

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra genetiky a šlechtění**



**Populační analýza plemen přežvýkavců zahrnutých do  
genetických zdrojů v České republice  
Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Jaroslava Benešová**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Luboš Vostrý, Ph.D**

© 2016 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Populační analýza plemen přežvýkavců zahrnutých do genetických zdrojů v České republice" 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 neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 8.4.2016

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala všem, kteří mi pomohli k napsání této diplomové práce. Za cenné rady a odbornou spolupráci děkuji doc. Ing. Luboši Vostrému Ph.D. a prof. Ing. Josefu Příbylovi, DrSc. Zvláštní poděkování patří mé rodině za podporu během celého studia.

# Populační analýza plemen přežvýkavců zahrnutých do genetických zdrojů v České republice

## Souhrn

Genetická variabilita vyjadřuje míru rozmanitosti populace plemen hospodářských zvířat a vzhledem ke šlechtitelským cílům může značně klesat. V důsledku snížení genetické variability populace dochází k nepříznivým vlivům či k úplnému zániku plemene. Nepříznivé vlivy se projevují především na fitness zvířat a jejich užitkových vlastnostech. Při dostatečné velikosti populace a při panmiktickém páření jsou tyto vlivy minimální, avšak v populacích, kde dochází k redukci počtu jedinců, jsou tyto vlivy zásadní. V souvislosti s inbreedingem se negativně působící vlivy nazývají inbrední deprese. Míru inbreedingu v populacích je nutné sledovat a na základě toho vytvářet přípařovací plány tak, aby byl dosahován co největší genetický zisk při zachování genetické variability, jenž nebude mít negativní vliv na fitness a užitkové vlastnosti.

Populační analýza byla zpracována na základě dat z plemenných knih v letech 1985 až 2013. Data obsahovala rodokmen šumavské ovce, která je zařazena mezi genetické zdroje v České republice. Pomocí programu SAS 9.3 ( Statistical Analysis Software ) byla stanovena hodnota koeficientu inbreedingu pro každého jedince a průměrná hodnota celé populace. Dalšími vyhodnocenými parametry bylo vyhodnocení trendu koeficientu inbreedingu ve sledovaném období a efektivní velikost populace a generační interval pro čtyři cesty přenosu genů a dvě cesty přenosu genů. Trend vývoje koeficientu inbreedingu ( $F_x$ ) byl vyhodnocen jako kolísavě stoupající s průměrnou hodnotou kolem 0,6%. Průměrný generační interval (L) pro čtyři cesty přenosu genů byl vypočítán 3,83 let a pro dvě cesty přenosu genů 3,55 let. Hodnota generačního intervalu se ve sledovaném období zkracuje, čímž dochází k intenzifikaci genetického zisku. Efektivní velikost populace ( $N_e$ ) byla odhadnuta dvěma způsoby. Celková efektivní velikost populace ( $N_e$ ) zohledňující příbuzenské vztahy byla odhadnuta na počet 85 jedinců a efektivní velikost populace zahrnující pouze samce a samice byla odhadnuta na 3070 jedinců. Na základě provedené analýzy koeficientu inbreedingu, generačního intervalu a efektivní velikosti populace je možné šumavskou ovci řadit k plemenům s nízkým stupněm koeficientu inbreedingu a průměrným generačním

intervalem. Na základě hodnoty efektivní velikosti populace 85 jedinců může být plemeno šumavské ovce označováno za ohrožené.

**Klíčová slova:** plemena ovčí, inbreeding, koeficient příbuznosti

# Population analysis sheep breeds included in the genetic resources in the Czech republic

## Summary

Genetic variability reflects the degree of diversity of the population breeds of livestock and seed objectives can greatly decrease. As a result of the reduction of the genetic variability of the population experiencing adverse effects or to the complete extinction of the breed. Adverse effects are manifested primarily on the fitness of animals and their commercial properties. When sufficient population size and when are these influences mating panmictic minimum, however, in populations where there is a reduction in the number of individuals, these effects are essential. In connection with inbreeding is acting negatively influences called inbred depression. The degree of inbreeding in populations is necessary to monitor and on the basis of creating mating plans, so that was the greatest genetic gain achieved in the conservation of genetic variability, which will have a negative effect on fitness and utility properties.

Population analysis was prepared based on data from the herd-books in 1985 up to 2013. The data contained the pedigree of the Bohemian Forest sheep, which is placed between the genetic resources in the Czech Republic. Using the program SAS 5.8 (Statistical Analysis Software) the value of the coefficient of inbreeding have been established for each individual and the average value of the entire population. The other trend was the evaluation of the parameters of the vyhodnocenými coefficient of inbreeding in the reference period and the effective population size, and the generational interval for the four paths of transmission of genes and two transmission paths of genes. The trend of development of the coefficient of inbreeding ( $F_x$ ) was evaluated as a kolísavě rising with an average of around 0.6%. The average generation interval ( $L$ ) for the four paths of gene transfer was calculated for two years and 3.83 journey 3.55 years gene transfer.

The value of the generation interval, the shorter the period considered, resulting in the intensification of genetic gain. The effective population size ( $N_e$ ) was estimated in two ways. The total effective population size ( $N_e$ ) taking into account the kinship was estimated to number of 85 individuals and effective population size involving only males and females was estimated at 3070 individuals. On the basis of the analysis of the coefficient of

inbreeding, the generation interval and effective size of the population it is possible to sort the sheep from the Šumava with the low degree of coefficient of inbreeding and the average generation interval. On the basis of the value of effective population size 85 individuals may be experiencing the sheep breed known as endangered.

**Keywords:** sheep breeds, inbreeding, inbreeding coefficient

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>11</b>
<b>2 Vědecká hypotéza a cíl práce</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 Vědecká hypotéza</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2 Cíl práce</b> .....	<b>12</b>
<b>3 Literární rešerše</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1 Chov ovcí v České republice</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2 Plemena ovcí chovaná v České republice</b> .....	<b>17</b>
3.2.1 Obecná charakteristika plemen ovcí v České republice .....	17
3.2.2 Šumavská ovce.....	19
3.2.3 Valašská ovce .....	21
<b>3.3 Reprodukce ovcí</b> .....	<b>24</b>
3.3.1 Vymezení pojmu reprodukce.....	24
3.3.2 Vlivy působící na reprodukci.....	24
<b>3.4 Inbreeding</b> .....	<b>26</b>
3.4.1 Definice příbuzenské plemenitby - inbreeding.....	26
3.4.2 Efekty inbreedingu .....	28
3.4.3 Výpočet koeficientu inbreedingu.....	29
3.4.4 Snížení stupně inbreedingu .....	31
3.4.5 Inbreeding a velikost populace .....	32
3.4.6 Inbreeding u ovcí.....	34
3.4.7 Selektce.....	35
3.4.8 Efekt hrdla lahve a efekt zakladatele .....	38
<b>4.Materiál a metodika</b> .....	<b>39</b>
<b>4.1. Materiál - rodokmen šumavské ovce</b> .....	<b>39</b>
<b>4.2. Metodika koeficient inbreedingu</b> .....	<b>39</b>
<b>4.3. Metodika generační interval</b> .....	<b>40</b>
<b>4.4. Metodika efektivní velikost populace</b> .....	<b>40</b>
<b>5. Výsledky</b> .....	<b>41</b>
5.1. Výsledky koeficient inbreedingu .....	41
5.2. Výsledky generační interval .....	43
5.3. Výsledky efektivní velikost populace .....	44
<b>6.Diskuse</b> .....	<b>45</b>
6.1. Inbreeding .....	45
6.2. Generační interval .....	47
6.3. Efektivní velikost populace .....	47
<b>7.Závěr</b> .....	<b>48</b>



<b>8. Seznam použité literatury .....</b>	<b>49</b>
---	-----------

# 1 Úvod

Ovce, jako hospodářské zvíře patří mezi nejstarší domestikovaná zvířata a první důkazy o jejich chovu lze datovat zhruba do 10. tisíciletí př.n.l. (Brentjes,1979). Stejně jako před stovkami let i dnes jsou díky své přizpůsobivosti rozšířeny ve všech klimatických a podnebných pásmech. Největší výhodou chovu ovcí je jejich mnohostranné využití. Mezi hlavní produkty patří maso, mléko, vlna a kůže. Neopomenutelnými jsou i vedlejší produkty (lůj, lanolin, krev, střeva, předžaludky, paznehty a rohy). V současné době mají také ovce nezastupitelnou roli v udržování trvalých travních porostů a zachování biodiverzity (Horák a kol.,2012).

Díky své nenáročnosti a mnohostranné využitelnosti se stane "zvířetem budoucnosti". Z celosvětového hlediska bylo nejvýznamnějším odvětvím chovu ovcí produkce vlny. Vlna byla považována za významnou textilní surovinu. Vlnářský průmysl ovšem od druhé světové války zažil ekonomickou krizi, což se negativně projevilo, jak na stavech ovcí, tak i na jejich užitkovém zaměření. V chovu vlnářských ovcí u nás je zlomovým rokem 1990, kdy postupně klesá chov zaměřený na produkci vlny a do roku 1996 takřka mizí (Roubalová,2014).

Chov ovcí se přeměrovává na produkci masa. Jehněčí maso díky své lehké stravitelnosti, příznivému podílu tuku a bílkovin a chuťovým vlastnostem stává stále vyhledávanější složkou jídelníčku. Zvýšený zájem zaznamenává také mléčná produkce a chov dojených plemen, protože v porovnání s kravským mlékem je zdravější a výživnější.

Ovšem základem jak pro užitkovost masnou, tak i mléčnou je vysoká úroveň reprodukce (Jakubec a kol.,2001). Na reprodukční ukazatele mají vliv jak genetické a negenetické efekty. Jelikož reprodukce patří mezi nízcí dědivé vlastnosti, hrají zde významnou roli faktory negenetického původu. Mezi hlavní patří zdravotní stav, věk, výživa, klimatické a chovatelské podmínky a také metody plemenitby. V chovu ovcí je využívána čistokrevná nebo příbuzenská plemenitba. Příbuzenská plemenitba je vyjádřena koeficientem inbreedingu, který je v současné době u ovcí zahrnutých v České republice mezi genetické zdroje na úrovni 0,0625 a nepřekračuje tak stanovenou hodnotu pro udržitelnou populaci, z hlediska projevu inbrední deprese a udržení odpovídající variability.

## **2 Vědecká hypotéza a cíl práce**

### **2.1 Vědecká hypotéza**

Průměrná hodnota koeficientu inbreedingu u plemen ovcí zahrnutých do genových zdrojů České republiky nepřekračuje stanovenou hodnotu pro udržitelnou populaci (0,0625).

### **2.2 Cíl práce**

Cílem práce je na základě podkladových údajů z plemenných knih ovcí zahrnutých do genových zdrojů České republiky analyzovat hodnotu inbreedingu a zjistit další populační parametry.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Chov ovcí v České republice

Ovce je jedním z nejstarších chovaných druhů hospodářských zvířat . Jedná se o nenáročné zvíře s mnohostrannou užitkovostí, velkou odolností a přizpůsobivostí, čímž je předurčena k chovu v nejrůznějších výrobních a klimatických podmínkách. Tyto vlastnosti vedly k rozšíření do všech zeměpisných pásem celého světa (Horák a kol.,2012). Mezi další přednosti ovcí, jako hospodářských zvířat jsou minimální nároky na ustajovací prostory s možností celoročního pobytu na pastvě, biologická a nutriční hodnota konzumních produktů (Ochodnický a kol.,2003). Tím se staly ovce základem zemědělství a mírou blahobytu obyvatelstva (Horák a kol.,1999). Mezi hlavní produkty získávané chovem ovcí patří maso, mléko, vlna a kůže. Vedlejšími produkty v chovu ovcí jsou lanolin, krev, lůj, paznehty,roh, střeva a předžaludky. Chov ovcí umožňuje i nepřímý užitek v podobě produkce mrvy, možnosti využití absolutních pastvin i využití ovcí jako pokusných zvířat ( Horák a kol.,2012).

Chov ovcí má v České republice dlouholetou tradici (Malá a kol.,2011) a jeho struktura i početní stavy se během posledních 25 let značně měnila. Zatímco v roce 1990 se u nás chovaly především plemena zaměřená na jednostrannou vlnářskou užitkovost, a to 62,9 % z celkového stavu ovcí (Roubalová,2014). Vlna je v této době nenahraditelnou surovinou textilního průmyslu a před rokem 1990 je představovala hlavní tržní produkt chovu ovcí a tuzemské podniky musely vlnu vykupovat a zpracovávat, i když se jednalo ve větší míře o vlnu hrubších nevyrovnaných sortimentů. Po uzavření smluv o dovozu vlny ze zahraničí se situace na domácím trhu razantně mění, což vede k pádu českého trhu s vlnou (Ondruch,2002). Konkrétně se jednalo o levnější dovoz z Austrálie (Staněk,2009). Tím dochází ke změně zaměření užitkové vlastnosti z jednostranně vlnářské na masnou případně kombinovanou. Vývoj struktury chovaných plemen deklaruje tabulka 1 (Roubalová, 2014).

Jak můžeme vidět v tabulce (tabulka 1) v současné době jsou u nás nejvíce chována plemena s kombinovanou užitkovostí.

Následkem snížení úrovně tuzemského průmyslu (Horák a kol.,2012) a snížením dotací na nákup vlny s prudkým poklesem její nákupní ceny došlo do roku 1995 k postupné likvidaci celé populace ovcí s jednostrannou vlnářskou užitkovostí, to uvádí i Jakubec a kol.

(2001). Díky výše uvedeným skutečnostem klesá výkupní cena vlny a ovčí kůže se stávají těžko prodejnými produkty (Bucek a kol.,2011)a hlavní produkt chovu ovcí se mění na jatečná jehňata a maso (Horák a kol.,).

Chov ovcí je v současné době zaměřen zejména na plemena s masnou užitkovostí, plemena s kombinovanou užitkovostí či na plodná plemena. Jsou chována jak čistokrevná plemena tak i kříženci. Příkladem vhodného křížení je plodné plemeno ovce romanovské s masným plemenem suffolk (David, 2008).

Tabulka 1.: Vývoj struktury plemen ovcí v České republice

Rok	Typ plemene			
	Vlnářský	S kombinovanou užitkovostí	Masný	Plodný a dojný
1990	62,9	36,4	0,6	0,1
1994	4,1	70,7	24,5	0,7
1995	1,9	70,6	25,8	1,7
1996	0	74,4	23,7	1,9
1997	0	71,1	26,9	2,0
1998	0	68,8	28,9	2,3
1999	0	63,4	33,6	3,0
2000	0	61,2	34,3	4,5
2001	0	59,9	33,9	6,2
2002	0	58,8	35	6,2
2003	0	54,9	36,4	8,7
2004	0	56,1	35,0	8,9
2005	0	54,4	37,1	8,5
2006	0	53,0	38,4	8,6
2007	0	51,7	39,2	9,1
2008	0	53,0	37,8	9,2
2009	0	49,3	40,9	9,8
2010	0	49,9	40,0	10,1
2011	0	49,3	41,4	9,3
2012	0	48,3	40,1	11,6
2013	0	50,7	36,1	13,2
2014	0	50	35	15

Co se týká početních stavů ovcí za posledních 25 let je situace variabilní stejně jako tomu bylo u struktury chovaných plemen. V letech 1995 až 2002 zaznamenávalo odvětví živočišné výroby setrvalý pokles ve všech stavech hospodářských zvířat, včetně ovcí, což ve své publikaci uvádí Pindák a kol. (2013) i Horák a kol. (2012).

Od roku 2002 početní stavy ovcí vzrostly, což mohlo souviset s dotační politikou v horských a podhorských oblastech (Bošková,2008). Tento růst stavů ovcí uvádí i Roubalová (2012), ovšem už od roku 2000. Uvádí, že od roku 2000 do 2012 vzrostly stavy ovcí chovaných na našem území o 161,4% z počtu 84 108 kusů na 136 956 kusů, což dokládá i tabulka (tabulka 2) (Roubalová,2014). Dle Bucka a kol.(2014) je současný stav v chovu ovcí charakterizován následujícím:

- zvýšením početních stavů ovcí v posledních letech
- vyšší hodnotou početních stavů ovcí v roce 2014 oproti roku 2013
- celkovým upřednostněním masných a kombinovaných plemen ovcí
- omezením chovu s jednostrannou vlnářskou užitkovostí
- jehněčím masem jako hlavním produktem od roku 2005
- spotřebou jehněčího masa a mléka na nízké úrovni
- chovem ovcí na malých farmách s průměrným počtem 10 kusů
- významnou sezónností produkce, kdy nejvyššího počtu narozených jehňat je dosahováno v první části roku

Tabulka 2 : Vývoj početních stavů v letech 1990 až 2014

ROK	OVCE A BERANI	ROK	OVCE A BERANI
1990	429 714	2003	103 129
1991	429 106	2004	115 852
1992	342 069	2005	140 197
1993	254 301	2006	148 412
1994	196 030	2007	168 910
1995	165 345	2008	182 618
1996	134 009	2009	183 084
1997	120 921	2010	196 913
1998	93 557	2011	209 052
1999	86 047	2012	221 014
2000	84 108	2013	220 521
2001	87 539	2014	225 397
2002	96 286		

V České republice není chov ovcí tak rozšířen, jako v jiných zemích. Početní stavy v roce 2012 a 2013 v ostatních zemích Evropy uvádí tabulka č.3. V tabulce (tabulka 3) jsou početní stavy uvedeny v milionech kusů (Roubalová, 2014).

