

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra genetiky a šlechtění

Odhad genetických parametrů a návrh způsobu vyhodnocení znaků lineárního popisu beranů

**Estimation of genetic parameters and design method of evaluating the linear description
of type traits in the rams**

Diplomová práce

Autor práce: Ing. Jitka Schmidová

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

2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Odhad genetických parametrů a návrh způsobu vyhodnocení znaků lineárního popisu beranů“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne: 13. 4. 2012

.....

podpis autora práce

Poděkování

Děkuji každému, kdo přispěl svými cennými radami a napomohl mi tak k napsání této práce, zejména Ing. Jiřímu Bauerovi, Ing. Michalovi Milerskému, prof. Příbylovi a Ing. Vostrému. Největší dík však patří mým rodičům, díky nimž se pohybuji v oblasti zemědělství a kteří mě podporovali během studia.

Souhrn

Diplomová práce navrhuje metodu pro odhad genetických parametrů a předpověď plemenné hodnoty pro znaky lineárního popisu beranů. Podkladový soubor pro hodnocení byl vytvořen úpravou záznamů Svazu chovatelů ovcí a koz o lineárním popisu beranů hodnocených na nákupních a elitních trzích. Hodnoceni byli berani 28 plemen z 233 chovů. Zaznamenány byly výsledky z let 2007 - 2010, celkem bylo registrováno 3396 hodnocení, z nichž některé bylo nutno vyřadit pro neúplnost nebo nevěrohodnost údajů. Bylo zjištěno, že popis znaků zevnějšku vykazuje nízkou variabilitu, proto byly genetické parametry odhadovány pouze pro znaky tělesný rámec, osvalení a pro výslednou známku za zevnějšek.

Pro odhad vlivu pevných efektů na znaky lineárního popisu byl použit obecný lineární model (General Linear Model - GLM), porovnávalo bylo 36 modelových rovnic. Z nich byly vybrány nejvhodnější modelové rovnice pro odhad genetických parametrů pomocí metody REML. Pevnými efekty plemene, počtu odchovaných jehňat na matku, místa a data hodnocení berana, hodnotitele a interakce roku a období narození berana bylo z celkové variability vysvětleno 67,2 % (zevnějšek), 42,8 % (osvalení) resp. 46,8 % (tělesný rámec). Výsledky koeficientů dědičnosti u znaků osvalení ($h^2 = 0,566$) a tělesný rámec ($h^2 = 0,384$) vycházejí poměrně vysoké, přesto se však nacházejí v rozmezí koeficientů obdobných znaků uváděných v literatuře. Vysoká hodnota koeficientu dědivosti u celkové známky za zevnějšek ($h^2 = 0,907$) poukazuje na nízké proměnlivosti uvnitř rodin nebo na chybné zpracování databáze, eventuálně na ne příliš dobře postavenou metodiku posuzování.

Klíčová slova: Ovce, lineární popis, genetické parametry

Summary

This thesis proposes a method of estimating genetic parameters and prediction of breeding values for linear type traits by rams. The underlying file for the evaluation was created by treating of records completed by Association of sheep and goats breeders that archives records of linear description of rams. There were assessed rams of 28 breeds, from 233 flocks and years 2007 – 2010. The database contains 3396 evaluation of rams; however, some of the records had to be taken out for the sake of incomplete data or their discredit. Due the low variability of linear description were genetic parameters estimated only for traits stature, muscling and final class of exterior.

The General Linear Model (GLM) was used to evaluate the influence of fixed effects. There were 36 models compared. The best models were chosen for estimating genetic parameters using method REML. Fixed effects of breed, number of weaning lambs on ewe, place and date of ram`s description, the assessor and interactions of year and season of ram`s birth they explained of phenotypic variability 67,2 % (exterior), 42,8 % (muscling), 46,8 % (stature). The results of coefficients of heritability for traits muscling ($h^2 = 0,566$) and stature ($h^2 = 0,384$) were relative high, however within the range of coefficient of similar characteristic reported in the literature. The high heritability coefficient for the final class of exterior ($h^2 = 0,907$) refers to low variability within families or incorrect treating of the database, possibly to not too well-built assessment methodic.

Key words: Sheep, linear description, genetic parameters

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Vědecká hypotéza a cíl práce.....	8
3. Přehled literatury.....	9
3.1. Chov ovcí v ČR.....	9
3.2. Šlechtění.....	11
3.3. Nákupní trhy	13
3.4. Lineární popis zevnějšku	13
3.5. Odhad genetických parametrů	18
3.6. Statistické modely.....	19
4. Materiál a metody	21
4.1. Požadavky na berany klasifikované na nákupních trzích	21
4.2. Vstupní data a jejich zpracování	21
4.3. Obecný lineární model.....	23
4.4. Modelové rovnice vybrané pro testování v REML	26
4.5. Výpočet koeficientu dědičnosti	28
5. Výsledky	29
5.1. Základní statistika hodnocených dat.....	29
5.2. Fenotypové korelace znaků lineárního popisu a kontroly užitkovosti	35
5.3. Vliv pevných efektů.....	37
5.4. Odhad komponent rozptylu a koeficient dědivosti	37
6. Diskuze	38
6.1. Lineární popis	38
6.2. Pevné efekty.....	38
6.3. Genetické parametry	40
6.4. Doporučení pro praxi	41
7. Závěr	43
8. Seznam literatury	44
9. Seznam použitých zkratk a symbolů.....	48
10. Samostatné přílohy.....	50

1. Úvod

Exteriér hospodářských zvířat obvykle úzce souvisí s jejich užitkovou hodnotou. Proto je podle Rady plemenných knih ovcí jedním z kritérií pro vybrání berana k plemenitbě zařazení do II. a lepší třídy za zevnějšek. Při vyhodnocování výsledku popisu zevnějšku v populaci je však takřka nemožné využít výsledky slovního nebo grafického popisu. Nejrozšířenější metodou pro posouzení zevnějšku se tak stal systém založený na lineárním popisu zevnějšku, který zobrazuje skutečné utváření daného znaku pomocí bodového ohodnocení v rámci biologických extrémů. Numerické vyjádření poté umožní statistickou analýzu dat, včetně odhadu genetických parametrů.

2. Vědecká hypotéza a cíl práce

Vědecká hypotéza:

Současný sběr dat a hodnocení znaků lineárního popisu odpovídá dosažení maximálního genetického pokroku.

Cíl:

Cílem práce je navrhnout vhodný model pro odhad genetických parametrů a plemenné hodnoty pro znaky lineárního popisu beranů.

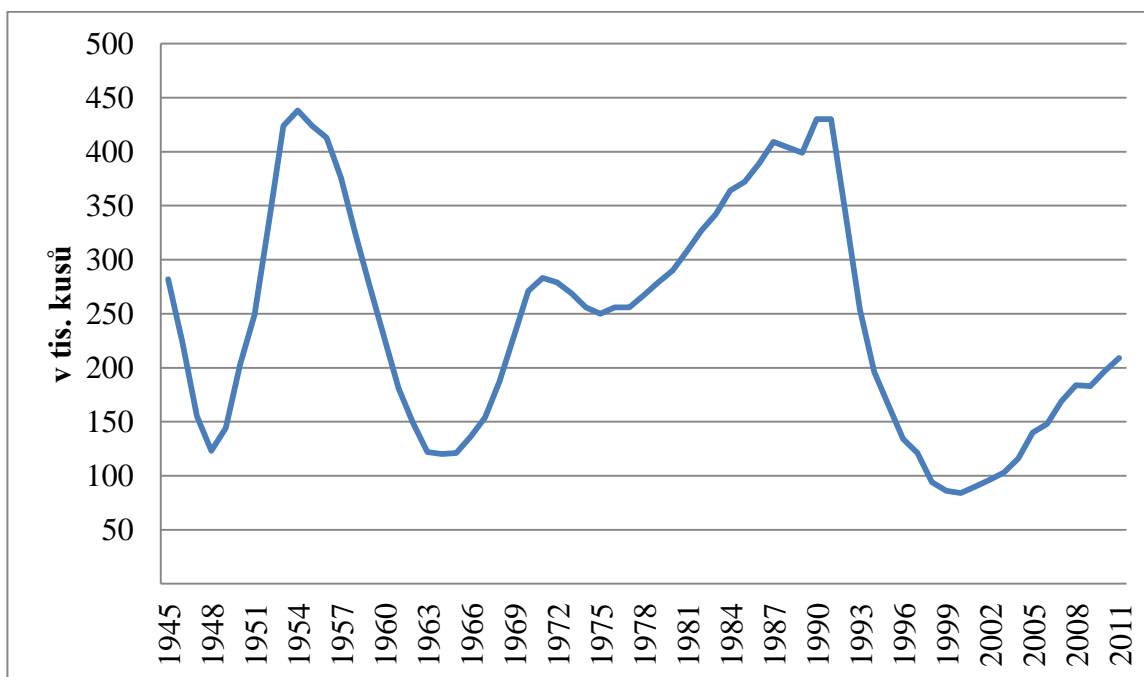
3. Přehled literatury

3.1. Chov ovcí v ČR

Ovce spolu s kozami patří k nejstarším domestikovaným hospodářským zvířatům. Byly domestikovány v Přední Asii, přibližně v 10. – 9. tisíciletí před naším letopočtem. Na našem území je chov ovcí doložen již na konci devátého století, ve 14. století se podílel 3/4 na celkových stavech hospodářských zvířat (Horák et al., 2004). V minulosti procházel dobami rozkvětu i úpadků. Podporovala ho např. Marie Terezie, za jejíž vlády stoupla díky válkám poptávka po vlně na výrobu uniforem. V roce 1837 bylo evidováno 2 228 587 ks ovcí, zatímco o necelých sto let později, v roce 1935, pouze 40 302 ks (Bucek et al., 2011).

K výkyvům docházelo i v průběhu 20. století (Graf č. 1).

Graf č. 1. Stav ovcí a beranů - období 1945-2011



Zdroj: ČSÚ, Stav hospodářských zvířat od roku 1921

Po roce 1990 došlo k výraznému poklesu počtu ovcí chovaných na našem území. Do tohoto roku byla upřednostňována kvantitativní a kvalitativní produkce vlny. Cena vlny byla do té doby státem subvencována, zatímco cena jatečných jehňat se držela velmi nízko. Stav ovcí původních vlnářských plemen byly začátkem devadesátých let dvacátého století zredukovány na minimum (Jakubec et al., 2001). Na snižování stavů se však podílela i celková restrukturalizace zemědělství (Horák et al., 2004).

Od roku 2001 dochází k opětovnému navyšování stavů, zřejmě v důsledku poptávky po využití trvalých travních porostů v méně příznivých oblastech.

V době, kdy se díky nízkým výkupním cenám staly vlna a ovčí kůže obtížně prodejné a pokud pomineme produkci plemenných beránků a jehnic, jsou jatečná jehňata hlavním produktem chovu ovcí (Bucek et al., 2011).

V důsledku výše uvedených skutečností došlo ke změně struktury chovaných plemen (Tab. 1).

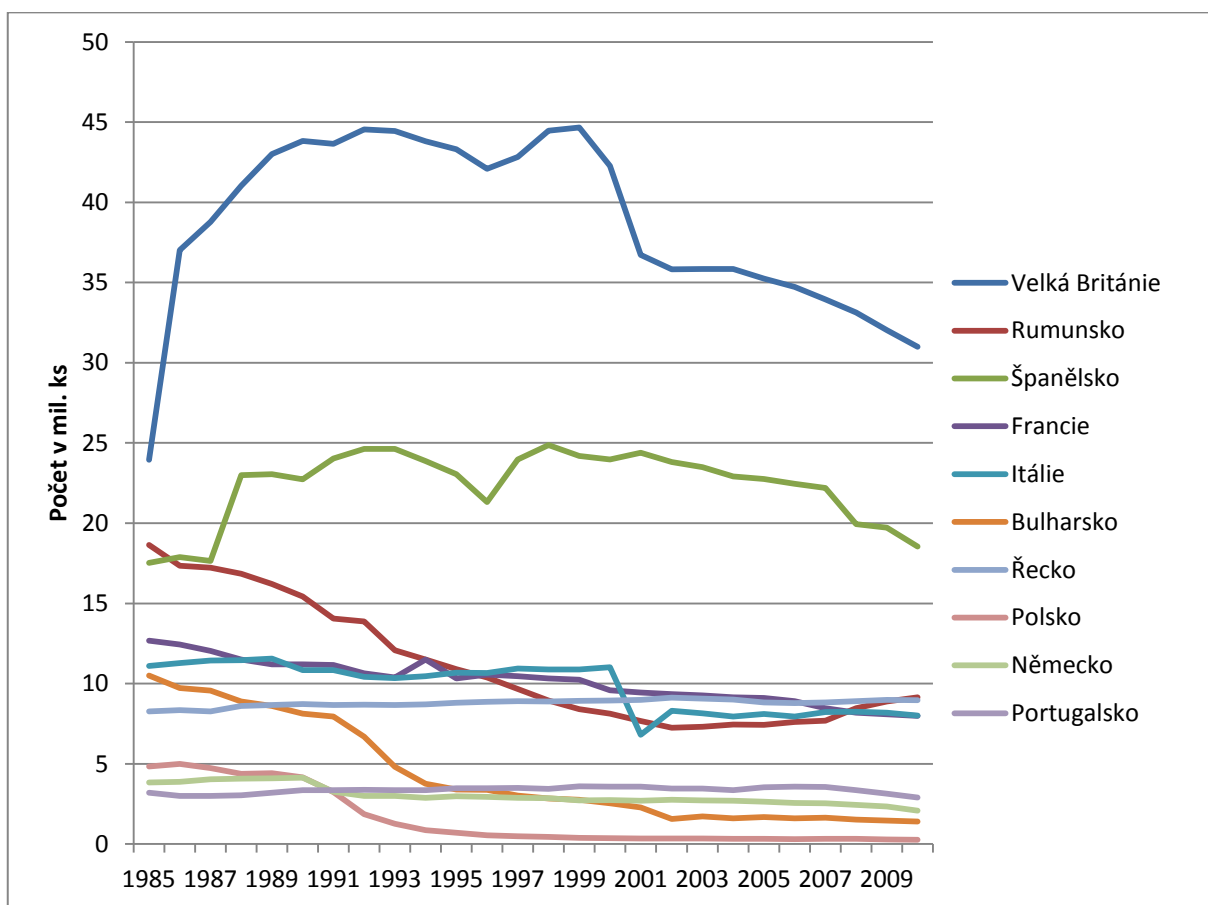
Tabulka 1. Vývoj struktury plemen ovcí podle užitkového zaměření v období 1990-2010 (v %)

Rok	Typ plemene			
	vlnářský	s kombin. užitkovostí	masný	plodný a dojný
1990	62,9	36,4	0,6	0,1
1995	1,9	70,6	25,8	1,7
2000	0	61,2	34,3	4,5
2005	0	54,4	37,1	8,5
2010	0	49,9	40	10,1

Zdroj: Svaz chovatelů ovcí a koz v ČR, in Roubalová, 2011

Na grafu č. 2 je vidět vývoj počtu ovcí v deseti Evropských zemích, které v roce 1985 vykazovaly nejvyšší stavy. Podobná tendence, jaká je pozorována v ČR, byla v posledních 25 letech zaznamenána na Slovensku a v Maďarsku. Mnohem výraznější pokles než na našem území byl registrován v Polsku, kde se v roce 1985 chovalo 4 837 260 ks ovcí, zatímco v roce 2010 pouze 258 262 ks (pokles o 94,66 %), (FAO, 2012).

