Tento problém se týká především plemen, kde se při utváření rasy intenzivně používalo několik málo plemenků a byl kladen velký důraz na selekci u připouštění do chovu, což mělo negativní dopad na genetické zdraví v populaci. Při snaze udržet v plemeni charakteristické fenotypové znaky sahají chovatelé často po inbreedingu a chovu v uzavřených

liniích. Takový způsob plemenitby může vést k vytvoření a rozšíření nežádoucích fenotypových znaků založených na recesivní sestavě genů. Nežádoucí fenotyp se projeví pouze u recesivního homozygota. Pokud má například intenzivně využívaný plemník heterozygotní sestavu s mutovaným recesivním genem, stává se přenašečem a nechtěný fenotyp se rychle šíří napříč celou populací. Ukazuje se, že zahrnutí DNA testování a screeningu DNA do podmínek uchovnění mělo pozitivní vliv na zdraví mnoha plemen. Významně se tím snížil výskyt genetických onemocnění. Screening a testování DNA tak působí jako preventivní opatření (Farrell et al. 2015).

Nejvýznamnějším pozorovaným negativním důsledkem inbreedingu je snížení průměrné fenotypové hodnoty u znaků spojených s reprodukcí a fyzickým zdravím. Inbreeding má tendenci snižovat kondici a znaky spojené s fitness, jako je velikost vrhu a kvalita laktace. Tyto faktory se většinou vyznačují nízkým koeficientem heritability (Falconer & Mackay 1996).

Inbrední jedinci mohou mít také větší pravděpodobnost předčasného úmrtí. U populací psa pralesního (*Speothos venaticus*) chovaných v zajetí byl prokázán vliv zvýšeného koeficientu inbreedingu jedince na pravděpodobnost jeho úmrtí. Při zvýšení F_x o 1 % má jedinec o 2 % větší pravděpodobnost předčasného úmrtí než zvíře neinbrední (Bilki et al. 2013). Dopad inbrední deprese na úmrtnost se zvyšuje s věkem zvířete až do dosažení reprodukční dospělosti (Ralls et al. 1988). Inbrední jedinci jsou též náchylnější k virovým onemocněním (Gillespie et al. 2007). Vliv inbrední deprese se zvyšuje s věkem jedince. Tento fakt je nejspíše způsoben celkovým oslabením organismu a snížením obranyschopnosti se zvyšujícím se věkem (Benton et al. 2018).

Zvýšení homozygotnosti může vést k fenotypové expresi recesivních alel, což má v některých případech až letální dopad. Z toho vyplývá, že inbrední zvířata nemají tak velký biologický potenciál jako heterozygoti. Je tedy logické, že se při přirozeném výběru upřednostňují jedinci heterozygotní (Wolc et al. 2007). I když jsou v divokých populacích upřednostňováni heterozygoti a zvířata se přirozeně inbreedingu vyhýbají, inbrední deprese se vyskytuje i v některých populacích volně žijících zvířat (Crnokrak & Roff 1999; Wolc et al. 2007).

Hladina inbreedingu má velký vliv na reprodukci a zachování druhů (Wells et al. 2018). Je tak samozřejmé, že u ochrany ohrožených druhů je vyhnutí se příbuzenské plemenitbě a s ní spojené inbrední deprese považováno za klíčový faktor (Huisman et al. 2016). Například u surikat (*Suricata suricatta*) objevili Nielsen et al. (2012) inbrední depresi v podobě menší hmotnosti mláďat v době opouštění nory, kratších zadních končetin, menšího přírůstku váhy do odstavu a zvýšené mortality mláďat. Důkazem, že příbuzenská plemenitba může pomoci k zániku celé populace je studie na vyhynulém druhu. Konkrétně u populace mamutů z ostrova Wrangel byl nalezen zvýšený výskyt ROH sekvencí v genomu. Genom mamuta sestával z 23 % pouze z ROH úseků. Autoři mají za to, že inbreeding v populaci, prokázaný pomocí homozygotních úseků genomu, mohl dopomoci k zániku populace mamutů na ostrově Wangel (Palkopoulou et al. 2015).

3.3 Vliv příbuzenské plemenitby na velikost vrhu

Inbreeding má negativní dopad na plodnost u různých druhů zvířat (Jansson & Laikre 2014). Negativní dopad byl potvrzen například u myší a ovcí (Meuwissen et al. 2005; Vostry et al. 2018). Amos et al. (2001) zkoumali dopad inbreedingu u třech dlouho žijících obratlovců, a to kulohlavce černého (*Globicephala melas*), tuleně kuželozubého (*Halichoerus grypus*) a albatrose stěhovavého (*Diomedea exulans*). I u nich byly potvrzeny negativní účinky příbuznosti rodičů na jejich reprodukční zdatnost. Dále byla prokázána snížená reprodukční úspěšnost u potomků ze spojení příbuzných rodičů. Je tak přirozené, že se jedinci v populacích volně žijících zvířat inbreedingu vyhýbají a vybírají si k reprodukci maximálně vzdálené partnery. U psa pralesního (*Speothos venaticus*) byl potvrzen, jak negativní vliv inbreedingu jedince, tak i negativní vliv inbreedingu matky na velikost vrhu (Bilki et al. 2013).

U psa domácího (*Canis familiaris*) má příbuzenská plemenitba malý, ale významný negativní dopad na velikost vrhu (Schrack et al. 2017). Psi s vyšším koeficientem inbreedingu mohou mít celkově zhoršené reprodukční schopnosti (Wildt et al. 1982). Velikost vrhu je vázaná na koeficient příbuzenské plemenitby jak samotného vrhu, tak matky. Vliv otce se prokázal jako významný jen u některých plemen, a tak není z celkového měřítka považován za podstatný pro velikost vrhu (Leroy et al. 2015). Ačkoli se vliv koeficientu inbreedingu otce nepovažuje za významný, u nizozemského plemene kooiker byl vliv inbreedingu otce na velikost vrhu prokázán, a to dokonce pozitivní. U vyšších hodnot F_x otce byl zaznamenán větší vrh štěňat. Toto zjištění je však připisováno použití malého počtu kvalitních plemeníků, kteří byli vysoce inbrední a blízce příbuzní. Nedá se však očekávat, že je to běžný jev aplikovatelný na jiná plemena (Maidigers et al. 1994). Byla prokázána zhoršená kvalita ejakulátu u inbredních samců a inbrední samci tak mohou být neplodní nebo mohou mít problémy při nakrývání samic (Wildt et al. 1982).

Největší vliv na velikost vrhu má fena. Zdá se, že čím vyšší má fena koeficient příbuzenské plemenitby, tím menší bude vrh. Předpokládá se, že negativní dopad inbreedingu na velikost vrhu je vyšší u větších plemen, která mají obecně větší vrhy oproti menším plemenům (Leroy et al. 2015).

Špatně vedený chov a spojování blízce příbuzných jedinců může snížit reprodukční zdatnost plemene, ale také velikost samotné populace. K takovému snížení dochází v důsledku zmenšení počtu štěňat ve vrzích a zkrácení délky života (Leroy et al. 2015). Hodnota koeficientu inbreedingu by tak měla být v chovu pečlivě sledována a co nejvíce minimalizována. Chov na mladých fenách a snížení inbreedingu by mohlo pozitivně přispět ke zlepšení reprodukčních schopností populace (Schrack et al. 2017).

O tom, jak velký vliv na velikost vrhu bude příbuzenská plemenitba mít, rozhoduje také jak dlouho se v populaci využívá. Byl potvrzen možný větší vliv příbuzenské plemenitby u populace, kde se inbreeding vyskytl nově a měl velmi rychlý nástup oproti populaci, kde se inbreeding vyskytoval po delší dobu a jeho nástup byl pozvolnější. Uvedená zjištění si autoři vysvětlují tím, že pokud má populace delší čas na vyrovnání se s inbreedingem, může

se efektivněji očistit od škodlivých alel. U volně žijících zvířat probíhá očistění populace od škodlivých alel hlavně pomocí přirozeného výběru. V chovech se pak o očistění od škodlivých alel stará chovatel, který má více času zvolit chovatelské postupy a pomocí selekce zabránit rozšíření letálních alel v populaci (Meuwissen et al. 2005). Například u plemene irský vlkodav se neukázal inbreeding jako významný faktor ovlivňující velikost vrhu. Tyto výsledky je pravděpodobně možné vysvětlit historií genetického vývoje plemene. Populace irských vlkodavů je poměrně malá a je u nich tedy nutné časté využívání příbuzenské plemenitby. Vzhledem ke specifické historii rasy by se však tyto výsledky neměly aplikovat na jiná plemena (Urfer 2009).

4 Metodika

4.1 Sledovaná populace

Sledovanou populací jsou jedinci plemene chodský pes chovaní v České republice. Do této populace počítáme jen čistokrevné jedince s průkazem původu. Data o sledované populaci použita v této práci jsou převzata z Klubu přátel chodského psa, z. s. Na internetových stránkách klubu (<http://www.kpchp.org/>) je vytvořena databáze chovu, v které jsou uvedeny potřebné informace pro výpočty v této práci. V databázi jsou evidováni všichni jedinci plemene chodský pes v České republice, a to od počátku chovu v roce 1985. V této práci byla využita data o jedincích plemene chodský pes v České republice od roku 1985 do roku 2019. Za dané období bylo v databázi klubu evidováno 7 120 jedinců, z toho 3 403 fen a 3 717 psů. Vrhů bylo v tomto období zapsáno 1 425. Vrhů se narodily ve 342 různých registrovaných chovatelských stanicích spadajících pod Českomoravskou kynologickou unii a zároveň do Klubu přátel chodského psa. Matky se svými štěňaty vyrůstaly v odlišném prostředí s odlišnými podmínkami dle chovatelské stanice, která vrh odchovávala. V této práci tak nemohlo být přihlíženo na vlivy vnějšího okolí.

V databázi chovu má každý evidovaný jedinec svou kartu s informacemi. V této kartě jedince je uvedeno jeho jméno, zápisní číslo (evidenční číslo přidělené po zápisu do plemenné knihy), datum narození, počet sourozenců, počet potomků, chovnost, chovatelská stanice, rodokmen o čtyřech generacích, hodnota koeficientu příbuzenské plemenitby (vypočítána ze čtyř předchozích generací) a hodnota koeficientu úbytku předků (vypočítána ze čtyř předchozích generací).

Klub neeviduje mrtvě narozená štěňata nebo štěňata uhynulá před zažádáním o přidělení zápisního čísla u Českého kynologického svazu. Není evidováno ani datum krytí, proto nebylo možné sledovat délku březosti jednotlivých matek a případné abnormality během jejich estrálního cyklu. V evidenci také není zapsáno, zda bylo krytí provedeno přirozenou formou nebo pomocí inseminace a způsob narození vrhu, zda se jednalo o přirozený porod či císařský řez. Nemohlo být tedy přihlíženo na vliv ani těchto faktorů na velikost vrhu.

4.2 Pojmy

Velikost vrhu

Velikost vrhu je pro účely této práce definována jako počet štěňat, kteří mají stejné datum narození a stejné rodiče, zapsaných do databáze chovu. Přičemž není počítáno s mrtvě narozenými štěňaty a štěňaty uhynulými před datem přiřazení zápisního čísla a jeho evidence plemennou knihou.

Pořadí vrhu

Pořadí vrhu bylo určeno dle data narození vrhu. Kdy u každé matky byly vrhy seřazeny od nejstaršího po nejmladší. Nejstarší vrh, tedy ten, který se feně narodil jako první, byl označen jako vrh 1. Vrhů následující byly pak označeny, jak šly chronologicky za sebou od 1 až do 9.

Věk matky

Věk matky byl stanoven jako věk feny v době narození štěňat. Věk matky byl vypočítán jako rozdíl mezi rokem narození feny a rokem narození jejího vrhu.

Věková kategorie matek

Pro potřeby této práce byly matky rozděleny do třech věkových kategorií. Do kategorií byly feny rozděleny dle věku v době porodu. Kategorie 1 zahrnovala matky do věku < 4 let, 2. kategorie obsahovala matky ve věku 4–5 let a do kategorie 3 spadaly matky ve věku > 5 let.

Rozdělení do tří věkových skupin bylo takto navrženo dle výsledků studie Gavrilovice et al. (2008), který ve své práci pojednával o vlivu věku matky na velikost vrhu. Dle jeho výsledků mají feny největší vrhy do čtyř let věku a u vrhů narozeným fenám starších pěti let zaznamenal rapidní pokles průměrného počtu štěňat ve vrhu.

Dlouhý inbreeding

Dlouhým inbreedingem se v této práci rozumí data vypočítaná z celého rodokmenu. Data byla získána pomocí ucelené rodokmenové analýzy. Mezi data dlouhého inbreedingu patří v této práci hodnoty FxR.

Krátký inbreeding

Krátký inbreeding pro potřeby této práce vyjadřuje data určená ze čtyř předchozích generací předků. Tato data byla převzata z databáze chovu vedené Klubem přátel chodského psa. Do krátkého inbreedingu spadají v této práci hodnoty FxD.

Fx z celého rodokmenu (FxR)

Fx z celého rodokmenu byl vypočítán za základě vytvořeného rozsáhlého rodokmenu všech jedinců chodského psa za dané období. Bylo počítáno se všemi generacemi předků. Počet předešlých generací se pohyboval v rozmezí od 3 do 14.

Fx z databáze (FxD)

Hodnota Fx z databáze byla pro každého jedince získána z internetových stránek Klubu přátel chodského psa, z.s. Klub tuto hodnotu počítal ze čtyř předchozích generací.

Fx matky

Fx matky určuje hodnotu koeficientu příbuzenské plemenitby pro matku daného vrhu.

F_x otce

Hodnota F_x otce určuje velikost koeficientu inbreedingu otce daného vrhu.

F_x vrhu

F_x vrhu je hodnota určující velikost koeficientu příbuzenské plemenitby jedince narozeného v konkrétním vrhu.

Intenzita inbreedingu

V této práci byly hodnoty inbreedingu rozděleny pro účely vytvoření grafů do pěti kategorií dle jeho intenzity. Do první kategorie patří jedinci s hodnotou F_x = 0 %, do druhé kategorie jedinci s F_x < 5 %, do třetí jedinci s hodnotou F_x 5-12,5 %, do čtvrté jedinci s hodnotou F_x 12,6-25 % a do poslední páté kategorie patří jedinci s hodnotou F_x > 25 %.

Doplňkové faktory

Za doplňkové faktory byly v této práci považovány věk matky, věkové kategorie matek a pořadí vrhu.

4.3 Analýza dat

V první části práce byla provedena rodokmenová analýza, při které bylo potřeba vytvořit rozsáhlý rodokmen sledované populace. Pro vytvoření rodokmenu bylo nutné data o všech jedincích za dané období z internetových stránek klubu přepsat do programu Microsoft Excel, aby byla v požadovaném tvaru. Byl vytvořen datový soubor, kde byly u každého jedince zapsány stěžejní informace pro sestavení rodokmenu, a to zápisní číslo, datum narození, zápisní číslo matky a zápisní číslo otce. Na základě takto vytvořeného rodokmenu byla pro každého psa stanovena hodnota Wrightova koeficientu příbuzenské plemenitby ze všech předchozích generací. Hodnota koeficientu příbuzenské plemenitby (F_{xR}) byla určena u 7 118 jedinců.