Tabulka 3 : Početní stavy ovcí v roce 2012 a 2013

Země	2012	2013
Belgie-Lucembursko	0,1	0,1
Dánsko	0,08	0,08
Německo	1,64	1,57
Řecko	9,59	9,52
Španělsko	16,34	16,28
Francie	7,45	7,19
Irsko	3,43	3,43
Itálie	7,02	7,18
Rakousko	0,36	0,36
Nizozemsko	1,09	1,07
Portugalsko	2,09	2,07
Finsko	0,09	0,09
Švédsko	0,61	0,59
Spojené království	22,91	22,62
EU 15	72,81	72,16
Maďarsko	1,15	1,24
Slovensko	0,41	0,4
Bulharsko	1,36	1,36
Rumunsko	8,83	9,3
EU 12	12,86	13,38
EU 27	85,68	85,54

Na základě tabulky č.2 a č.3 je možné říci, že se s celkovým počtem ovcí řadíme k zemím jako je Rakousko a Slovensko.

V posledních letech se uplatňuje i mimoprodukční funkce chovu ovcí a to v údržbě trvalých travních porostů ve znevýhodněných oblastech. Na významu nabývá i ekologické hospodaření, které je podporováno státními dotace. Možnostmi získání dotací jsou např.: jednotná platba na plochu (SASP) nebo v rámci programu rozvoje venkova na modernizaci zemědělských podniků, zlepšování životního prostředí a krajiny či v rámci podpůrného rolnického fondu ( Horák a kol.2012). Silné a slabé stránky spolu s příležitostmi, které chov ovcí přináší i ohrožení jenž je s chovem ovcí spjato uvádí David (2008).

**Silné stránky:**

- zvyšující se poptávka po jehněčím mase
- společenská poptávka po údržbě krajiny
- menší finanční náročnost založení nového chovu ovcí
- dotační politika podporující chov přežvýkavců, do kterých ovce patří

- možnosti realizace jatečných jehňat formou domácí porážky
- malá výživná náročnost na jadrná krmiva

**Slabé stránky:**

- jehněčí maso není v České republice oblíbené, protože dříve bylo na trh uváděno nekvalitní skopové maso a spotřebitel obtížně mění své návyky
- realizace jehňat přes potravinářský sektor vyžaduje větší početnost skupiny
- obecně nízká spotřeba jehněčího masa v České republice

**Příležitosti:**

- reálný odhad zvyšování spotřeby jehněčího masa v České republice až na hodnotu 0,4 kg/osoba/rok
- zvyšování odbytu jatečného masa přes obchodní řetězce
- nahrazení drahého dovozového jehněčího masa do České republiky za domácí produkci
- vyřešení zpracování ovčí vlny, jako produktu a tím další možnost získání nových příjmů
- vhodnou propagací získání nových spotřebitelů

**Ohrožení:**

- změna dotační politiky České republiky
- stagnace poptávky po jehněčím mase
- umožnění dovozu levnějšího jehněčího masa do Evropské unie

## 3.2 Plemena ovcí chovaná v České republice

### 3.2.1 Obecná charakteristika plemen ovcí v České republice

Plemena ovcí lze rozdělit dle několik hledisek. Mezi nejčastější způsoby členění plemen ovcí patří tyto čtyři. Jedná se o klasifikaci zoologickou, dle ušlechtilosti, užitkového typu a dle druhu produkované vlny (Hrouz,2007).



Jednu z možností členění plemen ovcí uvádí Jakubec a kol. (2001) s to na základě biologického typu a vlastností, které u něho převládají:

- plemena vhodná pro chov v marginálních oblastech (selské ovce, vlnářská plemena ovcí merinových)
- plemena vykazující vysokou plodnost (Finská ovce, Romanovská, Chios, Východofříská ovce, Flemská, Boorola
- plemena vhodná k produkci masa, zpravidla se střední plodností (Suffolk, Hampshire, Texel, Charollais, Berrichon du Cher, Ile de France)

Plemena ovcí lze členit i z dalších hledisek, jako je třeba podle počtu a utváření rohů nebo tvaru uší, ovšem tyto způsoby řazení ovcí se neužívají (Horák a kol.,2004).

Počet plemen chovaných na našem území je značně vysoký, což vychází z dat kontroly užitkovosti za rok 2006, kdy počet chovaných plemen byl 31 ( Jedlička,2008).Na základě dat z kontroly užitkovosti dle plemen bylo v roce 2014 u nás chováno 33 plemen (Bucek a kol.,2015).

Plemena ovcí, jenž jsou chována na našem území můžeme rozdělit do tří skupin podle vhodnosti jejich chovu v určitých oblastech (Roubalová, 2013):

- horské oblasti: skupina polojemnovlnných kombinovaných plemen (šumavská ovce, romney, valaška, zušlechtěná valaška, cigája, bergchaf, bílá alpská ovce )
- podhorské oblasti: plemena s kříženeckou vlnou (merinolandschaft a jeho kříženci, romney, clun forest ), plodná a mléčná plemena ovcí (východofříská ovce, lacaune a jejich kříženci, romanovská ovce)  
masná (suffolk, oxford down)
- podhorské oblasti: plemena jemnovlnná a masná (suffolk, oxford down, hampshire, charollais, texel, berrichon du Cher, dorper)

Dle Kuchtíka a kol. (2007) jsou plemena obecně i na území České republiky dělena dle užitkového zaměření, které uvádí tabulka (tabulka 4).

Tabulka 4: Rozdělení plemen chovaných v České republice na základě užitkového zaměření

Užitkové zaměření	Plemena
Plemena kombinovaného typu	Merino, Šumavská ovce, Cigája, Zušlechtěná valaška, Romney (Kent)
Plemena masného typu	Suffolk, Charollais, Texel
Plemena dojného a plodného typu	Romanovská ovce, Východofříská ovce

Pro účely této práce se budeme detailněji zajímat o plemeno ovce šumavská, která náleží do skupiny plemen ovcí zařazených mezi genetické zdroje v České republice. Pro úplnost bude v této práci také zmíněna ovce valašská, jenž do této skupiny genetických zdrojů náleží také.

### 3.2.2 Šumavská ovce

Šumavská ovce vznikla na podkladě genetického základu českých selských ovcí, avšak její přesný původ není znám. Na formování populace šumavských ovcí se zřejmě podílely primitivní střeoevropské, východoevropské i severské ovce (Milerski, 2013), i proto je vhodná do horských a podhorských oblastí (Staněk, 2011).

Od 50. let 20. století bylo plemeno postupně zušlechťováno plemeny württemberská ovce, texel, lincoln, kent a dalšími (Milerski, 2013). Zásadním kritériem výběru vhodných kusů ke šlechtění bylo co nejvíce shodných vlastností se selskými ovci (Horák, 2010). Plemenný statut byl šumavské ovci udělen Ministerstvem zemědělství již v roce 1986 a od roku 1987 je plemeno zařazeno do světového genofondu ohrožených druhů hospodářských zvířat. V České republice je zařazena do genové rezervy počínaje rokem 1992. Patří do plemen polojemnovlnných až polohrubovlnných s bílou smíšenou a splývavou vlnou a polouzavřeným rounem s vysokým podílem dlouhé podsady. Rouno se vyznačuje stříbřitým leskem, velkou pružností a dobrou textilní kvalitou. Konstituce je dána středním tělesným rámcem s lehkou kostrou. Jejich živá hmotnost se pohybuje u beranů 80 až 100 kg a u bahnic kolem 55 až 65 kg (Mareš, 2013). Staněk (2011) uvádí, že živá hmotnost se u bahnic pohybuje 40 až 45 kg a u beranů 60 až 80 kg. Milerski (2013) uvádí rozmezí hmotnosti u bahnic 45 až 55 kg a u beranů 60 až 70 kg.

Hmotností u šumavských ovcí se zabýval Vejčík (1997), který analyzoval průměrnou hmotnost v jednom roce a v průběhu prvních 3 let spolu a některými tělesnými parametry ve třech chovech. Stanovil průměrnou hmotnost v prvním roce života na hodnotu 40,7 kg.

Průměrnou hmotnost v prvních třech letech stanovil 58,6 kg, čímž prokázal, že oproti roku 1963, kdy byla tato hmotnost analyzována je šumavská ovce těžší. Zároveň uvedl, že změnil také exteriérové parametry a to hloubka, šířka a obvod hrudníku. Jejich hodnota se zvětšila.

Šumavská ovce vyniká svou trojstrannou užitkovostí vlna-maso-mléko (Vaněk,2002). U beranů se vyskytuje mírně klabonosá hlava s rohy, ovšem bahnice jsou převážně bezrohé (Mareš,2013). Pohlavní dospělost u bahnice i beranů nastává v období 12. až 14. měsíce (Milerski,2013). Plemenice jsou zapouštěny ve věku více jak jeden rok a produkce mléka se pohybuje v rozmezí 100 až 170 litrů za laktaci (Staněk,2011).

Mareš (2015) uvádí, že produkce mléka za 200 dní laktace se pohybuje okolo 60 až 100 litrů mléka.

Jateční zralost jehňat je dána věkem 5 měsíců v přibližné hmotnosti 30 kg. Pokud se jedná o křížence s masným plemenem jateční zralost nastává v hmotnosti 35 kg (Milerski,2013) a průměrný denní přírůstek jehňat v odchovu je dán hodnotou 200 g, ve výkrmu pak 250 g při výtěžnosti 48% (Mareš,2015).

Stanovený chovný cíl pro toto plemeno je uveden v následující tabulce (tabulka 5) (Mareš, 2013).

Tabulka 5: Chovný cíl plemene šumavská ovce

Plodnost na obahněnou %	Odchov do 14 dnů %	Produkce mléka za dojnou periodu kg	Živá hmotnost v kg jehňat ve 100 dnech		Věk v měsících pro zařazení do plemenitby		Živá hmotnost v kg pro zařazení do plemenitby	
			beránci	Jehničky	berani	Jehnice	berani	Jehnice
150	140	120	32	28	10-12	10-12	55	45

V tabulce (tabulka 6) je uveden vývoj početních stavů zvířat zařazených do genetických zdrojů v letech 2001 až 2014, a to jak z hlediska počtu zvířat, tak z pohledu chovů (Mareš,2015).

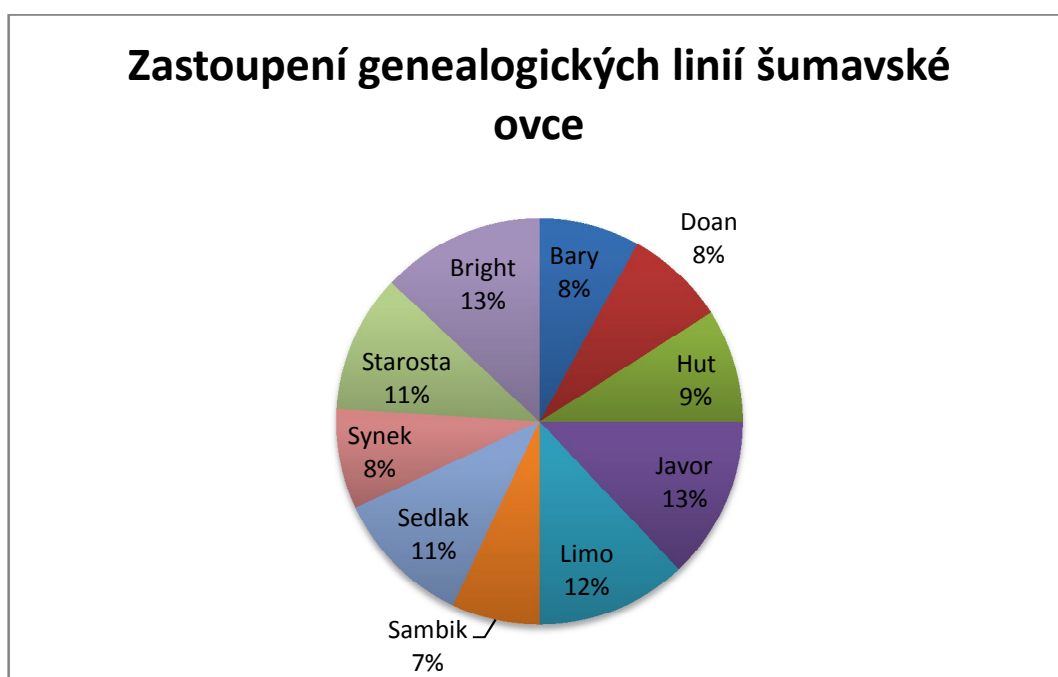
Tabulka 6: Vývoj početních stavů zvířat začleněných do genetických zdrojů

Rok	Počet ovcí	Počet chovů
2001	1992	26
2002	2391	26
2003	2734	27
2004	2060	29
2005	2325	31
2006	2331	29
2007	2438	29

2008	2422	28
2009	2409	24
2010	3001	24
2011	1942	23
2012	2235	27
2013	2745	25
2014	2244	21

V rámci kontroly užitekosti je zaznamenávána hodnota počet narozených a odchovaných jehňat a živá hmotnost jehňat ve věku 100 dní s odchylkou 15 dní oběma směry (Milerski,2013). Šumavská ovce je chována v několika liniích. Procentické zastoupení jednotlivých linií dokládá graf (graf 1) (Pikousová a kol.,2015). V současné době je nejvíce zastoupena linie Bright.

Graf 1: Zastoupení jednotlivých genealogických linií v rámci ročníku jehňat 2014



Zdroj: Pikousová a kol. (2015)

### 3.2.3 Valašská ovce

Valašské ovce se dostaly díky valašské kolonizaci Karpat, která začala ve 14. století a v 15. až 16. století pokračovala až na území Slezska a Moravy na území dnešní České republiky (Milerski,2013). Jedná se tedy o jedno z našich původních salašnických plemen ovcí, které

vzniklo křížením několika plemen s původními slovenskými plemeny (Staněk,2011). Na přelomu 40. až 50. let minulého století začal proces zušlechtování, který byl završen rokem 1982. V tomto roce byla zušlechtěná valaška uznaným plemenem na Slovensku.

Plemeno se vyznačuje menším až středním tělesným rámcem spolu s pevnou konstitucí, skromností. Dalšími přednostmi jsou chodivost a výborná pastevní schopnost. Zvířata mají pevné a suché končetiny s menšími sevřenými paznehty, které jsou tvořeny velmi tvrdou rohovinou. Hlava je suchá, vysoko nesená s výrazným a živým okem. U bahnic je tvaru mírně klínovitého a u beranů mírně klabonosá. Uši mají krátké směřující do stran. Berani jsou rohatí a u bahnic dnes dominují rohatí jedinci, ovšem původně bývaly většinou bezrohé. Zbarvení se pohybuje od bílé, šedé až po černou s možným výskytem i strakatých jedinců Charakteristickým znakem je smíšené rouno s jemnou podsadou a hrubými pesíky (Milerski,2013).

Valašská ovce si díky své hrubé vlně, která je dokonale přizpůsobena horským podmínkám, získala vysokou oblíbenost. Jednotlivé vlasy vlny byly naplněny dřevem, která zajišťovala jejich napřímení v nepříznivých podmínkách a zabezpečovala tak splývání dešťových kapek po těle ovce ( Kunz,2005). Neovlněné zůstávají pouze končetiny po klouby záprstní a hlava, kromě drobné kštice vlny na temeni a čele (Milerski,2013).

V tabulce (tabulka 7) je uveden chovný cíl valašské ovce, který byl v rámci šlechtitelského programu v roce 2013 aktualizován spolu s plemenným standardem (Milerski,2013).