Graf č. 2. Vývoj počtu ovcí ve vybraných Evropských zemích



Zdroj: FAOSTAT, 2012

Na početních stavech ovcí se celosvětově odráží dlouhotrvající recese vlnářského průmyslu. Na druhé straně však roste zájem o maso a ve státech Evropské Unie je ceněna i mimoprodukční funkce chovu ovcí (Horák et al., 2004).

3.2. Šlechtění

Cílem šlechtění je změna genetické hodnoty zvířat v budoucích generacích tak, aby produkovala žádoucí produkty efektivněji v porovnání s přítomnou generací za podmínek budoucích (přírodních, ekonomických, sociálních), (Říha et al., 2004).

Šlechtitelské programy v chovu ovcí v ČR se zaměřují na komplexní zlepšování genetických vloh zvířat pro poskytování žádané užitkovosti, respektive zlepšení ekonomické efektivity chovu v rámci určitého produkčního systému (Rada plemenných knih ovcí, 2007).

Efektivnost však nutně nemusí zahrnovat pouze ekonomické proměnné, může obsahovat i etiku, biodiverzitu apod. (Říha et al., 2004).

Změna genetické hodnoty je dosahována selekcí, která je základem nejen každého zušlechťovacího programu ve šlechtění hospodářských zvířat ale i evoluce. Selekcí je všeobecně rozuměn výběr určitých samčích a samičích jedinců pro reprodukci (Jakubec et al., 2003).

V chovu ovcí probíhá selekce zpravidla ve třech základních stupních (Rada plemenných knih ovcí, 2007):

- Selektce jehňat po dosažení jatečné hmotnosti (120-160 dní věku) – základní selekční stupeň spojený zejména u beránků s nejvyšší intenzitou selekce – k dalšímu chovu je ponecháno cca 5-15 % beránků narozených v rámci kontrolovaných populací.
- Klasifikace beranů a bonitace jehnic (6-18 měsíců věku) – v tomto stupni selekce probíhá zejména rozdělení plemenných beránků mezi chovy zapojené do šlechtění a užitkové chovy.
- Selektce ve skupině plemenných zvířat (po celý reprodukční život zvířete) – výběr matek beranů, záměrné sestavování rodičovských párů, brakování apod.

Selekci v zásadě provádí chovatel ve spolupráci s oprávněnou osobou s využitím údajů z kontroly užitkovosti a odhadů plemenných hodnot zvířat. Při klasifikaci plemenných beránků je selekční rozhodnutí v kompetenci hodnotitele.

Pro produkci potomstva se obecně vybírají rodiče s dobrým genetickým založením. V takovém případě existuje větší pravděpodobnost, že i potomstvo bude vykazovat dobré genetické založení, které se přesněji vyjadřuje tzv. obecnou plemennou hodnotou, jež se běžně označuje jako plemenná hodnota (Jakubec et al., 1999).

SCHOK určuje také podmínky pro matky plemenných beranů (Rada plemenných knih ovcí, 2011):

- Matka plemenných beranů musí být zapsána do hlavního oddílu plemenné knihy (PK).
- Musí být chovaná ve stádě s minimálním počtem 10 bahníc daného plemene zapsaných v hlavním oddílu PK (tato podmínka neplatí pro plemena VF, V, O, BE, CF, H, J, JS, L, KH, AL, KA, SD, SH a další málopočetná plemena v případě jejich dovozu).

Výsledkem odezvy na selekci je selekční pokrok (ΔG). Představuje změnu střední hodnoty potomstva v porovnání se střední hodnotou rodičovské generace, neboli difference mezi fenotypovou hodnotou potomků a jejich rodičů před selekcí. Rozlišuje se přímý a nepřímý selekční pokrok. Přímým selekčním pokrokem je genetický rozdíl ΔG pro vlastnost, na kterou jsme selektovali. Pokud však existuje mezi dvěma vlastnostmi genetická závislost, dochází kromě přímého selekčního pokroku (ΔG_1) také k nepřímému selekčnímu pokroku ($\Delta G_{2/1}$), (Jakubec et al., 2010).

3.3. Nákupní trhy

Výběr beranů pro plemenitbu je prováděn na tzv. nákupních trzích, které organizují chovatelské kluby, oprávněné osoby nebo Svaz chovatelů. Individuálně se zde hodnotí berani (případně jehnice) s cílem stanovení výsledné užitkové třídy. Nákupní trhy a následný prodej plemenných zvířat se zpravidla organizuje pro větší chovatelský obvod, např. kraj, místo konání potvrzuje Rada plemenné knihy. Trhy také mohou být součástí výstav hospodářských zvířat, některé chovatelské kluby realizují produkci plemenných zvířat na tzv. elitních nákupních trzích, jejichž předností je to, že se všichni berani zařazovaní do plemenitby v daném chovném roce posoudí na jednom místě. Výjimečně je možné provést základní výběr (bonitaci) přímo u chovatele, tzv. ze stáje (Horák et al., 2004).

3.4. Lineární popis zevnějšku

Hodnocení exteriéru je pravděpodobně nejstarší metodou využívanou při selekci a hraje zásadní roli v mnoha chovatelských organizacích (Janssens et al., 2004).

Přestože je dnes při šlechtění upřednostňována zejména užitkovost (resp. výkonnost u koní), je kvalita zevnějšku stále významným kritériem z hlediska výběru plemenných zvířat (Maršálek, 2008).

Plemenní beránci jsou posuzováni na nákupních trzích a je jim udělována třída za zevnějšek, jehničky jsou klasifikovány během bonitace před zařazením do plemenitby. Hodnocení beranů pro zařazení do plemenitby provádí pověřený hodnotitel, berani musí být předvedeni minimálně ve stáří 6 měsíců. Hodnotitel posoudí vývin, exteriér včetně defektů a zdravotní stav, přičemž zvíře srovnává s vytýčeným standardem daného plemene. Posouzení provádí na

rovném, pevném podkladě z dostatečné vzdálenosti (okolo 3 m) a to jak v klidu, tak i v pohybu (Rada plemenných knih ovcí, 2007).

Přesné a správné určení všech sledovaných znaků je základní podmínkou účinné selekce (Horák et al., 2004). Při vyhodnocování výsledku popisu zevnějšku v populaci je však takřka nemožné využít výsledky slovního nebo grafického popisu. Nejrozšířenější metodou pro hodnocení zevnějšku se tak stal systém založený na lineárním popisu zevnějšku, který udává vyjádření skutečného utváření daného znaku pomocí bodové stupnice v rámci možných biologických extrémů (Maršálek, 2008). V roce 1967 byl zaveden pro holštýnský skot v USA (Casselu et al., 1973), dnes je využíván i v chovu koní (Mawdsley et al., 1996), (Jakubec et al., 2007), (Maršálek, 2008), (Vostrý et al., 2009), ovcí (De la Fuente et al., 1996), (Janssens et Vandepitte, 2004), (Matebesi et al., 2009), (Tajebe et al., 2011) a prasat (Van Steenberg, 1989). Důležitost využití lineárního popisu jako jednoho z nástrojů šlechtitelského programu Starokladrubskeho koně si uvědomuje i Jakubec et al. (2007).

Znaky popisované touto metodou by měly podle Maršálka (2008) splňovat následující požadavky:

- linearita v biologickém uspořádání
- jednoznačná charakteristika
- dostatečná dědivost
- ekonomický význam – vztah k produkci, reprodukci nebo dlouhověkosti
- možnost objektivního měření
- dostatečná variabilita v populaci
- nenahraditelnost – znak je jedinečný, nekoreluje s jinou vlastností, která je lépe hodnotitelná

Každý znak je hodnocen vzhledem k ideálu, tedy porovnáván se žádoucím utvářením. U některých znaků je ideál popsán střední hodnotou bodové stupnice (extrémní hodnoty jsou nežádoucí), u jiných je naopak ideál vyjádřen nejvyšším počtem bodů.

Jakubec et Volenec (2003) formuluje hlavní požadavky na znaky lineárního popisu takto:

- jednotlivé znaky exteriéru, které přispívají ke zlepšení vlastností funkčního a ekonomického významu, je třeba popisovat nezávisle na sobě

- znak popisuje bonitér pomocí 9 stupňové škály (nutnost využití v celém rozsahu) od jednoho biologického extrému k druhému, proto „lineární popis“. Posuzovaný jedinec se

neporovnává s „ideálem“, nýbrž v celém jeho projevu (krátký-dlouhý, úzký-široký, hluboký-mělký apod.)

- podmínkou úspěšné aplikace metody je využití celé bodové škály
- popis zvířat se provádí u stejně starých jedinců, bez znalosti původu, tj. znalosti exteriéru a výkonnosti otce a matky
- popis znaků získaný v určitém věku zůstává v platnosti u jedince během jeho dalšího působení v plemenitbě.

V Belgii byl lineární popis v chovu ovcí zaveden, protože poskytuje přesnější a více objektivní informace o exteriérových vlastnostech. Znaky byly vybrány za prvé podle ekonomického významu a jejich potenciálu zlepšit produkci a za druhé podle možnosti měření nebo přesného popisu (Janssens et al., 2004).

V ČR je lineární popis plemenných beranů součástí hodnocení zevnějšku. Všechny posuzované znaky se popisují pětibodovou stupnicí, u většiny znaků odpovídá stupeň 3 lineárního hodnocení požadavkům chovného cíle u daného plemene (Rada plemenných knih ovcí, 2007).

V tabulkách 2 a 3 jsou uvedeny znaky lineárního popisu a slovní popis extrémního utváření daných znaků, tak jak odpovídá krajním bodům škály 1 a 5.

Tabulka 2. Lineární popis zevnějšku beranů, Pindřák et al. (2002).

Tělesný rámec	Malý	1	2	3	4	5	Velký
Osvazení	Slabé	1	2	3	4	5	Vynikající
Plemenný typ	Nevýrazný	1	2	3	4	5	Výrazný
Pohlavní výraz	Nevýrazný	1	2	3	4	5	Výrazný
Rohatost	Bezrohý	1	2	3	4	5	Rohatý*
Hřbet	Měkký	1	2	3	4	5	Kapří
Hrudník	Úzký	1	2	3	4	5	Široký
Zád'	Úzká	1	2	3	4	5	Široká
Sklon zádi	Sražená	1	2	3	4	5	Typická
Hrudní končetiny - postoj	Sbíhavý	1	2	3	4	5	Rozbíhavý
Hrudní končetiny - spěnky	Měkké	1	2	3	4	5	Strmé
Pánevní končetiny - postoj	Vybočený	1	2	3	4	5	Sudovitý
Pánevní končetiny - spěnky	Měkké	1	2	3	4	5	Strmé
Charakter vlny	Atypický	1	2	3	4	5	Typický

* rohatost: 1 – bezrohý, 2 – odrohovaný, 3 – rohovité výrůstky bez kostního podkladu, 4 – malé rohy, 5 – velké rohy

Číselník vad:

hlava

1 - podkus

2 - předkus

3 – vchlípené víčko

4 - slepota

trup

5 - volná lopatka

6 - zaškrčení za kohoutkem

7 - volná bedra

končetiny

8 - uvolněné mezipaznehtní vazy

9 - neošetřené paznehty

vlna

10 – atypická barva

11 - nevyrovnaná vlna

12 - přerůst

13 - zkrut

14 – nedostatečný obrůst

15 - přílišný obrůst okolo očí - vlnářská slepota

16 - výskyt mrtvých vlasů

17 - černý vlas a pigment v rounu

18 - znečištěná vlna

pohlavní orgány

19 - atrofie varlat

20 - kryptorchizmus

21 – deformace varlat

22 – zánět předkožky

Později došlo k mírným úpravám (Rada plemenných knih ovcí, 2007):

Tabulka 3. Lineární popis zevnějšku beranů, Rada plemenných knih ovcí (2007)

Hodnocení	1	2	3	4	5
Tělesný rámec	velmi malý	malý	odpovídající	velký	velmi velký
Zmasilost	velmi slabá	slabší	odpovídající	nadprůměrná	vysoce nadprůměrná
Rohatost	bezrohý	odrohovaný	rohovité výrůstky	malé rohy	velké rohy
Hřbet	velmi měkký	měkký	rovný	kapří	výrazně kapří
Hrudník	velmi úzký	úzký	odpovídající	široký	velmi široký
Záď	velmi úzká	úzká	odpovídající	široká	velmi široká
Sklon zádi	výrazně sražená	sražená mírně	mírně skloněná	téměř rovná	rovná
Hrudní končetiny - postoj	výrazně do X	do X	rovný	sudovitý	výrazně sudovitý
Hrudní končetiny - spěnky	velmi měkké	měkké	korektní	strmé	velmi strmé
Pánevní končetiny - postoj	výrazně do X	do X	rovný	sudovitý	výrazně sudovitý
Pánevní končetiny - spěnky	velmi měkké	měkké	korektní	strmé	velmi strmé
Úhel hlezenního kloubu	velmi šavlovitý	šavlovitý	pravidelný	strmý	velmi strmý
Hodnocení vlny	atypická	podprůměrná	odpovídající	nadprůměrná	vynikající

Všechny hodnocené vlastnosti se posuzují s přihlédnutím k věku a plemeni hodnoceného jedince.

Číselník vad 1-22 zůstal stejný, byla zavedena nová čísla pro vady u znaků, které se již neuvádějí přímo v lineárním popisu (plemenný typ, pohlavní výraz):

plemenný typ: 23 - atypický,

pohlavní výraz: 24 - samičí u berana.

Kromě komplexního hodnocení zevnějšku je využíván lineární popis vemene u dojených ovcí ve Španělsku (De la Fuente et al., 1996), Itálii (Casu et al., 2002) a Francii (Marie-Etancelin et al., 2003) a byl zkoumán i na Slovensku (Milerski et al., 2006).

3.5. Odhad genetických parametrů

Kvantitativní vlastnosti vykazují kontinuální rozdělení fenotypových hodnot v populaci, jež je podmíněno velkým počtem minorgenů (genů s malým účinkem), interakcemi mezi těmito geny (epistatickým působením) a prostředovými modifikacemi. Genotyp nelze usuzovat přímo, tak jak je tomu u kvalitativních vlastností, ale na základě odhadů populačně-specifických parametrů, jež se nazývají genetickými parametry (Jakubec et al., 2010).