Následně bylo možné na základě informací z jednotlivých karet jedinců v databázi chovu a hodnot koeficientu příbuzenské plemenitby určených při rodokmenové analýze vytvořit ucelený datový soubor s potřebnými informacemi o vrzích štěňat evidovaných u plemene chodský pes za období v letech 1985–2019. Pro každý vrh bylo nutné zaznamenat jeho datum narození, velikost vrhu, F_{xD} vrhu, F_{xR} vrhu, chovatelskou stanici, pořadí vrhu, informace o matce (zápisní číslo, datum narození, věk, F_{xD} matky a F_{xR} matky) a informace o otci (zápisní číslo, datum narození F_{xD} otce a F_{xR} otce).

Datový soubor z programu Microsoft Excel byl dále vyhodnocován za pomoci softwaru Statistica (verze 12, Statsoft, ČZU). Použitá hladina významnosti ke statistickému zhodnocení dat byla $\alpha = 0,05$. Pro určení průměrů, směrodatných odchylek, maximálních a minimálních hodnot sledovaných veličin byly použity základní popisné statistiky. Zda mají jednotlivé faktory prokazatelný vliv na velikost vrhu bylo v programu Statistica zjišťováno pomocí obecných lineárních modelů (GLM). Statisticky významné rozdíly mezi skupinami

sledovaných parametrů byly stanoveny jednofaktorovou ANOVou a následně byly výsledky upřesněny pomocí Schéffeho testu.

Pro analýzu bylo navrženo šest testovacích modelů (tab. 1). Tři na základě krátkého čtyř generičního inbreedingu z databáze chovu a tři za základě inbreedingu přes všechny generace z celého rodokmenu. U krátkého inbreedingu byly brány v úvahu vždy hodnoty FxD matky, FxD otce, FxD vrhu a do každého ze tří modelů se přidal vždy jeden z těchto doplňkových faktorů: věk matky, věková kategorie matek nebo pořadí vrhu. U dlouhého inbreedingu se v každém modelu také počítalo buď s věkem matky, věkovou kategorií nebo pořadím vrhu a vždy se do modelu zahrnulo FxR matky, FxR otce a FxR vrhu.

Tabulka 1 - Testovací modely pro statistickou analýzu

Krátký inbreeding					
Model	Závisle proměnná	Nezávisle proměnné			
1.	velikost vrhu	FxD matky	FxD otce	FxD vrhu	věk matky
2.	velikost vrhu	FxD matky	FxD otce	FxD vrhu	věkové kategorie
3.	velikost vrhu	FxD matky	FxD otce	FxD vrhu	pořadí vrhu
Dlouhý inbreeding					
Model	Závisle proměnná	Nezávisle proměnné			
4.	velikost vrhu	FxR matky	FxR otce	FxR vrhu	věk matky
5.	velikost vrhu	FxR matky	FxR otce	FxR vrhu	věkové kategorie
6.	velikost vrhu	FxR matky	FxR otce	FxR vrhu	pořadí vrhu

5 Výsledky

5.1 Vstupní data

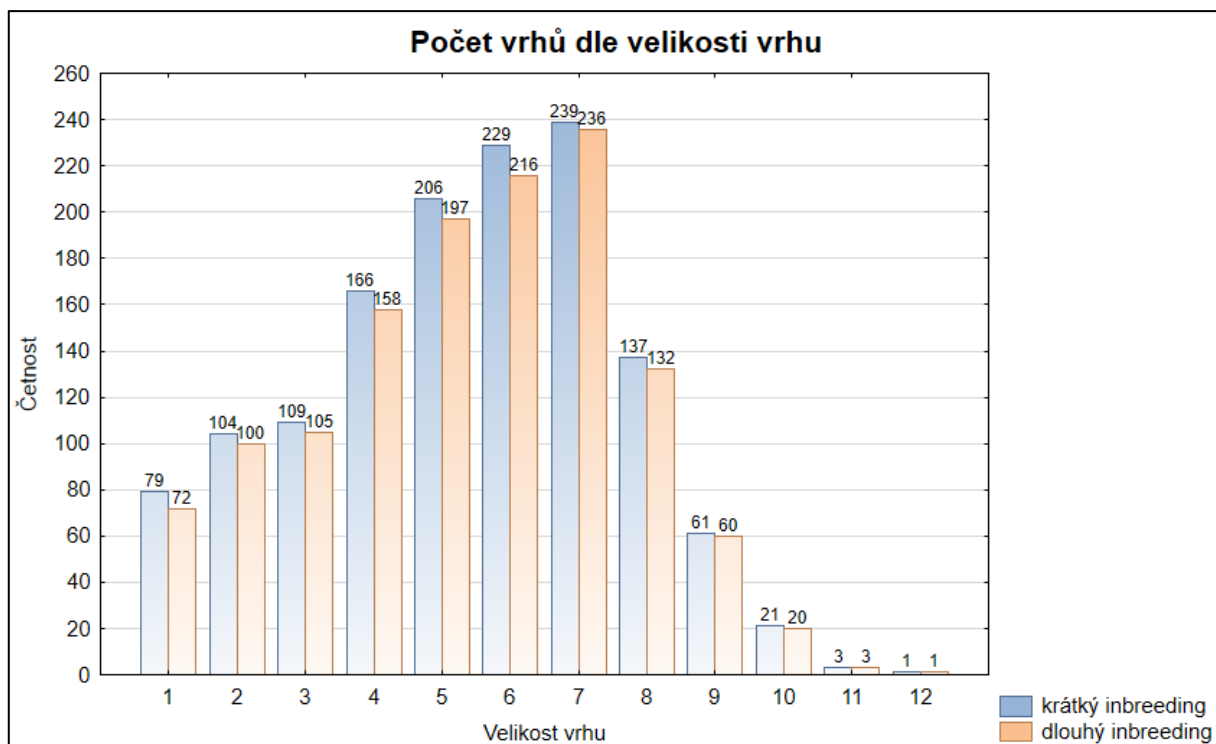
V následující tabulce (tab. 2) je přehled základních popisných statistik použitých proměnných v analýze vlivu faktorů na závisle proměnnou. Kde závisle proměnnou představuje velikost vrhu a ostatních pět faktorů jsou nezávisle proměnné. Konkrétně se jedná o FxR nebo FxD matky otce a vrhu, pořadí vrhu a věk matky. Věk matky byl v dalších částech práce rozdělen do třech kategorií a vznikl tak další faktor věková kategorie matek. Do věkových kategorií byly feny rozřazeny dle tvrzení Gavrilovice et al. (2008), který uvádí, že feny mají největší vrhy do čtyř let věku, a naopak po dosažení pátého roku velikost jejich vrhů rapidně klesá.

Tabulka je rozdělena na dvě části, kde jednu část představují data k dlouhému inbreedingu a v druhé části jsou data spojená s krátkým inbreedingem. Toto rozdělení je z důvodu, že ne u všech 1 355 vrhů použitým u analýzy s krátkým inbreedingem byly vypočítány v rodokmenové analýze hodnoty FxD ať už matky, otce nebo vrhu potřebné do výpočtů s dlouhým inbreedingem. Do analýzy dlouhého inbreedingu tak byla použita data o 1 300 vrzích, u kterých byly zjištěny všechny potřebné informace k výpočtu.

Tabulka 2 – Základní statistické charakteristiky

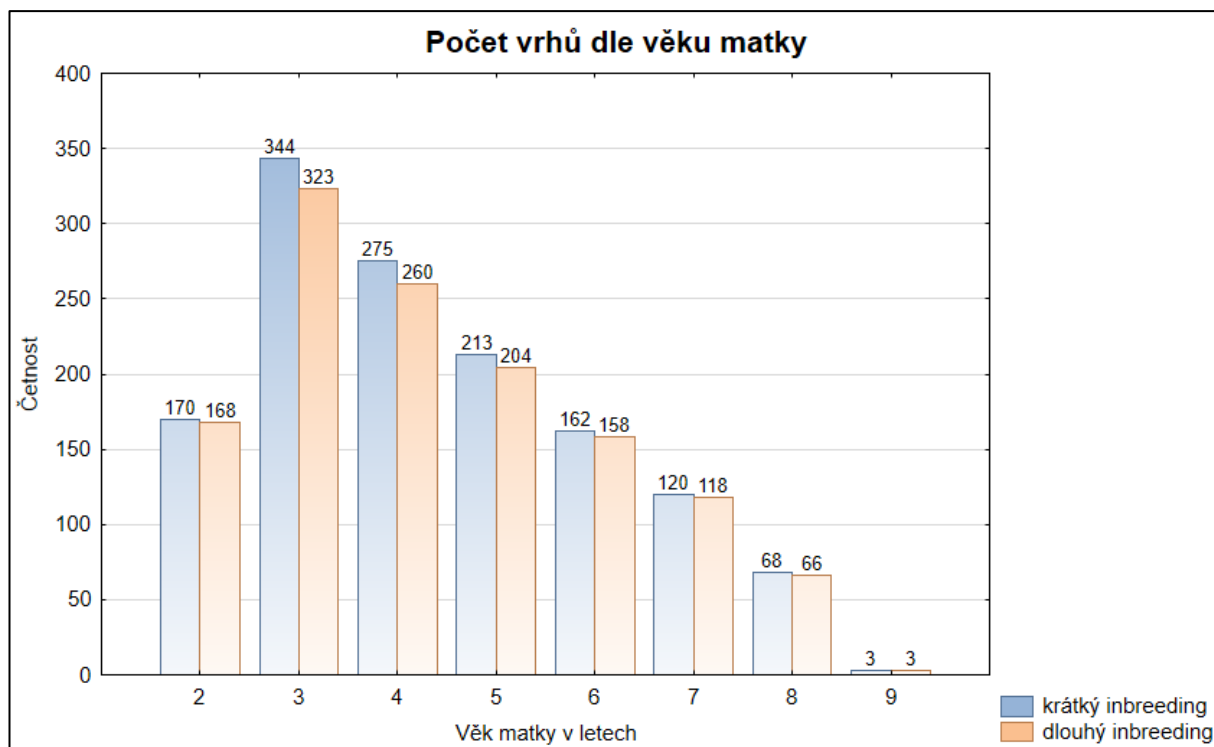
N = 1 355	Krátký inbreeding			
	Minimum	Maximum	Průměr	Sm.odch.
Velikost vrhu	1	12,0000	5,3542	2,2258
Věk matky	2	9,0000	4,3690	1,7066
Pořadí vrhu	1	9,0000	2,2000	1,4233
FxR matky	0	0,2500	0,0756	0,0601
FxR otce	0	0,2500	0,0817	0,0622
FxR vrhu	0	0,2500	0,0551	0,0540
N = 1 300	Dlouhý inbreeding			
	Minimum	Maximum	Průměr	Sm.odch.
Velikost vrhu	1	12,0000	5,3792	2,2210
Věk matky	2	9,0000	4,3800	1,7185
Pořadí vrhu	1	9,0000	2,2131	1,4331
FxD matky	0	0,3333	0,2193	0,0637
FxD otce	0	0,3413	0,2167	0,0685
FxD vrhu	0	0,3511	0,2350	0,0503

Do regresní analýzy dlouhého inbreedingu, založeném na hodnotách koeficientu Fx vypočítaných ze všech generací předků, bylo zahrnuto 1 300 vrhů štěnat plemene chodský pes. Celková suma štěnat ze všech vrhů činila 6 993. Vrhly byly od 555 různých matek a od 290 různých otců. Analýza krátkého inbreedingu zahrnovala 1 355 vrhů s celkovým počtem štěnat 7 255. Vrhly se narodily 580 matkám a 278 otcům. Velikost vrhu byla v rozmezí od 1 do 12 štěnat. Přičemž nejčastěji bylo ve vrhu 7 štěnat a pouze jediný vrh dosahoval nejvyššího počtu dvanácti štěnat (graf 1).



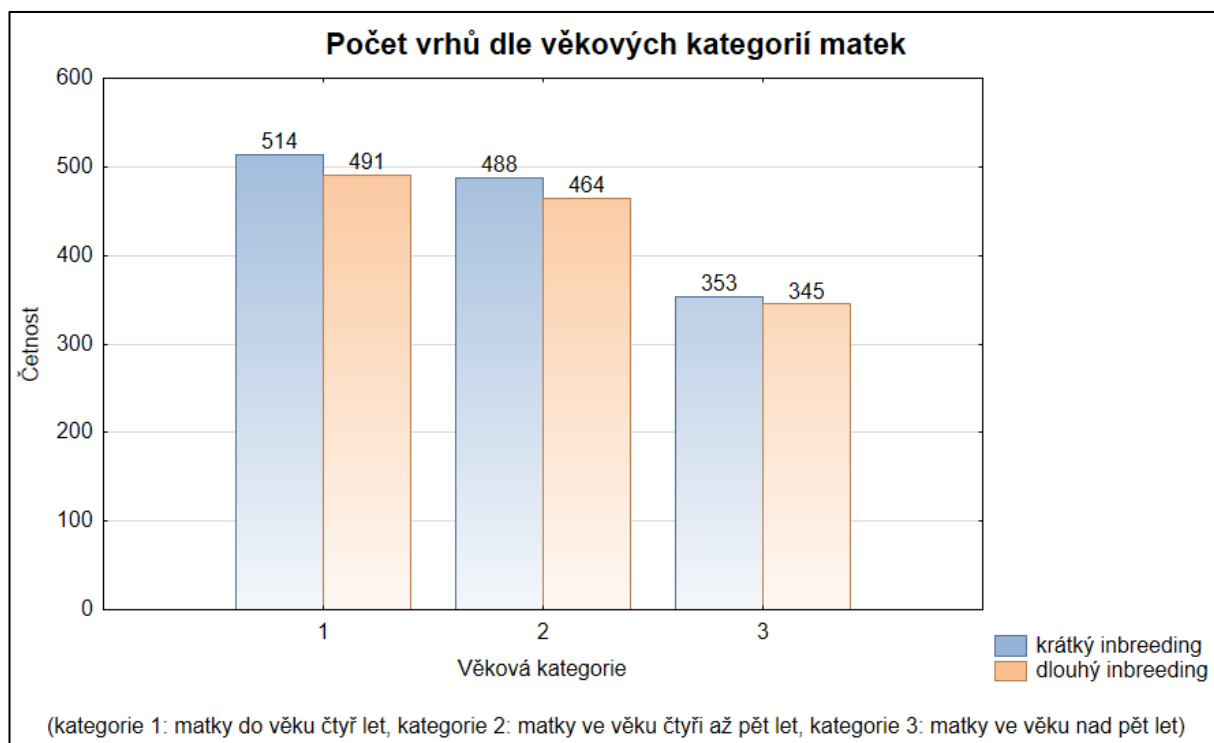
Graf 1 - Histogram počtu vrhů dle velikosti vrhu

Věk matky se pohyboval mezi dvěma až devíti lety. Nejvíce vrhů měly feny ve věku tří let, do této věkové skupiny spadá 323 vrhů u dlouhého inbreedingu a 344 vrhů u krátkého inbreedingu. Naopak nejméně vrhů měly feny v devíti letech (graf 2), což je pochopitelné vzhledem k nutnosti speciálního povolení od klubu a ČMKU pro nakrytí feny ve věku starším jak osm let (KPCHP 2019). Na grafu je dále viditelné dle počtu vrhů u matek ve věku dvou let, že chovatelé většinou nezapouští feny hned po dosažení chovného věku, ale čekají až do věku vyššího.