Tabulka 7: Chovný cíl valašské ovce

Plodnost na obahněnou ovci %	Odchov do 14 dnů %	Živá hmotnost v kg jehňat ve 100 dnech		Věk v měsících pro zařazení do plemenitby		Živá hmotnost v kg pro zařazení do plemenitby	
		Beránci	Jehničky	Beránci	Jehničky	Berani	Jehnice
150	140	22	20	10-12	10-12	38	33

Dle plemenného standardu se hmotnost beranů se pohybuje v rozmezí 50 až 65 kg a u bahnic 40 až 50 kg (Milerski,2013). Staněk (2011) uvádí hmotnost beranů valašských ovcí 70 kg, což neodpovídá plemennému standardu, hmotnost u bahnic uvádí 50 kg. Jehnice jsou zapouštěny ve věku kolem 16 až 19 měsíců (Staněk,2011) a reprodukce je dlouhodobě realizována pomocí čistokrevné plemenitby zaměřené na udržení genetické proměnlivosti v

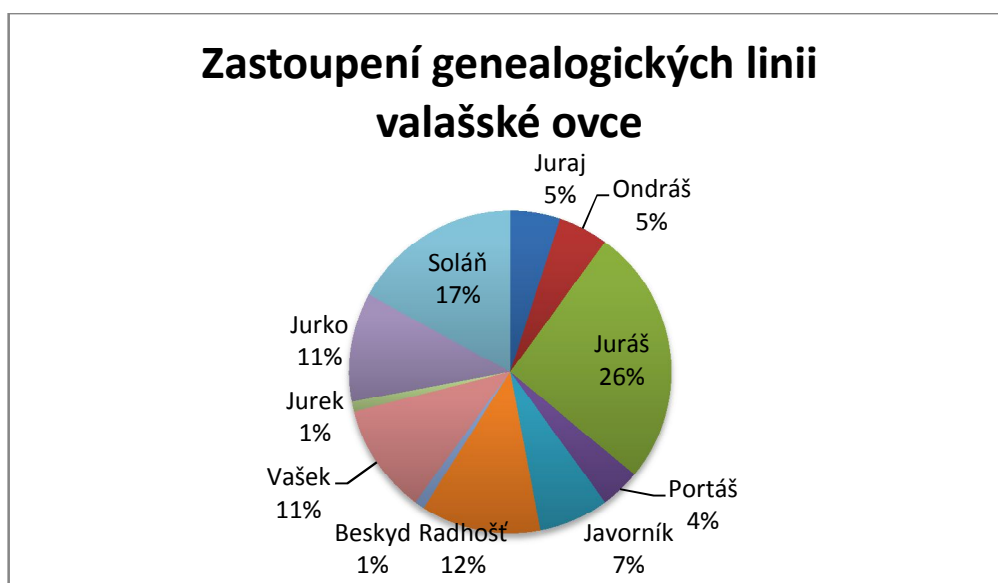
populaci a na charakteristických exteriérových plemenných znacích. Vývoj početních stavů ovcí tohoto plemene zařazených do genetických zdrojů je uveden v tabulce (tabulka 8) (Mareš,2015).Valašská ovce je zařazena od roku 1999 do genových rezerv v České republice (Milerski,2013).

Tabulka 8 : Vývoj početních stavů valašských ovcí zařazených do genetických zdrojů

Rok	Počet zvířat	Počet chovatelů	Rok	Počet zvířat	Počet chovatelů
2001	130	10	2008	204	17
2002	118	9	2009	301	21
2003	148	14	2010	400	26
2004	136	11	2011	493	32
2005	206	15	2012	486	36
2006	207	15	2013	624	40
2007	218	17	2014	671	42

Za tabulky (tabulka 8) je patrné, že dle Milerski (2013), že od roku 2013 je splněn záměr v udržení počtu bahnic původní valašské ovce v genetickém zdroji na úrovni 500 až 1000 jedinců ve způsobu uchování *in situ*. Plemeno valašské ovce je chováno v několika liniích, jejichž procentické zastoupení je uvedeno v grafu (graf 2)(Pikousová a kol., 2015).

**Graf 2:** Zastoupení jednotlivých genealogických linií v rámci ročníku jehňat 2014



Zdroj: Pikousová a kol. (2015)

### 3.3 Reprodukce ovcí

#### 3.3.1 Vymezení pojmu reprodukce

Základní biologickou vlastností živých organismů je schopnost rozmnožovat se a tím zachovat živočišný druh a kontinuitu života (Jelínek a kol.,2003). Reprodukce neboli plodnost patří k nejdůležitějším užitkovým vlastnostem (Horák a kol.,2012) a závisí na základních biologických a fyziologických komponentech, jež uvádí Jakubec a kol. (2001) takto:

- nastoupení pohlavní zralosti a aktivace fyziologických funkcí reprodukčních orgánů bahnice
- schopnost samičích pohlavních orgánů zabezpečit zabřeznutí a březost dokončenou porodem životaschopného jedince
- schopnost jedince samčího pohlaví připuštění a oplodnění
- obnovené reprodukčních schopností po porodu
- schopnost porodit a odchovat jehňata

Reprodukce zaujímá prvotní pozici v celém procesu chovu a šlechtění ovcí, protože cena hlavních ovčích produktů, stejně jako u ostatních hospodářských zvířat, závisí především na samičích reprodukčních schopnostech (Rao, 1997), na kterou působí vnější a vnitřní vlivy (Horák a kol.,2012).

#### 3.3.2 Vlivy působící na reprodukci

Vlivy, které působí na plodnost mohou být rozděleny na genetické a negenetické (Momami Shaker,1995).Plodnost patří mezi užitkové vlastnosti s nízkou dědivostí (Staněk,2009), a proto je podmínkou dosahování vysoké plodnosti naplnění všech požadavků na kvalitu výživy, technologie ustájení a ošetrovatelské péče. Na celkové proměnlivosti v reprodukčních ukazatelích se významně podílí faktor chovatele (z 60 % a více), faktor náhodného prostředí (30%) a genetické založení jedince (Bařina,2002). Jak již bylo řečeno, reprodukční ukazatele patří mezi vlastnosti s nízkou dědivostí a jejich založení je na úrovni 20% a působí na ni mnoho vnějších a vnitřních faktorů. Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující reprodukční ukazatele patří zdravotní stav, věk, výživa, klimatické a chovatelské podmínky. V neposlední řadě má důležitý vliv také plemeno (Staněk,2009).

Plodnost může být posuzována na základě procenta oplodnění, podle počtu ovulovaných vajíček, ovšem z praktického hlediska je rozhodujícím faktorem počet odchovaných jehňat. Vysoká plodnost koreluje s dobrými chovatelskými podmínkami a zdravotním stavem odchovaných jehňat. Nejvyšší plodnosti je u ovcí dosahováno ve třetím až pátém vrhu, což je v souvislosti s dokončením tělesného vývinu bahnice (Horák a kol.,2001).

Mezi další hodnocené ukazatele reprodukce patří počet narozených jehňat, počet odstavených jehňat a hmotnost jehňat při odstavu a to jak na ovci zapuštěnou, tak i obahněnou (Jakubec a kol.,2001). Oproti tomu Máchal (2011) uvádí, že plodnost ovcí je hodnocena podle počtu narozených jehňat, procenta oplození, mateřských vlastností, počtu ovulovaných vajíček nebo podle počtu odchovaných jehňat.

Staněk (2009) uvádí, že mezi nejčastější hodnocení ukazatele patří počet narozených jehňat, procento jalových a procento oplodněných ovcí a jehnic, dále úhyn jehňat, plodnost a intenzita.

V těchto uvedených pozorovaných ukazatelích je značná proměnlivost jak v rozpětí koeficientu dědivosti (Jakubec a kol.,2001) tak i v genetických korelacích mezi těmito ukazateli navzájem. To potvrzuje i Safari a kol.(2007), který tvrdí, že znalostí jak koeficientu dědivosti a korelací mezi ukazateli reprodukce slouží k přesnější predikci celkového výsledku reprodukce. Průměrné hodnoty koeficientů dědivosti pro ukazatele reprodukce jsou uvedeny v tabulce (tabulka 9) (Fogarty,1995).

Tabulka 9: Hodnoty koeficientu dědivosti pro ukazatele reprodukce

Vlastnost	PNZ	POZ	PNO	POO	HOZ	HOO
Heritabilita	0,08	0,05	0,10	0,05	0,13	0,14

PNZ-počet narozených jehňat,POZ-počet odstavených jehňat, PNO-počet narozených jehňat na obahněnou ovci (četnost vrhu), POO-počet odstavených jehňat na obahněnou ovci, HOZ-hmotnost odstavených jehňat na zapuštěnou ovci, HOO-hmotnost odstavených jehňat na obahněnou ovci

Jak již bylo psáno v předchozím textu reprodukční vlastnosti jsou nízké dědivé a v rámci genetické proměnlivosti se uplatňuje neaditivní složka působení (interakce a dominance) oproti složce podmíněné aditivním působením genů (Šubrt a Hrouz,2011) a na základě toho se u ukazatelů reprodukce objevuje heterózní efekt, který způsobuje nižší úhyn kříženců a vyšší životaschopnost jedinců (Kadlečík a Kasarda,2007).



Znalost koeficientu dědivosti a korelačních vztahů ukazatelů reprodukce a dalších významných užitkových vlastností slouží k rozvoji chovných cílů (Safari a kol.,2005). Ve studii Amou Posht-e-Masari a kol. (2013) byl analyzován koeficient dědivosti na podkladě údajů velikost vrhu při narození, velikost vrhu při odstavu, hmotnost jehňat při narození, hmotnost jehňat při odstavu, celková hmotnost vrhu při narození a celková hmotnost vrhu při odstavu. Koeficient dědivosti byl u těchto vlastností stanoven hodnotami 0,02 (velikost vrhu při narození), 0,01 (velikost vrhu při odstavu), 0,47 ( hmotnost jehňat při narození), 0,40 (hmotnost jehňat při odstavu), 0,15 pro celková hmotnost vrhu při narození) a 0,03 (celková hmotnost vrhu při odstavu). Pozitivní korelaci uvádí mezi ukazateli celkovou hmotností jehňat při narození a celkovou hmotností jehňat při odstavu.

Velkou pozitivní korelaci u Welsh Mountain ovcí shledal ve své studii Ap Dewit a kol. (2002) mezi maternálním genetickým efektem pro hmotnost ve dvanácti týdnech věku a přímým aditivním efektem pro hmotnost vrhu při odstavu.

Z hlediska zaměření této diplomové práce nesmíme u vlivů působících na reprodukční ukazatele zapomenou na vliv metody plemenitby. V chovu ovcí je využívána jak čistokrevná plemenitba, jejíž součástí je příbuzenská plemenitba (inbreeding) a liniová plemenitba, tak i hybridizace (Horák a kol.,2012).

### **3.4 Inbreeding**

#### **3.4.1 Definice příbuzenské plemenitby - inbreeding**

Příbuzenská plemenitba je jedním z typů čistokrevné plemenitby ( Horák a kol.,2012) a je definována, jako páření dvou jedinců jejichž příbuznost je větší, než při náhodném páření jedinců celé populace (Bezdíček a kol.,2010). Jakubec a kol. (2010) charakterizuje příbuzenskou plemenitbu jako pravděpodobnost, že dvě alely některého genu určitého jedince jsou identické ve svém původu. Šiler a kol. (1965) poukazuje na příbuzenskou plemenitbu jako na opakování se některých předků v předchozích generacích. Seymour (2001) definuje příbuzenskou plemenitbu, také jako páření dvou příbuzných jedinců, avšak dodává, že její využití vede ke snížení genetické variability. Snížení genetické variability se projevuje nejvíce na fitness (Reed a Frankham,2003).

Dušek a kol. (2007) rozděluje příbuzenskou plemenitbu na základě zootechnické nomenklatury na:

- úzká: dochází k páření nejbližších jedinců, např. : otec x dcera
- blízká: dochází k páření ne zcela příbuzných jedinců, např.: prarodičovská generace s generací vnuků
- vzdálená: dochází k páření vzdáleně příbuzných jedinců, např.: generace pravnuků s generací pravnuček

Další možnost rozdělení příbuzenské plemenitby uvádí Groen a kol. (1992) a to na aktivní a pasivní. Aktivní příbuzenská plemenitba je cíleným šlechtitelským opatřením. Pasivní příbuzenská plemenitba je důsledkem náhodného páření jedinců v malé efektivní populaci.

Příbuzenská plemenitba je běžným typem plemenitby, jelikož přispívá s udržení žádoucích vlastností v populaci a je sjednocení fenotypových vlastností (Falconer,1970).

Groen a kol. (1992) také uvádí, že inbreeding je vyhledávanou formou plemenitby sloužící k vytváření vysoce užitkových inbredních linií. Oproti tomu je rizikem, protože díky jejímu využití ztrácí populace genetickou variabilitu, která přináší negativní projevy v podobě inbrední deprese. V malých populacích představuje inbreeding hrozbu, zatímco v dostatečně početných populacích může být šlechtitelsky využíván a určitá úroveň je většinou tolerována (Huizinga,1992).

Genetické účinky způsobené genetickým driftem a inbreedingem mají významné dopady na tvorbu nových populací (Hedrick,2014).

Využití inbreedingu musí podléhat kontrole, aby nedocházelo k negativním projevům na užitkových vlastnostech ( Eteqadi a kol.,2015). Vzhledem k nutnosti monitorování koeficientu inbreedingu je možné rozhodnout, zda je nutné šlechtitelský program změnit či nikoliv (Sorensen,2005). To potvrzuje ve své studii i Gowane a kol. (2014), který uvádí, že snížit hodnotu koeficientu inbreedingu na přijatelnou úroveň je možné pomocí využití nových plemeníků s nejnižším možnou hodnotou tohoto koeficientu. S tím souhlasí i Hossein-Zadeh (2012), který dodává, že koeficient inbreedingu lze snížit vhodným zvolením přípařovacího plánu.

Za nejvyšší formu inbreedingu je považováno u hospodářských zvířat páření rodičů a potomků, kdy je  $F_x=0,25$  (Bezdíček a kol.,2010).

### 3.4.2 Efekty inbreedingu

Základním efektem využití příbuzenské plemenitby je zvýšení pravděpodobnosti vzniku homozygotních potomků, kteří jsou ovšem vyrovnanější v užitkových vlastnostech a znacích, avšak při dalším zvyšování míry příbuznosti dochází k negativním projevům nazvaných jako inbrední deprese (Dostál,2007).

Negativní vliv na jakoukoliv užitkovou vlastnost lze definovat jako inbrední deprese, na kterou můžeme pohlížet z hlediska kvalitativního i kvantitativního (Bezdiček a kol.,2010).

Jev inbrední deprese patří do neaditivní složky genotypové variance a do jisté míry je opakem heterózního efektu. V inbrední populacích lze účinku tohoto jevu pozorovat jednak jako již zmíněný zvýšený podíl homozygotních genotypů a jednak v celkově zhoršeném projevu kvantitativních znaků a zvláště pak těch, které podléhají nízké až střední dědivost. (Jakubec a kol.,2012). Zvýšený podíl homozygotních genotypů sebou nese i zvýšený výskyt letálních alel nesoucích vývojové poruchy a vady. Tento jev je do jisté míry vybalancován přirozenou selekcí, protože při výskytu genotypu neslučitelného se životem je postupně eliminován (Swindell a Bouzat,2006) Efekt inbrední deprese má vliv na znaky související se zdravotním stavem, ale také na znaky produkční jako je např. růst (Kasarda a Kadlečík,2010), dále pak na znaky reprodukce, mléčné a masné užitkovosti (Jakubec a kol.,2012).

Kvantifikací účinku příbuzenské plemenitby na tělesnou hmotnost u různých věkových kategorií Guilanských ovcí studovali Etaqadi a kol. (2014). Analýza účinku inbreedingu byla založena na hodnotách porodní hmotnost, hmotnost ve třech a šesti měsících. Výsledky této studie ukázaly, že koeficient inbreedingu v této populaci byl velmi nízký, jeho hodnota byla 0,15%. Důsledkem využití inbreedingu se zabýval také Barczak a kol. (2009), který zjistil jak negativní tak i pozitivní vliv této metody plemenitby.

Projevy inbreedingu se zabýval i Analla a kol. (1999), který prokázal projevy inbrední deprese u váhy jehňat plemene merino, kdy s přibývajícím věkem docházelo k jejímu prohlubování. Stejnou problematikou se zabýval i Wyk a kol. (2009), jenž zjistil vliv inbreedingu na váhu jehňat při narození a při odstavu, kdy při zvýšení inbreedingu o 1% došlo ke snížení porodní hmotnosti o 0,006 kg a hmotnosti při odstavu o 0,093 kg.