Genetickým parametrem jsou označovány genetické charakteristiky populace, které zajímají šlechtitele a které jsou využívány ve šlechtitelských programech. Odhadování genetických parametrů potom znamená odhad komponent pozorovatelné variance (včetně kovariancí) mezi příbuznými jedinci do příčinných komponent, jako je variance způsobená aditivními genetickými efekty, efekty dominance, interakce, a permanentními a dočasnými vlivy prostředí. V tomto kontextu zahrnuje variance nejen varianci sledovanou pro konkrétní vlastnost a konkrétního jedince, ale také kovariance mezi různými vlastnostmi a kovariance mezi jedinci pro stejné nebo různé vlastnosti. Proto je nutné znát stupeň příbuznosti mezi jedinci a z toho vyplývající kovariance mezi nimi (Urban, 2009).

Fenotypová variance (V_P), též variance populace, je variancí fenotypových hodnot, genotypová variance (V_G) genotypových hodnot a prostředová variance (V_E) je variancí odchylek způsobených prostředím. Genotypovou varianci lze dále rozčlenit na aditivně genetickou varianci (V_A) a neaditivní varianci, která se skládá z variance dominance (V_D) a interakce (V_I), (Jakubec et al., 2003).

Platí tedy následující vzorec (Jakubec et al., 2010):

$$V_P = V_G + V_E \quad (1)$$

resp.:

$$V_G = V_A + V_D + V_I \quad (2)$$

Relativní podíl aditivně genetické variance na celkové fenotypové varianci je dle Jakubce et al. (2003) nejdůležitějším populačně genetickým parametrem k odhadu dědičnosti kvantitativních vlastností a je nazýván heritabilitou (h^2) neboli koeficientem dědivosti. Ten nabývá hodnot 0-1, resp. 0-100 % a je platný jen pro populaci, ve které byl odhadován - v průběhu generací se může vlivem měnících se poměrů variance v dané populaci měnit.

V tab. 4 jsou uvedeny dědivosti znaků souvisejících s osvalením a hmotností zvířete podle Horáka et al. (2004).

Tabulka 4. Koefficienty dědivosti některých vlastností z KU

Dědivost	Vlastnost	Průměr h^2	Rozpětí h^2
Nízkodědivé	jateční výtěžnost	0,10	0,07-0,13
	tloušťka tuku nad MLD	0,23	0,19-0,29
Střednědědivé	živá hmotnost při narození	0,30	0,09-0,61
	živá hmotnost při odstavu	0,30	0,18-0,77
	živá hmotnost v dospělosti	0,40	-
	délka jatečného trupu	0,31	0,09-0,46
	hmotnost kostí	0,30	0,28-0,32
	hmotnost masa	0,39	-
Vysokodědivé	plocha MLD	0,53	0,23-0,93
	hmotnost tuku	0,57	0,45-0,69

Zdroj: Horák et al., (2004)

Z fenotypových hodnot jsou dále předpovídány plemenné hodnoty. Přímé zjištění plemenné hodnoty není možné, protože fenotypově měřitelné vlastnosti jsou výsledkem nejen genetických efektů aditivních, ale i efektů dominance, interakce a prostředí (Jakubec et al., 1999).

Plemenná hodnota jedince se rovná součtu průměrných účinků genů nalézajících se u jedince a lze ji také určit jako genetickou hodnotu daného jedince, posuzovanou průměrnou genotypovou hodnotou jeho potomstva. Někdy bývá označována jako genotyp podmíněn aditivním působením genů (Jakubec et al., 2010).

3.6. Statistické modely

Vzhledem ke složitosti celého problému, dochází v praxi k zjednodušování a řešení pomocí statistických modelů, které se snaží skutečnosti co nejvíce přiblížit. Jak bylo řečeno výše, na fenotypové hodnotě se kromě genetického založení podílí i prostředí, proto je třeba tyto hodnoty od efektů prostředí očistit, čehož lze docílit právě použitím statistických modelů. K tomu je potřeba získat data příbuzných jedinců žijících v různých podmínkách, např. v různých stádech společně s dalšími nepříbuznými zvířaty nebo narozených v jiném období. Pokud toho není dosaženo, není možné rozlišit mezi působením prostředí a vlivem genetického založení (Janssens et Vandepitte, 2004).

Pro členění proměnlivosti na její komponenty se může využít metoda analýzy variance (ANOVA). Ta v sobě zahrnuje odpovídající statistický model, podle kterého mohou být

vyjádřeny tři hlavní funkce analýzy: odhad fixních efektů, odhad náhodných efektů a testování hypotéz o příčinách variance (Jakubec et al., 1999).

Vyhodnocování souborů údajů a odhad plemenné hodnoty se provádí pomocí modelů lineárních, většinou se smíšenými efekty (Příbyl et Příbylová, 2002).

Lineární model je možné popsat modelovou rovnicí:

$$Y = Xb + Zu + e \quad (3)$$

kdy Y je vektor naměřených hodnot

X, Z jsou matice plánů pokusu pevných a náhodných efektů

b je odhadovaný neznámý vektor pevných efektů

u je odhadovaný neznámý vektor náhodných efektů

e je neznámý vektor náhodné nekontrolovatelné chyby naměřených hodnot

Uvedené matice a vektory mohou být rozděleny na jednotlivé bloky pro více efektů a více souběžně hodnocených vlastností (Příbyl et Příbylová, 2002).

Často používanou metodou odhadu komponent rozptylu je Residual/Restricted Maximum Likelihood (REML) – restringovaná maximální věrohodnost. Při výpočtu dochází k transformaci dat takovým způsobem, že se vyloučí fixní efekty a variance se odhaduje ze zbývajících hodnot (Janssens et Vandepitte, 2004). Tato metoda, stejně jako metoda nejmenších čtverců (LS – Least Squares), vyžaduje normální neboli Gaussovo rozdělení pravděpodobnosti četností hodnocené veličiny (Jakubec et al., 1999).

Nejrozšířenější metodou pro hodnocení genetického založení hospodářských zvířat se stala metoda BLUP – Best Linear Unbiased Prediction (Mrode, 1996).

4. Materiál a metody

4.1. Požadavky na berany klasifikované na nákupních trzích

Požadavky na berany klasifikované na nákupních trzích s účinností od chovného roku 2011 (jehňata narozená od 1. 10. 2010 do 30. 9. 2011) schválila Rada plemenných knih ovcí (2011):

- Berani musí pocházet od matek plemenných beranů.
- U plemen, kde jsou prováděny odhady plemenných hodnot, musí mít klasifikovaní berani přidělenou třídu za celkovou plemennou hodnotu (CPH) I. nebo vyšší. U plemen zařazených do genetických zdrojů (V, S), je možné požádat o udělení výjimky z tohoto pravidla.
- U berana je odebrán a uložen vzorek DNA, následně je provedeno ověření parentity.
- Berani romanovské ovce a masných plemen s výjimkou plemene CH jsou předváděni v 1-3 měsíční vlně, ostatní plemena ve věku 6-10 měsíců v jehněčí vlně, ve věku nad 10 měsíců v 3-9 měsíční vlně.
- Berani mají být klasifikováni ve věku minimálně 6 měsíců, maximálně 18 měsíců (u VR, SD, OU, SH 24 měs.).
- Berani musí být zařazení do tříd odolnosti vůči klusavce R1, R2 nebo R3 (za předpokladu, že jsou nositeli alely ARQ).
- Berani mají splňovat požadavky na minimální živou hmotnost v době klasifikace ve věku 6 měsíců: masná plemena, VF a ZW 45 kg, V 35 kg, KA 30 kg, ostatní kromě OU, SD a SH: 40 kg. Ve věku 12 měsíců: masná plemena 60 kg. R ve věku 8 měsíců 45 kg, 10 měsíců 48 kg, nad 12 měsíců 50 kg.

4.2. Vstupní data a jejich zpracování

Podkladový soubor pro hodnocení byl vytvořen úpravou záznamů SCHOK o lineárním popisu beranů hodnocených na nákupních a elitních trzích. Zápisy klasifikací byly digitalizovány a daly vzniknout ucelené databázi, která se propojila s databází z kontroly užítkovosti. Hodnoceni byli berani 28 plemen a několik kříženců, celkem z 233 chovů. Zaznamenány byly výsledky z let 2007-2010, dohromady bylo registrováno 3396 hodnocení, z nichž některé bylo nutno vyřadit pro neúplnost nebo nevěrohodnost údajů.

Databáze byla vytvořena v programu Microsoft Office Excel 2007, kde proběhlo i základní očištění a doplnění dat. Následující zpracování a příprava dat pro výpočet metodou REML byla provedena v softwaru SAS (Statistical Analysis System), verze 9.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC). Pro odhad vlivu fixních faktorů na znaky lineárního popisu byl použit obecný lineární model (GLM) s pevnými efekty, vycházející z metody nejmenších čtverců. Genetické parametry a plemenné hodnoty byly odhadnuty s použitím metody AI REML popsané Gilmourem et al. (1995) a vypočítány programem AIREMLF90 (Misztal et al., 2002).

Úprava dat pomocí programu Microsoft Office Excel 2007:

- doplnění databáze o „chybějící“ hodnocení vzhledem k tomu, že hodnotitelé obvykle nezapisují hodnocení známkou 3

Výsledná databáze obsahuje následující údaje:

- exkluzivní kód berana, číslo berana dle Ústřední evidence, matka berana, otec berana, číslo chovu, datum narození, plemenná příslušnost,
- údaje z kontroly užitkovosti (četnost vrhu, počet odchovaných, hmotnost, věk v den vážení, subjektivní hodnocení zmasilosti, výsledky ultrazvukového měření - hloubka hřbetních svalů a tloušťka vrstvy podkožního tuku a kůže v milimetrech),
- datum trhu, místo trhu, jméno hlavního hodnotitele, hmotnost v den trhu, sortiment případně délka vlny, hodnocení znaků lineárního popisu (tělesný rámec, osvalení, rohatost, hřbet, hrudník, záď, sklon zádi, hrudní končetiny postoj, hrudní končetiny spěnky, pánevní končetiny postoj, pánevní končetiny spěnky, úhel hlezenního kloubu, charakter vlny, případné vady), celkovou známku za zevnějšek a výslednou třídu.

Úprava dat pomocí programu SAS 9.1:

- beran s hodnocením „odročen“ nebo „neklasifikován“ byl vyřazen
- hmotnost v den klasifikace nižší než 10 kg byla nahrazena chybějícím údajem
- hodnotitel, který ve sledovaném období hodnotil méně než 30 zvířat, byl nahrazen chybějícím údajem
- hodnocení znaků lineárního popisu vyšší než 5 bylo nahrazeno chybějícím údajem

- stáří v den trhu nižší než 0 dní a vyšší než 730 dní (2 roky) bylo nahrazeno chybějícím údajem
- chovy byly rozděleny do sedmi skupin dle oblasti působení

Pro odhad genetických parametrů metodou REML došlo ke slučování dat kvůli nedostatečným četnostem:

- hodnocení ze stáje
- plemena BG, C, J, JS, AL, LE, KH, L byla sloučena do skupiny plemen kombinovaného užitkového typu
- plemena CF, H, BM byla sloučena do skupiny plemen masného užitkového typu
- plemena O, SH a berani bez plemenné příslušnosti byli sloučeni do jedné „smíšené“ skupiny
- měsíce narození červen až prosinec byly sloučeny do jedné skupiny
- roky narození 2005 - 2007 byly sloučeny do jedné skupiny
- četnost vrhu vyšší nebo rovna 3 byla sloučena do jedné skupiny
- trhy, na kterých byli hodnoceni méně než 4 berani, byly sloučeny do jedné skupiny

4.3. Obecný lineární model

Pro odhad vlivu pevných efektů na znaky lineárního popisu byl použit obecný lineární model (General Linear Model - GLM), vycházející z metody nejmenších čtverců.

Procedura GLM v programu SAS rozkládá celkovou variabilitu na komponenty pomocí regrese, fixních efektů a dále umožňuje uplatnění složených efektů z více efektů fixních a regrese čímž zahrnuje i jejich vzájemné interakce (Bauer, 2011).

Do analýzy znaků lineárního popisu bylo testováno 36 modelových rovnic, u všech byl pro výpočet použit odhad typu IV (tj. SS4). Vzhledem k malým četnostem byly výpočty provedeny pro všechna plemena dohromady. Vliv plemenné příslušnosti byl zohledněn jako jeden z pevných efektů.

Přehled efektů, které se v modelech uplatňují:

PL – pevný efekt plemene (všechna plemena bez slučování)

PLE – pevný efekt plemene, 17 nejpočetnějších plemen, ostatní sloučené do skupin podle užitkových typů a jedné skupiny smíšené

ROK – pevný efekt roku narození

OBD – pevný efekt období narození

DATN – pevný efekt data narození

RO – pevný efekt roku v interakci s obdobím narození

CV – pevný efekt četnosti vrhu, ze kterého beran pochází

ODCH – pevný efekt odchovaných jehňat z vrhu

CHOV – pevný efekt oblasti chovu

CHRO – kombinovaný pevný efekt tříd oblasti chovu, roku a období narození

TRH – pevný efekt místa nákupního/elitního trhu, na kterém byl beran klasifikován

DATT – pevný efekt data konání trhu

HOD – pevný efekt hodnotitele

TD - pevný efekt místa trhu v interakci s efektem data konání trhu

TH – pevný efekt místa trhu v interakci s efektem hodnotitele

DTH - kombinovaný pevný efekt tříd data trhu, místa trhu a hodnotitele

ST – fixní regrese na věk při hodnocení

Vzhledem k tomu, že pouze dva znaky lineárního popisu spolu s výslednou známkou za zevnějšek vykazovaly variabilitu lineárního popisu, byly pevné efekty porovnávány pouze v souvislosti ke znakům tělesný rámec, osvalení a výsledná známka za zevnějšek. V tabulkách 5 a 6 je uveden přehled modelů a testovaných efektů (modelové rovnice jsou označeny dle znaku lineárního popisu a číslem, TR1 – TR17 pro znak tělesného rámce, OS1 – OS13 pro znak osvalení, ZEV1 – ZEV6 pro výslednou známku za zevnějšek).

Tabulka 5. Pevné efekty v modelových rovnicích pro hodnocení tělesného rámce

	PL	PLE	ROK	OBD	RO	CV	ODCH	CHOV	CHRO	TRH	DATT	HOD	TH	DTH	ST	ST ²
TR1					x	x	x	x					x			
TR2	x		x	x			x	x					x			
TR3	x		x	x			x	x					x		x	
TR4	x						x		x					x	x	x
TR5		x					x			x					x	x
TR6		x					x			x	x				x	x
TR7		x			x								x		x	x
TR8		x			x					x		x			x	x
TR9		x			x					x	x	x			x	x
TR10										x		x				
TR11										x	x	x				
TR12														x		
TR13			x	x				x								
TR14									x							
TR15		x			x					x	x				x	x
TR16		x			x		x			x	x	x			x	x
TR17	x				x		x							x	x	x

Efekty byly vybírány vzhledem k odůvodnitelnosti, byla posuzována jejich statistická významnost a koeficienty determinace. Byly porovnávány jednotlivé efekty samostatně i některé efekty v interakci mezi podobnými typy efektů (např. rok a období narození nebo interakce místa a data popisu případně ještě v interakci s hodnotitelem). Stejný postup byl použit i pro znaky osvalení a celkové známky za zevnějšek (Tabulka 6.).