Graf 2 - Histogram počtu vrhů dle věku matky

Po rozdělení matek do tří věkových kategorií byl zjištěn největší počet vrhů u fen ve věku menším jak čtyři roky. Zároveň lze pozorovat, že po pátém roce klesá tendence chovatelů k zapouštění fen, a s tím klesá i počet vrhů v této věkové kategorii (graf 3).

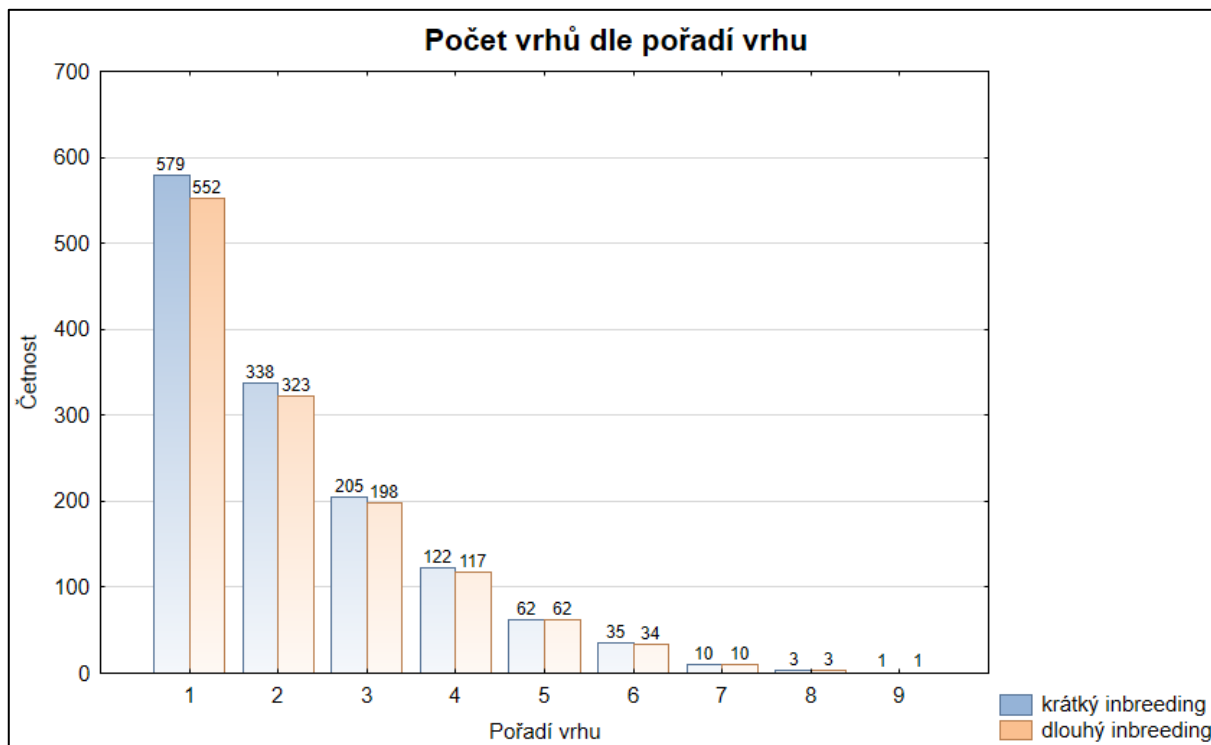


Graf 3 - histogram počtu vrhů dle věkových kategorií matek

Feny ve sledované populaci měly od jednoho do devíti vrhů. Na grafu 4 je zřetelný pokles počtu vrhů v závislosti na vzrůstající hodnotě pořadí vrhu. Nejpočetnější skupinu tvoří matky

s jedním vrhem a nejvyššího počtu devíti vrhů dosáhla jen jediná fena. Tento fakt může být zapříčiněn i tím, že spousta chovatelských stanic za svou existenci odchovává jen jediný vrh a dále se chovu nevěnují. Naopak málo který chovatel zapouští fenu v takové intenzitě, aby za svůj chovný věk dosáhla na devět vrhů štěňat.

Vzhledem ke klubovému omezení intenzity chovu a chovného věku feny, kdy se na feně smí odchovávat vrhy jen ve věku od dvou do osmi let a každá fena smí mít pouze jeden vrh za kalendářní rok, musel chovatel matky s devíti vrhy mít pravděpodobně udělenou výjimku k zapouštění feny starší osmi let (ČMKU 2020; KPCHP 2019).



Graf 4 - Histogram počtu vrhů dle pořadí vrhu

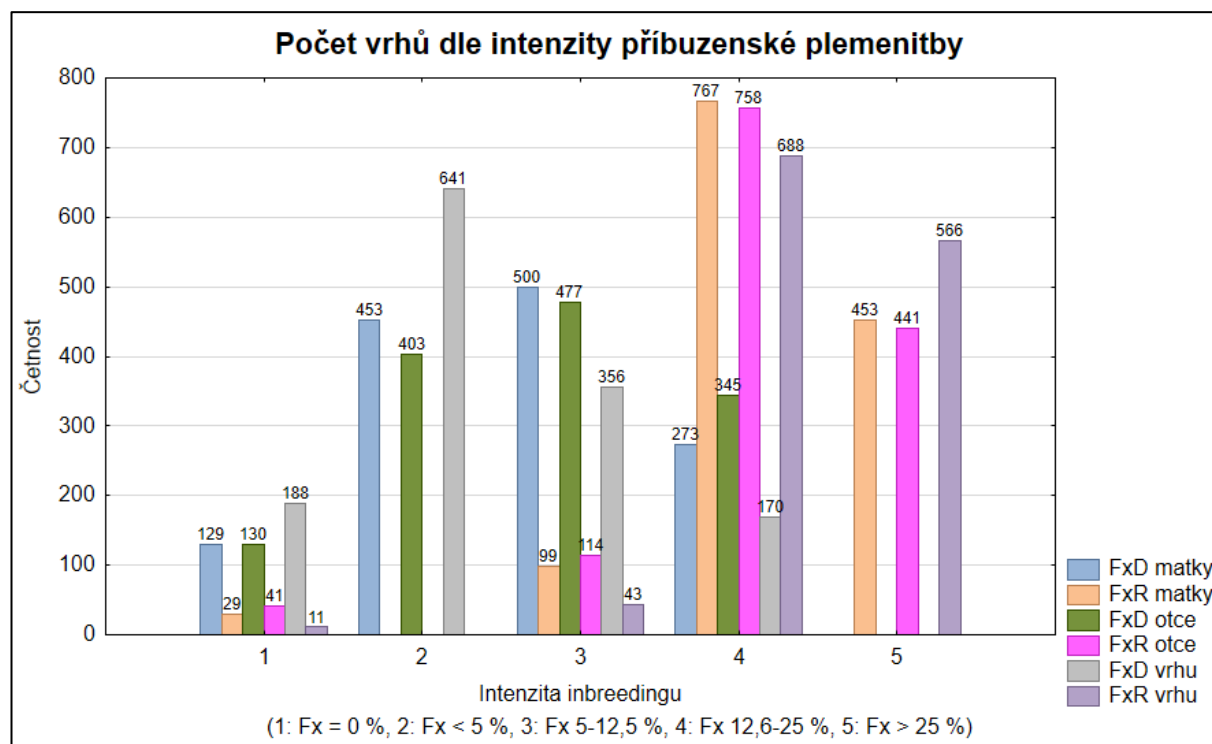
Následující histogram (graf 5) zobrazuje rozdíly v počtu vrhů dle intenzity inbreedingu. Intenzita inbreedingu byla rozdělena do pěti skupin podle velikosti hodnoty F_x . Do první skupiny spadají jedinci neinbrední, do druhé jedinci vzdáleně inbrední, do třetí kategorie jedinci středně inbrední, do čtvrté kategorie jedinci, kteří jsou úzce inbrední a do páté poslední skupiny patří jedinci, u kterých může být intenzita příbuzenské plemenitby označena za pokrevní.

Do páté kategorie intenzity spadají jen hodnoty F_{xR} vypočítané přes všechny předky, protože hodnoty F_{xD} vypočítané jen ze čtyř generací nedosahovaly nikdy vyššího jak 25% inbreedingu. Naopak hodnoty F_{xR} se nevyskytují v druhé kategorii intenzity do 5 % inbreedingu. F_{xR} nabýval buď nulové hodnoty a jedinci tak byli neinbrední anebo hodnoty vyšší jak 5 % a spadaly tak do kategorie středně inbredních jedinců.

Na grafu je zjevné, že dle krátkého čtyřgeneračního inbreedingu připadne většina vrhů do druhé nebo třetí kategorie a nedosahují tak vyšší jak 12,5% příbuzenské plemenitby. Zatímco dle dlouhého inbreedingu přes celý rodokmen a výpočtu koeficientu příbuzenské plemenitby

přes všechny předky patří většina vrhů do čtvrté a páté skupiny. Vrhů dlouhého inbreedingu mají inbreeding větší jak 12,5 %.

Podle hodnot FxR je většina jedinců ze sledované populace buď úzce nebo pokrevně inbrední. Tento fakt je možné vysvětlit počítáním s více generacemi u dlouhého inbreedingu. Můžeme předpokládat, že při práci s celým rodokmenem a všemi předchozími generacemi předků narazíme při výpočtu na větší počet stejných předků než u výpočtů pouze přes čtyři generace.



Graf 5 - Histogram počtu vrhů dle intenzity příbuzenské plemenitby

5.2 Krátký čtyřgenerační inbreeding

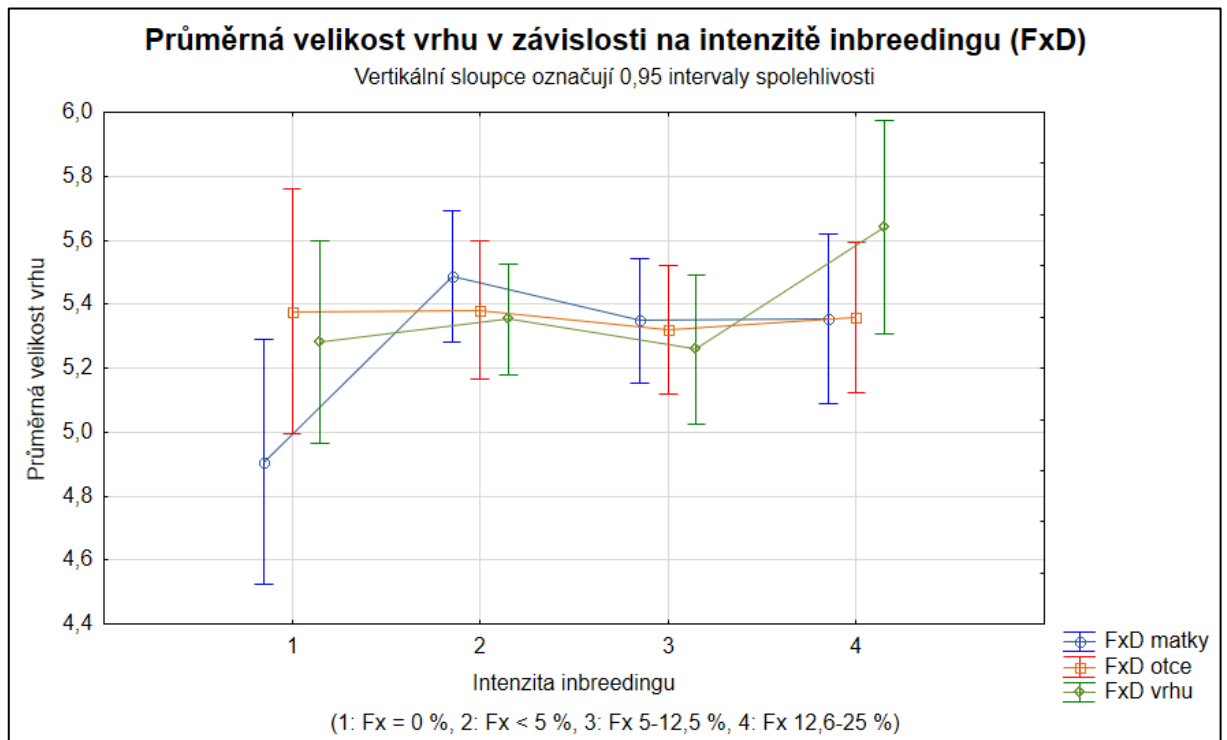
V této kapitole jsou uvedeny výsledky vytvořených testovacích modelů, obsahující hodnoty koeficientu příbuzenské plemenitby vypočítané ze čtyř předchozích generací, zkoumaných metodou obecných lineárních modelů. Do výpočtu bylo zahrnuto 1 355 vrhů s celkovým počtem 7 255 štěňat. Byly vytvořeny tři testovací modely s krátkým inbreedingem. Všechny modely mají za závisle proměnnou velikost vrhu a za nezávisle proměnné faktory FxD matky, FxD otce a FxD vrhu. Do každého modelu byl pak zařazen jeden z doplňkových faktorů. V prvním byl přidán faktor věku matky, v druhém faktor věkových kategorií matek a ve třetím bylo doplňkovým faktorem pořadí vrhu.

Graf 6 zobrazuje spojnice pro hodnoty FxD matky, FxD otce a FxD vrhu. Osa X představuje nezávisle proměnnou, kterou je intenzita inbreedingu. Intenzita inbreedingu byla hodnocena pomocí 5 kategorií, přičemž do páté kategorie pokrevní příbuzenské plemenitby nespadal žádný jedinec v rámci krátkého inbreedingu. Osa Y znázorňuje závisle proměnnou velikost vrhu. Body ve spojnicích byly vytvořeny vypočítáním průměrné velikosti vrhu v jednotlivých

kategoriích. Do kategorií byly hodnoty FxD každého jedince rozřazeny podle velikosti koeficientu příbuzenské plemenitby.

Na grafu nejsou viditelné žádné pravidelné tendence u spojnic FxD matky, FxD otce, ani u FxD vrhu. Je tedy možné předpokládat, že intenzita krátkého čtyřgeneračního inbreedingu matky, otce i vrhu má buď jen malý vliv nebo vliv žádný na velikost vrhu u chodského psa.

Závěry vypočítané z tohoto grafu potvrzují i následující výsledky analýzy vlivu těchto faktorů na velikost vrhu pomocí obecného lineárního modelu popsané v tabulce 3.



Graf 6 - Průměrná velikost vrhu v závislosti na intenzitě krátkého čtyřgeneračního inbreedingu

Z výsledků obecných lineárních modelů pro testovací modely s krátkým inbreedingem je jasné, že koeficient inbreedingu (FxD) má jen minimální vliv, a to pouze v modelu s doplňkovým faktorem pořadí vrhu, kde se projevuje malý efekt faktoru FxD vrhu na výsledný počet štěňat ve vrhu. V tomto modelu dosahuje hodnota p faktoru FxD vrhu 0,031392.

Z výsledků v tabulce 3 dále vyplývá, že vliv mají doplňkové faktory, a to pořadí vrhu s $p = 0,001283$, věk matky s p hodnotou $< 0,000001$ a s tím související i věkové kategorie matek, pro které bylo $p = 0,000001$. Dle parciálního éta – kvadrátu mají všechny doplňkové faktory pouze malý efekt na velikost vrhu.