Drobik a Martyniuk (2014) zkoumali faktory ohrožující genetickou diverzitu v malé populaci Olkulských ovcí, s cílem navrhnout strategii trvale udržitelného hospodaření bez negativních vlivů. Základem hodnocení byly reprodukční vlastnosti plemenných beranů, kteří

poskytovali potomstvo do dalších generací. V počtu plemenných beranů byl zaznamenán značný rozdíl ve využití jednotlivých beranů, a proto bylo páření blízkých příbuzných jedinců běžně využíváno. Autoři uvedli, že jehňata narozená v této populaci Olkuských ovcí měla v roce 2012 koeficient příbuznosti na úrovni 11,71%. Autoři dodávají, že informace o genetických vztazích jednotlivých jedinců populace by měly být poskytována chovatelům, aby byla zachována možnost trvale udržitelného hospodářství. Vlivem inbreedingu na růst jehňat u Íránských černých ovcí se zabývali Mokhtari a kol. (2014). Podkladem pro hodnocení byla data s rodokmenovým původem v let 1980 až 2008 a zaznamenávaná data o hmotnosti při narození, hmotnosti při odstavu, velikosti vrhu při narození, velikosti vrhu při odstavu, celkové hmotnosti vrhu při narození a při odstavu. Na základě těchto informací zjistili významný vliv inbrední deprese u hmotnosti při narození, kdy při zvýšení o 1 % došlo ke snížení hmotnosti o 7 g.

Vlivem inbrední deprese na růstové schopnosti u ovcí plemene Moghani sledovali Dorostkar a kol. (2012). Zjistili, že inbrední deprese se projevovала snížením hmotnosti při narození, ve třech, šesti, devíti a v jednom roce o -0,007 g, -0,291 g, -0,026 g, -0,018 g a -0,041 g v uvedeném pořadí na 1% zvýšení koeficientu příbuznosti.

Efekty inbrední deprese se nemusí v populaci vždy projevit. Jestliže v rodinné linii není přítomna letální alela, pak je riziko zátěže inbredního potomstva srovnatelné s rizikem potomků pocházející z outbrední populace (Relichová,2009).

### 3.4.3 Výpočet koeficientu inbreedingu

Základním ukazatelem příbuzenské plemenitby je hodnota koeficientu inbreedingu ( $F_x$ ), jenž byl poprvé použit na začátku 20. století (Wright,1922). Tento koeficient lze vypočítat dvěma způsoby a to dle Wrighta (Wright,1922) nebo alternativním způsobem dle Málecota (Jakubec a kol.,2010).

#### Výpočet koeficientu inbreedingu dle Wrighta

Vzorec pro výpočet koeficientu inbreedingu dle Wrighta je uveden ve vzorci (vzorec 1). Tento výpočet je založen na analýze jednotlivých úsekových koeficientů v rodokmenu postupující od zkoumaného jedince k předkům. Ve výsledku nabývá hodnot v intervalu  $<0,1>$ , ale lze jej také vyjádřit relativní hodnotou 0 až 100%.

Vzorec 1: Koeficient inbreedingu dle Wrighta

$$F_x = \sum \left(\frac{1}{2}\right)^{n_1+n_2+1} (1 + F_{A_i})$$

$F_x$  = koeficient inbreedingu jedince X

$F_A$  = koeficient inbreedingu společného předka A

$i = 1, 2, \dots, m$  - počet společných předků

$n_1$  = počet generací od otce ke společnému předku A

$n_2$  = počet generací od matky ke společnému předku A

Dalším koeficientem, který navrhl Wright ve stejné práci je koeficient příbuznosti  $R_{XY}$ , který hodnotí rodokmeny dvou jedinců při sestavování připárovacích plánů. Výpočet koeficientu příbuznosti  $R_{XY}$  je uveden ve vzorci (vzorec 2). Obecně je platné, že koeficient inbreedingu se rovná polovině hodnoty koeficientu příbuznosti (Jakubec a kol., 2010).

Vzorec 2: Výpočet koeficientu příbuznosti dle Wrighta (1922)

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

$R_{XY}$  = koeficient příbuznosti jedinců X a Y

$n_1$  = počet generací mezi rodičem X jedince Z a společným předkem A

$n_2$  = počet generací mezi rodičem Y jedince Z a společným předkem A

$F_X$  = koeficient inbreedingu jedince X

$F_Y$  = koeficient inbreedingu jedince Y

$F_A$  = koeficient inbreedingu společného předka

Mezi hlavní nevýhody výpočtu koeficientu příbuznosti dle Wrighta náleží velká pracnost a časová náročnost, kdy v případě velkého množství dat je nutné kalkulovat data pro každého jedince bez možnosti použití koeficientů zjištěných u jeho předků, neboť vždy postupujeme od jedince k předkům. Proto byl navržen alternativní způsob stanovení koeficientu inbreedingu pomocí původového koeficientu dle Málecota (Jakubec a kol., 2010).

### **Výpočet původového koeficientu dle Málecota**

Výpočet původového koeficientu dle Málecota je uveden ve vzorci (vzorec 3). Tento parametr pracuje s pravděpodobností výskytu identické kopie genu od předka u potomka. Pro vztah koeficientu příbuznosti dle Wrighta ( $R_{XY}$ ) a původového koeficientu dle Málecota platí, že koeficient příbuznosti se rovná dvojnásobku původového koeficientu. Tento vztah je uveden ve vzorci (vzorec 4) (Jakubec a kol.,2010).

**Vzorec 3:** Výpočet původového koeficientu dle Málecota (1948)

$$F_x = f_{WZ} = 0,25(f_{AC} + f_{AD} + f_{BC} + f_{BD})$$

$f$  = původový koeficient dle Málecota

A,B = rodiče jedince W

C,D = rodiče jedince Z

**Vzorec 4:** Vztah mezi koeficientem příbuznosti a původovým koeficientem

$$R_{XY} = 2f_{XY}$$

#### 3.4.4 Snížení stupně inbreedingu

Jak již bylo v předchozím textu uvedeno, inbreeding může mít i pozitivní efekt. Vlivem příbuzenské plemenitby se nežádoucí alely dostanou do homozygotního stavu, čímž mohou být z populace efektivně odstraněny pomocí přirozené selekce v podobě čištění. Čištění má variabilní efekt, a proto může zvyšovat riziko vyhynutí (Hedrick,1994), proto je důležité sledovat míru inbreedingu a snažit se o omezení nebo zodpovědné vedení. K omezení míry inbreedingu je využívána genetická proměnlivost mezi jedinci uvnitř populace nebo mezi populacemi. V případě proměnlivosti v rámci jedné populace je využíváno výběru a selekce vhodných jedinců k plemenitbě, což je náplní šlechtitelských organizací. V tomto případě je dosažený genetický zisk pro danou generaci či rok kumulativní. Při využití proměnlivosti mezi populacemi je realizovaný genetický zisk okamžitý, dočasný a nekumulativní. Tento proces je nazýván heterózní efekt (Jakubec a kol.,2010). Heterózní efekt je vyjádření stupně nadřazenosti kříženců proti průměru výchozích plemen použitých ke křížení. Bureš a Bartoň (2010) uvádí, že heterózní efekt je výsledkem efektu vlastního genotypu jedince (individuální heterózní efekt), genotypem matky jedince (maternální heterózní efekt) a také genotypem

otce jedince (paternální heterózní efekt). Výpočet heterózního efektu je uveden ve vzorci (vzorec 5) (Horák a kol., 2012).

Vzorec 5: Výpočet heterózního efektu

$$H = \frac{F1 - P}{P} \times 100$$

H = heterózní efekt

F1 = průměrná užitkovost kříženců první filialní generace

P = průměrná užitkovost výchozích rodičovských populací

### **Generační interval**

Selekcí jedinců v rámci populace nebo mezi populacemi vytváříme tzv. selekční tlak vedoucí ke změně užitkových vlastností a tím ke genetickému zisku. Pokud potřebujeme vyjádřit výši genetického zisku za rok je potřeba zohlednit generační interval. Generační interval vyjadřuje průměrný věk rodičů při narození jejich potomstva využitého do další plemenitby. Čím kratší je generační interval, tím větší je realizovaný roční genetický zisk (Horák a kol., 2012).

Kratší generační interval sice zvyšuje genetický zisk, ale může také vést ke zvyšování koeficientu příbuznosti a tím ke snížení genetické variability. Prodloužením generačního intervalu lze dosáhnout eliminace těchto negativních vlivů a také zvýšení počtu samců a samic. Tím dojde ke zvětšení efektivní velikosti populace a snížení genetického driftu (Wallin a kol., 2003). Generační interval je zjišťován dvěma způsoby. První způsob je zjišťován čtyřmi cestami přenosu genů (otec-syn, otec-dcera, matka-syn, matka-dcera) a druhý je zjišťován dvěma cestami přenosu genů (otec-potomek, matka-potomek) (Nomura a kol., 2001).

#### **3.4.5 Inbreeding a velikost populace**

Jak již bylo zmíněno v předchozím textu příbuzenská plemenitba s sebou nese zvyšování míry homozygotnosti a tím i zvýšení pravděpodobnosti, že se na jednom lokusu sejdou dvě recesivní alely, jenž jsou v tomto uspořádání letální či znevýhodňující. Dle Huizinga (1992) je využití inbreedingu téměř běžným typem plemenitby a v dostatečně velké populaci nehrozí téměř žádná negativa. Pravděpodobnost, že se sejdou na jednom lokusu dvě recesivní alely je vzácná, a proto je inbreeding problém hlavně v málopočetných populacích hospodářských zvířat. Toto tvrzení však nemusí platit u komerčně chovaných

hospodářských zvířat, protože tam i při dostatečné velikosti populace může být genetická diverzita malá (Sorensen,2005). Reed a kol. (2005) uvádí, že počet jedinců v populaci musí přesahovat hodnotu 2000 jedinců, aby byla populace z dlouhodobého hlediska životaschopná. Důležitým parametrem vzhledem k inbreedingu a velikosti populace je efektivní velikost populace, kdy Reed a kol. (2007) uvedl, že pokud populace dosáhne počtu nad 500 jedinců má tato populace evoluční potenciál.

### **Efektivní velikost populace**

Zásadní parametr evoluce a kvantitativní genetiky jenž měří rychlost genetického driftu nebo inbreedingu nazýváme efektivní velikost populace. Je to populační parametr představující počet jedinců dané populace jenž přispívají do genofondu následujících generací (Relichová,2009).

Bryja a kol. (2010) uvádí, že efektivní velikost populace je počet jedinců v ideální populaci, v níž se jedinci páří náhodně a poměr pohlaví je 1:1 a jenž má stejnou rychlost ztráty heterozygotnosti jako reálná populace, která je brána v úvahu. Obdobnou definici uvádí i Flegr (2009): "Efektivní velikost životaschopné populace ( $N_e$ ) je velikost ideální panmiktické populace, ve které by genetické procesy,např. změny ve frekvenci alel působením selekce nebo genetického driftu,probíhaly stejnou rychlostí jako v reálně studované populaci." Efektivní velikost je tedy přímo závislá na reprodukčních schopnostech jednotlivých jedinců v dané populaci (Wright,1938).

Důležitou úlohu hrají nejrůznější faktory, které genofond dalších generací ovlivňují, např. selekce (Dostál,2005). Efektivní velikost populace je označována symbolem  $N_e$  a pro výpočet tohoto parametru existuje několik metod. Odhad tohoto parametru je důležitý z hlediska zachování malých populací zvířat, neboť je měřítkem genetického driftu a inbreedingu (Nunney a Elam,1994) a také předpovídá vliv chovatelských a manažerských metod na genetickou variabilitu studované populace (Caballero,1994). S nízkou hodnotou  $N_e$  se ztrácí i variabilita,fixují se nežádoucí alely a zvyšuje se inbreeding (Frankham a kol., 2010). Doporučená hodnota velikosti populace chované v zajetí je 50 až 100 jedinců (FAO,1998), přičemž pokles pod hodnotu 50 jedinců vyžaduje sledování a zvětšení populace. U málopočetných populací je efektivní velikost populace vhodným parametrem pro popis míry inbreedingu (Kristensen a Sorensen,2005). V neposlední řadě také slouží k určení míry změn ve složení populace vlivem genetického driftu (Charlesworth,2009).



## Genetický drift

Genetický drift neboli náhodný tlak popsal již v roce 1921 Wright. Je to jev založený na náhodném vytrácení alel z populace vlivem selekce na alely nežádoucí. Podobné objasnění tohoto pojmu uvádí i Buri (1956), který říká, že genetický drift je náhodná změna ve frekvenci alel vzhledem ke konečné populaci. Výsledkem je tedy nesoulad mezi nekonečným počtem genotypů, které mohou teoreticky vzniknout a mezi těmi, které reálně vznikají, čím se z generace na generaci mění zastoupení jednotlivých alel. Jakubec a kol. (2010) uvádějí, že náhodný drift je kolísání genových četností z generace na generaci s tendencí nevracet se k hodnotám výchozí populace. Změna zastoupení má silně kumulativní charakter vedoucí k náhlé a nekontrolovatelné změně znaků a vlastností (Flegr,2009), jenž má zásadní význam pro genové rezervy zvířat, kdy je populace málo početná (Jakubec a Záliš, 2000). Náhodný tlak má vztah k hodnotě  $N_e$ . Se snižující se hodnotou  $N_e$  se zvyšuje hodnota koeficientu příbuznosti, čímž se zvyšuje i míra náhodného tlaku (Dostál,2007).

### 3.4.6 Inbreeding u ovcí

Příbuzenská plemenitba je chovu ovcí běžně využívanou metodou plemenitby (Horák a kol.,2012). Vlivem příbuzenské plemenitby na různé ukazatele a vlastnosti ovcí se zabývali mnohé studie.

Vývoj příbuzenské plemenitby v dánské populaci ovcí plemene Texel, Shropshire a Oxford Down vzhledem k porodní hmotnosti analyzovali Norberg a Sorensen (2007). Míra růstu příbuzenské plemenitby za generaci byla přibližně 1% u všech sledovaných plemen a růst koeficientu příbuznosti byl 0,45 až 0,71. Velikost inbrední deprese vzhledem k porodní hmotnosti byla stanovena na úrovni 1,2 až 2,6 %, což vedlo ke zvýšení koeficientu příbuznosti o 0,10 u každého jedince. Závěrem studie bylo zjištění, že je nutné populaci z hlediska inbreedingu sledovat, aby nedocházelo k dalšímu snižování porodní hmotnosti.

U ovcí plemene merino v jihoafrické populaci analyzovali úroveň příbuzenské plemenitby a vliv inbrední deprese na hmotnost jehňat v prvním roce Swanepoel a kol. (2007). Populace byla zkoumána v období let 1975 až 2003 a bylo zjištěno, že koeficient inbreedingu se v průběhu let snížil. V roce 1980 činil 0,38 a v roce 2003 v průměru 0,012, což svědčí o dostatečné velikosti populace a nehrozícím nebezpečí v podobě inbrední deprese.

Vlivem příbuzenské plemenitby na hmotnost se zabývali také Prince a kol. (2010), kteří ovšem zkoumali vliv na porodní hmotnost a hmotnost ve třech, šesti, devíti a dvanácti měsících u ovcí plemene Avikalan. Koeficient inbreedingu se pohyboval od 0 do 25,83%. Dále zjistili, že outbrední jedinci byly ve všech hmotnostních ukazatelích těžší než jedinci inbrední. Porovnání průměrných hmotností outbredních a inbredních jedinců je zobrazeno v tabulce (tabulka 10).

Tabulka 10: Porovnání hmotností outbredních a inbredních jedinců

Hmotnost	Porodní hmotnost	Ve 3.měsíci	V 6.měsíci	V 9. měsíci	Ve 12. měsících
Inbrední jedinci	2,93 kg	13,30 kg	18,83 kg	21,83 kg	25,78 kg
Outbrední jedinci	2,98 kg	13,76 kg	19,56 kg	22,48 kg	26,05 kg

U plemene merino byla zjištěna hodnota koeficientu inbreedingu 2% ( Erasmus a kol., 1991). Safari a James (2002) uvádí průměrnou hodnotu koeficientu inbreedingu u ovcí plemene merino 3,79%. Průměrnou hodnotu inbreedingu u valašských ovcí a ovcí plemene cigája publikuje Oravcová (2014) 0,22% a 0,49%. Průměrnou hodnotu individuálního zvýšení koeficientu příbuznosti uvádí 0,06% u valašských ovcí a 0,12% u cigáji. Plemeno Leccese chované v jižní Itálii bylo rozděleno do tří skupin podle hodnoty koeficientu příbuznosti a byl analyzován účinek příbuzenské plemenitby na produkční a reprodukční ukazatele. Analýze podléhala hmotnost při narození a při odstavu. Jedinci vytvořili tři skupiny podle koeficientu příbuznosti a to  $F=0\%$ ,  $0<F>10\%$  a  $F>10\%$ . Hmotnost při narození se mezi prvními dvěma statisticky neliší, ale oproti třetí skupiny byly tyto jedinci těžší. Stejná situace nastala i u hmotnosti při odstavu. Všechny reprodukční ukazatele vykazují pokles se zvyšující se mírou příbuzenské plemenitby (Selvaggi a kol.,2010).