Tabulka 6. Pevné efekty v modelových rovnicích pro hodnocení osvalení a celkové známky za zevnějšek

	PL	PLE	ROK	OBD	DATN	RO	ODCH	CHOV	CHRO	TRH	DATT	HOD	TD	TH	DTH	ST	ST ²
OS1	x		x									x					
OS2	x				x		x			x	x	x					
OS3	x		x				x			x	x	x					
OS4	x		x	x			x			x	x	x					
OS5	x			x			x						x				
OS6	x					x	x							x			
OS7	x				x		x	x		x	x	x					
OS8	x		x				x			x	x	x					
OS9	x		x	x			x	x		x	x	x					
OS10	x		x	x			x	x						x		x	
OS11	x						x		x						x	x	x
OS12		x				x	x			x	x	x				x	x
OS13	x						x		x						x	x	x
ZEV1	x								x						x	x	x
ZEV2	x					x				x	x	x				x	x
ZEV3		x							x						x	x	x
ZEV4		x				x				x	x					x	x
ZEV5		x				x	x			x	x	x				x	x
ZEV6		x				x				x	x	x				x	x

4.4. Modelové rovnice vybrané pro testování v REML

Pro odhad komponent rozptylu byla použita metoda REML. Modelové rovnice, které vykazovaly nejlepší popisné charakteristiky GLM byly porovnávány metodou AI REML konkrétně využitím programu AIREMLF90 (Misztal et al., 2002). Byly vybrány efekty plemene, efekt místa a data hodnocení, interakce roku a období narození berana, efekt stáří v den trhu a v případě osvalení také efekt počtu odchovaných jehňat na matku a efekt hodnotitele. Tyto efekty byly vybrány vzhledem k tomu, že byly odůvodnitelné, statisticky významné a jeví nejvyšší koeficienty determinace, tj. vysvětlovaly značnou část fenotypové variance.

Modelové rovnice pro výpočty v AI REML byly doplněny o náhodný aditivní genetický efekt jedince.

Při analýze komponent rozptylu byl použit model:

1.) Pro souhrnou známku za zevnějšek

$$y_{ijklno} = \mu + p_i + r_j + t_k + d_l + s_n + s_n^2 + z_o + e_{ijklno}, \quad (4)$$

kde:

y_{ijklno} = vyhodnocovaná veličina

μ = celkový průměr

p_i = pevný efekt i-tého plemene ($i = 1, \dots, 19$)

r_j = pevný efekt j-tého roku a období narození ($j = 1, \dots, 24$)

t_k = pevný efekt k-tého místa trhu ($k = 1, \dots, 52$)

d_l = pevný efekt l-tého data trhu ($l = 1, \dots, 112$)

s_n = pevný efekt stáří n-tého zvířete ($n = 1, \dots, 196$)

z_o = náhodný efekt zvířete ($o = 1, \dots, 3088$)

e_{ijklno} = reziduální efekt

Pro osvalení

$$y_{hijklmno} = \mu + o_h + p_i + r_j + t_k + d_l + h_m + s_n + s_n^2 + z_o + e_{hijklmno}, \quad (5)$$

kde:

$y_{hijklmno}$ = vyhodnocovaná veličina

μ = celkový průměr

o_h = pevný efekt h-tého počtu odchovaných ($h = 1, 2, 3$)

p_i = pevný efekt i-tého plemene ($i = 1, \dots, 19$)

r_j = pevný efekt j-tého roku a období narození ($j = 1, \dots, 24$)

t_k = pevný efekt k-tého místa trhu ($k = 1, \dots, 54$)

d_l = pevný efekt l-tého data trhu ($l = 1, \dots, 116$)

h_m = pevný efekt m-tého hodnotitele ($m = 1, \dots, 9$)

s_n = pevný efekt stáří n-tého zvířete ($n = 1, \dots, 196$)

z_o = náhodný efekt zvířete ($o = 1, \dots, 3088$)

$e_{hijklmno}$ = reziduální efekt

Pro tělesný rámec

$$y_{ijklno} = \mu + p_i + r_j + t_k + d_l + s_n + s_n^2 + z_o + e_{ijklno}, \quad (6)$$

kde:

y_{ijklno} = vyhodnocovaná veličina

μ = celkový průměr

p_i = pevný efekt i-tého plemene ($i = 1, \dots, 19$)

r_j = pevný efekt j-tého roku a období narození ($j = 1, \dots, 24$)

t_k = pevný efekt k-tého místa trhu ($k = 1, \dots, 54$)

d_l = pevný efekt l-tého data trhu ($l = 1, \dots, 116$)

s_n = pevný efekt stáří n-tého zvířete ($n = 1, \dots, 196$)

z_o = náhodný efekt zvířete ($o = 1, \dots, 3088$)

e_{ijklno} = reziduální efekt

4.5. Výpočet koeficientu dědičnosti

Koeficient dědičnosti byl vypočítán dle vzorce:

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_e^2} \quad (7)$$

kde:

σ_G^2 = variance genetická

σ_e^2 = variance reziduální

5. Výsledky

5.1. Základní statistika hodnocených dat

Hodnoceni byli berani 28 plemen a několik kříženců (Tabulka 7.). Nejpočetnější zastoupení je u plemen: suffolk (32,71 %), texel (8,95 %), charollais (8,60 %), romney (7,80 %), romanovská (6,30 %).

Tabulka 7. Zastoupení plemen v podkladovém souboru

Plemena	Zkratka	Užitkovost	Počet	%
Bílá alpská	AL	Kombinovaná	23	0,68
Berrichon du cher	BE	Masná	65	1,91
Bergschaf	BG	Kombinovaná	10	0,29
Cigája	C	Kombinovaná	17	0,50
Clun forest	CF	Masná	23	0,68
Hampshire	H	Masná	8	0,24
Charollais	CH	Masná	292	8,60
Jacob	J	Zájmové plem.	3	0,09
Jurská	JS	Kombinovaná	3	0,09
Romney	K	Kombinovaná	265	7,80
Kamerunská	KA	Zájmové plem.	83	2,44
Kerry hill	KH	Kombinovaná	16	0,47
Kříženci	-		27	0,80
Lein	L	Kombinovaná	14	0,41
Lacaune	LC	Mléčné plem.	167	4,92
Leicester	LE	Kombinovaná	1	0,03
Merinolandschaf	ML	Kombinovaná	89	2,62
Německá černohlavá	NC	Masná	70	2,06
Oxford down	OD	Masná	122	3,59
Olkulská	O	Plodné plem.	2	0,06
Romanovská	R	Plodné plem.	214	6,30
Šumavská	S	Kombinovaná	102	3,00
Suffolk	SF	Masná	1111	32,71
Shetlandská	SH	Kombinovaná	9	0,27
Texel	T	Masná	304	8,95
Valaška	V	Kombinovaná	67	1,97
Východofříská	VF	Mléčné plem.	132	3,89
Vřesová	VR	Zájmové plem.	40	1,18
Zwartbles	ZW	Kombinovaná	117	3,45
Celkem			3396	100,00

V tabulce 8. jsou vypočítané průměry, směrodatné odchylky, sumy všech hodnot a rozsah využití bodové stupnice pro znaky lineárního popisu za všechna plemena dohromady. Počet jednotlivých zvířat (N), která byla zahrnuta do výpočtu, se liší z důvodu nezařazení jedinců neklasifikovaných, odročených nebo vyloučených a také v případě, pokud se v jejich popisu vyskytlo číslo vyšší než 5. Hodnoty se týkají všech plemen dohromady.

Tabulka 8. Základní statistika znaků LP

Znak LP	Zkratka	N	Průměr	Směrodatná odchylka	Suma	Min.	Max.
Celková známka za zevnějšek	zev	2746	4.39694	0.86362	12074	1	5
Tělesný rámec	tr	3017	4.07557	0.81245	12296	1	5
Osvalení	os	3016	4.07725	0.81629	12297	1	5
Rohatost	roh	3005	2.91880	0.58901	8771	1	5
Hřbet	hrb	3007	2.92118	0.34622	8784	1	5
Hrudník	hru	3004	3.04993	0.40333	9162	1	5
Zád'	zad	3004	3.06192	0.41552	9198	1	5
Sklon zádi	sklz	3004	3.04860	0.32485	9158	2	5
Hrudní končetiny - postoj	hrkp	3005	2.99068	0.13864	8987	1	5
Hrudní končetiny - spěnky	hrks	3007	2.92152	0.28577	8785	1	5
Pánevní končetiny - postoj	pakp	3007	2.97539	0.22794	8947	1	5
Úhel hlezenního kloubu	uhlk	3006	2.99867	0.11537	9014	2	5
Pánevní končetiny - spěnky	paks	3015	2.91874	0.31501	8800	1	5
Charakter vlny	chv	3003	3.05694	0.33319	9180	2	5

V tabulce 14. uvedené v příloze jsou vypočítané průměry a směrodatné odchylky pro znaky lineárního popisu za 12 nejpočetnějších plemen. Nejvyšší průměry jsou pozorovány u výsledné známky za zevnějšek, u této známky a u hodnocení tělesného rámce a osvalení byla zjištěna nejvyšší variabilita. U některých znaků a určitých plemen je variabilita klasifikace nulová. Nejvyšší variabilita za všechny hodnocené znaky je u plemene zwartbles.

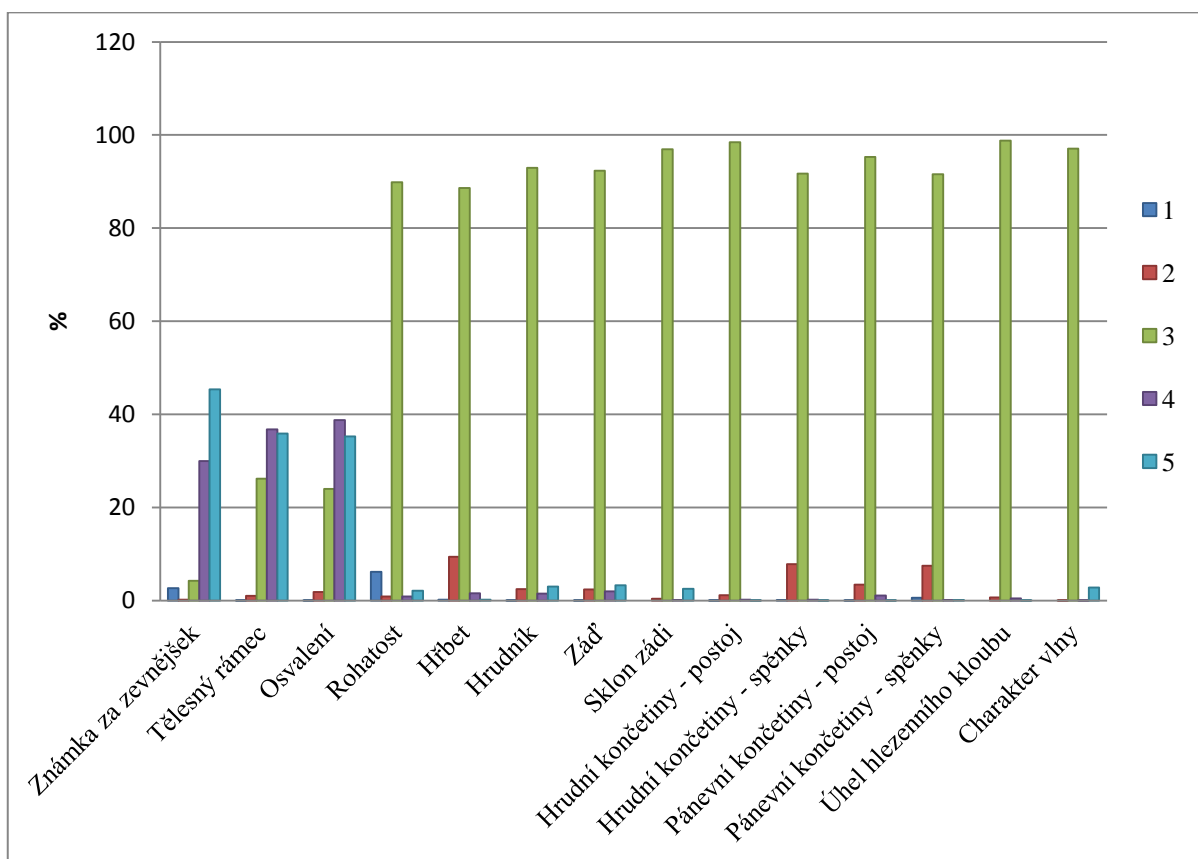
Podrobné využití škály známek dle jednotlivých znaků lze sledovat v tabulce 9., kde se potvrdilo výše zmíněné. U výsledné známky za zevněšek byl proveden následující převod: 1=vyřazen, 2=II, 3=I, 4=E, 5=ER. U ostatních znaků odpovídají hodnoty bodování při klasifikaci.

Tabulka 9. Využití škály známek v %

%	1	2	3	4	5
Výsledná známka za zevněšek	2,66	0,24	4,24	29,97	45,38
Tělesný rámec	0,03	1,05	26,23	36,77	35,91
Osvalení	0,03	1,89	23,99	38,79	35,3
Rohatost	6,22	0,89	89,85	0,89	2,15
Hřbet	0,2	9,39	88,63	1,59	0,2
Hrudník	0,07	2,48	92,92	1,49	3,04
Zád	0,03	2,38	92,32	1,99	3,28
Sklon zádi	0	0,4	96,92	0,13	2,55
Hrudní končetiny - postoj	0,07	1,19	98,45	0,23	0,07
Hrudní končetiny - spěnky	0,13	7,87	91,74	0,23	0,03
Pánevní končetiny - postoj	0,1	3,47	95,27	1,09	0,07
Pánevní končetiny - spěnky	0,59	7,48	91,6	0,16	0,16
Úhel hlezenního kloubu	0	0,69	98,78	0,5	0,03
Charakter vlny	0	0,03	97,09	0,07	2,81

11 znaků je téměř výhradně hodnoceno známkou 3; 9 znaků z více než 90%. Vyšší využití škály lineárního popisu lze pozorovat u znaků tělesného rámce a osvalení. Totéž je pro lepší názornost zobrazeno v Grafu č. 3.