Hodnota p nepřevyšuje hladinu významnosti u faktorů věk matky, věkové kategorie matek, pořadí vrhu a FxD vrhu, ale pouze v posledním modelu s doplňkovým faktorem pořadí vrhu. U těchto faktorů je tedy potvrzen statisticky významný vliv na velikost vrhu. Ostatní faktory, u kterých hodnota p převyšuje hladinu významnosti $\alpha = 0,05$, se nedají považovat za významné a jejich vliv na velikost vrhu tak nemůže být brán v potaz.

Tabulka 3 - Výsledky obecných lineárních modelů pro krátký inbreeding

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti, velik. efektů a síly pro Velikost vrhu Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy					
	SČ	PČ	F	p	Parciál. éta-kvadr.	Pozor. síla (alfa=0,05)
1. Model s doplňkovým faktorem věk feny						
Abs. člen	5308,938	5308,938	1097,709	0,000000	0,448464	1,000000
FxD matky	8,022	8,022	1,659	0,197993	0,001227	0,251071
FxD otce	0,318	0,318	0,066	0,797578	0,000049	0,057562
FxD vrhu	13,615	13,615	2,815	0,093615	0,002081	0,388595
Věk matky	157,559	157,559	32,578	0,000000	0,023563	0,999909
Chyba	6529,110	4,836				1,000000
2. Model s doplňkovým faktorem věkové kategorie matek						
Abs. člen	11807,74	11807,74	2432,503	0,000000	0,643264	1,000000
FxD matky	8,18	8,18	1,684	0,194569	0,001247	0,254208
FxD otce	0,12	0,12	0,025	0,873153	0,000019	0,052922
FxD vrhu	14,22	14,22	2,930	0,087175	0,002167	0,401629
Věk.kategorie	138,42	69,21	14,258	0,000001	0,020701	0,998749
Chyba	6548,25	4,85				
3. Model s doplňkovým faktorem pořadí vrhu						
Abs. člen	1022,160	1022,160	209,2231	0,000000	0,134789	1,000000
FxD matky	10,577	10,577	2,1649	0,141423	0,001609	0,312496
FxD otce	0,058	0,058	0,0120	0,912903	0,000009	0,051370
FxD vrhu	22,674	22,674	4,6411	0,031392	0,003444	0,576468
Pořadí vrhu	125,443	15,680	3,2096	0,001283	0,018760	0,971573
Chyba	6561,226	4,885				

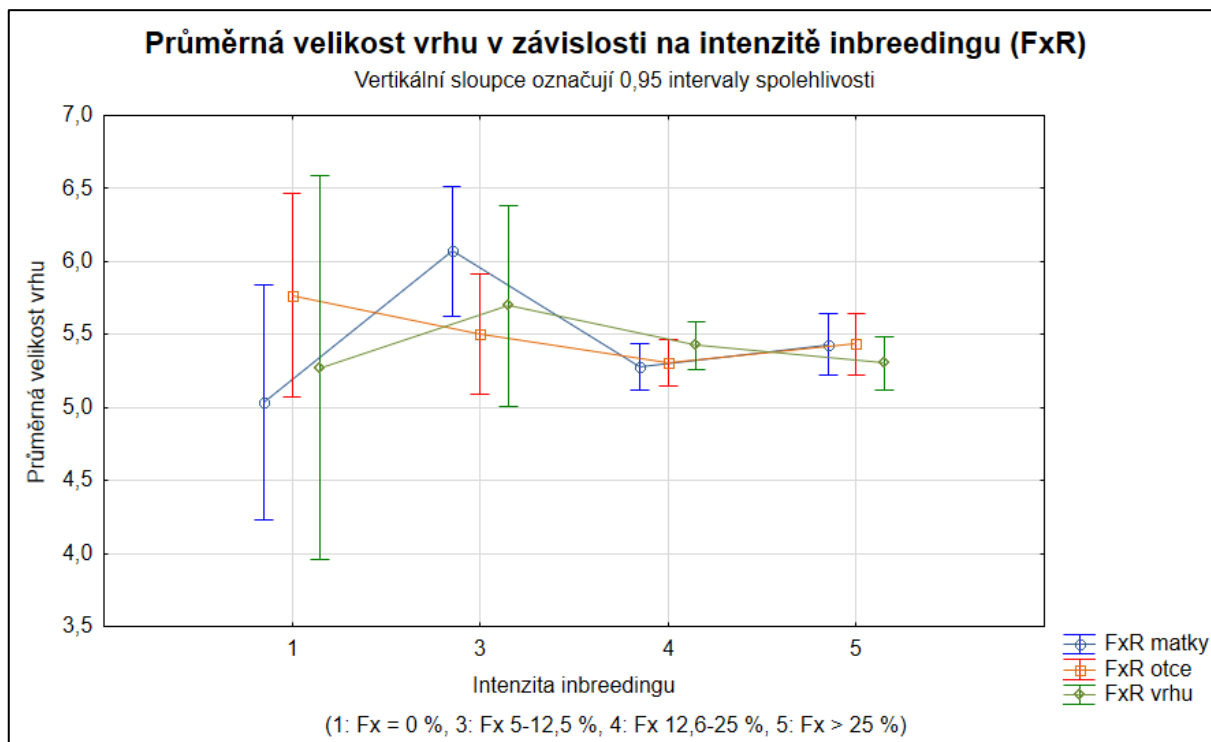
5.3 Dlouhý ucelený inbreeding

V kapitole dlouhého inbreedingu jsou uvedeny výsledky testovacích modelů provedené pomocí výpočtu obecných lineárních modelů. Pro dlouhý inbreeding byly stejně jako u inbreedingu krátkého vytvořeny tři modely. U každého modelu představovala závisle proměnnou velikost vrhu, nezávisle proměnnými byly v každém modelu koeficienty příbuzenské plemenitby vypočítané v rámci rodokmenové analýzy se zahrnutím všech předků. Hodnoty Fx byly v modelech zahrnuty ve třech podobách, a to jako FxR matky, FxR otce a FxR vrhu. Do jednotlivých modelů byla přidána čtvrtá nezávisle proměnná v podobě jednoho z doplňkových faktorů. K doplňkovým faktorům patřil věk matky, věkové kategorie matek a pořadí vrhu. Do analýzy vstupovala data o 1 300 vrzích s celkovým počtem štěňat 6 993.

U dlouhého inbreedingu byl také vytvořen spojnicový graf, kde jsou na ose X uvedeny jednotlivé kategorie intenzity příbuzenské plemenitby, jakožto nezávisle proměnná. Na ose Y je znázorněna závisle proměnná, kterou představuje průměrná velikost vrhu. Pro každou kategorii intenzity inbreedingu byl vypočítán průměrný počet štěňat ve vrhu. Z bodů

znázorňujících jednotlivé průměry velikosti vrhu byly vytvořeny tři spojnice, kde každá představuje jeden z faktorů FxR, buď FxR matky, FxR otce nebo FxR vrhu.

Stejně jako u krátkého inbreedingu není ani u dlouhého inbreedingu u žádného z faktorů FxR viditelný pravidelný trend, ať už klesající nebo rostoucí (graf 7). Není tak z grafu patrné, zda má intenzita dlouhého inbreedingu přímý vliv na počet štěňat ve vrhu. Dá se však předpokládat, že vliv intenzity dlouhého inbreedingu bude nepatrný nebo žádný.



Graf 7 - Průměrná velikost vrhu v závislosti na dlouhém inbreedingu před celý rodokmen

Výsledky z analýzy modelů pomocí obecných lineárních modelů viditelné v tabulce 4 potvrzují předpoklad vytvořený na základě grafu 7. Tedy, že ani při počítání s hodnotami koeficientu inbreedingu vypočítaných přes celý rodokmen, nemají hodnoty Fx statisticky významný vliv na závisle proměnnou velikost vrhu. Hodnoty p faktorů FxR ve všech modelech převyšovaly určenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$. U modelu s doplňkovým faktorem věk matky nabývaly p hodnoty následujících hodnot: pro FxR matky bylo $p = 0,072156$, pro FxR otce se $p = 0,116285$ a pro FxR vrhu vyšla hodnota $p = 0,190342$. U modelu s doplňkovým faktorem věková kategorie se p hodnota u FxR matky vypočítala na $p = 0,095737$, pro FxR otce byla $p = 0,115530$ a u FxR vrhu se hodnota $p = 0,184352$. U modelu s doplňkovým faktorem pořadí vrhu byly zaznamenány hodnoty FxR matky $p = 0,080394$, FxR otce $p = 0,226367$ a FxR vrhu se p rovnalo hodnotě $0,171747$.

Významný vliv mají opět pouze doplňkové faktory, a to věk matky s hodnotou $p = 0,000003$, věkové kategorie matky, u které bylo $p < 0,000001$ a pořadí vrhu s $p = 0,001166$. Efekt doplňkových faktorů na velikost vrhu je podle hodnot jednotlivých éta-kvadrátů slabý.

Tabulka 4 - Výsledky obecných lineárních modelů pro dlouhý inbreeding

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti, velik. efektů a síly pro Velikost vrhu Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy					
	SČ	PČ	F	p	Parciál. éta-kvadr.	Pozor. síla (alfa=0,05)
4. Model s doplňkovým faktorem věk matky						
Abs. člen	1299,143	1299,143	270,6288	0,000000	0,173521	1,000000
FxR matky	15,547	15,547	3,2386	0,072156	0,002506	0,435859
FxR otce	11,857	11,857	2,4700	0,116285	0,001913	0,348654
FxR vrhu	8,241	8,241	1,7168	0,190342	0,001330	0,258165
Věk matky	184,701	26,386	5,4965	0,000003	0,028984	0,998884
Chyba	6187,793	4,800				
5. Model s doplňkovým faktorem věkové kategorie matek						
Abs. člen	1742,887	1742,887	362,4053	0,000000	0,218790	1,000000
FxR matky	13,366	13,366	2,7792	0,095737	0,002143	0,384484
FxR otce	11,928	11,928	2,4802	0,115530	0,001913	0,349857
FxR vrhu	8,484	8,484	1,7641	0,184352	0,001361	0,263949
Věk.kategorie	149,363	74,682	15,5289	0,000000	0,023439	0,999428
Chyba	6223,131	4,809				
6. Model s doplňkovým faktorem pořadí vrhu						
Abs. člen	841,169	841,1687	173,4390	0,000000	0,118677	1,000000
FxR matky	14,849	14,8492	3,0617	0,080394	0,002371	0,416358
FxR otce	7,105	7,1049	1,4649	0,226367	0,001136	0,227235
FxR vrhu	9,068	9,0680	1,8697	0,171747	0,001450	0,276826
Pořadí vrhu	125,772	15,7215	3,2416	0,001166	0,019737	0,973006
Chyba	6246,722	4,8499				

5.4 Doplnkové výpočty

Pro faktory, které měly prokazatelný vliv na velikost vrhu ve všech modelech byla dále vypočítána jednofaktorová ANOVA a Schéffeho test, aby se zjistil případný statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými skupinami daného parametru. Schéffeho test byl proveden pro analýzu vlivu věku matky, vlivu věkových kategorií matek a vlivu pořadí vrhu.

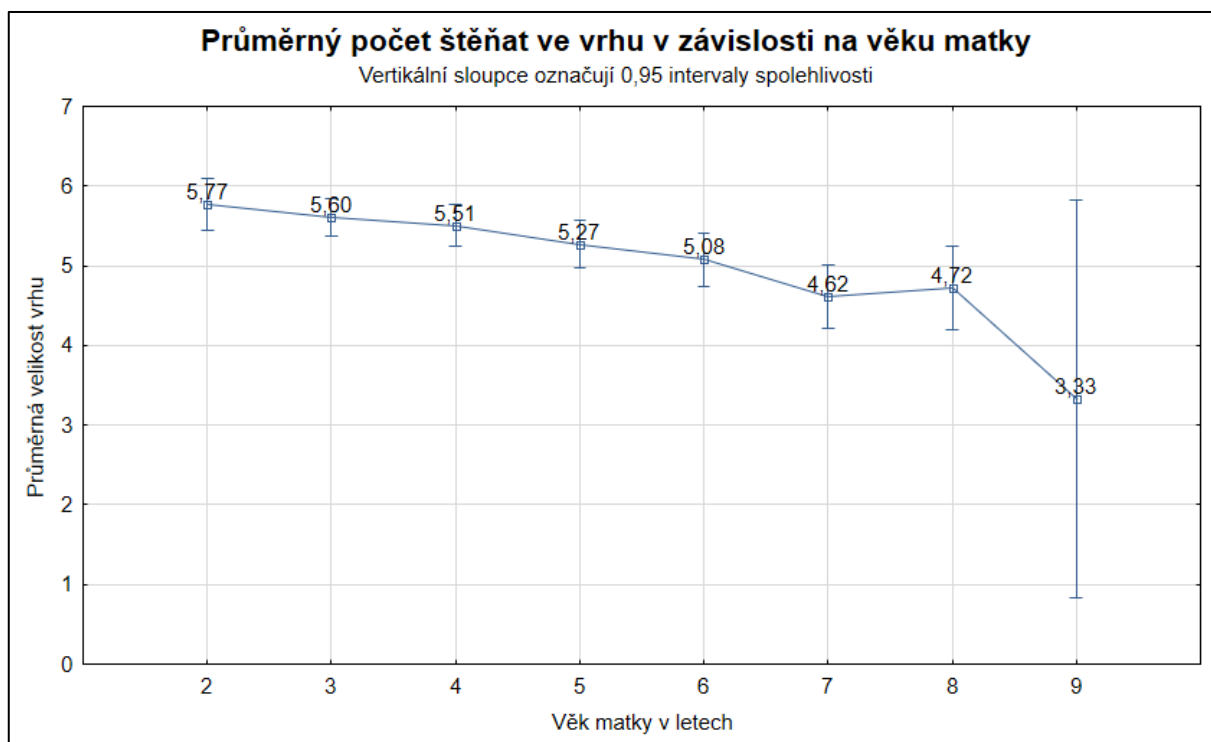
5.4.1 Věk matky v jednotlivých letech

V následující tabulce jsou vypsané popisné statistiky dle jednotlivých let věku matky. Pozorovaných vrhů bylo celkem 1 355 s celkovým počtem štěňat 7 255. Vrhů bylo od 580 různých matek. Nejvíce vrhů měly matky ve věku tří let, a to 344. V těchto 344 vrzích se narodilo celkem 1 932 štěňat. Nejméně vrhů měly fenky ve věku devíti let s celkovým počtem 10 štěňat rozdělených do třech vrhů. Malý počet vrhů v devíti letech fenky je zapříčiněn hlavně legislativou chovu, která dovoluje zapouštět fenky pouze do věku osmi let. Pro nakrytí fenky ve věku devíti let je potřeba speciální povolení od Českomoravské kynologické unie.

Tabulka 5 - Souhrn informací o vrzích dle věku matky

Věk matky v letech	Celkový počet štěňat	Počet vrhů	Průměrná velikost vrhu	Maximální velikost vrhu	Směrodatná odchylka
2	981	170	5,7706	11	2,1649
3	1 932	344	5,6163	12	2,2021
4	1 515	275	5,5091	10	2,1922
5	1 123	213	5,2723	10	2,2925
6	823	162	5,0802	10	2,1554
7	554	120	4,6167	10	2,1623
8	321	68	4,7206	10	2,1149
9	10	3	3,3333	7	3,2146

Na grafu 8 je viditelný snižující se trend průměrné velikosti vrhu se zvyšujícím se věkem matky. Věk matky se pohyboval mezi dvěma a devíti lety, přičemž největší průměrné velikosti vrhu dosahují feny ve věku dvou let, kdy mají v průměru 5,77 štěňate na vrh. Naopak nejmenší průměrné velikosti vrhu dosahovaly matky v devíti letech věku, a to 3,33 štěňat na vrh. Graf tak potvrzuje předchozí výsledky a je na něm jasně viditelný fakt, že věk matky má přímý vliv na velikost vrhu.