### 3.4.7 Selektce

Šlechtění jakéhokoliv druhu hospodářských zvířat je dlouhodobým a nepřetržitým procesem, jenž využívá pravidla dědičnosti pro vytvoření populace poskytující konkrétní užitek v rámci možností daných podmínkami prostředí. Základním nástrojem šlechtění

hospodářských zvířat je selekce (Horák a kol.,2012). Jejím cílem je změna genetického složení populace, kdy jsou na základě požadovaných vlastností vybíráni jedinci vhodní k reprodukci či naopak (Dostál,2007).

V přírodních populacích se jedná o proces zajišťující zachování druhu a v procesu reprodukce se uplatňují jedinci s nejlepší fitness, kteří se nejvíce přibližují populačnímu průměru. Jedním z principů selekce je také předpoklad různé životaschopnosti a plodnosti jedinců, čímž dochází k nestejnomyšlnému příspěvku do genofondu následujících generací. Příspěvek do další generace se nazývá fitness jedince, neboli zdatnost a pokud je tato individuální zdatnost vázána na některý určitý gen, může na něj probíhat selekce (Falconer a Mackay,1996).Všechny užitkové vlastnosti a znaky, na které je selekce a selekční program zaměřen je nutné důkladně sledovat, aby byla získána co nejpřesnější a nejúplnější data a selekce byla tím pádem účinná. K tomu slouží rozsáhlý soubor šlechtitelských opatření začínající měřením znaků (kontrola užitkovosti) a pokračující přes zpracování a vyhodnocení získaných dat ke stanovení plemenné hodnoty. Přesný postup, jak provádět měření je stanoven zákonem č. 154/2000 Sb., jeho novelou 344/2006 a příslušnými vyhláškami , směrnici a metodickými pokyny jenž spravuje Svaz chovatelů ovcí a koz České republiky (Horák a kol.,2012). Selekcce tedy vychází z dat kontroly užitkovosti a jejím cílem je zvýšení užitkovosti a upevnění žádoucích užitkových vlastností (Jakubec a kol.,2010).

### **Předpověď plemenných hodnot pomocí BLUP ANIMAL MODEL**

Důležitým výstupem z dat kontroly užitkovosti je kontrola dědičnosti. Zjišťované hodnoty z kontroly užitkovosti a dědičnosti jsou významnými podklady pro realizaci selekce ve stádech ovcí. Za nejdokonalejší metody odhadu plemenných hodnot u všech druhů hospodářských zvířat je považována metoda odhadu pomocí BLUP a její verze ANIMAL MODEL (Horák a kol.,2012) a BLUP-Otcovský model( Jakubec a kol.,2000). Tato matematicko-statistická metoda odhadu plemenné hodnoty umožňuje zohlednit jak vlastní dosaženou užitkovost, tak i užitkovost příbuzných jedinců a ještě eliminuje vliv systematických efektů prostředí ( Horák a kol.,2012). Eliminaci systematických efektů zajistíme uspořádáním režimu a podmínek, jako v testačních či kontrolních stanicích nebo početním způsobem. Systematické efekty můžeme rozdělit na systematické efekty vnější a vnitřní. Vnější faktory zahrnují stanovištní podmínky ( země, oblast, konkrétní podnik nebo stáj či hala atd.) a

jedním je efekt času, který působí zprostředkovaně vlivem faktorů v časové řadě nekonstantních, jako je druh a kvalita krmiva. Tento problém lze vyřešit rozdělením podkladů pro odhad plemenné hodnoty do skupin podle roku nebo ročních období. Avšak i při standardizaci podmínek prostředí v testačních odchovných působí konkrétní systematické efekty vnější. Mezi systematické efekty vnitřní je řazena především individualita jedince v podobě věku, dále věk matky, pohlaví, četnost vrhu, pořadí vrhu, pořadí laktace a další (Jakubec a kol.,2003).

V České republice je plemenná hodnota odhadována pro několik užitkových vlastností. Na základě zjištěných hodnot hmotnosti ve 100 dnech věku jehňat je odhadována plemenná hodnota pro vlastní růstovou schopnost jedince. Tato hodnota je i podkladem pro odhad dědičných vloh mateřských vlastností, zejména pak mléčnost matek. Mléčnost je hodnocena zjišťováním růstu potomstva. Dále jsou odhadovány plemenné hodnoty pro plodnost na obahněnou bahnici. U masných plemen v otcovských pozicích a u plemene romney je odhadována plemenná hodnota pro výšku nejdelšího hrudního a bederního svalu a tloušťku vrstvy podkožního tuku, jež je měřena pomocí ultrazvukové techniky. Systematické efekty využívané při odhadech plemenných hodnot v České republice jsou následující: stádo, rok, období, pohlaví, četnost vrhu, věk, věk matky, délka mezidobí, živá hmotnost, trvalé prostředí jedince, trvalé prostředí matky ( Horák a kol.,2012).

Ve všech modelech odhadujících genetické parametry a následně plemenné hodnoty je třeba zohledňovat genetický vliv matky (Vatankhan,2013).

Následným porovnáním průměrných plemenných hodnot jedinců narozených v jednotlivých letech lze stanovit genetický trend ve sledované populaci (Horák a kol.,2012).

Jelikož ekonomika chovu není zpravidla založena na jedné užitkové vlastnosti, je potřeba zohlednit v selekčním programu ekonomickou hodnotu jednotlivých vlastností a genetické parametry ( koeficient dědivosti) s korelace mezi vlastnostmi. To je základ selekčních indexů, které vyjadřují souhrnnou chovatelskou hodnotu ( Horák a kol.,2012) jež je dána lineární funkcí skládající se z relativních ekonomických hodnot a dílčích plemenných hodnot jednotlivých užitkových vlastností Matematický vzorec souhrnné chovatelské hodnoty je uveden dále v textu. Relativní ekonomické hodnoty jsou zvoleny tak, aby při důsledné selekci vytčenou ve šlechtitelském cíli bylo dosahováno maximálního finančního šlechtitelského pokroku, to je důvod, proč jsou selekční indexy vyjadřovány v peněžních jednotkách( Jakubec a kol.,2010).

Odhadem genetických parametrů pro růst s cílem poskytnout základ pro výběrovou strategii ve šlechtitelských programech se zabývali Pires a kol. (2015). Hodnocenými charakteristikami byly porodní hmotnost, hmotnost před odstavem a po odstavu. Pro statistickou analýzu zvolili obecný lineární model (GLM), kde zahrnuli efekty pohlaví, vrstevníci ( podle typu narození a roku narození), kovarianci věku při odstavu ( hmotnost před odstavem a hmotnost při odstavu ) s kvadratickým efektem, přímý genetický efekt, trvalý mateřský efekt a reziduální efekt. Byla zjištěna hodnota koeficientu dědivosti pro hmotnost při odstavu a to 0,47, což autory vedlo k závěru, že je třeba zařadit do selekčního indexu a monitorovat tuto hodnotu. Vlastní růstovou schopnost jedince analyzovali ve své studii Gholizadeh a Ghafouri-Kesbi (2015) a podkladem pro vyhodnocení byly hodnoty porodní hmotnost, hmotnost ve třech, šesti a devíti měsících, hmotnost v prvním roce.

#### 3.4.8 **Efekt hrdla lahve a efekt zakladatele**

V rámci změn genetického složení populace existují i další principy, jenž mají v konečném důsledku stejný výsledek, jako inbreeding (Relichová,2009).Jedním z nich je rozdělení populace na subpopulace, kdy dochází ke změně ve frekvencích alel jednotlivých genů a hrozí zde efekt inbreedingu a také rychleji dochází k fixaci alel v důsledku působení genetického driftu. Fixace alel v každé z těchto subpopulací je náhodná, a proto celková frekvence jednotlivých alel zůstává konstantní.Touto fixací dochází ke zvýšení homozygotnosti, stejně jako u inbreedingu, a celková populace přestává být v Hardy-Weinbergově rovnováze (Flegr,2009). Na základě nové subpopulace z celkové populace dochází k redukci početnosti jedinců a náhodný posun genů. Proces doprovázející tuto skutečnost je nazýván efektem zakladatele.

Podobným efektem genetického posunu je efekt hrdla lahve neboli bottle-neck efekt (Divíšek a kol., 2010).Efekt hrdla lahve se vyskytuje u populace, která prošla silným snížením její početnosti, avšak přežila a její početnost se poté opětovně zvýšila (Divíšek a kol.,2010).

Ke snížení početnosti populace dochází vlivem biotických a abiotických faktorů nebo při kolonizaci nové lokality malým počtem jedinců určitého druhu (Flegr,2009). Tento efekt také vzniká při náhlé změně početnosti jedinců účastnících se na reprodukci (Relichová,2009).

Genetická variabilita se vlivem procesu snížení početnosti snížila, neboť některé geny vymřely spolu se svými nositeli. Efektem hrdla lahve u ovcí plemene Muzzafarnagri v Indii se zabývali Arora a kol. (2009). Autoři uvádějí, že identifikací genetických vlivů na populace, které prošly efektem hrdla lahve je užitečný nástroj vedoucí k usnadnění plánování ochrany významných druhů. Příkladem takových populací může být zubr evropský nebo nosorožec tuponosý (Divíšek a kol.,2010).

## **4.Materiál a metodika**

### **4.1. Materiál - rodokmen šumavské ovce**

Data poskytnutá pro tuto diplomovou práci obsahovala informace o rodokmenu plemene šumavská ovce. Soubor pro vyhodnocení genetických parametrů (koeficient inbreedingu, efektivní velikost populace a generační interval) poskytoval záznamy celkem 45 847 jedinců narozených v letech 1985 až 2013. V souboru s rodokmenem šumavské ovce byl u každého jedince uveden otec, matka a rok narození. U jedince nebylo uvedeno pohlaví, avšak při dalším uplatnění v plemenitbě bylo zjištěno jestli se jednalo o samici či samce. Pokud se nějaký z údajů v souboru s rodokmenem nevyskytoval byl vyhodnocen jako chybějící. Pokud chyběl původ jedince ( otec a matka nebo oba rodiče) bylo předpokládáno, že rodiče potomka nebyly inbrední.

### **4.2. Metodika koeficient inbreedingu**

Koeficient inbreedingu ( $F_x$ ) byl stanoven pro všechny jedince. Pro odhad koeficientu inbreedingu ( $F_x$ ) byl využit program SAS 9.3 a procedura INBREED. Na základě individuálních koeficientů inbreedingu byl stanoven průměrný koeficient inbreedingu ( $F_x$ ) pro celou populaci šumavských ovcí v letech 1985 až 2013.Dále byla na základě hodnot koeficientů inbreedingu stanovena efektivní velikost populace ( $N_e$ ) a také očekávaná změna koeficientu inbreedingu za jeden rok ( $\Delta F_y$ ) (Sorensen a kol.,2005).

### 4.3. Metodika generační interval

Data s rodokmeny jedinců šumavské ovce z období let 1985 až 2013 obsahovala rok narození jedince. Pro výpočet generačního intervalu (L) bylo nutné doplnit do databáze rok narození rodičů, a proto mohl být vypočítán pouze pro ty jedince, kteří se v následujících letech zapojili do plemenitby.

Generační interval byl vypočítán jak ve čtyřech úsecích přenosu genů, a to: otec-syn ( $L_{mn}$ ), otec-dcera ( $L_{mf}$ ), matka-syn ( $L_{fm}$ ) a matka-dcera ( $L_{ff}$ ), tak i ve dvou úsecích přenosu genů otec-potomek a matka-potomek. Vzorec, jenž byl využit pro výpočet, je uveden ve vzorci (vzorec 6) (Nomura a kol., 2001).

Vzorec 6: Výpočet generačního intervalu dle Nomura a kol. (2001)

$$L = \frac{L_{mm} + L_m + L_{fm} + L_{ff}}{4}$$

### 4.4. Metodika efektivní velikost populace

Efektivní velikost populace ( $N_e$ ) v populaci šumavské ovce byla odhadnuta na základě poměru změny koeficientu inbreedingu za jednu generaci ( $\Delta F$ ). Poměr změny koeficientu inbreedingu ( $\Delta F$ ) byl získán jako součin změny koeficientu inbreedingu za rok ( $\Delta F_y$ ) a generačního intervalu (L) dvou cest přenosu genů. Vzorec výpočtu efektivní velikosti populace ( $N_e$ ) uvádí vzorec (7) (Sorensen a kol., 2005).

**Vzorec (7):** Vzorec  $N_e$  dle Sorensen a kol. (2005)

$$N_e = \frac{1}{2\Delta F_y L}$$

Efektivní velikost populace ( $N_e$ ) v populaci šumavské ovce byla také odhadnuta pomocí vzorce, který nezohledňuje příbuzenský vztah mezi jedinci populace a je založen na poměru pohlaví. Vzorec výpočtu je uveden ve vzorci (8) (Falconer a Mackay, 1996 a Jakubec a kol., 2010).

**Vzorec (8):** Vzorec  $N_e$  dle Falconer a Mackay (1996) a Jakubec a kol. (2010).

$$N_e = \frac{4N_m N_f}{N_m + N_f}$$

## 5. Výsledky

### 5.1. Výsledky koeficient inbreedingu

Celkový koeficient inbreedingu ( $F_x$ ) byl v populaci šumavské ovce v letech 1985 až 2013 stanoven 0,6 %. Koeficient inbreedingu jedinců za jednotlivé roky uvádí tabulka (tabulka 11).

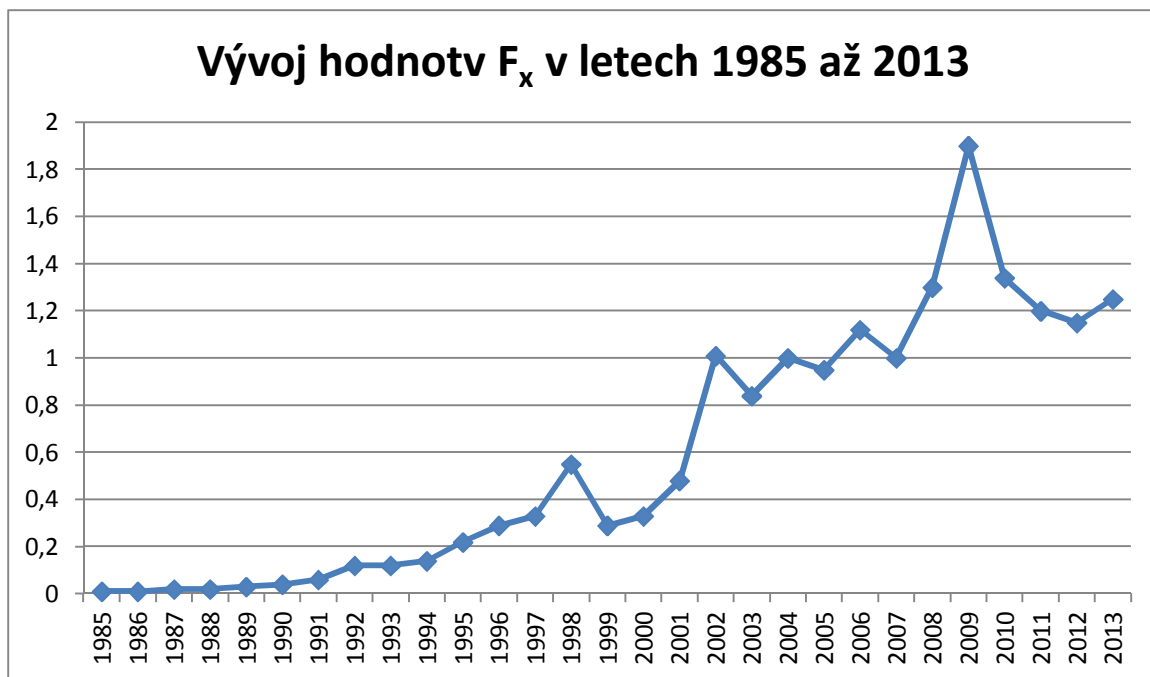
Tabulka 11: Koeficient inbreedingu pro jedince šumavské ovce v % v letech 1985 až 2013

<b>Rok</b>	<b>1985</b>	<b>1986</b>	<b>1987</b>	<b>1988</b>	<b>1989</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>
$F_x$ (%)	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,12	0,12	0,14
<b>Rok</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
$F_x$ (%)	0,22	0,29	0,33	0,55	0,29	0,33	0,48	1,01	0,84	1,00
<b>Rok</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	
$F_x$ (%)	0,95	1,12	1,00	1,30	1,90	1,34	1,20	1,15	1,25	

Vývoj hodnot koeficientu inbreedingu ( $F_x$ ) v letech 1985 až 2013 je graficky znázorněn v grafu č.3. Na grafu č.3 je vidět, že hodnota koeficientu inbreedingu ( $F_x$ ) má kolísavý charakter, ovšem téměř vždy se vzestupnou tendencí. Hodnota  $F_x$  1% bylo poprvé překročena v roce 2002. Nejnižších hodnot  $F_x$  bylo dosaženo v letech 1985 a 1986. Nejvyšších hodnot  $F_x$  bylo dosaženo v roce 2009 1,90% a 2010 1,34%.