Graf č. 3. Využití škály známek



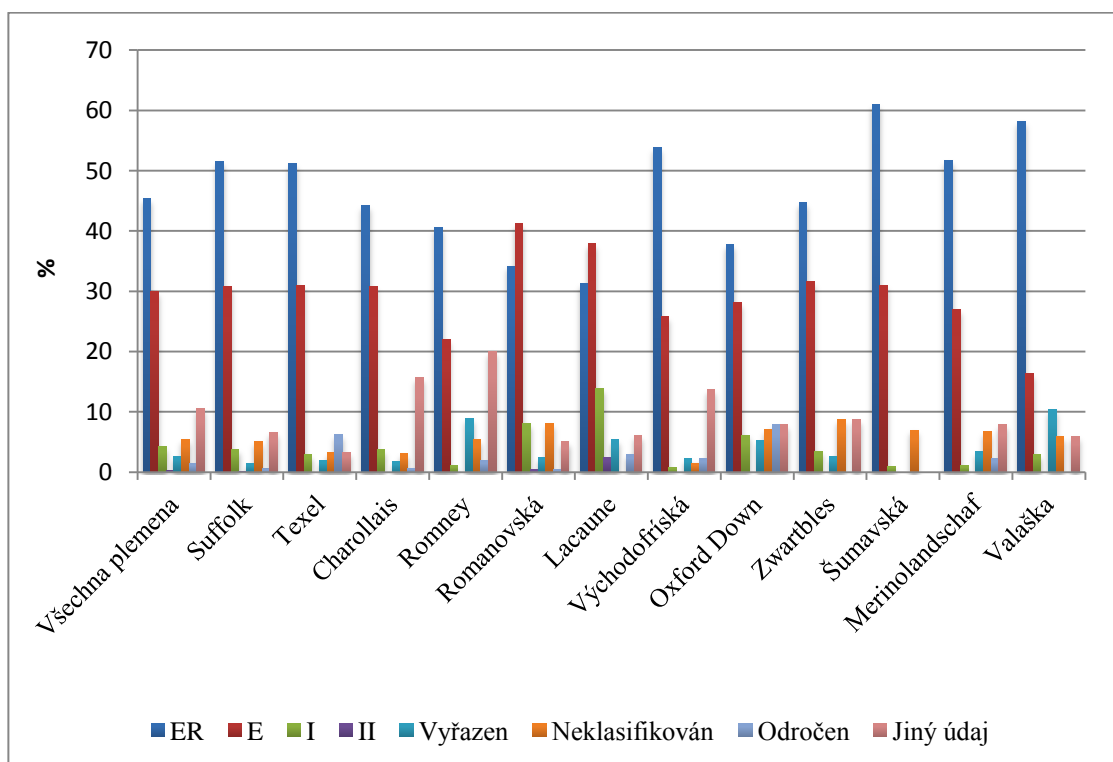
Klasifikovaná zvířata posuzovalo celkem 11 hodnotitelů, z nichž dva posoudili 53,6 % zvířat, další tři 33,9 %, což znamená, že 87,5 % zvířat posoudilo pět nejčastěji obsazovaných hodnotitelů. Z celkového hodnocení zevnějšku bylo 45,4 % beranů zařazeno do třídy ER („vynikající“ jedinec), 30 % do třídy E („nadprůměrný“), 4,2 % do třídy I („průměrný“) a pouze 0,24 % do třídy II („podprůměrný“). Zbylá zvířata byla vyřazena, odročena, neklasifikována či byla klasifikována 100 bodovým systémem (Tabulka 10.).

Tabulka 10. Procentuelní zastoupení dle hodnotitele a zařazení do třídy za zevnějšek

Hodno- titel	% z celkového hodnocení	% ER E I II N OD VY 100 b. systém							
		ER	E	I	II	N	OD	VY	100 b. systém
1	0,35	9,09	81,82	9,09	0	0	0	0	0
2	1,16	27,78	22,22	0	0	0	0	0	50
3	8,36	33,08	26,92	3,85	0,38	5	0	6,15	24,62
4	0,03	100	0	0	0	0	0	0	0
5	2,93	53,85	35,16	4,4	0	4,4	0	2,2	0
6	24,86	46,96	30,01	4,66	0,13	6,73	0,78	4,27	6,47
7	28,75	50	27,74	3,69	0,56	3,69	2,13	1,9	10,29
8	9,07	40,07	28,37	5,67	0,35	8,87	1,06	1,06	14,54
9	3,15	54,08	20,41	4,08	0	0	1,02	1,02	19,39
10	4,89	44,08	19,08	4,61	0	5,92	0,66	3,29	22,37
11	16,46	42,97	38,48	4,3	0	7,81	3,71	1,56	1,17
Celkem	100,00	45,34	29,74	4,28	0,26	5,66	1,58	2,73	10,42

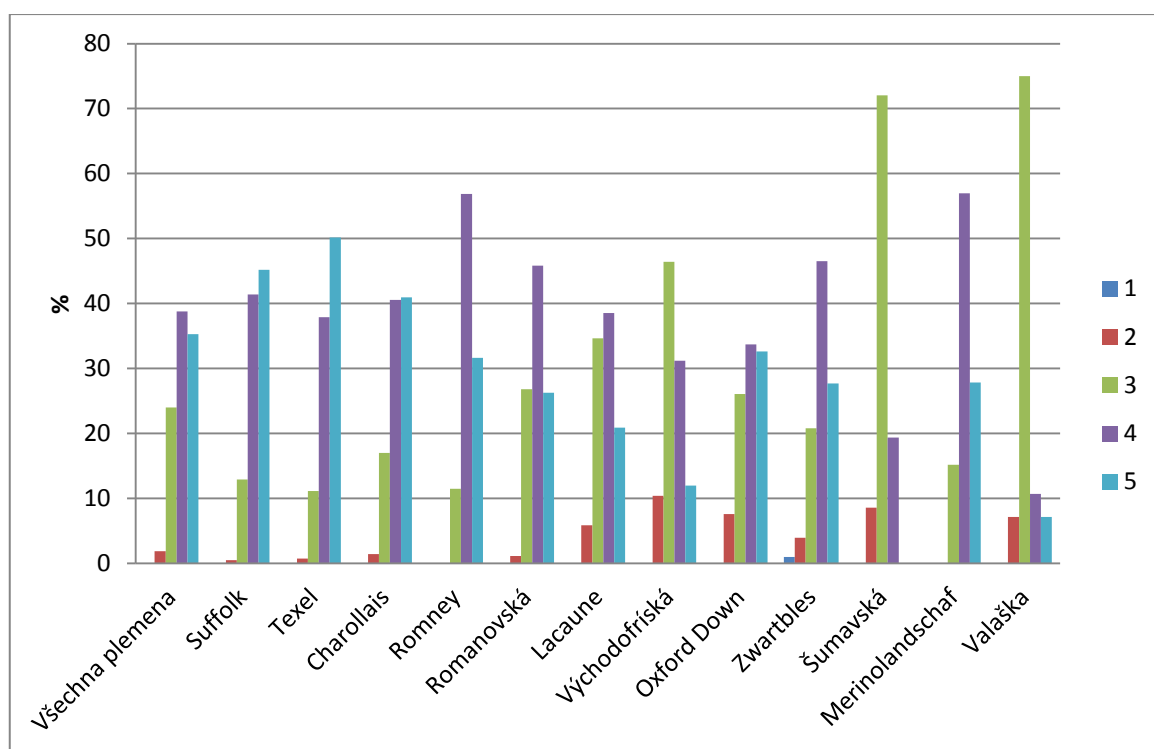
V grafu 4. je zobrazeno 12 plemen - SF, CH, T, K, R, LA, VF, V, S, OD, ZW, ML a zařazení do tříd zevnějšku. Lze si všimnout, že u plemen romanovská ovce a u lacaune převládají berani zařazení do třídy E, u ostatních plemen převažují berani ve třídě ER.

Graf č. 4. Rozdělení do tříd zevnějšku podle plemen



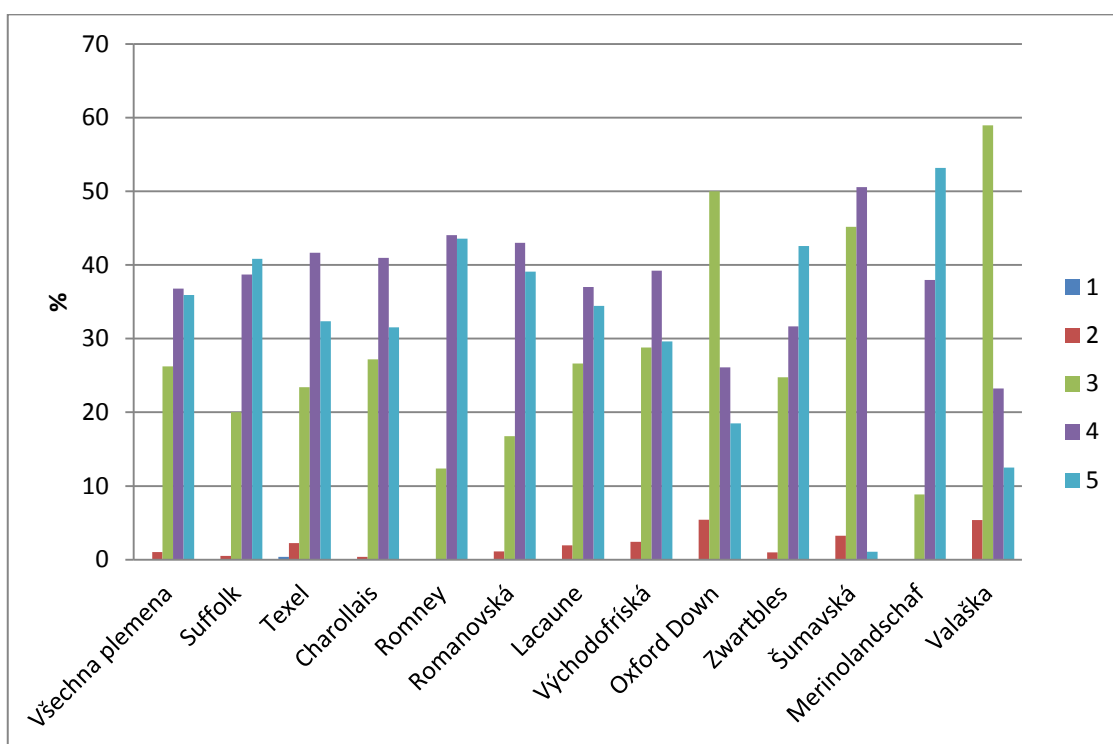
Využití rozsahu pětibodové stupnice lineárního popisu pro osvalení zobrazuje graf č. 5. Osvalení je kromě genetických faktorů závislé také na chovatelských podmínkách, odchovu a výživě. Škála byla využita v rozsahu od 2 – 5, pouze u plemene zwartbles byl jeden beran hodnocen známkou 1 („velmi slabé“). U plemen romney a merinolandschaf byly berani popsáni body 3 - 5, u plemene šumavská ovce v rozsahu 2 - 4. U plemen východofříská, šumavská a valaška převládá stupeň 3 („odpovídající“), u ostatních plemen bylo osvalení beranů častěji popsáno stupněm 4 („nadprůměrné“) nebo 5 („vysoce nadprůměrné“).

Graf č. 5. Využití stupnice lineárního popisu pro osvalení



Podobná situace nastává u popisu tělesného rámce (Graf č. 6.). Tělesný rámec je podmíněn plemennou příslušností, raností, věkem, chovatelskými podmínkami, zdravotním stavem a případně u mladších kategorií též četností vrhu. Při posuzování je třeba přihlížet i k délce vlny. Delší vlna skutečný tělesný rámec zkresluje. Proto se podle SCHOK hodnotí masná plemena a romanovská ovce ve 2 měsíční vlně, ostatní plemena v 6 měsíční vlně. I u tohoto znaku je u většiny plemen rozsah popisu 2 – 5, u plemene texel byla využita celá škála (tj. 1 – 5) a u plemen romney a merinolandschaf byl tělesný rámec beranů popsán v rozmezí 3 – 5. Stupeň 3 („odpovídající“) převažuje u plemen oxford down a valaška, tělesný rámec zbylých plemen byl nejčastěji klasifikován body 4 („velký“) nebo 5 („velmi velký“).

Graf č. 6. Využití stupnice lineárního popisu pro tělesný rámec



5.2. Fenotypové korelace znaků lineárního popisu a kontroly užítkovosti

Dále byla posuzována korelace mezi jednotlivými znaky a mezi znaky lineárního popisu a hodnocením z kontroly užítkovosti (KU). U většiny plemen byla prokázána vysoká závislost mezi znaky jatečné hodnoty z kontroly užítkovosti (přepočtená hmotnost ve 100 dnech, hloubka hřbetního svalu - MLD, tloušťka podkožního tuku a zmasilost), ale povětšinou nízká těchto znaků ke znakům z hodnocení lineárního popisu a váhy v den klasifikace.

Znaky, mezi kterými byla prokázána vysoká závislost (koeficient korelace $r > 0,60$), jsou:

- Hmotnost ve 100 dnech (přepočtená z hmotnosti při KU) x hmotnost ve 365 dnech (přepočtená z vážení na trhu)
- Hmotnost ve 100 dnech x MLD
- MLD x zmasilost
- Hrudník x zád'
- Skon zádi x hrudník
- Sklon zádi x zád'

Dále závislost mezi znaky:

$r=(0,50; 0,60>$:

- Hmotnost ve 100 dnech x tloušťka podkožního tuku
- Hmotnost ve 100 dnech x zmasilost
- MLD x tloušťka podkožního tuku
- Tělesný rámec x osvalení

$r=(40,50>$:

- Tloušťka podkožního tuku x zmasilost

$r=(30,40>$:

- Hmotnost ve 100 dnech x osvalení
- Hmotnost ve 100 dnech x tělesný rámec
- Hmotnost ve 365 dnech x MLD
- Hmotnost ve 365 dnech x osvalení

$r=(20,30>$:

- Hmotnost ve 365 dnech x tloušťka podkožního tuku
- Hmotnost ve 365 dnech x zmasilost
- Hmotnost ve 365 dnech x tělesný rámec
- MLD x osvalení
- Tloušťka podkožního tuku x tělesný rámec
- Zmasilost x osvalení
- Osvalení x známka za zevnějšek

Ostatní znaky vykazují nižší hodnoty koeficientu korelace nebo korelace nebyla prokázána.

Při hodnocení koeficientu korelace podle jednotlivých plemen byly zjištěny drobné odchylky od výše uvedeného. U některých plemen (suffolk, texel, lacaune, romanovská, východofříská, valaška) byla prokázána souvztažnost mezi celkovou známkou za zevnějšek a spěnkou pánevních končetin. U plemene lacaune byla dále zjištěna negativní korelace mezi hmotností ve 100 i 365 dnech ke znakům hrud', zád' a sklon zádí. U plemene romney pak negativní korelace sklonu zádí ke znakům MLD a zmasilost. Dále záporný koeficient korelace u oxford down mezi hmotností ve 365 dnech a sklonem zádí a mezi postojem pánevních končetin a tělesným rámcem. U plemene zwartbles je pozitivní korelace mezi spěnkami pánevních končetin a zádí i sklonem zádí, dále mezi spěnkami hrudních končetin a postojem i úhlováním pánevních končetin, naopak záporný koeficient korelace byl u tohoto plemene prokázán ve vztahu hmotnost ve 365 dnech ke sklonu zádí a ke spěnkám pánevních končetin.