Graf 8 - Průměrná velikost vrhu v závislosti na věku matky v letech

Dle výsledků jednofaktorové ANOVy a hodnoty p při ní vypočítané, která byla $p = 0,000008$, je zřejmé, že věk feny má významný vliv na počet štěňat ve vrhu.

Po provedení post-hot testu, konkrétně Schéffeho testu bylo zjištěno, že jsou signifikantní rozdíly mezi některými věkovými skupinami fen. Významný rozdíl byl mezi dvěma a šesti lety

věku matky. Dále byl statisticky významný rozdíl mezi třetím a šestým rokem věku matky (tab. 6). Vzhledem k tomu, že ve dvou a třech letech dosahovaly fený v průměru nejpočetnějších vrhů je tento rozdíl pochopitelný. V šesti letech věku dosahovaly fený průměrně nižší velikosti vrhu než ve věku dvou nebo tří let. V nadcházejících letech měly v průměru fený vrhy ještě menší a měly jich i méně. A proto nebyl pozorován dostatek případů u fen starších šesti let, aby mohly být zaznamenány statisticky významné rozdíly s jinými věkovými skupinami při Schéffeho testu (tab. 6).

Tabulka 6 - Výsledky Schéffeho testu vlivu věku matky na velikost vrhu

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Velikost vrhu Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 4,8492, sv = 1347,0								
	Věk fený	{1} 5,7706	{2} 5,6047	{3} 5,5091	{4} 5,2723	{5} 5,0802	{6} 4,6167	{7} 4,7206	{8} 3,3333
1	2		0,998710	0,982880	0,679348	0,320168	0,007542	0,137819	0,823107
2	3	0,998710		0,999913	0,885127	0,511696	0,012794	0,242978	0,869220
3	4	0,982880	0,999913		0,985884	0,794861	0,057235	0,430451	0,894157
4	5	0,679348	0,885127	0,985884		0,998328	0,450050	0,862190	0,941667
5	6	0,320168	0,511696	0,794861	0,998328		0,879652	0,988983	0,967389
6	7	0,007542	0,012794	0,057235	0,450050	0,879652		0,999998	0,994901
7	8	0,137819	0,242978	0,430451	0,862190	0,988983	0,999998		0,992203
8	9	0,823107	0,869220	0,894157	0,941667	0,967389	0,994901	0,992203	

5.4.2 Věk matky ve věkových kategoriích

V tabulce 7 jsou znázorněny popisné statistiky pro jednotlivé věkové kategorie fen. Fený byly rozřazeny do třech věkových kategorií. Celkem byly takto rozřazeny matky od 1 355 vrhů, které pocházely od 580 různých fen. V první kategorii do čtyř let bylo 514 matek. V druhé kategorii mezi čtvrtým a pátým rokem věku bylo 488 fen a v poslední kategorii nad pět let bylo fen 353. Nejvíce vrhů i celkově nejvyšší počet štěňat měly matky do věku čtyř let. V této skupině měly fený průměrně i největší vrhy.

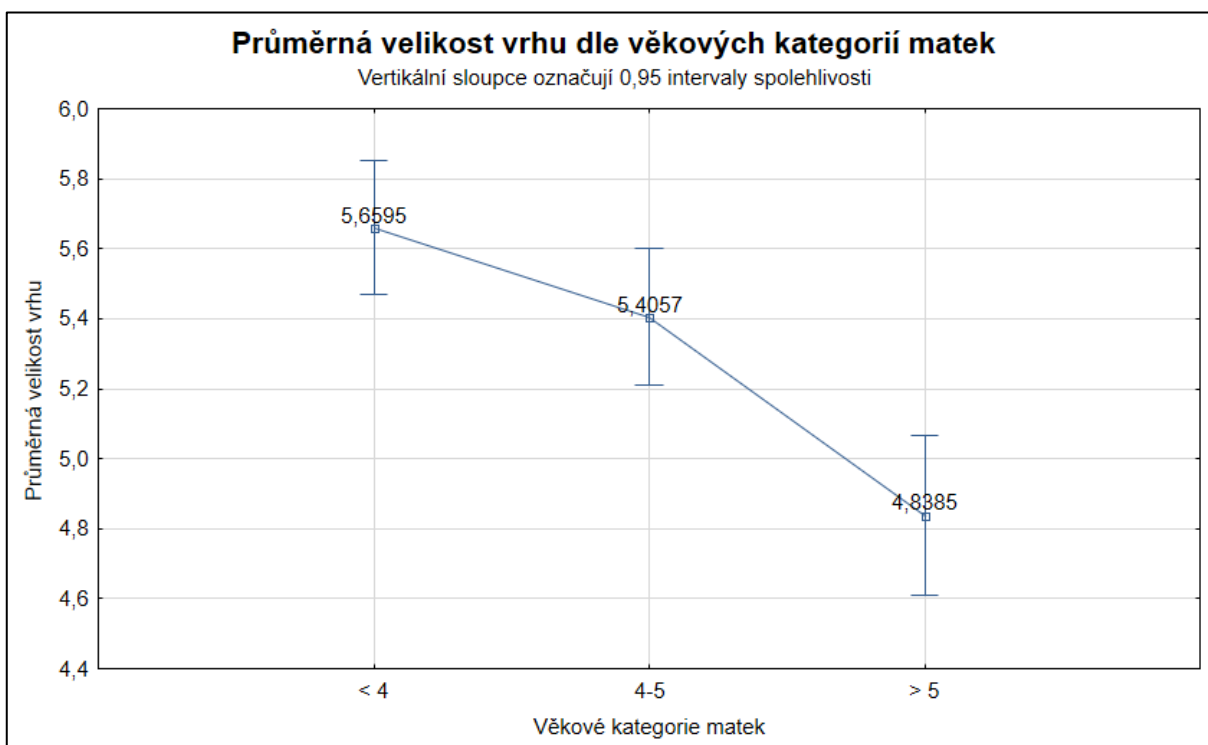
Tabulka 7 - Souhrn informací o vrzích dle věkových kategorií matek

Věková kategorie	Celkový počet štěňat	Počet vrhů	Průměrná velikost vrhu	Maximální velikost vrhu	Směrodatná odchylka
< 4	2 909	514	5,6595	12	2,1984
4-5	2 638	488	5,4057	10	2,2373
> 5	1 708	353	4,8385	10	2,1636

Na grafu 9 je znázorněna průměrná velikost vrhu v závislosti na věkové kategorii matek. Kde jsou na ose X vyvedeny jako nezávisle proměnné jednotlivé věkové kategorie matek a na ose Y je průměrná velikost vrhu, která zde představuje závisle proměnnou.

Na grafu je patrná klesající tendence, kdy ve věkové kategorii do čtyř let mají feny průměrně největší vrhy s průměrným počtem 5,66 štěňaty na vrh. Naopak feny po pátém roku života mají vrhy v průměru menší, konkrétně 4,84 štěňate na vrh.

Graf 9 závislosti velikosti vrhu na věkové kategorii matky ukazuje na stejné závěry, k jakým se v práci došlo v předchozích výpočtech obecných lineárních modelů. Kde vyšel jasný vliv věkové kategorie matky na velikost vrh. Vzhledem k tomu, že faktor věková kategorie přímo souvisí s faktorem věk matky, je pochopitelné, že výsledky u obou faktorů jsou shodné.



Graf 9 - Průměrná velikost vrhu v závislosti na věkové kategorii matky

Při analýze vlivu věkové kategorie na velikost vrhu pomocí jednofaktorové ANOVy vyšla p hodnota $< 0,000001$. P hodnota tak byla menší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$ a vliv věkové kategorie na velikost vrhu byl tedy potvrzen.

Následně byl proveden Schéffeho test, který ukázal na statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými věkovými kategoriemi. Rozdíl byl znatelný mezi první a třetí kategorií, a to při hodnotě $p = 0,000001$. Dále byl hodnotou $p = 0,0011680$ potvrzen signifikantní rozdíl mezi druhou a třetí kategorií (tab. 8). Výsledky Schéffeho testu odpovídají faktu, že ve třetí věkové kategorii matek nad pět let měly feny průměrně nejmenší vrhy oproti skupině první a druhé. Z výsledků je tedy patrné, že feny mají největší vrhy do věku pěti let. Toto tvrzení podporují i výsledky ze Schéffeho testu provedeném na vlivu věku matky v letech na velikost vrhu, kde byly potvrzeny rozdíly ve velikosti vrhu se skupinou šestiletých fen oproti fenám mladším.

Tabulka 8 - Výsledek Schéffeho testu vlivu věkové kategorie matek na velikost vrhu

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Velikost vrhu Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 4,8557, sv = 1352,0			
	Věková kategorie	1	2	3
		5,6595	5,4057	4,8385
1	< 4		0,190458	0,000001
2	4-5	0,190458		0,001168
3	> 5	0,000001	0,001168	

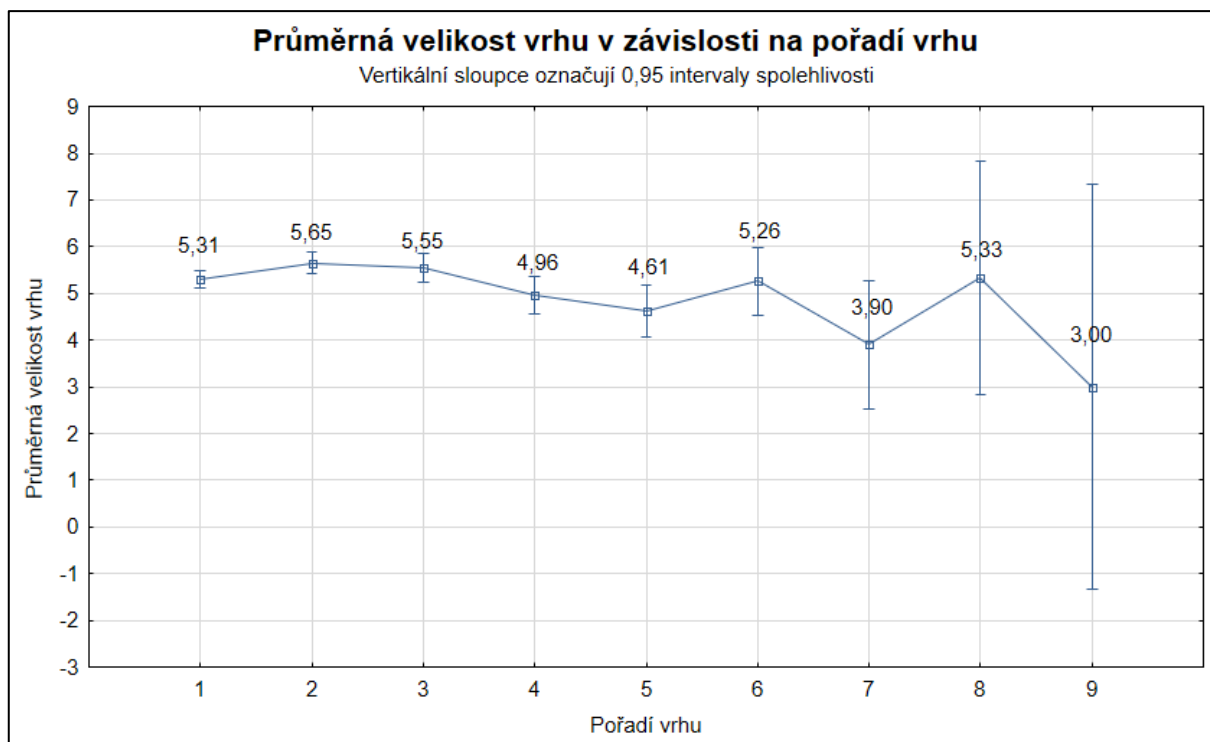
5.4.3 Pořadí vrhu

Základní popisné statistiky o skupinách vrhů rozdělených dle jejich pořadí jsou uvedeny v tabulce 9. Do analýzy vstupovalo celkem 1 355, které byly dle pořadí rozděleny do devíti skupin. Nejpočetnější skupinu tvořily vrhy ve skupině první a nejméně vrhů bylo v poslední deváté skupině, kde byl vrh pouze jeden. Více jak 82 % všech vrhů spadá do prvních třech skupin, dá se tedy předpokládat, že feny mají ve většině případech maximálně tři vrhy. Na zbývajících šest skupin připadá jen necelých 18 % vrhů. V průměru největší vrhy mají feny u svého druhého vrhu a to 5,65 štěňate na vrh.

Tabulka 9 - Souhrn informací o vrzích dle pořadí vrhu

Pořadí vrhu	Celkový počet štěňat	Počet vrhů	Průměrná velikost vrhu	Maximální velikost vrhu	Směrodatná odchylka
1	3 075	579	5,3109	11	2,1533
2	1 910	338	5,6509	11	2,2544
3	1 137	205	5,5463	12	2,2889
4	605	122	4,9590	9	2,1795
5	286	62	4,6129	10	2,2129
6	184	35	5,2571	10	2,3307
7	39	10	3,9000	7	2,3781
8	16	3	5,3333	8	3,0551
9	3	1	3,0000	3	0,0000

Na následujícím grafu 10 jsou znázorněny průměrné velikosti vrhů v závislosti na pořadí vrhu. Nezávisle proměnnou na ose X představuje faktor pořadí vrhu a závisle proměnnou na ose Y představuje velikost vrhu. Spojnice znázorňující průměrné velikosti vrhů v závislosti na pořadí vrhu nevykazuje žádný pravidelný klesající ani vzrůstající trend. Je tedy zjevné, že na velikost vrhu má jeho pořadí jen nepatrný vliv. Z předchozích výsledků obecného lineárního modelu však vyplývá, že pořadí vrhu má vliv na počet štěňat ve vrhu. Efekt tohoto faktoru je však na velikost vrhu jen slabý.



Graf 10 - Průměrná velikost vrhu v závislosti na pořadí vrhu

Výsledky jednofaktorové ANOVy pro vliv pořadí vrhu na počet štěňat ve vrhu ukazují na to, že faktor pořadí vrhu vliv má. Tento fakt byl prokázán hodnotou p , která nabývala hodnotu $p = 0,002245$ a je tak menší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$.

Po provedení Schéffeho testu se však ukázalo, že vliv pořadí vrhu na proměnnou velikost vrhu je tak malý, že ho dále nedokáže Schéffeho test zaznamenat (tab. 10). Schéffeho test byl tedy neprůkazný a nebylo možné, i přes pozitivní výsledek u jednofaktorové ANOVy, určit mezi kterými skupinami je významný rozdíl.