Graf č.3: Vývoj hodnot koeficientu inbreedingu v letech 1985 až 2013 v %





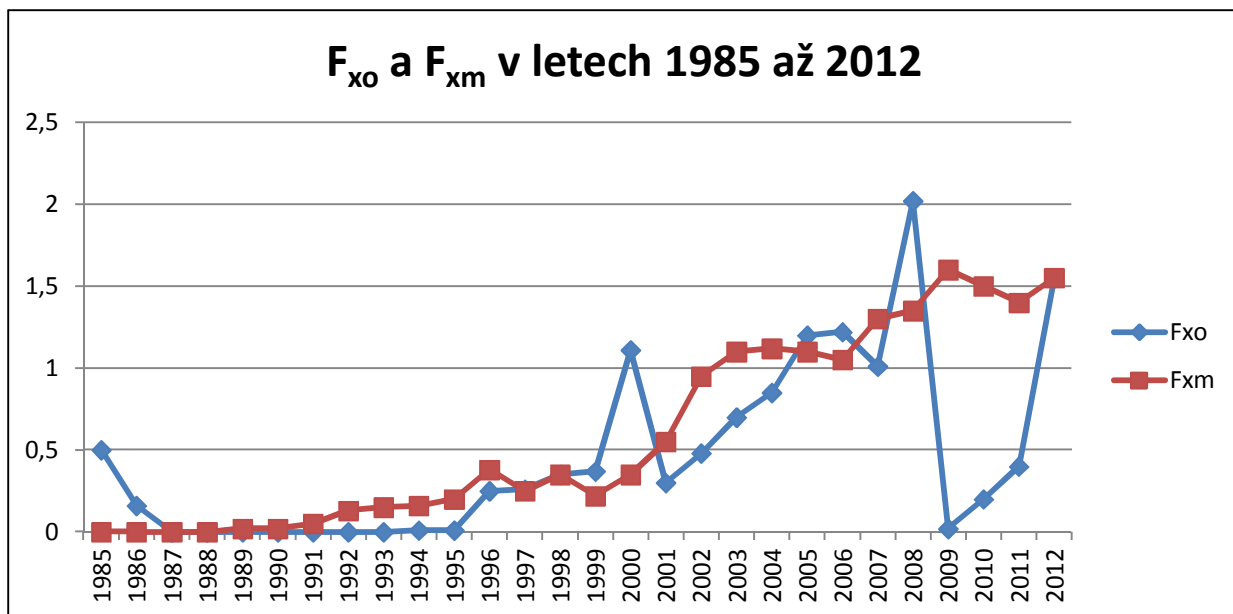
Vývoj hodnot koeficientu inbreedingu rodičů je uveden v tabulce (tabulka 12).

Tabulka 12: Vývoj koeficientu inbreedingu otců ( $F_{x_0}$ ) a matek ( $F_{x_m}$ ) v %

Rok	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
$F_{x_0}$	0,5	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
$F_{x_m}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,05	0,13	0,15	0,16
Rok	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
$F_{x_0}$	0,01	0,25	0,26	0,35	0,37	1,11	0,30	0,48	0,70	0,85
$F_{x_m}$	0,20	0,38	0,25	0,35	0,22	0,35	0,55	0,95	1,10	1,12
Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		
$F_{x_0}$	1,20	1,22	1,01	2,02	0,02	0,20	0,40	0,45		
$F_{x_m}$	1,10	1,05	1,30	1,35	1,60	1,50	1,40	1,55		

Grafické znázornění vývoje koeficientu inbreedingu otců ( $F_{x_0}$ ) a matek ( $F_{x_m}$ ) je uvedeno v grafu (graf 4). Z grafu (graf 4) vyplývá, že hodnota koeficientu inbreedingu otců ( $F_{x_0}$ ) má kolísavý charakter s poměrně velkými skoky mezi jednotlivými léty v pozorovaném období. Nejvyšších hodnot dosáhl v roce 2008 a to 2,02 % a nejnižších hodnot v letech 1987 až 1995. Hodnota koeficientu inbreedingu matek ( $F_{x_m}$ ) má také postupný stoupavý charakter bez větších skoků, jako je tomu u  $F_{x_0}$ . Nejvyšší hodnoty dosáhl v roce 2009 1,60% a nejnižších hodnot 1985 až 1988.

Graf 4: Vývoj  $F_{x_0}$  a  $F_{x_m}$  v letech 1985 až 2012



## 5.2. Výsledky generační interval

Generační interval v letech 1985 až 2013 byl vypočítán, jak pro čtyři cesty přenosu genů, tak i pro dvě cesty přenosu genů. Průměrný generační interval ( $L$ ) v letech 1985 až 2013 pro čtyři cesty přenosu genů je uveden v tabulce (tabulka 13). Průměrný generační interval ( $L$ ) pro čtyři cesty přenosu genů byl vypočítán 3,83 let.

Tabulka 13: Průměrný generační interval v letech pro otce-syny ( $L_{mm}$ ), otce-dcery ( $L_{mf}$ ), matky-syny ( $L_{fm}$ ) a matky-dcery ( $L_{ff}$ )

$L_{mm}$	$L_{mf}$	$L_{fm}$	$L_{ff}$	$L$
4,12	3,60	4,10	3,50	3,83

Průměrný generační interval v letech 1985 až 2013 pro dvě cesty přenosu genů (mezi rodiči a potomky) je uveden v tabulce (tabulka 14). Vývoj hodnot generačního intervalu pro dvě cesty přenosu genů ve čtyřletých obdobích v letech 1985 až 2013 je uveden v tabulce (tabulka 15). Z tabulky (tabulka 15) vyplývá postupné snižování generačního intervalu pro otce-potomky, matky-potomky i průměrného generačního intervalu. Průměrný generační interval pro dvě cesty přenosu genů dosahoval nejvyšší hodnoty v letech 1989 až 1992 a nejnižší v letech 2010 až 2013. Generační interval pro otce-potomky dosahoval nejvyšší hodnoty v letech 1989 až 1992 a generační interval pro matky-potomky v letech 1993 až 1996. Největší rozdíl v hodnotách generačního intervalu pro otce-potomky a matky-potomky byl pozorován v letech 1993 až 1996 1,4 let.

Tabulka 14: Generační interval pro otce-potomky ( $L_m$ ) a matky-potomky ( $L_f$ )

$L_m$	$L_f$	$L$
3,50	3,60	3,55

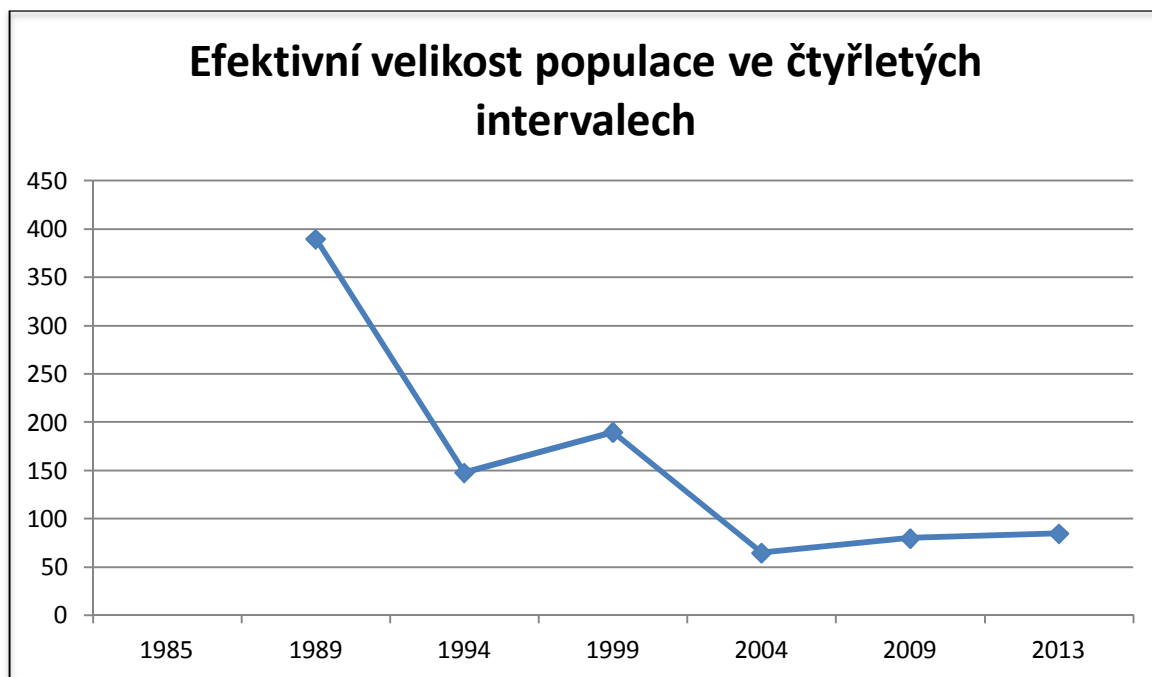
Tabulka 14: Vývoj průměrných hodnot generačního intervalu v období čtyř let pro období 1985 až 2013 v letech

	$L_m$	$L_f$	$L$
1985 - 1988	5,20	4,00	4,6
1989 - 1992	5,15	4,13	4,64
1993 - 1996	4,10	5,50	4,8
1997 - 2001	3,50	4,30	3,9
2002 - 2005	2,70	3,00	2,85
2006 - 2009	1,25	1,35	1,3
2010 - 2013	1,14	1,38	1,26

### 5.3. Výsledky efektivní velikost populace

Efektivní velikost populace byla stanovena na základě příbuzenských vztahů a také výpočtem zahrnujícím pouze samce a samice. Celková efektivní velikost populace ( $N_e$ ) v letech 1985 až 2013 je odhadována na 85 jedinců. Hodnota efektivní velikosti populace ( $N_e$ ) zahrnující pouze samce a samice byla 3070 jedinců. Celková hodnota efektivní velikosti populace v průběhu let 1985 až 2013 snižuje. Grafické znázornění vývoje hodnot efektivní velikosti populace ve čtyřletých intervalech uvádí graf (graf 5). Z grafu (graf 5) vyplývá klesající hodnota efektivní velikosti populace ( $N_e$ ).

Graf 5: Vývoj hodnot efektivní velikosti populace ( $N_e$ ) ve čtyřletých intervalech v letech 1985 až 2013



## 6. Diskuse

### 6.1. Inbreeding

Příbuzenskou plemenitbou a jejími vlivy na jednotlivé znaky a vlastnosti, potažmo na celkovou kvalitu chovu u ovcí se zabývalo již nemalé množství prací.

Yavarifard a kol. (2014) se ve studii zabývali kvantifikací účinků inbreedingu na hmotnost jehňat v různém věku u Mehrabanských ovcí v Íránu a stanovili průměrnou hodnotu koeficientu inbreedingu 1,69%.

Boujename a Chami (1997) hodnotili ve své práci inbreeding u ovcí plemene Sardi a Beni Guil. Plemeno Sardi se ve sledovaném období mělo 1036 inbredních jehňat s průměrnou mírou inbreedingu 8,07%, zatímco plemeno Beni Guil mělo pouze 73 inbredních jedinců, avšak s průměrnou hodnotou inbreedingu 18,4 %. Celkový trend za sledované období byl u plemene Sardi téměř lineárního charakteru, pouze v letech 1984 až 1986 byla hodnota inbreedingu asi 1%. Od roku 1987 do roku 1994 hodnota stoupala. Nejvyšší hodnota inbreedingu byla zaznamenána v roce 1993, kdy dosáhla přibližně 5%. U plemene Beni Guil byla hodnota inbreedingu zaznamenávána v období let 1976 až 1994, kdy v tomto období stoupla hodnota nad 1% pouze třikrát. Nejvyšší hodnoty dosáhla v roce 1992 a to přibližně 4%.

Koeficientem inbreedingu u plemene Hampshire se zabývali Lamberson a kol. (1982) a publikují jeho průměrnou hodnotu 10,7%. Hodnota inbreedingu byla stanovena pro 598 jehňat a pohybovala se od 1,4% po 29,6%. Dále stanovili hodnotu inbreedingu pro 212 bahnic přičemž výsledná hodnota byla 4,3%, ale v populaci se vyskytovaly bahnice zcela neinbrední, tak i s maximální hodnotou 28,1%. Vyšší hodnoty inbreedingu popsal i Pedrosa a kol. (2010). U plemene Santa Ines v Brazílii se průměrná hodnota inbreedingu byla 10,74%. V této práci byla také publikována maximální hodnota inbreedingu na úrovni 41,02%.

U ovcí plemene Sakiz byl analyzován vliv inbreedingu na hmotnost jehňat při narození, hmotnost při odstavu a míru přežitelnosti. Průměrná úroveň příbuzenské plemenitby u všech zvířat za sledované období byla 2,25%, přičemž míra inbreedingu jehňat byla 17,7%. Koeficient inbreedingu se pohyboval od 6,25% po 25% a v průměru činil 12,68% (Ceyhan a kol., 2011). U plemene Ersenburg Dormer byla publikována hodnota inbreedingu 16% pro jehňata a shodně pro plemenné berany a pro bahnice 14% (Wyk a kol. 2009). Nejvyšší hodnotu inbreedingu publikovali Ercanbrack a Knight (1991), kdy se v období let 1954 až 1964 byla tato hodnota pro bahnice 20% a pro jehňata 25%. Pro konkrétní analyzovaná plemena v této práci pak byly uvedeny hodnoty 25,3%, 21,4% a 24,8% pro Rambouillet, Targhee a pro ovce kolumbijské v uvedeném pořadí.

Pro původní valašské ovce chované na území České republiky byla stanovena hodnota inbreedingu Milerskim (2010) 5,03%, pro 1896 jehňat narozených v letech 2000 až 2010.

U šumavských ovcí je průměrný koeficient inbreedingu udržován v posledních letech na úrovni kolem 3 %. U valašských ovcí je průměrný koeficient inbreedingu kolem 5%, což je zapříčiněno malým počtem zvířat, avšak projevy inbrední deprese není patrná (Pikousová a kol., 2015).

V porovnání s výše uvedenými studii lze tvrdit, že populace šumavských ovcí podléhá nízkému stupni inbreedingu. Průměrná hodnota byla odhadnuta na  $F_x=0,6\%$  a nejvyšší hodnota  $F_x=1,90\%$ . V porovnání s prací Pikousová a kol. (2015) se ovšem odhadnuté výsledky koeficientu inbreedingu liší. Odlišnost může být způsobena jiným postupem výpočtu.

## 6.2. Generační interval

Bucek a kol. (2007) uvedl generační intervaly pro 14 plemen ovcí. Jednalo se o plemena charollais (CH), merinolandschaf (ML), německá černošedá (NC), olkulská (O), oxford down (OD), romanovská (R), romney (RM), šumavská (S), suffolk (SF), texel (T), valaška (V), východofříská (VF), zušlechtěná valaška (ZV) a zwartbles (ZW). Zjištěné hodnoty generačního intervalu se pohybovaly od 2,58 let u plemene německá černošedá ovce do 4,23 let u plemene šumavská ovce u bahnic. U beranů se generační interval pohyboval od 2,66 let u zwartbles do 4,38 let u valašské ovce. Průměrný generační interval stanovil u bahnic 3,43 let a u beranů 3,48. Celkový průměrný generační interval byl stanoven 3,5 let.