5.3. Vliv pevných efektů

Pro odhad vlivu pevných efektů na znaky lineárního popisu byl použit obecný lineární model (GLM), vycházející z metody nejmenších čtverců. Z 36 testovaných rovnic vykazovaly nejlepší popisné charakteristiky modely ZEV4, OS12 a TR15.

Pevnými efekty podle výše uvedených modelů bylo z celkové variability vysvětleno 67,2 % (zevnějšek), 42,8 % (osvalení) resp. 46,8 % (tělesný rámec), (Tabulka 11.). Všechny zohledněné efekty vykazovaly statisticky významný vliv s výjimkou efektu hodnotitele.

Tabulka 11. Zohledněné efekty a koeficient determinace (R^2) u vybraných modelů

Efekt	Úrovně	ZEV4	OS12	TR15
Plemeno	19	x	x	x
Počet odchovaných jehňat na matku	3		x	
Rok*období narození	34	x	x	x
Místo popisu	54	x	x	x
Datum popisu	116	x	x	x
Hodnotitel	9		x	
Stáří v den trhu	regrese	x	x	x
R^2		0,672	0,428	0,468

5.4. Odhad komponent rozptylu a koeficient dědivosti

Výše uvedené modelové rovnice, které vykazovaly nejlepší popisné charakteristiky v GLM, byly testovány metodou AI REML konkrétně využitím programu AIREMLF90 (Misztal et al., 2002) s cílem odhadu komponent rozptylu. Pro odhad genetických parametrů byly rovnice rozšířeny o náhodný aditivní genetický efekt jedince (rovnice 4, 5, 6). Výsledné hodnoty a koeficient dědivosti podle vzorce 7 jsou znázorněny v tabulce 12.

Tabulka 12. Odhad komponentů rozptylu a koeficient dědivosti

	σ_G^2	σ_e^2	h^2
Tr	0,1382	0,2216	0,3841
Os	0,2337	0,1793	0,5659
Zev	0,7063	0,0724	0,9070

6. Diskuze

6.1. Lineární popis

Hodnocení zevnějšku pomocí lineárního popisu je v ČR používáno u:

- Holštýnského skotu – 16 znaků
- Českého strakatého skotu - 19 znaků
- Masných plemen skotu – 10 znaků
- Ovcí – pro všechna plemena shodně 13 znaků
- Starokladrubského koně – 23 znaků
- Českomoravského belgického koně (ČMB) a slezského norika (SN) – 22 znaků

Samozřejmostí by mělo být, že hodnotitel dané plemeno dobře zná, měl by být obeznámen se standardem plemene a s chovným cílem a mezi bonitéry by měla panovat jistá shoda. Například hodnotitelů skotu (masných i dojených plemen) je podstatně méně nežli hodnotitelů ovcí (i přes vyšší počet zvířat), a tak na každého připadá cca 10 000 holštýnských krav (Výborný, 19. 8. 2011, pers. comm.) resp. 2 000 jedinců masných plemen skotu za rok (Herrmann, 23. 8. 2011, pers. comm.).

Lineární popis starokladrubského koně provádí pouze jeden hodnotitel (Vostrý et al., 2011). Při vyšším počtu ohodnocených zvířat tak mohou lépe vystihnout drobné rozdíly v projevení daného znaku a využívat škálu ne pětibodovou, nýbrž devítibodovou. Další odlišností je, že u hodnotitelů skotu dochází k tzv. harmonizaci, neboli skupinovému hodnocení zvířat a vzájemnému porovnání známkování, případně dvojímu hodnocení jednoho zvířete. Cílem harmonizace je co nejvíce objektivizovat známkování a minimalizovat vliv hodnotitele (Výborný, 19. 8. 2011, pers. comm.).

6.2. Pevné efekty

Pro odhad genetických parametrů byly jako pevné vybrány efekty plemene, efekt místa a data hodnocení, interakce roku a období narození berana, regrese na věk při hodnocení a v případě osvalení také efekt počtu odchovaných jehňat na matku a efekt hodnotitele. Tyto efekty byly vybrány vzhledem k tomu, že byly odůvodnitelné, statisticky významné a jeví nejvyšší koeficienty determinace, tj. vysvětlovaly značnou část fenotypové variance.

Veselá et al. (2006) použila při sestavení modelové rovnice pro odhad genetických parametrů u masných plemen skotu následující pevné efekty: plemeno, efekt skupiny společně

hodnocených zvířat, pevný efekt pohlaví jedince, regrese na věk při hodnocení a případně (v závislosti na typu znaku, pro který byl odhad prováděn) efekt věku matky při otelení nebo lineární regrese na průměrný denní přírůstek od narození do dne hodnocení.

Mengistie et al. (2010) odhadoval genetické parametry u plemene ovcí washera zohledňujícíce vliv oblasti (kraje), vliv pohlaví, efekt stáří (zařazení do skupiny podle prořezávání a výměny zubů) a interakci stáří a pohlaví.

Janssens et Vandepitte (2004) pracovali s efekty plemene, hodnotitele a interakce efektu hodnotitele a plemene. Při posuzování pevných vlivů na klasifikaci beranů v předkládané práci však bylo zjištěno, že větší vliv má místo a datum hodnocení (trhu), proto byl efekt hodnotitele zařazen pouze pro odhad genetických komponent u znaku osvalení. U tohoto znaku byl vliv hodnotitele nejvyšší.

Podle Janssens et Vandepitte (2004) vycházejí vyšší koeficienty determinace pro odhad pevných efektů u měřených znaků (35 – 77 %). K zavedení měření a vážení do systému lineárního popisu se přiklání i Herrmann (23. 8. 2011, pers. comm.). Následný převod na bodovou stupnici odpovídající lineárnímu popisu zajistí zvýšení objektivitu.

Jakubec et al. (2001) podotýká, že v minulosti byla velká pozornost věnována měření těla zvířat. Byly zjišťovány rozměry výšky, šířky, hloubky, obvodu hrudníku, holeně a další, ale navzdory mnohým analýzám mezi měřeními a ukazateli jatečné výtěžnosti bylo zjištěno, že tyto tělesné míry mají omezenou vypovídající schopnost o produkci masa a to jak kvalitativní, tak kvantitativní.

S ním souhlasí i Výborný (19. 8. 2011., pers. comm.), který však jako argument pro odhad utváření znaku uvádí dostatečnou zkušenost hodnotitele, proti měření stojí časová náročnost.

Olivier et al. (1987) upozorňuje na vysoké hodnoty lineárního popisu u ovcí plemene merino. To podle něj může být způsobeno velmi dobrým exteriérem zvířat nebo neochotou hodnotitelů udělovat nižší známky. Bodový rozsah (0-100) ani jeho jemnost nebyli plně využity. Hodnotitelé dávali přednost číslům zaokrouhleným na desítky.

Janssens et al. (2004) také uvádí, že hodnotitelé v Belgii mívají tendenci klasifikovat některé znaky (zejména horní linii hřbetu a znaky končetin) jako normálně utvářené, pouze s malými odchylkami. Malá variabilita pak může vést k nižším odhadům heritability. Stejný problém byl pozorován i v případě získaných dat pro předkládanou práci. Vzhledem k nízkým variabilitám byly nakonec do odhadu komponent rozptylu zahrnuty pouze dva, resp. tři znaky

lineárního popisu. Eventuálně také může dojít k ovlivnění následujícího hodnocení na základě pozorování předchozího.

6.3. Genetické parametry

Do testování genetických parametrů byly vybrány modelové rovnice s efekty plemene, počtu odchovaných jehňat na matku, místa a data hodnocení berana, hodnotitele, stáří při hodnocení a interakce roku a období narození berana. Těmito efekty bylo vysvětleno 42,8 – 67,2 % fenotypové variability.

Nejvyšší koeficienty dědivosti pro hodnocení zevnějšku masných plemen skotu byly vypočteny pro výšku v kříži ($h^2 = 0,51$) a živou hmotnost ($h^2 = 0,50$). Tyto znaky jsou objektivně měřeny resp. váženy a později přepočteny na desetibodovou stupnici. Naopak délka těla vykazovala nejnižší hodnoty koeficientu dědivosti ($h^2 = 0,25$). Pro ukazatele osvalení byly nejvyšší hodnoty h^2 u osvalení plece a zádě ($h^2 = 0,35$), pro osvalení hřbetu byla h^2 nižší ($h^2 = 0,26$), (Veselá et al., 2005).

Heritabilita znaků lineárního popisu byly hodnoceny i u Starokladrubskeho koně, hodnoty vycházely nízké až střední, výjimkou byl profil hlavy s koeficientem dědivosti $h^2 = 0,675$ (Jakubec et al., 2009) resp. $h^2 = 0,65$ (Vostrý et al., 2011).

Dědivosti růstu jehňat do odstavu a hmotnosti jehňat při odstavu a hmotnost v dospělosti nabývají dle Jakubce et al. (2001) středních hodnot a koeficienty dědivosti vlastností jatečné hodnoty jsou obecně ještě vyšší. Janssens et Vandepitte (2004) odhadli koeficienty dědivosti pro plemena suffolk, texel a bleu de maine pro všechny znaky lineárního popisu používaném v chovu ovcí v Belgii. Pro porovnání s výsledky této práce byly vybrány hodnoty pro výšku v kohoutku a pro délku těla a pro 3 znaky vztahující se k osvalení kýty. Hodnoty jsou uvedené v tabulce 13.

Tabulka 13. Koeficienty dědivosti pro vybrané znaky LP, Janssens et Vandepitte (2004).

	Suffolk	Texel	Bleu de Maine
Výška v kohoutku	0,57	0,40	0,43
Délka těla	0,35	0,28	0,30
Klenutí kýty zezadu	0,31	0,28	0,31
Klenutí kýty ze strany	0,29	0,28	0,42
„Hloubka“ kýty	0,31	0,26	0,33

Zdroj: Janssens et Vandepitte (2004)

Koeficient dědivosti pro tělesný rámec, který byl spočten na základě vzorce 7 a uveden v tabulce 12., zhruba odpovídá výše uvedeným hodnotám ($h^2 = 0,38$). Naproti tomu koeficient dědivosti pro osvalení ($h^2 = 0,57$) je podstatně vyšší, než hodnoty zjištěné Janssenssem et Vandepittem (2004), podobně vysoká heritabilita byla uvedena Horákem et al. (2004) pro plochu MLD ($h^2 = 0,53$). Ten také dále uvádí průměrné hodnoty koeficientů dědivosti pro živou hmotnost v různém stáří v rozmezí $h^2 = 0,30 - 0,40$ a pro hmotnost masa $h^2 = 0,39$; jatečná výtěžnost vychází jako nízkodědivá $h^2 = 0,10$ (Tabulka 4.).

Koeficient dědivosti pro souhrnnou známku za zevnějšek uvádí Matebasi et al. (2009) a to $h^2 = 0,39$. Vysoká hodnota koeficientu dědivosti ($h^2 = 0,91$), která byla spočtena výše uvedenou metodou, tak poukazuje buď na ne příliš dobře postavenou metodiku posuzování, nebo na chybné zpracování databáze, eventuálně na nízké proměnlivosti uvnitř rodin. V takovém případě by jedinci z jedné linie nebo rodiny byli častěji hodnoceni stejnou známkou než z linie resp. rodiny jiné.

Přesnější odhady genetických parametrů včetně výpočtu korelací mezi hospodářsky významnými znaky jsou nutné pro spolehlivé genetické hodnocení zvířat a pro rozvoj šlechtitelských cílů. Zpracování hodnocení znaků zevnějšku do plemenných hodnot by mělo být dalším krokem.

6.4. Doporučení pro praxi

Na základě výše uvedených výsledků a po zhodnocení názorů některých chovatelů, šlechtitelů a bonitérů (z oblasti chovu skotu, ovcí a koní a také ze zahraničí) bych doporučila využití měření. Ačkoliv je časově náročnější, je přesnější než odhad a následné zařazení do jedné z pěti tříd. V Belgii se tak například měří výška v kohoutku, délka těla, hloubka těla, šířka zádi, obvod hrudníku a obvod holeně. Konečná známka za tělesný rámec u masného skotu v ČR zahrnuje výšku těla, délku těla a hmotnost.

Naopak vzhledem k přechodu od chovu plemen vlnářského typu k masnému by bylo vhodné zvážit, zda ponechat hodnocení charakteru vlny jako samostatný znak lineárního popisu nebo zda ho klasifikovat pouze u plemen s kombinovanou užitkovostí. Podobná otázka vyvstává u rohatosti, kdy převládá zájem o chov bezrohých plemen. U ostatních plemen by bylo možné zapisovat odchylky od standardu do vad, stejně jako rohy u zvířat, u kterých nejsou žádoucí, případně vypracovat metodiku pro každé plemeno zvlášť. Vzhledem k vysoké fenotypové

korelaci šířky zádi a šířky hrudníku, by mělo být dostačující hodnocení jednoho z uvedených znaků. Toto rozhodnutí by bylo lepší učinit na základě genetických korelací, které však nebyly vypočteny z důvodu nízké variability popisu znaků.

Ačkoliv je ve Šlechtitelském programu chovu ovcí uvedeno, že popis stupněm 3 u znaku „tělesný rámec“ vyjadřuje tělesný rámec „odpovídající“ (Rada plemenných knih ovcí, 2007), většina bonitérů se přiklání k udělování stupně 5, který by měl vyjádřit spíše „velmi velký“; stejně tak u osvalení: 3 - odpovídající, 4 - nadprůměrné, 5 - vysoce nadprůměrné. Při častém využívání stupňů 4 a 5 a s téměř úplnou absencí stupňů 1 a 2 potom není zcela zřejmé, zda je tak výrazný odklon od střední hodnoty způsoben osobou hodnotitele nebo je skutečně většina beranů nadprůměrně osvalená a s velkým tělesným rámcem. Podobná situace nastává u zařazení do výsledné třídy za zevnějšek, kdy 45,38 % zvířat je zařazeno do třídy ER. Samo pojmenování této třídy by mělo vést k tomu, že v ní budou jen zvířata skutečně vynikající, a ve třídě E zvířata nadprůměrná. Upřednostňování určité kategorie vede ke zkreslení výsledků a k nemožnosti zapracování dat do odhadu plemenné hodnoty, které by mělo být dalším krokem využití získaných informací. Zde by byla vhodná výše zmiňovaná „harmonizace“ hodnotitelů. I vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o předselektovanou skupinu zvířat, neměla by téměř polovina jedinců spadat do jedné skupiny. Zde lze navrhnout rozdělení třídy ER na více podtříd (Příbyl, 26. 8. 2011, pers. comm.) nebo posunutí škály tak, aby do ER spadali jedinci se skutečně vynikajícím exteriérem.