Tabulka 10 - Výsledek Schéffeho testu vlivu pořadí vrhu na velikost vrhu

Č. buňky	Scheffeho test; proměnná Velikost vrhu Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 4,8956, sv = 1346,0									
	Pořadí vrhu	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
1	1		0,753139	0,988487	0,959278	0,694836	1,000000	0,857120	1,000000	0,997606
2	2	0,753139		0,999985	0,363265	0,174621	0,998209	0,638059	1,000000	0,993756
3	3	0,988487	0,999985		0,715152	0,389450	0,999854	0,727226	1,000000	0,995305
4	4	0,959278	0,363265	0,715152		0,998199	0,999872	0,977097	1,000000	0,999296
5	5	0,694836	0,174621	0,389450	0,998199		0,983939	0,998826	0,999980	0,999841
6	6	1,000000	0,998209	0,999854	0,999872	0,983939		0,938701	1,000000	0,998161
7	7	0,857120	0,638059	0,727226	0,977097	0,998826	0,938701		0,998429	0,999999
8	8	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999980	1,000000	0,998429		0,999089
9	9	0,997606	0,993756	0,995305	0,999296	0,999841	0,998161	0,999999	0,999089	

6 Diskuze

V této diplomové práci byl zkoumán vliv příbuzenské plemenitby a tří doplňkových faktorů na velikost vrhu u plemene chodský pes. Chodský pes, i přes svou dlouhou historickou stopu, má jako znovu vyšlechtěné moderní plemeno poměrně krátkou chovatelskou historii. Od roku 1985, kdy byl zapsán první jedinec chodského psa do databáze klubu, až po začátek roku 2019 bylo do databáze celkem zapsáno 7 120 jedinců a 1 425 vrhů. Do výpočtů bylo zahrnuto 1 355 vrhů u analýzy krátkého inbreedingu a 1 300 vrhů u dlouhého inbreedingu.

Intenzita příbuzenské plemenitby byla hodnocena pomocí Wrightova koeficientu F_x . Koeficient F_x byl určen dvěma různými způsoby. Jednou byl vypočítán ze čtyř předchozích generací předků (F_{xD}). Hodnoty koeficientu F_{xD} byly převzaty z databáze chovu zpracované na internetových stránkách klubu chovatelů. Druhým způsobem výpočtu koeficientu F_x byl výpočet přes celý rodokmen, zahrnující všechny předchozí generace předků (F_{xR}). Hodnoty F_{xR} byly vypočítány v rámci diplomové práce pomocí vytvořeného rozsáhlého rodokmenu celé sledované populace. Na základě tohoto uceleného rodokmenu byla posléze provedena rodokmenová analýza, na konci které byly vypočítány hodnoty F_{xR} . Hodnoty F_{xD} z krátkého inbreedingu byly stanoveny pro matku (F_{xD} matky), pro otce (F_{xD} otce) a pro samotný vrh (F_{xD} vrhu). Stejně tak bylo učiněno s hodnotami F_{xR} , které byly vypočítány pro matky (F_{xR} matky), pro otce (F_{xR} otce) a pro vrhy (F_{xR} vrhu).

Mezi doplňkové faktory patřilo pořadí vrhu, které se pohybovalo v rozmezí od 1 do 9 vrhů. Dále věk matky v letech, který byl v rozmezí od 2 do 9 let. Poslední doplňkový faktor věkové kategorie matek vznikl rozřazením fen do skupin dle jejich věku při narození vrhu. Věkové kategorie byly vybrány dle tvrzení Gavrilovic et al. (2008), který říká, že feny mají největší vrhy do věku čtyř let a po věku pěti let se počet štěňat v jejich vrzích snižuje.

Dle Indrebo et al. (2007) či Gavrilovic et al. (2008) mohou být výsledky této práce zkráceny vzhledem k tomu, že bylo počítáno jen s živě narozenými štěňaty. Nebyl tak znám přesný počet štěňat při narození vrhu. Do práce byla zahrnuta jen živě narozená štěňata z důvodu, že do databáze chovu, která byla použita jako zdroj dat, nejsou zapisována mrtvě narozená štěňata a štěňata, která se nedožila přidělení svého zápisního čísla plemennou knihou. Indrebo et al. (2007) i Gavrilovic et al. (2008) ve své práci potvrzují vliv stáří fen na ztížení porodů a vznik dystokií a tím zapříčiněné úhyny štěňat během porodů. Bez údajů o mrtvě narozených štěňatech nebo štěňatech uhynulých během pár dní po porodu nemohou být výsledky tak přesné jako v případě zahrnutí těchto údajů do výpočtů v této práci.

6.1 Vliv příbuzenské plemenitby

Negativní vliv příbuzenské plemenitby na velikost vrhu nebyl v této práci prokázán. Faktor příbuzenské plemenitby byl testován pomocí obecného lineárního modelu. Inbreeding byl hodnocen na dvou různých úrovních, a to jako krátký čtyřgenerační inbreeding nebo v rámci dlouhého inbreedingu přes všechny předchozí generace předků.

V případě krátkého čtyřgeneračního inbreedingu se objevila malá významná korelace u faktoru FxD vrhu. Tato korelace se objevila v modelu s doplňkovým faktorem pořadí vrhu, kde byl efekt FxD vrhu významný na hladině $p = 0,031392$. V celkovém důsledku se ale nedá konstatovat, že by měla příbuzenská plemenitba hodnocená na základě čtyřgeneračního rodokmenu statisticky významný vliv na velikost vrhu u chodského psa.

U příbuzenské plemenitby vyjádřené Wrightovým koeficientem Fx počítaným napříč všemi generacemi se neobjevily ani malé náznaky korelace. U všech testovacích modelů vyšel vliv faktoru FxR jako statisticky neprůkazný na určené hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Ke stejně neprůkazným výsledkům dospěl i Urfer (2009), který ve své práci o vlivu příbuzenské plemenitby na plodnost u irských vlkodavů uvedl, že inbreeding se nezdá jako důležitý faktor určující plodnost. Populace irských vlkodavů má však svá určitá specifika. Autoři však výsledky na nich prokázané nedoporučují aplikovat na jiná plemena. Negativní vliv inbreedingu popřel i Madigers et al. (1994), který studoval populaci nizozemského plemene kooiker. U plemene koiker byl prokázán pozitivní vliv vyšší hodnoty koeficientu Fx u otce na počet štěňat ve vrhu. Tento fakt je připisován častému používání kvalitních a však úzce příbuzných plemenů. Leroy et al. (2015), který prováděl výzkum u sedmi populací psů ve Francii, konkrétně u bernského salašnického psa, baseta, cairn teriéra, bretaňského ohaře, německého ovčáka, leonbergera a west highland white teriéra naopak zamítl jakýkoli vliv příbuzenské plemenitby otce na velikost vrhu. V jeho práci na sedmi francouzských populacích psa domácího se vliv inbreedingu otce prokázal jen u některých ze sedmi studovaných plemen, a tak nemohl být v průměru považován za důležitý faktor ovlivňující velikost vrhu.

Ve většině předchozích studiích je však negativní vliv příbuzenské plemenitby na velikost vrhu u psa domácího potvrzen. V práci na sedmi francouzských populacích psa domácího Leroy et al. (2015) byl objeven negativní vliv inbreedingu vrhu na počet štěňat ve vrhu. Dle výpočtů předpokládá pokles štěňat ve vrhu o 0,65 štěňate u vrhů s Fx 25 %. Zaznamenal také negativní dopad inbreedingu matky na počet štěňat ve vrhu. Tvrdí, že při Fx 25 % u fen lze očekávat vrh menší o 0,5 štěňate. Dále došel dle zkoumaných sedmi plemen psů k závěru, že negativní dopad inbreedingu je znatelnější u větších plemen, které mají obecně větší vrhy oproti plemenům menším. Schrack et al. (2017) se také zabýval faktory ovlivňující velikost vrhu u psa domácího. Provedl studii u plemene entlebušský salašnický pes na 202 psech, 348 fenách a celkem 917 vrzích. U rodičovského inbreedingu byl ve studii Schracka et al. (2017) identifikován, byť malý, ale významný efekt na velikost vrhu, přičemž vliv matky byl vyhodnocen jako mnohem větší než vliv otce. U vlivu matky byl určen následovný vztah, zvýšení Fx matky o 1 % znamená snížení velikost vrhu o 0,1 štěňate. Dle Wildta et al. (1982) může být u více inbredních jedinců zhoršená reprodukční schopnost. Inbrední samci produkují méně kvalitní ejakulát a mohou tak vznikat poruchy zabřezávání u fen. U populací, kde jsou spojováni úzce příbuzní jedinci lze pak očekávat celkový pokles reprodukční výkonnosti a pokles průměrného počtu štěňat ve vrzích.

Negativní dopad inbreedingu na reprodukční vlastnosti a velikost vrhu byl prokázán i u dalších zvířat. Vostry et al. (2018) zaznamenal statisticky významný vliv inbreedingu na velikost vrhu u romanovských ovcí. Nepříznivý efekt na velikost vrhu byl objeven také u myší

(Meuwissen et al. 2005). Dále byl negativní vliv příbuzenské plemenitby potvrzen například u kulovce červeného, tuleně kuželozubého, albatrose stěhovavého nebo u psa pralesního, který má ze zmíněných živočichů ke psu domácím nejblíže (Amos et al. 2001; Bilki et al. 2013).

Neprůkaznost vlivu příbuzenské plemenitby na počet štěňat ve vrhu v této diplomové práci může být způsoben již zmíněnou neúplností vstupních dat. Dá se však předpokládat, že kdyby byly ve zpracovávaných datech záznamy i o mrtvě narozených štěňatech a o štěňatech uhynulých těsně po porodu, vycházel by vliv inbreedingu odlišně.

6.2 Vliv doplňkových faktorů

Za doplňkové faktory byly v této práci považovány věk matky, věkové kategorie matek a pořadí vrhu. U všech tří faktorů byl zaznamenán statisticky významný vliv na počet štěňat ve vrhu. Tento závěr byl učiněn pomocí výpočtu obecného lineárního modelu pro zvolené testovací modely a dále byl vliv potvrzen také u každého faktoru zvlášť pomocí výpočtu jednofaktorové ANOVy a Schéffeho testu. Při Schéffeho testu byly nalezeny signifikantní rozdíly mezi jednotlivými kategoriemi matek při zkoumání vlivu věku matky a věkových kategorií matek. Rozdíly mezi skupinami nebyly zaznamenány u faktoru pořadí vrhu, kde nebyl vliv na velikost vrhu tak znatelný, aby ho Schéffeho test dokázal zaznamenat.

Největší průměrné vrhy byly zaznamenány u fen ve věku dvou let. Velikost vrhu se s přibývajícím věkem pozvolna snižovala až do pátého roku. Od pátého roku věku feny začal průměrný počet štěňat na vrh prudce klesat.

Vliv věku matky na velikost vrhu byl potvrzen již dříve v mnoha studiích. Například Gavrilovic et al. (2008) došel ve své práci k podobným závěrům u plemene drever z dat získaných jak z údajů švédské plemenné knihy, tak z dat od soukromého chovatele. K vlivu věku matky na velikost vrhu došel ve své studii i Borge et al. (2010), který zkoumal faktory ovlivňující velikost vrhu u 224 čistokrevných plemen psů zaregistrovaných v Norském chovatelském klubu s celkovým počtem 10 810 vrhů. Ve své práci zjistil významný vliv velikosti plemene, metody páření a věku matky na velikost vrhu. Borge et al. (2010) dále zmiňuje významnou interakci mezi vlivem věku matky a velikostí plemene. Vliv věku matky na velikost vrhu se tak mění s velikostí plemene. Ve výsledcích své práce uvedl, že u malých plemen se velikost vrhu snižuje jak s příliš nízkým věkem matky, tak s věkem vysokým. Zatímco u středních a velkých plemen klesá velikost vrhu pouze s přibývajícím věkem matky, a to se statistickou významností na úrovni $p = 0,01$. Závěry této práce se jeví jako potvrzující tvrzení Borge et al. (2010) o měnícím se vlivu věku matky na velikost vrhu v závislosti na velikosti plemene.

Při analýze vlivu věkových kategorií bylo pozorováno, že největší vrhy mají feny do věku čtyř let a po pátém roce se průměrný počet štěňat na vrh snižuje. Byly tak potvrzeny závěry z analýzy vlivu věku matky. Výsledky analýzy vlivu věkových kategorií matek na velikost vrhu potvrzují výstupy ze studie Gavrilovice et al. (2008), který ve své práci uvádí, že feny mají největší vrhy do věku čtyř let a také ve své studii zaznamenal výrazný pokles počtu štěňat ve vrhu při zabřeznutí feny po pátém roce života.

Klesající tendence průměrné velikosti vrhu od šestého roku života feny může souviset s tělesným stárnutím feny a její zhoršenou schopností zabřezávat. Pro starší feny mohou být porody vyčerpávající, především pokud jsou vícečetné. Tento fakt by mohl opět přispívat ke zvýšeným ztrátám štěňat v prenatálním období příliš dlouhým porodem, jak uvádí Indrebo et al. (2007).

Pořadí vrhu úzce souvisí s věkem matky. Nejvyšší počet štěňat byl zaznamenán u vrhů v pořadí druhých a třetích. První vrhy takového průměrného počtu štěňat nedosahovaly. Nejmenší vrhy byly pozorovány u sedmých a devátých vrhů. Od pátého vrhu byl znatelně snížen počet pozorování, a proto se průměrné velikosti těchto vrhů nedají považovat za směrodatné jako průměrné velikosti z vrhů předchozích.

U prvorodiček mohou hrát značnou roli také zkušenosti matky a není možné vyloučit ani chyby začínajícího chovatele během prvního vrhu své feny (Johnson 2008). Uvedené vlivy by odpovídaly průměrně menšímu počtu štěňat u prvních vrhů fen. Matky s větší zkušeností měly dle této práce průměrně vrhy větší. Gavrilovic et al. (2008) došel ke stejným závěrům. Ve své práci uvádí průměrně menší vrhy u prvorodiček. Za početně slabé byly první vrhy označeny i v práci Borge et al. (2011). Hosseir et al. (2007) dokonce popsal menší počet zralých oocytů u fen, které dosud nerodily než u fen, které už alespoň jeden vrh měly. Menší počet zralých oocytů může být příčinou průměrně menších prvních vrhů. Naopak Seki et al. (2010) faktor pořadí vrhu ve své práci označil za nevýznamný a vliv pořadí vrhu na počet štěňat ve vrhu nepotvrdil.

Autoři dále zmiňují jako faktor ovlivňující velikost vrhu například velikost plemene, metodu páření, počet sourozenců matky, měsíc narození vrhu, roční období při narození vrhu nebo délku březosti (Borge et al. 2011; Gavrilovic et al. 2008; Indrebo et al. 2007). Vyhodnocení a určení konkrétních efektů jednotlivých faktorů ovlivňujících plodnost a velikost vrhu u čistokrevných psů je však obecně považováno za velmi obtížné (Borge et al. 2011).

7 Závěr

U populace chodského psa v České republice za období v letech 1985-2019 nebyl zaznamenán vliv příbuzenské plemenitby na velikost vrhu. V této práci se tak nepodařilo potvrdit hypotézu o negativním vlivu příbuzenské plemenitby na velikost vrhu. Při prováděných testech měl faktor inbreedingu statisticky neprůkazný vliv. Tento výsledek je možné přisuzovat neúplnosti dat. Do výpočtů vstupovala jen data o živě narozených štěňatech, informace o mrtvě narozených štěňatech a štěňatech uhynulých těsně po narození nebyla pro tuto práci k dispozici, je tak možné, že jsou tímto faktem výsledky zkreslené.