V populaci plemene Mehrabanských ovcí stanovili generační interval Yavarifard a kol. (2014) a to 2,15 let. Další kdo se zabýval populačním parametrem generační interval byl Teixeira Neto a kol. (2013). U plemene ovcí Santa Ines v Brazílii uvedl generační interval 3,22 roku/+ - 1,77 roku. U finských ovcí byl stanoven průměrný generační interval 2,85 let (Li a kol.,2009). U uzavřeného stáda francouzské populace plemene merino byl stanoven generační interval pro všechny čtyři cesty přenosu. Průměrné generační intervaly uvádí tabulka (tabulka 16)(Prod'Homme a Lauvergne,1993).

Tabulka 15: Generační interval v letech pro čtyři cesty přenosu genů

Otec a syn	Otec a dcera	Matka a syn	Matka a dcera
2,2 let	4,1 let	3,9 let	5,6 let

Průměrný generační interval byl v letech 1985 až 2013 odhadnut u beranů 3,50 let a u bahnic 3,60 let. Hodnoty generačního intervalu se u beranů v průběhu let pohybovaly od hodnot 1,14 do 6,60 let. Hodnoty generačního intervalu u bahnic se pohybovaly od hodnot 1,80 do 6,70 let. Zjištěné průměrné hodnoty generačního intervalu se v porovnání s prací Bucek a kol. (2007) mírně vyšší. Celkový generační interval byl stanoven 3,55 let, což je téměř ve shodě s uvedenými studiemi, kde se generační interval pohybuje okolo 3,6 let.

## 6.3. Efektivní velikost populace

Mokhtari a kol. (2013) ve své práci hodnotili genetickou diverzitu u plemene ovcí Kermani a stanovili efektivní velikost populace  $N_e = 100$  jedinců. Oravcová a kol. (2006) hodnotili efektivní velikost populace u plemen ovcí merino, původní valaška, zušlechtěná

valaška a cigája. Ve své práci použili pro výpočet tohoto parametru vzorec zohledňující poměr pohlaví dle Falconera a Mackey (1996) a stanovili pro jednotlivá plemena tento parametr spolu s určením stupně ohrožení. Uvedli, že plemeno je kriticky ohroženo pokud  $N_e < 50$  jedinců, dále pokud se  $N_e$  vyskytuje v intervalu  $50 > N_e < 200$  je plemeno považováno za ohrožené. Při hodnotách  $200 > N_e < 1000$  by se měla daná populace monitorovat a při hodnotách  $N_e > 1000$  je populace řazena mezi neohrožené. V práci Oravcová a kol. (2006) byla populace původních valašek označena za ohroženou, protože hodnota  $N_e = 4$  ( $N = 30$  pro bahnice a  $N = 1$  pro berany). Nutnost monitorování potvrdila hodnota  $N_e = 827$  u plemene merino. Za neohrožené byly stanoveny populace plemene cigája a valaška, kde se  $N_e = 2623$  pro plemeno cigája a  $N_e = 3664$  pro plemeno zušlechtěná valaška. Pikousová a kol. (2015) uvádějí efektivní velikost populace valašských ovcí chovaných v České republice při zohlednění poměru pohlaví  $N_e = 212,5$  jedinců. U šumavské ovce je efektivní velikost populace uvedena  $N_e = 387$  jedinců.

Leroy a kol. (2013) analyzovali parametr efektivní velikost populace u různých druhů hospodářských zvířat šesti různými způsoby. Nejvyšších hodnot bylo dosahováno při použití vzorce, jenž zohledňoval poměr pohlaví dle Falconer a Mackay (1996). U čtyřiceti plemen ovcí byla hodnota  $N_e$  byla odhadnuta na počet 1502 jedinců. Minimální hodnota byla  $N_e = 30$  a maximální  $N_e = 13736$ . Dalším ze způsobů bylo zohlednění vztahů mezi jedinci v populaci, kdy byl individuální koeficient inbreedingu dosazen do vzorce, tedy průměr diferencí  $\Delta F$ . V tomto případě se hodnoty  $N_e$  pohybovaly v rozmezí 68 až 407 jedinců.

Z práce Leroy a kol. (2013) vyplývá, že když zohledníme individuální koeficient inbreedingu, sníží se sice hodnota efektivní velikosti populace, ale zároveň se také zpřesní její odhad, tudíž efektivní velikost populace odhadnutá na základě vzorce dle Sorensen a kol. (2005) 85 jedinců je přesnějším parametrem v hodnocení populace šumavských ovcí. Hodnota efektivní velikosti populace zahrnující pouze samce a samice dle Falconer a Mackay (1996) byla odhadnuta na  $N_e = 3070$  jedinců, což při porovnání s prací Oravcová a kol. (2006) řadí plemeno šumavská ovce k neohroženým druhům hospodářských zvířat.

## **7. Závěr**

Na základě odhadnutých výsledků koeficientu inbreedingu v populaci šumavských ovcí v letech 1985 až 2013 lze konstatovat, že v této populaci je nízký stupeň inbreedingu,

což svědčí o dostatečné velikosti populace a dobrém vedení šlechtitelské práce na základě šlechtitelského programu a chovného cíle pro toto plemeno. Při porovnání odhadnutého generačního intervalu s prací Bucek a kol. (2007) můžeme říci, že plemeno šumavská ovce je plemeno s průměrně dlouhým generačním intervalem, který se ovšem v průběhu let zkracuje. Zkracováním generačního intervalu je možné dosáhnout intenzifikace genetického zisku, avšak rizikem zkrácení by byl projev inbrední deprese a ztráta genetické variability v populaci. Pokud by ovšem docházelo k prodloužení generačního intervalu bylo by tím dosaženo zvýšení hodnoty efektivní velikosti populace. Efektivní velikost populace odhadnutá dle Falconer a Mackay (1996) byla na úrovni  $N_e = 3070$  jedinců, čímž byla dle Oravcová a kol. (2006) přesažena hodnota 1000, při kterých je nutné populaci hospodářského zvířete pozorovat. Efektivní velikost populace odhadnutá dle Sorensen a kol. (2005) 85 jedinců čímž je plemeno šumavské ovce řazeno mezi ohrožená. Sledováním populace šumavské ovce z hlediska inbreedingu, generačního intervalu a efektivní velikosti populace lze přispět k efektivnímu vedení chovu plemene. Při porovnání s ostatními uvedenými studii a dosaženými výsledky můžeme konstatovat, že populace šumavské ovce je z hlediska těchto parametrů vedena velmi dobře.

## 8. Seznam použité literatury

- Amou Posht-e-Masari,H.,Sharparvar,A.A.,Ghavi Hossein-Zadeh,N.,Hadi Tavatori,M.H.,2013, Estimation of genetic parameters for reproductive traits in shall sheep, Tropical Animal Health and Production, 45 (5), 1259-1263, ISSN 00494747
- Analla,M.,Montilla,J.M.,Serradilla,J.M.,1999, Study of the variability of the response to inbreeding for meat production in Merino sheep, Journal of Animal Breeding and Genetics, 116 (6), 481-488
- Ap Dewit,I.,Saatci,M.,Ulutas,Z.,2002, Genetic parameters of weights, ultrasonic muscle and fat depths, maternal effects and reproductive traist in Welsh Mountain sheep, Animal Science, 74 (3), 399-408, ISSN 13577298
- Arora,R., Bhatia,S., 2009, Evaluation of Genetic Effects of Demographic Bottleneck in Muzzafarnagri Sheep from India Using Microsatelite Markers, Asian-Australasian Journal of Animal Science, 22 (6), 1-6, ISSN 1011-2367



- Barczak,E.,Wolc,A.,Wójtowski,J.,Slosarz,P.,Szwaczkowski,T.,2009, Inbreeding and inbreeding depression on body weight in sheep, *Journal of Animal and Feed Sciences*, 18 (1), 42-50, ISSN 12301388
- Bezdíček,J.,Šubrt,J.,Louda,F.,2010, Projev inbrední deprese u znaků mléčné užitkovosti, *Agrovýzkum Rapotín, Rapotín*, ISBN 9788087144084, 46
- Bošková, I.,2008, Vývoj trhu se skopovým a kozím masem, *Farmář, Praha*, roč.14, č.10, 35-37, ISSN 1210-9789
- Boujename,I.,Chami,A.,1997, Effects of inbreeding on reproduction, weights and survival of Sardi and Beni Guil Whell, *Journal of Animal Breeding Genetics*,114, 23-31
- Brentjes,B.,1979, *Jak zvířata zdomácněla, Praha, Nakladatelství Horizont*, 123
- Bucek,P.,Pytloun,J.,Kölbl,M., Milerski,M., Pind'ák,A., Mareš,V., Konrád,R., Rubášová,P., Škaryd,V., Kuchtík,J., Sokol,P., Janštová,B.,2007, *Ročenka chovu ovcí a koz v České republice za rok 2006, Českomoravská společnost chovatelů, a.s., Svaz chovatelů ovcí a koz v ČR, Nový Bydžov*, 184,ISBN: 978-80-239-9976-1
- Bucek,P.,Kvapilík,J.,Kölbl,M.,Milerski,M.,Hanuš,O.,Pind'ák,A.,Mareš,V.,Konrád,R.,Rafajová,M., Roubalová, M., Kuchtík, J., Škaryd, V., 2011, *Ročenka chovu ovcí a koz v České republice za rok 2010, Českomoravské společnosti chovatelů, a.s., Praha*, 200, ISBN 978-80-904131-7-7
- Bucek,P.,Kvapilík,J.,Kölbl,M.,Milerski,M.,Pind'ák,Mareš,V.,Konrád,R.,Roubalová,M.,Škaryd,V.,2014, *Ročenka chovu ovcí a koz v České republice za rok 2013,Praha,200, Českomoravská společnost chovatelů,a.s. a Svaz chovatelů ovcí a koz v ČR*
- Bucek,P.,Kvapilík.J.,Kölbl,M.,Milerski.M.,Pind'ák,A.,Mareš,V.,Konrád,R.,Roubalová ,M.,Škaryd,V.,Dianová,M.,Krupová,Z.,Krupa,E.,Michaličková,M.,2015, *Ročenka chovu ovcí a koz v České republice za rok 2014,Praha, 96, Českomoravská společnost chovatelů,a.s.,Svaz chovatelů ovcí a koz z.s.,Dorper Asociace CZ*
- Bureš,D., Bartoň,L.,2010, Využití masných plemen chovaných v ČR pro křížení a produkci masného skotu, *Výzkumný ústav živočišné výroby,v.v.i., Praha Uhřetěves*, 26, ISBN: 978-80-7403-070-3
- Buri, P., 1956, Gene frequency in small populations of mutant *Drosophila*, *Evolution*, 10 (4), 367-402
- Caballero,A., 1994, Developments in the prediction of effective population size, *Heredity*, 73 (6), 657-679
- Ceyhan,A.,Kaygisiz,A.,Sezenler,T.,2011,Effect of inbreeding on preweaning growth traits and survival rate in Sakiz sheep,*Journal of Animal and Plant Science*,21 (1), 1-4, ISSN 1018-7081

- David,P.,2008, Rukověť chovatele ovcí, Spolek poradců v ekologickém zemědělství, Brno, 16
- Dorostkar,M., Arough,H.F., Shodja,J., Rafat,S.A., Rokouei,M., Esfandyari,H., 2012, Inbreeding and Inbreeding Depression in Iranian Moghani Sheep Breed, Journal of Agricultural Science and Technology, 14 (3), 549-556, ISSN 1680-7073
- Dostál,J.,2007, Genetika a šlechtění psů, DONA, České Budějovice,261,ISBN 978-80-7322-104-1
- Dušek,J.,Misař,D.,Müller,Z.,Navrátil,J.,Rajman,J.,Tluchoř,V.,Žlumov,P.,2007, Chov koní, Nakladatelství Brázda,Praha,404, ISBN 80-209-0352-6
- Drobik,W.,Martyniuk,E.,2014,Practical aspects of genetic management of small populations-The Olkuska sheep example, Acta Agriculturae Scandinavica Section A-Animal Science,64 (1) , 36-48, ISSN 0906-4702
- Erasmus,G.J., Delange,A.O., Delport,G.J., Olivier,J.J., 1991, Presense of Inbreeding During a Selection Experiment with Merino Sheep, South African Journal of Animal Science, 21 (4), 190-192, ISSN 0375-1589
- Ercanbrack,S.K.,Knight,A.D.,1993, Ten-years linear trend in reproduction and wool production among inbred and noninbred lines of Rambouillet, Targhee, and Columbia sheep, Journal of Animal Science, 71, 341-354
- Etaqadi,B.,Hossen-Zadeh,N.G.,Shadparvar,A.A.,2014, Population structure and inbreeding effects on body weight traits of Guilan sheep in Iran, Small Ruminant Research, 119 (1-3), 45-51, ISSN 0921-4488
- Eteqadi,B.,Hosseini-Zadeh,N.G.,Shadparvar,A.A.,2015, Inbreeding effects on reproductive trait in Iranian Guilan sheep, Tropical Animal Health and Production, Volume 47, Issue 3, 533-539, ISSN 0049-4747
- Falconer,D.S.,1970, Introduction to Quantitative genetics, Ciencia Técnica, La Habana,365, bez ISBN
- Falconer,D.S., Mackay,T.F.C., 1996, introduction to quantitative genetics, Pearson Prentice Hall, Harlow, 464, ISBN: 978-0-582-24302-6
- Flegr,J.,2009, Evoluční biologie, Academia,Praha, 569, ISBN: 978-80-200-1767-3
- Fogarty,N.M.,1995, Genetic parameters for live weigh, fat and muscle measurements, wool production and reproduction in sheep : a review, Animal Breeding Abstracts, 63, 143
- Frankham,R., Ballou,J.D., Briscoe,D.A., 2010, Introduction to Conservation Genetics, Cambridge University Press Cambridge, UK, 618, ISBN: 978-0-521-70271-3

- Gowane,G.R.,Chopra,A.,Misra,S.S.,Prince,L.L.L.,2014, Genetic diversity of a nucleus flock of Malpura sheep through pedigree analyses, *Small Ruminant Research*, 120 (1), 35-41, ISSN 09214488
- Gholizadeh,M.,Ghafouri-Kesbi,F.,2015, Estimation of genetic parameters for growth-related traits and evaluating the results of a 27-year selection program in Baluchi sheep, *Small Ruminant Research*,130 (8-14), ISSN 0921-4488
- Groen,A.F.,Eissen,J.J.,Van Oijen,M.A.A.J.,1992, Inbreeding, definitions, assessment, prediction, In: *Inbreeding, a problem in animal breeding programmes?*, *Proceeding of a workshop*,November 16<sup>th</sup> 1992, Wageningen University
- Hedrick,P.W., 1994, Purging inbreeding depression nad the probability of extinction: Full-sib mating, *Heredity*,73, 363-372
- Hedrick,P.W.,2014, Conservation genetics and the persistence and translocation of small population: bighorn sheep population as examples, *Animal Conservation*, Volume 17, Issue 2, 106-114, ISSN 1367-9430
- Horák,F., Axman,R.,Červený,Č.,Doležal,P., Doskočil,J.,Jílek,F.,Loučka,R.,Mareš,V., Milerski,M., Pindák,A.,Tůma,J., Veselý,P., Zeman,L.,1999, *Chov ovcí*,Nakladatelství Brázda,s.r.o., Praha, 156, ISBN 80-209-0284-8
- Horák,F.,Axman,R.,Červený,Č., Doležal,P.,Doskočil,J., Jílek,F., Loučka,R., Mareš,V., Milerski,M., Pindák,A., Tůma,J., Veselý,P., Zeman,L.,2004, *Ovce a jejich chov*, Nakladatelství Brázda s.r.o., Praha,304, ISBN 80-209-0328-3
- Horák,F.,2010, *Světový genofond ovcí a koz*, Svaz chovatelů ovcí a koz, Brno,226, ISBN 978-80-904140-6-8
- Horák,F.,Axman,R.,Červený,Č.,Doležal,P.,Doskočil,J.,Hošek,M.,Hrbek,I.,Humpál,J.,Jůzl,M.,Klimesh,J.,Kuchtík,J.,Literák,I.,Mareš,V.,Milerski,M.,Novák,J.,Pindák,A.,Šlosárková,S.,Šustová,K.,Švéda,J.,Tuza,J.,Vagenknechtová,M., Veselý,P.,Zeman,L.,2012,*Chováme ovce*, Nakladatelství Brázda s.r.o.,Praha,384, ISBN 978-80-209-0390-7
- Hossein-Zadeh,N.G.,2012, Inbreeding effects on body weight traits of Iranian Moghani sheep, *Archiv für Tierzucht*, 55 (2), 171-178, ISSN 00039438
- Huizinga,H.A.,1992,*Inbreeding in dairy cattle breeding programmes*,In:*Inbreeding,a problem in animal breeding programmes?*, *Proceedings of a workshop*,November 16<sup>th</sup> 1992,Wageningen University
- Charlesworth,B., 2009, Effective populations size nad petterns of molecular evolution and variation, *Nature Reveiws Genetics*, 10, 195-205
- Jakubec,V., Záliš,N., 2000, Zdůvodnění minimálního počtu koní v genové rezervě "starokladrubský kůň, v *Národním hřebčín Kladruby nad Labem*, *Hipologický věstník, Národní hřebčín Kladruby nad Labem*, 2, 45-50