7. Závěr

Ze záznamů Svazu chovatelů ovcí a koz byla zpracována databáze hodnocení zevnějšku beranů lineárním popisem a spojena s databází z kontroly užitkovosti. Na jejím podkladě byly testovány modelové rovnice pro odhad vlivu pevných efektů a následný výpočet genetických parametrů. Bylo zjištěno, že popis znaků zevnějšku vykazuje nízkou variabilitu, proto byly do výpočtu zapojeny pouze tři, respektive dva znaky lineárního popisu, u kterých byla variabilita nejvyšší. Výsledky koeficientů dědičnosti u znaků osvalení a tělesný rámec vycházejí poměrně vysoké, přesto se však nacházejí v rozmezí koeficientů obdobných znaků uváděných v literatuře. Vysoká hodnota koeficientu dědivosti u celkové známky za zevnějšek poukazuje na nízké proměnlivosti uvnitř rodin nebo na chybné zpracování databáze, eventuálně na ne příliš dobře postavené metodice posuzování. Předpokládaná hypotéza nebyla potvrzena.

8. Seznam literatury

- Bauer, J. 2011. Odhad genetických parametrů a návrh způsobu vyhodnocení mléčné užitkovosti ovcí. Česká zemědělská universita v Praze. Agronomická fakulta. Praha. 73 s.
- Bucek, P., Kvapilík, J., Kölbl, M., Milerski, M., Hanuš, O., Pindřák, A., Mareš, V., Kondrád, R., Rafajová, M., Roubalová, M., Kuchtík, J., Škaryd, V. 2011. Ročenka chovu ovcí a koz v České Republice za rok 2010. Českomoravská společnost chovatelů, a.s. Praha. 200 s. ISBN 978 – 80 –904131 – 7 –7.
- Cassell, B. G., White, J. M., Vinson, W. E., Kliewer, R. H. 1973. Genetic and Phenotypic Relationships Among Type Traits in Holstein-Friesian Cattle. *Journal Of Dairy Science* Vol. 56, No. 9.
- Casu S., Fresi P., Carta A. 2002. Estimation of the genetic parameters of udder traits in Sarda dairy sheep using a sire model with random contemporary groups. In *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, France, August, 2002. Session 9.* pp. 0-4. ISBN 2-7380-1052-0.
- De la Fuente, L. F., Fernandez, G., San Primitivo, F. 1995. A linear evaluation system for udder traits of dairy ewes. *Livestock Production Science* 45 (1996) 17 I- 178.
- Gilmour, A. R., Thompson, R., Cullis, R. R. 1995. AIREML, an efficient algorithm for variance parameter estimation in linear mixed models. *Biometrics*. 51. 1440 – 1450.
- Horák, F., Axmann, R., Červený, Č., Doležal, P., Doskočil, J., Jílek, F., Loučka, R., Mareš, V., Milerski, M., Pindřák, A., Tůma, J., Veselý, P., Zeman, L. 2004. *Ovce a jejich chov*. Brázda. Praha. 304 s. ISBN 80-209-0328-3.
- Jakubec, V., Volenec, J. 2003: Stav, problémy a výhled šlechtění genetického zdroje "Starokladrubský kůň". In *Sborník VÚŽV NH Kladruby*. Říjen 2003.
- Jakubec, V., Bezdíček, J., Louda, F. 2010. Selekce – inbríding – hybridizace. *Agrovýzkum. Rapotín*. 382 s. 978-80-87144-22-0.
- Jakubec, V., Rejfková, M., Volenec, J., Majzlík, I., Vostrý, L. 2007. Analysis of linear description of type traits in the varieties and studs of the Old Kladrub horse. *Czech Journal of Animal Science*. 52 (2007). 299-307.
- Jakubec, V., Říha, J., Golda, J., Majzlík, I. 1999. Odhad plemenné hodnoty hospodářských zvířat. *Výzkumný ústav pro chov skotu. Rapotín*. 177 s. Bez ISBN.
- Jakubec, V., Říha, J., Golda, J., Majzlík, I. 2001. Šlechtění ovcí. *Asociace chovatelů masných Plemen. Rapotín*. 152 s. Bez ISBN.

Jakubec, V., Říha, J., Majzlík, I., Bjelka, M., 2003. Teorie a praxe selekce hospodářských zvířat. VÚCHS Rapotín. 154 s. ISBN 80-903143-2-5.

Janssens, S., Vandepitte, W. 2004. Genetic parameters for body measurements and linear type traits in Belgian Bleu du Maine, Suffolk and Texel sheep. *Small Ruminant Research* 54. 13 – 24.

Janssens, S., Winandy D., Tylleman, A., Delmotte, Ch., Van Moeseke, W., Vandepitte, W. 2003. The linear assessment scheme for sheep in Belgium: Breed averages and assessor quality. *Small Ruminant Research* 51. 85 – 95.

Marie-Etancelin et al. 2003. In Milerski, M., Margetín, M., Čapistrák, A., Apolen, D., Špánik, J., Oravcová, M. 2006. Relationships between external and internal udder measurements and the linear scores for udder morphology traits in dairy sheep. *Czech Journal of Animal Science*. 51 (9): 383 – 390.

Maršálek, M. 2008. Chov koní: popis, posuzování, šlechtění. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta. České Budějovice. 109 s. ISBN 978-80-7394-101-7.

Matebesi, P.A., Van Wyk, J.B, Cloete, S.W.P. 2009. Genetic parameters for subjectively assessed wool and conformation traits in the Tygerhoek Merino flock. *South African Journal of Animal Science*. 39 (3).

Mawdsley, A., Kelly, E.P., Smith, F.H., Brophy, P.O. 1996. Linear assessment of the thoroughbred horse: an approach to conformation evaluation. *Equine Veterinary Journal*. 28 (6). 461 – 467.

Mengistie, T., Girma, A., Solomon, G., Sisay, L., Abebe, M., Markos, T. 2010. Traditional management systems and linear body measurements of Washera sheep in the western highlands of the Amhara National Regional State, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*. 22 (9). 169.

Milerski, M., Margetín, M., Čapistrák, A., Apolen, D., Špánik, J., Oravcová, M. 2006. Relationships between external and internal udder measurements and the linear scores for udder morphology traits in dairy sheep. *Czech Journal of Animal Science*. 51 (9): 383 – 390.

Mrode, R. A. 1996. *Linear Models for the Prediction of Animal Breeding Values*. CAB International. Wallingford. 187 s. ISBN 0-85198-996-9.

Olivier, J.J., Delport, G.J., Erasmus, G.J., Eksteen, T.J. 1987. Linear type scoring in Merino sheep. *Karoo Agriculture*. 3 (9). 1–4.

Pind'ák, A. Mareš, V. Milerski, M. 2002. Pokyny Rady plemenných knih ovcí (PKO) k realizaci šlechtitelského programu platné od 1. 1. 2003. Svaz chovatelů ovcí a koz v ČR.

Příbyl, J., Příbylová, J. 2002. Výběr vhodného modelu odhadu plemenné hodnoty. Letní škola biometricky. Lednice na Moravě 2. - 6. 9. 2002.

Roubalová, M. 2011. Situační a výhledová zpráva ovce – kozy. Ministerstvo zemědělství. Praha. 50 s. ISBN 978-80-7084-976-7.

Říha, J., Jakubec, V., Jílek, F., Illek, J., Kvapilík, J., Hanuš, O., Čermák, V. 2004. Reprodukce v procesu šlechtění skotu. Asociace chovatelů masných plemen. Rapotín. 148 s. ISBN80-903143-5-X.

Tajebe, S., Gangwar, S. K., Kebede, K. 2011. Performance and Physical Body Measurement of Abergeell Sheep Breed in Traditional Management System of Tigray Regional State, Northern Ethiopia. International Journal of Science and Nature. Vol. 2(2). 225 - 230 ISSN 2229 – 6441.

Van Steenbergen, E., 1989. Description and evaluation of a linear scoring system for exterior traits in pigs. Livestock Production Science. 23. 163–181.

Veselá, Z., Příbyl, J., Šafus, P., Vostrý, L., Šeba, K., Štolc, L. 2005. Breeding value for type traits in beef cattle in the Czech Republic. Czech Journal of Animal Science. 50 (9). 385–393.

Veselá, Z., Příbyl, J., Vostrý, L., Šafus, P., Štolc, L., Šeba, K. 2006. Odhad genetických parametrů pro popisné znaky zevnějšku masných plemen skotu. Acta Fytotechnica Et Zootechnica – Mimoriadne Číslo. Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae. Nitra. 88 s.

Vostrý, L., Čapková, Z., Andrejsová, L., Mach, K., Majzlík, I. 2009. Linear type trait analysis in coldblood breeds: Czech-moravian Belgian horse and Silesian Noriker. Slovak Journal of Animal Science. 42 (3). 99-106.

Vostrý, L., Příbyl, J., Mach, K., Majzlík, I. 2011. Genetic parameters estimation and breeding values prediction for linear described traits in the Old Kladruber horse. Journal of Animal and Feed Sciences. 20. 338-349.

Elektronické zdroje

ČSÚ. Stavy hospodářských zvířat - od roku 1921. ČSÚ veřejná databáze, [online]. 2012 [citováno 2012-03-13]. Dostupné z <<http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabparam.jsp?voa=tabulka&cislotab=ZEM1018CU&vo=null>>.

FAOSTAT. FAO Statistics Division 2012 [online]. 2012 [citováno 2012-03-16]. Dostupné z <<http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#anchor>>.

Misztal, I., Tsuruta, S., Strabel, T., Auvray, B., Druet, T., Lee, D. 2002. BLUPF90 and related programs (BGF90). Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Montpellier. CD-ROM Communication 28:07.

Rada plemenných knih ovcí. 2007. Šlechtitelský program. Svaz chovatelů ovcí a koz v ČR. Dostupné také z <<http://www.schok.cz/slechteni-pk/slechtitelsky-program-v-chovu-ovci>>.

Rada plemenných knih ovcí. 2011. Zápis Rady plemenných knih ovcí ze dne 21. 3. 2011. Svaz chovatelů ovcí a koz v ČR. Dostupné také z <<http://www.schok.cz/slechteni-pk/plemenna-kniha-ovci/zapisy/usneseni-rady-plemennych-knih-ovci-ze-dne-21-3-2011>>.

Urban, T. Genetické parametry – typy [online]. 2009 [citováno 2012-03-19]. Dostupné z <<http://user.mendelu.cz/urban/vsg3/param/param1.html>>.

Základní principy šlechtitelské práce. Český svaz chovatelů masného skotu [online]. 2006 [citováno 2011-11-10]. Dostupné z <http://www.cschms.cz/index.php?page=sle_info>.

9. Seznam použitých zkratk a symbolů

ANOVA – analýza variance

BLUP – Best Linear Unbiased Prediction

GLM - General Linear Model

KU – kontrola užítkovosti

LP – lineární popis

LS – Least Squares

PH – plemenná hodnota

Plem. - plemeno

PK – plemenná kniha

REML - Restricted Maximum Likelihood

RPKO – Rada plemenných knih ovcí

SAS - Statistical Analysis System

SCHOK - Svaz chovatelů ovcí a koz

Plemena ovcí:

AL	Bílá alpská	LE	Leicester
BE	Berrichon du cher	ML	Merinolandschaf
BG	Bergschaf	NC	Německá černohlavá
C	Cigája	OD	Oxford down
CF	Clun forest	O	Olkulská
H	Hampshire	R	Romanovská
CH	Charollais	S	Šumavská
J	Jacob	SF	Suffolk
JS	Jurská	SH	Shetlandská
K	Romney	T	Texel
KA	Kamerunská	V	Valaška
KH	Kerry hill	VF	Východofříská
L	Lein	VR	Vřesová
LC	Lacaune	ZW	Zwartbles

Zkratky používané při lineárním popisu beranů:

Zev	celková známka za zevnějšek
Tr	tělesný rámec
Os	osvalení
Roh	rohatost
Hrb	hřbet
Hru	hrudník
Zad	zad'
Skz	sklon zádi
Hrkp	hrudní končetiny - postoj
Hrks	hrudní končetiny - spěnky
Pakp	pánevní končetiny - postoj
Uhlk	úhel hlezenního kloubu
Paks	pánevní končetiny - spěnky
Chv	charakter vlny

Hodnocení zevnějšku, třída:

ER	Vynikající
E	Nadprůměrný
I	Průměrný
II	Podprůměrný
OD	Odročen
N	Neklasifikován, nepředveden
VY	Vyřazen

10. Samostatné přílohy

Příloha I. Katalog beranů připravený na nákupní trh

Příloha II. Tabulka 14. Průměry a směrodatné odchylky znaků LP dle plemen

Příloha III. Přehled znaků LP u různých hospodářských zvířat v ČR

Příloha IV. Fotografie beranů

Příloha V. Exteriér ovcí a postoje končetin

Příloha VI. Grafické znázornění LP

Příloha VII. Měření v rámci LP

Příloha I. Katalog beranů připravený na nákupní trh

T A H

17.08.11 Valašské Meziříčí

Výběrová komise:

.....

.....

.....