Průkazný vliv na velikost vrhu byl zaznamenán u doplňkových faktorů, konkrétně u věku matky a pořadí vrhu. Bylo prokázáno, že s přibývajícím věkem matky klesá počet štěňat ve vrhu. Největších vrhů dosahovaly feny ve věku dvou a tří let, průměrná velikost vrhu začala rapidně klesat po dosažení pátého roku u matky. Pokles průměrného počtu štěňat ve vrhu u šestiletých a starších matek je možné připisovat stárnutí organismu feny. Starší matky porod více vyčerpává a může docházet k obtížnějším porodům a dystokiím.

Úzkou souvislost mezi věkem matky a pořadí vrhu potvrdily výsledky, které prokázaly vliv pořadí vrhu na počet štěňat ve vrhu u chodského psa. Početně největší vrhy měly feny u svých druhých a třetích vrhů. Průměrně menší první vrhy mohou mít za následek nezkušenosti fen prvorodiček a nelze vyloučit ani vliv nezkušených chovatelů. Od čtvrtého vrhu docházelo ke strmému snižování velikosti vrhu. Čím pozdější vrh v pořadí, tím starší bude jeho matka. Snižování velikosti pozdějších vrhů tak koresponduje se zmenšujícími se vrhy u starších fen.

Závěrem je možné doporučit chovatelům chodského psa a jiných středně velkých psů první krytí feny ve věku 2-3 let. Chovatelé by na svých fenách neměli chovat více jak tři vrhy, aby nezaznamenali zmenšení svých vrhů. Poslední vrh by měla mít fena nejlépe před šestým rokem života, protože po pátém roce velikosti vrhů prudce klesají. Chovatelé by se dále měli vyvarovat případným začátečnickým chybám u prvních vrhů svých fen, aby nedocházelo k úhynům štěňat u prvorodiček a dosahovali tak větších vrhů.

I přesto, že byla data zpracována jen pro plemeno chodský pes, lze očekávat aplikovatelnost výsledků na další podobná plemena středního až velkého vzrůstu. U odlišných plemen s jiným tělesným rámcem a historickým původem mohou být zjištěny odlišné faktory ovlivňující jejich reprodukční schopnosti.

8 Literatura

- Amos W, Worthington WJ, Fullard K, Burg TM, Croxall JP, Bloch D, Coulson T. 2001. The influence of parental relatedness on reproductive success. *Biological Sciences* **268**: 2021-2027.
- Baar JŠ. 1926. Chodové. František Obzina, Vyškov.
- Bateson P, Sargan DR. 2012. Analysis of the canine genome and canine health: A commentary. *The Veterinary Journal* **193**: 265-269.
- Benton CH, Delahay RJ, Smith FAP, Robertson A, McDonald RA, Young AJ, Burke TA, Hodgson D, Clegg, S. 2018. Inbreeding intensifies sex-and age-dependent disease in a wild mammal. *Journal of Animal Ecology* **87**: 1500-1511.
- Bilki DR, Pie MR, Passos FC. 2013. Variable inbreeding effects across life-history stages in a captive carnivorous mammal population. *Animal Conservation* **16**: 633-640.
- Borge KS, Tonnessen R, Nodtvedt A, Indrebo A. 2011. Litter size at birth in purebred dogs—A retrospective study of 224 breeds. *Theogenology* **15**: 911-919.
- Boyko AR. 2011. The domestic dog: man's best friend in the genomic era. *Genome Biology* **12**: 1-10.
- Browning SR, Browning BL. 2015. Accurate non-parametric estimation of recent effective population size from segments of identity by descent. *American Journal of Human Genetics* **97**: 404-418.
- Burke T. 1989. DNA fingerprinting and other methods for the study of mating success. *Trends in Ecology* **4**: 139-144.
- Cassell BG, Adamec V, Pearson RE. 2003. Effect of Incomplete Pedigrees on Estimates of Inbreeding and Inbreeding Depression for Days to First Service and Summit Milk Yield in Holsteins and Jerseys. *Journal of dairy science* **86**: 2967-2976.
- Coltman DW, Bowen WD, Wright JM. 1998. Birth weight and neonatal survival of harbour seal pups are positively correlated with genetic variation measured by microsatellites. *Biological Sciences* **265**: 803-809.
- Coltman DW, Pilkington JG, Smith JA, Pemberton JM. 1999. Parasite-mediated selection against inbred Soay sheep in a freeliving. *Island Population* **53**: 1259-1267.
- Coulson TN, Pemberton JM, Albon SD, Beaumont M, Marshall TC, Slare J, Guinness FE, Clutton-Block TH. 1998. Microsatellites reveal heterosis in red deer. *Biological Sciences* **265**: 489-495.
- Crnokrak P, Roff DA. 1999. Inbreeding depression in the wild. *Heredity: an international journal of genetics* **83**: 260-270.

Curik I, Ferenčakovič M, Sölkner J. 2014. Inbreeding and runs of homozygosity: A possible solution to an old problem. *Livestock science* **166**: 26-34.

ČMKU. 2009. Řád ochrany zvířat při chovu psů. Praha.

ČMKU. 2020. Zápisní řád Českomoravské kynologické unie 3. vydání. Praha.

Darwin C. 1859. On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life. Murray, London.

Darwin C. 1876. Sexual selection in relation to monkey. *Nature* **15**: 18-19.

DeWoody JA. 2005. Molecular approaches to the study of parentage, relatedness, and fitness: practical applications for wild animals. *Journal of Wildlife Management*. **69**: 1400-1418.

Drögemüller C, Philipp U, Haase B, Günzel-Apel AR, Leeb T. 2007. Noncoding Melanophilin Gene (MLPH) SNP at the Splice Donor of Exon 1 Represents a Candidate Causal Mutation for Coat Color Dilution in Dogs. *Journal of heredity* **98**: 468-473.

Falconer DS, Mackay TFC. 1996. Introduction to quantitative genetics. Longman Group, Harlow, UK.

Farrell LL, Schoenebeck JJ, Wiener P, Clements DN, Summers KM. 2015. The challenges of pedigree dog health: approaches to combating inherited. *Canine Genetics & Epidemiology* **2**: 1-14.

Findejs J. 1997. Chodský pes. Dona, České Budějovice.

Gavrilovic BB, Andersson K, Forsberg CL. 2008. Reproductive patterns in the domestic dog—A retrospective study of the Drever breed. *Theogenology* **70**: 783-794

Gillespie AR, O’Riain MJ, Keller LF. 2007. Viral Epizootic Reveals Inbreeding Depression in a Habitually Inbreeding Mammal. *Society for the Study of Evolution* **61**: 2268-2273.

Griffith SC, Owens IP, Thuman KA. 2002. Extra pair paternity in birds: a review of interspecific variation and adaptive function. *Molecular Ecology* **11**: 2195–2212.

Hamanová K, Hruban V. 2000. Incest a genetické zatížení: příbuzenské křížení u zvířat. *Vesmír* **79**: 85-87.

Hasselgren M, Norén K. 2019. Inbreeding in natural mammal populations: historical perspectives and future challenges. *Mammal Review* **49**: 369-383.

Hill WG, Weir BS. 2011. Variation in actual relationship as a consequence of Mendelian sampling and linkage. *Genetics Research* **93**: 47-64.

- Hossein MS, Kim MK, Jang G, Kang SK, Lee, BC. 2007. Influence of season and parity on the recovery of in vivo canine oocytes by flushing fallopian tubes. *Animal reproduction science* **99**: 330-341.
- Howrigan DP, Simonson MA, Keller MC. 2011. Detecting autozygosity through runs of homozygosity: A comparison of three autozygosity detection algorithms. *BMC Genomics* **12**: 460-474.
- Huisman J, Kruuk LEB, Ellis PA, Clutton-Brock T, Pemberton JM. 2016. Inbreeding depression across the lifespan in a wild mammal population. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America* **113**: 3585-3590.
- Indrebo A, Trangerud C, Lars M. 2007. Canine neonatal mortality in four large breeds. *Acta Veterinaria Scandinavica* **49**: 17-17
- Jansson M, Laikre L. 2014. Recent breeding history of dog breeds in Sweden: modest rates of inbreeding, extensive loss of genetic diversity and lack of correlation between inbreeding and health. *Journal of animal breeding and genetics* **131**: 153-162.
- Jirásek A. 1951. *Psohlavci*. Orbis, Praha.
- Johnson CA. 2008. Pregnancy management in the bitch. *Theriogenology* **70**: 1412-1417.
- Kardos M et al. 2018. Genomic consequences of intensive inbreeding in an isolated wolf population. *Nature Ecology and Evolution* **2**: 124–131.
- Kardos M, Luikart G, Allendorf FW. 2015. Measuring individual inbreeding in the age of genomics: marker-based measures are better than pedigrees. *Heredity* **115**: 63-72.
- Keller MC, Visscher PM, Goddard ME. 2011. Quantification of Inbreeding Due to Distant Ancestors and Its Detection Using Dense Single Nucleotide Polymorphism Data. *Genetics* **189**: 237-249.
- Keller MC, Visscher PM, Goddard ME. 2011. Quantification of Inbreeding Due to Distant Ancestors and Its Detection Using Dense Single Nucleotide Polymorphism Data. *Genetics* **189**: 237-249.
- Knight TA. 1799. An account of some experiments on the fecundation of vegetables. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series I* **89**: 195-204.
- Kölreuter JG. 1766. Vorläufige nachricht von einigen das geschlecht der pflanzen betreffenden versuchen und beobachtungen, nebst fortsetzungen 1, 2 und 3. Gleditsch, Leipzig.
- KPCHP 2019. Zápisní řád KPCHP, z.s. Praha.

- Kumar S, Gupta T, Kumar N, Dikshit K, Navani N, Jain P, Nagarajan M. 2006. Genetic variation and relationships among eight Indian riverine buffalo breeds. *Molecular Ecology* **15**: 593-600.
- Leroy G, Phocas F, Hedan B, Verrier E, Rognon X. 2015. Inbreeding impact on litter size and survival in selected canine breeds. *The Veterinary Journal* **203**:74-78.
- Lucchini V, Fabbri E, Marucco F, Ricci S, Boitani L, Randi E. 2002. Noninvasive molecular tracking of colonizing wolf (*Canis lupus*) packs in the western Italian Alps. *Molecular Ecology* **11**: 857–868.
- Malécot G. 1948. *Les mathématiques de l'hérédité*. Masson et Cie, Paris.
- Mandigers PJJ, Ubbink GJ, Vanden Broek J, Bouw, J. 1994. Relationship between litter size and other reproductive traits in the dutch kooiker dog. *Veterinary Quarterly* **16**: 229-232.
- Mendel G. 1865. Versuche über Pflanzen-Hybriden. *Brünn* **4**: 3–47.
- Meuwissen T, Holt M, Vangen O. 2005. The effect of fast created inbreeding on litter size and body weights in mice. *Genetics Selection Evolution* **37**: 523-537.
- Naghavian S, Hasani S, Azari MA, Ahmadi ARK, Saghi DA, Zade NM. 2016. Estimation of inbreeding coefficients using pedigree and microsatellite markers and its effects on economic traits of Shirvan Kordi Sheep. *Iranian Journal of Applied Animal Science* **6**: 133-141.
- Nielsen et al. 2012. Inbreeding and inbreeding depression of early life traits in a cooperative mammal. *Molecular Ecology* **21**: 2788-2804.
- Nietlisbach P, Keller LF, Camenisch G, Guillaume F, Arcese P, Reid JM, Postma E. 2017. Pedigree-based inbreeding coefficient explains more variation in fitness than heterozygosity at 160 microsatellites in a wild bird population. *Biological Sciences* **284**: 1-9.
- O'Brien SJ, Evermann JF. 1988. Interactive influences of infectious diseases and genetic diversity in natural populations. *Ecology & Evolution* **3**: 254–259.
- Palkopoulou et al. 2015. Complete genomes reveal signatures of demographic and genetic declines in the woolly mammoth. *Current Biology* **25**: 1395-1400.
- Pemberton JM, Slate J, Bancroft DR, Barrett JA. 1995. Non amplifying alleles at microsatellite loci: a caution for parentage and population studies. *Molecular Ecology* **4**: 249-252.
- Pemberton JM. 2008. Wild pedigrees: the way forward. *Biological Sciences* **275**: 613-621.
- Ralls K, Ballou JD, Templeton A. 1988. Estimates mammals. *Conserv Biol* **2**: 185-193.

- Ruiz-López M, Ganan N, Godoy JA, Olmo AD, Garde J, Espeso G, Vargas A, Martinez F, Roldán ERS, Gomendio M. 2012. Heterozygosity-fitness correlations and inbreeding depression in two critically endangered mammals. *Conservation Biology* **26**: 1121-1129.
- Seki M, Watanabe N, Ishii K, Konoshita Y, Aihara T, Takeiri S, Otoi T. 2010. Influence of parity and litter size on gestation length in beagle dogs. *Canadian journal of veterinary research* **74**: 78-80.
- Schrack J, Dolf G, Reichler I.M, Schelling C. 2017. Factors influencing litter size and puppy losses in the Entlebucher Mountain dog. *Theriogenology* **95**: 163-170.
- Slate J, David P, Dodds KG, Veenvliet BA, Glass BC, Broad TE, McEwan JC. 2004. Understanding the relationship between the inbreeding coefficient and multilocus heterozygosity: theoretical expectations and empirical data. *Heredity: an international journal of genetics* **93**: 255-265.
- Slate J, Pemberton JM. 2002. Comparing molecular measures for detecting inbreeding depression. *Journal of Evolutionary Biology* **15**: 20-31.
- Snustad DP, Simmons MJ. 2009. *Principles of Genetics*. John Wiley & Sons, Hoboken.
- Tomoyuki A et al. 2009. Genome-wide association analysis reveals a SOD1 mutation in canine degenerative myelopathy that resembles amyotrophic lateral sclerosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. **106**: 2794-2799.
- Ubbink GJ, Knol BW, Bouw J. 1992. The relationship between homozygosity and the occurrence of specific diseases in Bouvier Belge des Flandres dogs in the Netherlands. *Veterinary Quarterly* **14**: 137-140.
- Urfer SR. 2009. Inbreeding and fertility in Irish Wolfhounds in Sweden: 1976 to 2007. *Acta veterinaria Scandinavica* **51**: 1-12.
- Vostry L, Milerski M, Schmidova J, Vostra-Vydrova H. 2018. Genetic diversity and effect of inbreeding on litter size of the Romanov sheep. *Small Ruminant Research* **168**: 25-31.
- Wang J. 2016. Pedigrees or markers: which are better in estimating relatedness and inbreeding coefficient? *Theoretical Population. Biology* **107**: 4-13.
- Wells DA, Cant MA, Nicholas HJ, Hoffman JI. 2018. A high-quality pedigree and genetic markers both reveal inbreeding depression for quality but not survival in a cooperative mammal. *Molecular Ecology* **27**: 2271-2288.
- Wildt DE, Baas EJ, Chakraborty PK, Wolfle TL, Stewart AP. 1982. Influence of inbreeding on reproductive performance, ejaculate quality and testicular volume in the dog. *Theriogenology* **17**: 445-452.

Wolc A, Jozwiakowska-Nitka M, Szablewski P, Swaczkowski, T. 2008. Inbreeding in captive bred Przewalski horses from local populations. *Folia zoologica* **57**: 300.

Wright S. 1922. Coefficients of Inbreeding and Relationship. *The American Naturalist* **56**: 330-338.

Zajc I, Mellersh CS, Sampson J. 1997. Variability of canine microsatellites within and between different dog breeds. *Mammals Genome* **8**: 182-185.