- Jakubec, V., Říha, J., Golda, J., Majzlík, I., 2001, Šlechtění ovcí, Asociace chovatelů masných plemen, Rapotín, 152
- Jakubec, V., Říha, J., Majzlík, I., Bjelka, M., 2003, Teorie a praxe selekce hospodářských zvířat, Asociace chovatelů masných plemen, Rapotín, ISBN 80-903143-2-5, 154
- Jakubec, V., Bezdiček, J., Louda, F., 2010, Selekce-inbríding-hybridizace, Agrovýzkum Rapotín, Rapotín, ISBN 9788087144220, 382
- Jedlička, M., 2008, Aktuální situace v chovu ovcí v České republice, Farmář, roč. 14, č. 3., 42-49
- Jelínek, P., Koudelka, K., 2003, Fyziologie hospodářských zvířat, Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 409, ISBN 80-715-7644-1
- Kadlečík, O., Kasarda, R., 2007, Všeobecná zootechnika, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra, ISBN 978-80-8069-953-6, 222
- Kasarda, R., Kadlečík, O., 2010, Simulácia vplyvu náhodného pripárovania s selekcie podľa odhadnutých BLUP plemenných hodnot na výšku prírastku inbrídingu v populácii pinzgauského plemena na Slovensku, Acta fytotechnica et zootechnica-Mimoriadne číslo Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 4-9
- Kristensen, T.N., Sorensen, A.Ch., 2005, Ibreeding- lessons from animal breeding evolutionary biology and conservation genetics, Animal Science, 80, 121-133
- Kuchtík, J., a kol., 2007, Chov ovcí, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, ISBN 978-807-3750-947, 112
- Kunz, L., 2005, Rolnický chov ovcí a koz, Rožnov pod Radhoštěm, Valašské muzeum v přírodě, 330
- Lamberson, W.R., Thomas, D.L., Rowe, K.E., 1982, The Effects of Inbreeding in a Flock of Hampshire Wheel, Journal of Animal Science, 55, 780-786
- Leroy, G., Mary-Huard, T., Verrier, E., Danvy, S., Charvolin, E., Danchin-Burge, C., 2013, Methods to estimate effective population size using pedigree data: Example in dog, sheep, cattle and horse, Genetics Selection Evolution, 45 (1), ISSN 1297-9686
- Li, M.H., Strandén, I., Kantanen, J., 2009, Genetic diversity and pedigree analysis of the Finnsheep breed, Journal of Animal Science, 87 (5), 1598-1605, ISSN 0021-8812
- Máchal, L., 2011, Chov zvířat I-Chov hospodářských zvířat, Mendelova univerzita v Brně, Brno, ISBN 978-807-3755-539, 239
- Malá, G., Novák, P., Milerski, M., Švejcárová, M., Knížková, I., Kunc, P., 2011, Chov dojných ovcí-zásady chovatelské praxe, Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., Praha, 70, ISBN 978-80-7403-088-8

- Milerski,M.,2010, Analýza stavu populace původních valašských ovcí v České republice, Acta fytotechnica et zootechnica - Mimoriadne číslo Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitrae, 93-96
- Momami Shaker,M.,1995, Introdukce francouzské masné plemeno Charollais, Česká zemědělská univerzita v Praze,Institut tropického a subtropického zemědělství, disertační práce, 183
- Mokhtari,M.S., Shahrabak,M.M., Esmailizadeh,A.K., Abdollahi-Arpanahi,R., Gutierrez,J.P., 2013, Genetic diversity in Kermani sheep assessed from pedigree analysis, Small Ruminant Research, 114 (2-3), 202-205, ISSN 0921-4488
- Mokhtari,M.S.,Shahrabak,M.M.,Esmailizadeh,A.K.,Shahrabak,H.M.,Gutierrez,J.P., 2014, Pedigree analysis of Iran-Black sheep and inbreeding effects on growth and reproduction traits, Small Ruminant Research, 116 (1), 14-20, ISSN 0921-4488
- Nomura,T., Honda,T., Mukai,F., 2001, Inbreeding and effective population size of Japanese Black cattle, Journal of Animal Science, 79 (2), 366-370
- Norberg,E.,Sorensen,A.C., 2007, Inbreeding trend and inbreeding depression in the Danish populations of Texel, Schropshire, and Oxford Down, Journal of Animal Science, 85 (2), 299-304, ISSN 0021-8812
- Nunney,L.,Elam,D.R., 1994, Estimating the Effective Population Size of Conserved Populations, Conservation Biology, 8 (1), 175-184, ISSN 1523-1739
- Ochodnický,D.,Poltársky,J.,2003, Ovce,kozy a prasata,Príroda,s.r.o.,Bratislava, ISBN 80-071-1219-7, 104
- Oravcová, M., Hetényi,L., Huba,J., Peškovičová,D., Bulla,J., Kadlečík,O., 2006, Analýza plemen hospodárskych zvierat z hľadiska efektívnej veľikostiich populácií, Acta fytotechnica et zootechnica - Mimoriadne číslo Nitra, Slovaca universitas Agriculturae Nitrae, 156-159
- Oravcová,M., 2014, Preliminary analysis of genetic diversity in improved Valachian and Tsigai breeds using genealogical information, Veterinarija ir Zootechnika, 65 (87), 47-51, ISSN 13922130
- Pedrosa,V.B.Santana,M.L.,Oliviera,P.S.,Eler,J.P.,Ferraz,J.B.S.,2010, Population structure and inbreeding effects on growth traits of Santa Ines sheep in Brazil, Small Ruminant Research
- Pind'ák,A.,Horák,F.,Mareš,V.,2003, Atlas plemen ovcí a koz chovaných v ČR, Svaz chovatelů ovcí a koz, Brno,73, ISBN 80-239-1932-6
- Pires,M.P.,Farah,M.M.,Carreno,L.O.D.,Utsunomiya,A.T.H,Ono,R.K.,Bertipaglia,T.S., Fonseca, R.,2015, Estimates of genetic parameters for growth traits in Suffolk sheep in

Brazil, Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia, 67 (4), 1119-1124, ISSN 0102-0935

- Prince,L.L.L., Kumar,S., Arora,A.L., 2010, Effects of inbreeding on growth traits of Avikalan Sheep, Indian Veterinary Journal, 87 (10), 998-1002, ISSN 00196479
- Prod'Homme,P., Lauvergne,J.J., 1993, The Merino Rambouillet flock in the National Sheep Fold in France, Small Ruminant Research, 10 (4), 303-315, ISSN 09214488
- Reed,D.H.,Frankham,R.,2003,Correlation between fitness and genetic diversity, Conservation Biology, 17 (1), 230-237, ISSN 1523-1739
- Relichová,J.,2009,Genetika populací, Masarykova univerzita,Nakladatelství pro přírodovědnou fakultu,Brno, 187,ISBN: 978-80-210-4795-2
- Roubalová,M.,2012, Situační a výhledová zpráva ovce a kozy, Ministerstvo zemědělství, Praha,40, ISBN 978-80-7434-041-3
- Roubalová, M.,2013, Situační a výhledová zpráva ovce a kozy, Ministerstvo zemědělství, Praha,36, ISBN 978-80-7434-126-7
- Roubalová, M.,2014, Situační a výhledová zpráva ovce a kozy, Ministerstvo zemědělství, Praha,45, ISBN 978-80-7434-172-4
- Safari,E.,James,J.W., 2002, Pedigree analysis of selected liner of Merino sheep.1.Inbreeding, Australian Journal of Agricultural Research, 53 (7), 771-778, ISSN 0004-9409
- Safari,E.,Fogarty,N.M.,Gilmour,A.R.,2005, A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep, Livestock Production Science, 92 (3), 271-289, ISSN 03016226
- Safari,E.,Fogarty,N.M.,Gilmour,A.R.,Atkins,K.D.,Mortimer,S.I.,Swan.A.A.,Brien,F.D.,Greeff,J.C.,Van Der Werf,J.H.J.,2007, Genetic correlations among and between wool, growth and reproduction traits in Merino sheep, Journal of Animal Breeding and Genetics, 124 (1), 65-72, ISSN 09312668
- Selvaggi,M., Dario,C., Peretti,V., Ciotola,F., Carnicella,D., Darion,M., 2010, Inbreeding depression in Leccese sheep, Small Ruminant Research, 89 (1), 42-46, ISSN
- Seymour,A.M.,Montgomery,M.E.,Costello,B.H.,Ihle,S.,Johnsson,G.,John,H.St.,Taggart,D.,Houlden,B.A.,2001, High effective inbreeding coefficients correlate with morphological abnormalities in populations of South Australian koalas (Phascolarctos cinereus), Animal Conservation, 4 (3), 211-219, ISSN 1367-9430
- Sorensen,A.Ch., 2005, Aspects of Inbreeding in Animal Breeding, Ph.D. thesis, The Royal Veterinary and Agriculture University and Danish Institute of Agricultural Science,127

- Sorensen,A.Ch.,Sorensen,M.K.,Berg,P.,2005, Inbreeding in Danish Dairy Cattle Breeds, Journal of Dairy Science, 88.1865-1872. In: Sorensen,A.Ch.,2005, Aspcts of Inbreeding in Animal Breeding,Ph.D. thesis,The Royal Veterinary and Agriculture university and Danish Institute of Agricultural Science,127
- Swanepoel,J.W., van Wyklm,S.B., Cloete,S.W.P., Delpont,G.J., 2007, Inbreeding in the Dohne Merino breed in South Africa, South African Journal of Animal Science, 37 (3), 176-179, ISSN 0375-1589
- Swindell,W.R.,Bouzat,J.L.,2006,Selection and inbreeding depression: effects of inbreeding rate inbreeding environment, Evolution, 60, 1014-1022, ISSN 1558-5646
- Šiler,R.,Váchal,J.,Vinš,J.,1965, Dědičnost v chovatelské praxi, Státní zemědělské nakladatelství, Praha,197, bez ISBN
- Šubrt,J.Hrouz,J.,2011, Obecná zootechnika, Mendelova univerzita v Brně, Brno, ISBN 978-80-7375-511-9, 205
- Texiera Neto,M.R., Cruz,J.F.da, Carniero,P.,L.S., Malhado,C.H.M., Faria,H.H.N., 2013, Population parameters of the sheep bredd Santa Ines in Brazil, Pesquisa Agropecuária Brasileira, 48 (12), 1589-1595, ISSN 1678- 3921
- Vaněk,D.,Štolc,L.,2002, Chov skotu a ovcí, Praha, Česká zemědělská univerzita, ISBN 80-86642-11-9, 199
- Vatankhan,M.,2013, Estimation of the Genetic Parameters for Survival Rate in Lori-Bakhtiari Lambs Using Linear and Weibull Proportional Hazard Models, Journal of Agricultural Science and Technology, 15 (6), 1133-1143, ISSN 1680-7073
- Vejčík,A.,1997, Hodnocení exteriéru šumavské ovce, Sborník referátů z konference Aktuálne a perspektívne úlohy v chove a šľachtení hospodárskych zvierat,Nitra,288-289
- Wallin, L., Strandberg,E., Philipsson,J., 2003, Genetic correlations between field test results of Swedish Warmblood Riding Horses as 4-years-olds and lifetime performance results in dressage and show jumping, Livestock Production Science, 82 (1), 61-71
- Wright,S.,1922, Coefficients of inbreeding and relationship,American Naturalist.56.s.330-338
- Wright,S.,1938, In: Palstra,F.P., O'Connell,M.F., Ruzzante,D.E., 2009, Age Structure, Changing Demography and Effective Population Sizein Atlantic Salmon (Salmo Salar), Genetics, 182, 1233-1249
- Wyk,J.B.,Fair,M.D.,Cloete,S.W.P.,2009, Case study: The effects if inbreeding on the production and reproduction traits in the Elsenburg Dorman sheep study,Livestock Science, 218-224

- Yavarifard,R.,Hossein-Zadeh,N.G.,Shadparvar,A.A.,2014, Population genetic structure analysis and effect of inbreeding on body weights at different ages in Iranian Mehraban sheep, Journal of Animal Science and Technology,56 (8), 1-9, ISSN 1598-9429

### Internetové zdroje

- Bařina,V.,2002, Reprodukce ovcí, [online]. [cit. 2015-10-12]. Dostupné na <http://naschov.cz/reprodukce-ovci/>
- Bryja,J.,Hájková,P.,Janřta,P.,Kirschner,J.,Vinkler,M., Zemanová,B., Zima,J.,2010, Koncepce ochrany genetické diverzity planě rostoucích rostlin a volně žijících živočichů v České republice, [online]. [cit. 2016-18-2]. Dostupné na <http://docplayer.cz/4868882-Koncepce-ochrany-geneticke-diverzity-plane-rostoucich-rostlin-a-volne-zijicich-zivocichu-v-ceske-republice.html>
- Divíšek,J.,Culek,M., Jiroušek,M., 2010, Genetický drift, [online]. [cit. 2015-10-12]. Dostupné na [https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index\\_book\\_2-5-2.html](https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index_book_2-5-2.html)
- Dostál,J.,2005, Za porozuměním variability plemen psů a jejich života, [online]. [cit. 2016-18-2]. Dostupné na [http://psi.dakam.cz/povidani/mmalopocetne\\_populace.pdf](http://psi.dakam.cz/povidani/mmalopocetne_populace.pdf)
- Mareš,V.,2015,Šumavská ovce, [online]. [cit. 2015-18-12]. Dostupné na <http://www.genetickezdroje.cz/index.php?p=ovce>
- Milerski,M.,2013, Metodika chovu šumavské ovce, [online]. [cit. 2015-18-12]. Dostupné na [http://www.genetickezdroje.cz/sites/File/metodika/Metodika\\_OvceSumavska.pdf](http://www.genetickezdroje.cz/sites/File/metodika/Metodika_OvceSumavska.pdf)
- Ondruch,T.,2002,Pasme ovce, [online]. [cit. 2015-11-12]. Dostupné na <http://www.valasskakrajina.cz/uploads/media/ovce01.pdf>



- Pikousová, J., Václavková,E., Šancová,Z., Jelínek,J., Teplý,V., Políček,B., Svobodová,J., Milerski,M., Tůmová,E., Vilhelm,J., Korbová,J., Kaplan,J., Flajšhans,M., Titěra,D., Mátlová,V., 2015, Výroční zpráva Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů hospodářských zvířat a dalších živočichů využívaných pro výživu, zemědělství a lesní hospodářství za rok 2014, [online]. [cit. 2015-19-12]. Dostupné na [http://www.genetickezdroje.cz/sites/File/dokumenty/vz\\_2014.pdf](http://www.genetickezdroje.cz/sites/File/dokumenty/vz_2014.pdf)
- Rao,S.,1997,Genetic Analysis of Sheep Discrete Reproductive Traits Using Simulation and Field, [online]. [cit. 2016-09-01]. Dostupné na <http://scholar.lib.vt.edu/theses/public/etd-361811112972690/etd.pdf>
- Staněk,S.,2009, Chov ovcí obecně, historie apod., [online]. [cit. 2015-19-12]. Dostupné na [http://www.zootechnika.cz/clanky/chov-ovci/chov-ovci-obecne/chov-ovci-obecne\\_-historie-apod.html](http://www.zootechnika.cz/clanky/chov-ovci/chov-ovci-obecne/chov-ovci-obecne_-historie-apod.html)
- Staněk,S.,2011, Plemena s kombinovanou užitkovostí, [online]. [cit. 2015-19-12]. Dostupné na <http://www.zootechnika.cz/clanky/chov-ovci/plemena-ovci/plemena-s-kombinovanou-uzitkovosti.html>
- Štolc,L.,Dřevo,V.,Nohejlová,L.,2002, The importanceof sheep breeding in the Czech republic, [online]. [cit. 2015-10-12]. Dostupné na <http://www.agris.cz/clanek/119178>