Zhang Q, Calus MPL, Gulbrandtsen B, Lund MS, Sahana G. 2015. Estimation of inbreeding using pedigree, 50k SNP chip genotypes and full sequence data in three cattle breeds. *BMC Genetics* **16**: 1-11.

ČMKU. 2019. Chodský pes a Pražský krysařík jsou prozatímne uznáni. Českomoravská kynologická unie. Available from <https://www.cmku.cz/cz/detail-clanku/chodsky-pes-a-prazsky-krysarik-jsou-prozatimne-uznani-283> (accessed October 2019).

FCI. 2019. FCI-Standard N° 364. Federation cynologique internationale. Available from <http://www.fci.be/Nomenclature/Standards/364g01-en.pdf> (accessed November 2019).

FCI. Breeds recognised on a provisional basis. Federation cynologique internationale. Available from <http://www.fci.be/en/nomenclature/provisoire.aspx> (accessed November 2019).

KPCHPa. Historie plemene. KPCHP. Available from http://www.kpchp.org/pes_historie.php (accessed November 2019).

KPCHPb. Podmínky uchovnění pro plemeno chodský pes. Klub přátel chodského psa. Available from http://www.kpchp.org/chov_uchovneni.php (accessed October 2019).

KPCHPc. Přehled usnesení výboru klubu v návaznosti na doporučení chovatelského kolegia. Available from http://www.kpchp.org/chov_opatreni.php (accessed October 2019).

Tichá V. 2019. Chodští psi a pražští krysaříci se předvedli zástupcům FCI. Českomoravská kynologická unie. Available from <https://www.cmku.cz/cz/detail-clanku/chodsti-psi-a-prazsti-krysarici-se-predvedli-zastupcum-fci-282> (accessed October 2019)

9 Samostatné přílohy

9.1 Standard

FÉDÉRATION CYNOLOGIQUE INTERNATIONALE
SECRÉTARIAT GÉNÉRAL: 13, Place Albert I-B 6530 THUIN (Belgique)

F.C.I. - Standard

CHODSKÝ PES



ZEMĚ PUVODU: Česká republika **Garant plemene:** ČMKU

DATUM PUBLIKACE PLATNÉHO PUVODNÍHO STANDARDU: 28.10.1985

POUŽITÍ: Pracovní plemeno

KLASIFIKACE F.C.I: skupina 1 - Psi ovčáctí, pastevečtí a honáctí, kromě švýcarských salašnických psu.

S pracovní zkouškou

STRUČNÝ HISTORICKÝ PŘEHLED:

Původ tohoto plemene je historický. Spisovatel Jindřich Šimon Baar popisoval ve svých dílech opěvujících Chodsko (v letech 1923-1924) psy z oblasti Šumavy, které nazýval „chodské“. Tito typově vyrovnaní a velmi houževnatí psi měli za úkol střežit zemské stezky, bránit majetek svých pánů, pomáhali při pasení. S historií Chodska je spjata mnoho písemností i ilustrací. Již J.A. Gabriel ve své písemnosti o Chodsku z r. 1864 psal o tamním lidu s přezdívkou „Psohlavci“ z důvodu, že měli na svém praporci jako znamení věrného strážce domu – siluetu hlavy typického ovčáckého psa s delší srstí na krku. Existenci dlouhosrstých ovčáckých psů, věrných pomocníků a strážců chodů, popisoval také spisovatel A. Jirásek ve svém románu „Psohlavci“ doplněno ilustracemi od Mikoláše Alše.

Není možné samozřejmě tvrdit, že výše uvedené dokladuje původ současného Chodského psa. Pouze je historicky podložena existence formy ovčáckého psa ustáleného typu v místních podmínkách na území Čech.

CELKOVÁ CHARAKTERISTIKA

Středně velký pes ovčáckého typu s obdélníkovým rámcem těla. Má dlouhou srst s bohatou podsadou, která ho činí otužilým a odolným vůči povětrnostním vlivům. Vyniká harmonickou stavbou těla. Všechny tělesné partie jsou sladěny tak, že jako celek působí kompaktně a ladně. Charakteristické pro plemeno je postavení a nesení krátkých uší, elegantní linie dlouhé šíje a krku a dále bohatost dlouhé srsti. Jeho pohyb je lehký a volný. Vyznačuje se temperamentní povahou bez známek nervozity. Je přítulný ke členům rodiny, zejména k dětem. Vůči cizím osobám je zdrženlivý, avšak při ohrožení svých blízkých nebo jejich majetku umí být ostrý a útočný. Je výborným hlídacím, ochranným a doprovodným psem, který je schopen náročného výcviku. Je obdařen vynikajícímnosem, čichové práce zvládá s lehkostí a temperamentem. Díky ideální střední velikosti a dobré ovladatelnosti lze chodského psa využít ve slepeckém výcviku. Navíc pro výborné čichové schopnosti může být s úspěchem nasazen při záchranářských akcích a při vyhledávání osob v lavinách. Projevuje rovněž vlohy pro střežení stáda a práci v zápřahu.

DŮLEŽITÉ PROPORCE TĚLA

Ideální parametry dvouletého jedince:

Index formátu: délka trupu tvoří 110% výšky v kohoutku

Index výšky. hloubka hrudníku tvoří 49% výšky v kohoutku

Index typu hlavy. délka nosní partie tvoří 46% délky hlavy

CHOVÁNÍ A POVAHA

Temperamentní pes rychlých, ne však překotných reakcí. Lehce učenlivý, pozorný, dobře ovladatelný, poddajný. Je skromný, nenáročný a houževnatý. Jeho přítulnost k malým dětem je obdivuhodná a činí z něho příjemného společníka rodiny. Je nebojácný, pevných nervů a mimořádně ostražitý. Má výborné čichové schopnosti.

HLAVA

Lebeční partie

Lebka je plochá a zvolna se zužující směrem k očím se středem zúžení po celním vrubu, který je lehce naznačen. Týlní hrbol je hmatatelný, avšak na pohled nevýrazný. Čenichová partie je mírně kratší než mozkovna, od níž je oddělena širokým celním sklonem. Celní sklon není ani příliš ostrý, ani příliš mírný. Nadočnicové oblouky jsou zřetelné, ale nevystupující. Líce jsou suché, pokryty plochými svaly. Kůže lebeční partie je napjatá a pokrytá krátkou, hustou a hladkou srstí.

Obličejová část

Nosní partie: Nosní hřbet je rovný(přímý), s prodlouženou linií mozkovny téměř rovnoběžný. Směrem k čenichu se klínovitě zužuje.

Čenich: Středně velký, plný, černě pigmentovaný, nozdry otevřené.

Pysky: Pevné, suché, dobře přilehlé s uzavřenými kouty.

Čelisti: Horní a dolní čelist jsou úměrné, silné a delší, postupně se zužující k čenichu.

Tváře: Hladké, dobře přiléhající, pod očima nepropadlé.

Zuby: Zdravé, silné, čistě bílé, v pravidelném postavení nůžkového skusu. Moláry na sebe přesně dosedají, řezáky se navzájem dotýkají. Chrup je úplný.

Oči: Středně velké, mandlového tvaru, mírně šikmo posazené. Nemají být vypouklé, ani zapadlé. Jsou lesklé, energického, avšak příjemného výrazu, barvy tmavě hnědé. Víčka dobře přiléhají.

Uši: Krátké, vzpřímené, dopředu otočené, vysoko nasazené a blízko sebe postavené. Jsou trojhranné, se širší základnou, na hrotech buď zašpičatělé nebo lehce zaoblené. Ušní boltce jsou pokryty delší hustou srstí, která zejména u kořene a po okraji boltce tvoří štětky. Celkově má být hlava úměrná velikosti těla a ušlechtilá. Nesmí působit masivně, ani příliš jemně. Charakteristický jedinečný vzhled hlavy podmiňuje správné nasazení a nesení uší, jejich velikost, tvar a dlouhé osrstění.

KRK

Ladně nesený a utvářený, delší, velmi pružný. Směrem k plecím se mírně rozšiřuje. Linie krku svírá s horizontální rovinou úhel 45°. Krk je pokrytý hustou dlouhou srstí.

TĚLO

Hrudník: V průřezu oválného tvaru, jeho horní okraj je tupý, spodní zašpičatělý. Sahá po úroveň lokte. Žebra jsou mírně klenutá, ne však sudovitá.

Předohrudí: Z předu širší, náležitě oslavené.

Hřbet: Rovný, pevný, nepříliš dlouhý, v kohoutku lehce vyvýšený.

Bedra: Krátká, pružná, dobře vázaná, v jedné linii navazující na hřbet.

Břicho: Pevné, vtažené.

Zád': Začíná ve stejné výši se hřbetem a v mírně svažité linii, bez přechodu, směřuje k ocasu.

Ocas: V klidu a v pohybu je volně spuštěný v lehkém oblouku, při vzrušení zvednutý po úroveň hřbetu. Je bohatě osrstěný a dosahuje k hleznu. Umělé zkracování je nepřípustné. Celková linie těla od hlavy k ocasu je tvořena souborem ladných křivek. Délka trupu má být o něco větší, než je výška v kohoutku.

KONČETINY

Hrudní končetiny

Obecně: Lopatka je správně šikmo uložená a ploše přiléhá. Kost ramenní je dlouhá a úhel, který svírá s lopatkou se blíží 90°.

Loket směřuje rovně dozadu, není ani vbočený, ani vybočený.

Předloktí je při pohledu z kterékoliv strany rovné, s dobře vyvinutým, suchým svalstvem.

Zápřstí je pevné, dlouhé, a nikoliv příliš strmé. Zadní stranu předloktí pokrývá přerůstající srst.

Pánevní končetiny

Obecně: Dobře zauhlené v kolenní i hleznu. Jsou při pohledu zezadu rovné.

Stehna: silná, vydatně osvalená.

Nárt: je pevný. Kolenní a hlezenní klouby jsou dobře zaoblené. Zadní stranu stehen pokrývá přerůstající srst.

Tlapy: Středně velké, oválného tvaru. Mají pevné, pružné polštářky a klenuté, sevřené prsty s krátkými, silnými drápy. Polštářky a drápy jsou plně pigmentovány.

MECHANIKA POHYBU

Přirozeným pohybem je nízký klus s diagonálním posunem končetin při zachování neměnné linie hřbetu. Chod je lehký, pružný a prostorný.

KŮŽE

Napjatá, v každé partii dobře přiléhavá. Pigment polštářku a drápu je černý, viditelné sliznice jsou tmavě pigmentovány.

OSRSTENÍ

Kromě obličejové části hlavy, hrotu ušních boltců a přední strany obou páru končetin, kde je srst krátká a hladká, pokrývá tělo lesklá, dlouhá, hustá, tvrdší srst. Její délka se pohybuje od 5 do 12 cm. Má být rovná nebo jen lehce zvlněná, na krku a hrudi mírně otevřená, jinak přilehlá. Dobře vyvinutá podsada je kratší a měkčí. Ušní boltce jsou bohatě osrstěny. U kořene a po okraji jsou vyvinuty štětky. Zvláště dlouhá srst se tvoří na šíji, hřbetu a dále na zadní straně stehna a nártu, kde je mírně praporcovitá. Ocas je hustě osrstěn a má na spodní straně dlouhou, mírně praporcovitou srst.

ZBARVENÍ SRSTI

Černá až kovově černá se sytě žlutými znaky typu „black and tan“. Čím jsou znaky sytější, tím lépe. Jiné zbarvení srsti, než černá se znaky je nepřípustné.

Znaky jsou vyvinuty:

- na okrajích a uvnitř ucha
- nad očima
- na lících, odkud plynule přecházejí na hrdlo, kde tvoří charakteristický půlměsíc
- na hrudi, přičemž hrudní znaky jsou odděleny od znaku na hrdle
- na pánevních končetinách, a to na vnitřní a zadní straně stehna a od prstu po úroveň hlezna
- kolem řitního otvoru mohou být navíc vyvinuty na spodní straně hrudníku, břicha a ocasu, mohou chybět na zadní straně stehna.

Přednost se dává znakům vyvinutým v předepsaných partiích, zřetelně ohraničeným a sytě vybarveným

VÝŠKA A HMOTNOST

Výška

Výška v kohoutku musí být: 52 až 55 cm u psa, 49 až 52 cm u feny.

Toleruje se maximální možná odchylka + - 2 cm.

Hmotnost

Optimální hmotnost – rozmezí 18-25 kg

NEDOSTATKY, VADY, HRUBÉ (VYLUCUJÍCÍ) VADY.

Jsou jakékoliv odchylky od standardu mírného (nedostatky), závažného (vady) a velmi závažného (hrubé vylučující vady) charakteru.

Nedostatky

- drobivý chod.
- příliš výrazný nebo chybějící celní sklon.
- slabé čelisti.
- ne zcela tmavě hnědé oko.
- mírně delší ucho při správném nasazení
- kohoutková výška + - 2 cm oproti standardu (pes 50,51 a 56,57 cm, fena 47,48 a 53,54 cm)
- delší nebo naopak kratší hřbet.
- měkké záprstí; strmé záprstí.
- ocas zahnutý do strany. Ocas tvořící kroužek.
- kratší srst. Příliš jemná struktura srsti.
- méně syté znaky (slámově žlutá).
- delší nebo kratší ocas.
- znaky chybějící na uších a kolem řitního otvoru.
- nezřetelně ohraničené znaky
- znaky více rozšířené na hlavě a hrudi, znaky méně výrazné na hlavě a hrudi
- malý bílý znak (v toleranci do 3 cm)

Vady

- klabonosá nebo naopak pronesená čenichová partie.
- vypouklé nebo naopak vsazené oko. Světle hnědé oko.
- ucho nesprávného tvaru. Špatně nasazené ucho. Měkké ucho.
- krátký krk
- sudovitý nebo naopak plochý hrudník
- vybočené nebo vbočené lokty (postoj sbíhavý, rozbíhavý).
- strmě uložená lopatka.
- proláklý nebo klenutý hřbet.
- nepevná bedra.
- vybočená nebo vbočená hlezna (postoj sudovitý, kravský).
- strmý postoj pánevních končetin.
- prouhelni pánevních končetin způsobující příliš spáditou hřbetní linii
- ocas stočený nad úroveň hřbetu.
- kadeřavá srst.
- výrazně světlé znaky
- znaky extrémně rozšířené na hlavě a na hrudi, znaky vyskytující se mimo předepsané partie
- znaky chybějící nebo viditelně ubývající ve více partiích
- znaky extrémně rozšířené na hlavě a na hrudi znaky vyskytující se mimo předepsané partie

Hrubé, vylučující vady

- zcela postrádající ušlechtilost
- kohoutková výška u psa menší než 50 cm a větší než 57 cm a u feny menší než 47 cm a větší než 54 cm.
- jakékoliv odchylky od nůžkového skusu: předkus, podkus, klešťový skus, nepravidelný skus
- ztráta kteréhokoliv zubu (méně než 42).
- dravčí oko.
- svěšené nebo klopené ucho.
- jiné zbarvení srsti, než černá se žlutými znaky.
- znaky vyskytující se mimo předepsané partie
- depigmentace čenichu, kůže a sliznic.
- vyloučení musí být psi silně bázlivi a agresivní jedinci.
- monorchismus a kryptorchismus.
- krátká srst typu krátkosrstých plemen, chybějící podsada
- úplná ztráta znaku