***** Beránek

Katal číslo	Stádo číslo	Název stáda	Majitel	Jehněte	Četnost ve vrhu	Genotyp

Otec	Stádo	Číslo	Kodex	VT	Linie	Plemeno	Čet.vrhu	CPH	Poř%	Tř.CPH

Plemenná hodnota a klasifikace:
Lineární popis a vady zevnějšku beranů:

Prodej:

71080										
1	63156	23.01.11	7153	WABI		z trojčat	Genotyp	ARR/ARR		
	072CZ			100%	VYCHODOFRÍSKÁ	OVCE	0.0	/0.0	/0	0.0/ 0.0

Otec	71080	10880	720DE	ER	WABI	VF100	2	45.26	37	% I
Matka	71080	10867	141DE	ER	00/01/03/03/3.0	VF100	2	55.32	32	% E
OtecM	99006	WE02	0875	BT		VF100	2	0.00	0	%

Vaha	Sort./Dél.	Vaha100	PH100Př.	PH100Mat.	PH	Plod.	Poř.%	CPH	Tř.CPH	Zevn	VT
kg	/	35.3	2.44	0.59	12.10	57	%	55.76	I		

Vyv.Cena Prod.Cena: Kupující: |

71080										
2	63157	26.01.11	7145	WALENTIN		z trojčat	Genotyp	ARR/ARR		
	072CZ			100%	VYCHODOFRÍSKÁ	OVCE	0.0	/0.0	/0	40.1/ 5.5

Otec	71080	30320	051CZ	EA	WALENTIN	VF100	3	106.17	14	% ER
Matka	71080	34573	972CZ	EB	04/04/09/09/2.1	VF100	2	139.34	7	% ER
OtecM	71080	0	DE	ER	WINKY	VF100	1	169.49	3	% ER

Vaha	Sort./Dél.	Vaha100	PH100Př.	PH100Mat.	PH	Plod.	Poř.%	CPH	Tř.CPH	Zevn	VT
45 kg	D / 11	35.6	2.03	1.72	16.90	11	%	129.75	ER		

Vyv.Cena Prod.Cena: Kupující: |

Zdroj: <http://www.schok.cz/nakupni-trhy-beranu>

Příloha II. Tabulka 15. Průměry a směrodatné odchylky znaků LP dle plemen

	Všechna plemena		Charollaise		Lacaune		Merinoladschf		Oxford down		Romanovská		Romney	
	průměr	sm. odchylka	průměr	sm. odchylka	průměr	sm. odchylka	průměr	sm. odchylka	průměr	sm. odchylka	průměr	sm. odchylka	průměr	sm. odchylka
Zev	4,42523	0,86881	4,4383	0,77309	4,45833	1,12908	4,48649	0,87965	4,20455	1,07382	4,20219	0,85652	4,18519	1,28518
Os	4,07115	0,8185	4,21014	0,7718	3,74675	0,85223	4,12658	0,64782	3,86458	0,99069	3,96907	0,76115	4,19196	0,62369
Tr	4,07795	0,81596	4,03623	0,77609	4,04516	0,83232	4,44304	0,65529	3,57292	0,89142	4,20619	0,76772	4,32589	0,68031
Hrb	2,9231	0,34627	2,84783	0,4577	2,98701	0,1976	2,82051	0,38624	3	0	2,71134	0,47658	2,89686	0,31926
Hru	3,05675	0,42212	3,26087	0,69601	3,1039	0,4149	2,89744	0,30535	3,08696	0,58652	3,04167	0,56821	3,06278	0,36218
Zad	3,06817	0,43454	3,27174	0,73514	3,08442	0,42705	2,96154	0,25187	3,06522	0,60772	3,11979	0,50258	2,97309	0,46421
Skz	3,05545	0,34394	3,22101	0,65371	3,11688	0,44204	3	0	3,11957	0,51017	3,10417	0,47951	3,06278	0,34952
Hrkp	2,98891	0,14851	2,98913	0,10388	2,98052	0,13866	2,98718	0,11323	2,97826	0,14663	2,95313	0,23534	3	0,13423
Hrks	2,9205	0,28694	2,9058	0,29264	2,91558	0,27892	2,94872	0,222	2,97826	0,14663	2,84536	0,3625	2,91031	0,28637
Pakp	2,97491	0,2277	3,00362	0,21739	2,96774	0,21073	3,02564	0,27795	2,97826	0,25584	2,7268	0,48029	2,96861	0,27493
Uhlk	2,99837	0,11561	2,99638	0,13479	2,98701	0,11359	3	0	3,02151	0,14585	2,98438	0,1908	2,98655	0,11546
Paks	2,91975	0,31801	2,97112	0,25373	2,96104	0,2253	2,96154	0,19355	2,88172	0,38588	2,90206	0,34625	2,89238	0,32478

Pozn. Pokračování tabulky na následující straně

Pokračování tabulky 14. Průměry a směrodatné odchylky znaků LP

	Suffolk		Šumavská		Texel		Valaška		Východofříská		Zwartbles	
	průměr	sm. odchylka	průměr	sm. odchylka	průměr	sm. odchylka	průměr	sm. odchylka	průměr	sm. odchylka	průměr	sm. odchylka
Zev	4,49283	0,73864	4,65263	0,50039	4,48302	0,76913	4,27119	1,31084	4,55963	0,77497	4,40426	0,84649
Os	4,31304	0,70955	3,12632	0,5308	4,37407	0,70899	3,17857	0,66352	3,448	0,8372	3,96154	0,88046
Tr	4,19807	0,76707	3,51579	0,59899	4,03333	0,82413	3,42857	0,78293	3,96	0,82696	4,15385	0,85638
Hrb	2,91965	0,35537	2,86316	0,3455	2,97778	0,25772	2,98214	0,13363	3,04839	0,25036	3,05769	0,45851
Hru	2,99129	0,30007	3	0	3	0,17277	3	0	3,00806	0,0898	3,25962	0,68259
Zad	3,0213	0,30742	3	0	3,00743	0,19302	2,94643	0,22721	3,04032	0,19751	3,25962	0,68259
Sklz	3,00387	0,13916	2,97895	0,14432	3	0	3	0	3	0	3,21154	0,61806
Hrkp	2,99419	0,13909	3	0	2,99628	0,06097	3	0	2,96774	0,1774	2,97143	0,40328
Hrks	2,90135	0,32623	2,92632	0,26264	2,98885	0,13613	2,91071	0,28774	2,8871	0,31776	2,99038	0,26051
Pakp	2,99032	0,15843	2,94737	0,26771	3,01859	0,13531	3	0	2,98387	0,12648	3	0,24136
Uhlk	2,99806	0,06223	3,01053	0,1026	2,9963	0,16127	3,01786	0,13363	3	0	3,01923	0,24058
Paks	2,865	0,37424	2,97895	0,14432	2,94465	0,22909	2,91379	0,38773	2,98387	0,12648	3,02885	0,4506

Příloha III. Přehled znaků LP u různých hospodářských zvířat v ČR

Tabulka 16. Přehled znaků LP, celkový počet a znaky zjišťované objektivním měřením

	Skot			Ovce	Koně	
	Holštýnský	Český strakatý	Masná		ČMB, SN	Starokladrubský
Počet znaků celkem	16	19	10	13	22	23
Měřené znaky	-	výška v kříži	hmotnost	hmotnost*	KVH*	KVH
		výška v kohoutku*	výška v kříži		KVP*	OHR
		obvod hrudníku*	hmotnost		OHR*	Ohol
		hloubka středotrupí			Ohol*	
		délka zádě				
		šířka zádě (v kyčlích)				

Pozn.: * - je zjišťováno při popisu, ale není součástí LP; ostatní měřené znaky jsou převedeny na stupnici LP

KVH – kohoutková výška hůlková

KVP – kohoutková výška pásková

OHR – obvod hrudníku

Ohol – obvod holeně

Tabulka 17. Přehled znaků LP u různých hospodářských zvířat v ČR

Skot			Ovce	Koně	
Holštýnský	Český strakatý	Masná plemena		ČMB, SN	Starokladrubskýkůň
tělesný rámec	sklon zádi	délka těla	tělesný rámec	typ	hlava - profil
šířka hrudníku	osvalení	přední šířka hrudníku	osvalení	rámec	krk - profil
hloubka těla	délka vemene (př. čtvrtí)	hloubka hrudníku	rohatost	ušlechtilost	nasazení krku
hranatost	délka zadního upnutí	délka a šířka zádi	hřbet	délka krku	hrudník - hloubka
sklon zádi	nasazení vemene	osvalení plece	hrudník	nasazení krku	délka hřbetu
šířka zádě	závěsný vaz	osvalení hřbetu	zád'	délka kohoutku	klenutí hřbetu
přední upnutí v.	základna vemene (hloubka)	osvalení zádi	sklon zádi	délka hřbetu	klenutí beder
výška zadního upnutí	rozmístění př. Struků	užitkový typ	Hrks	tvar hřbetu	délka zádě
závěsný vaz	postavení struků		Hrkp	délka beder	sklon zádě
hloubka vemene	délka struků		Paks	tvar beder	lopatka
rozmístění př. struků	tloušťka struků		Pakp	délka zádě	kopyto přední - úhel
rozmístění zad. struků	postoj zadních k.		Uhlk	sklon zádě	spěnka přední
délka struků	charakter hlezenního kloubu		charakter vlny	lopatka	Pakp dle úhlu hlezna
Pakp zezadu	spěnka			kopyto přední	spěnka zadní
Pakp z boku	paznehty - výška patky			spěnka přední	kopyto zadní - úhlování
úhel paznehtu				Pakp	prsa - šířka
				spěnka zadní	zád' profil
				kopyto zadní	Hrks ze strany
				šířka těla	kopyto šířka
				tvar zádě	zád' šířka
				krok prostornost	
				klus prostornost	

Příloha IV. Fotografie beranů

Obrázek 1. Romanovská ovce, beran



Foto: J. Schmidová, 2011

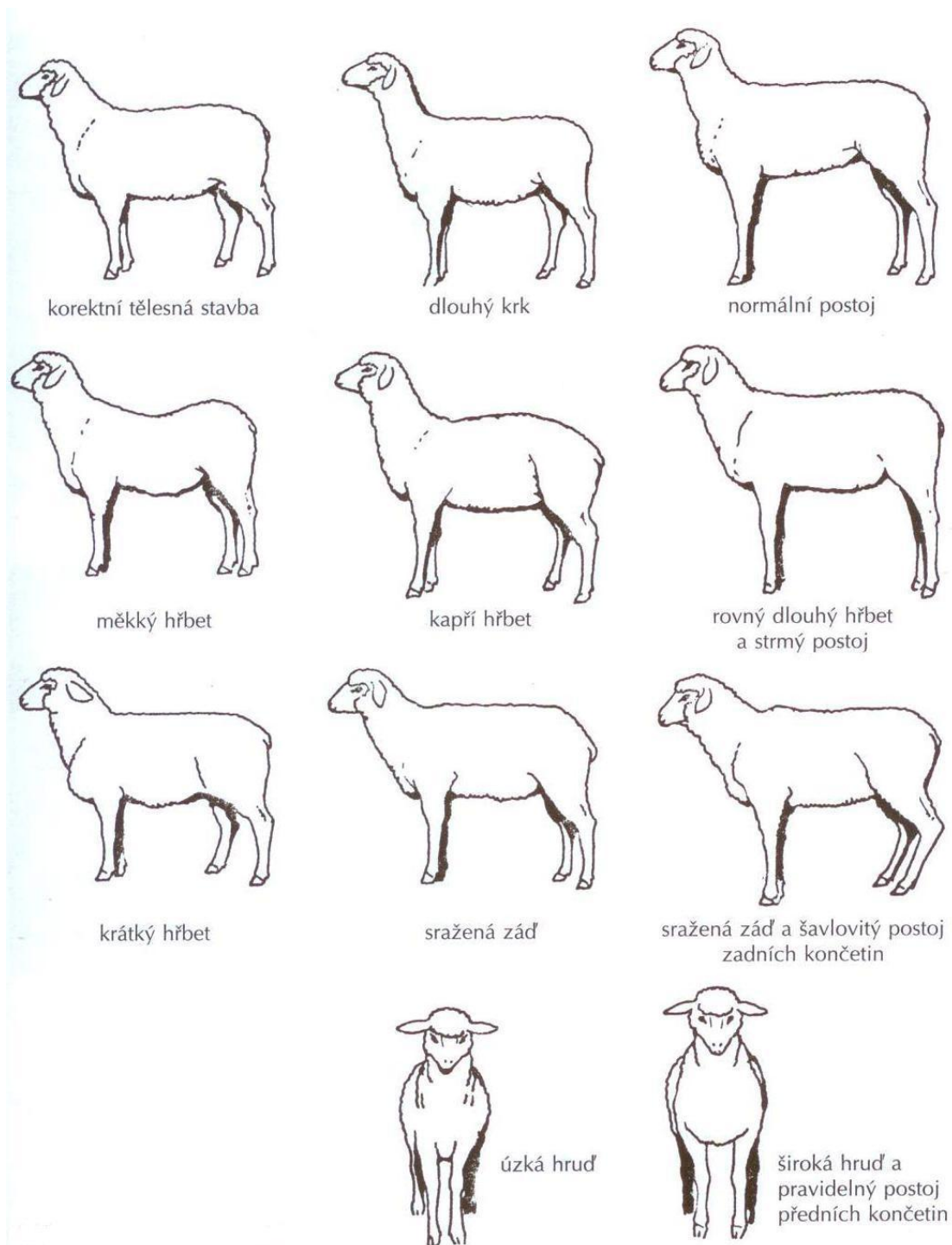
Obrázek 2. Východofríská ovce, beran



Foto: J. Schmidová, 2011

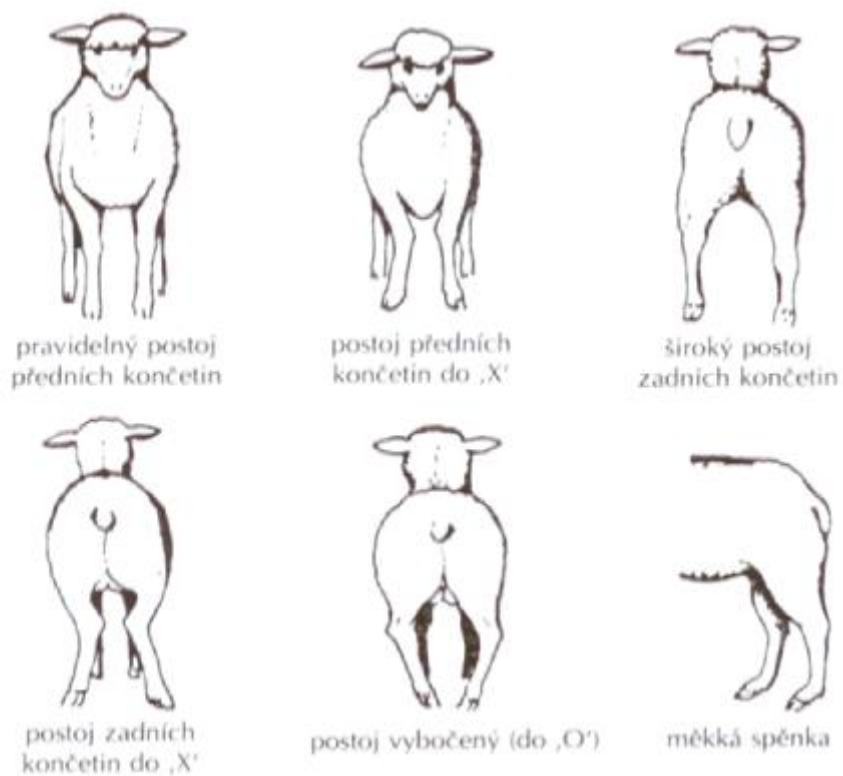
Příloha V. Exteriér ovcí a postoje končetin

Obrázek 3. Exteriér ovcí



Zdroj: Horák et al., 2004

Obrázek 4. Postoje končetin



Zdroj: Horák et al., 2004

Obrázek 5. LP hrudní končetiny - spěnka: levá 2, pravá 1



Foto: J. Schmidová, 2011

Příloha VI. Grafické znázornění LP

Obrázek 6. Lineární popis používaný v Belgii

S. Janssens et al./Small Ruminant Research 51 (2004) 85–95

89

THE LINEAR ASSESSMENT SCHEME

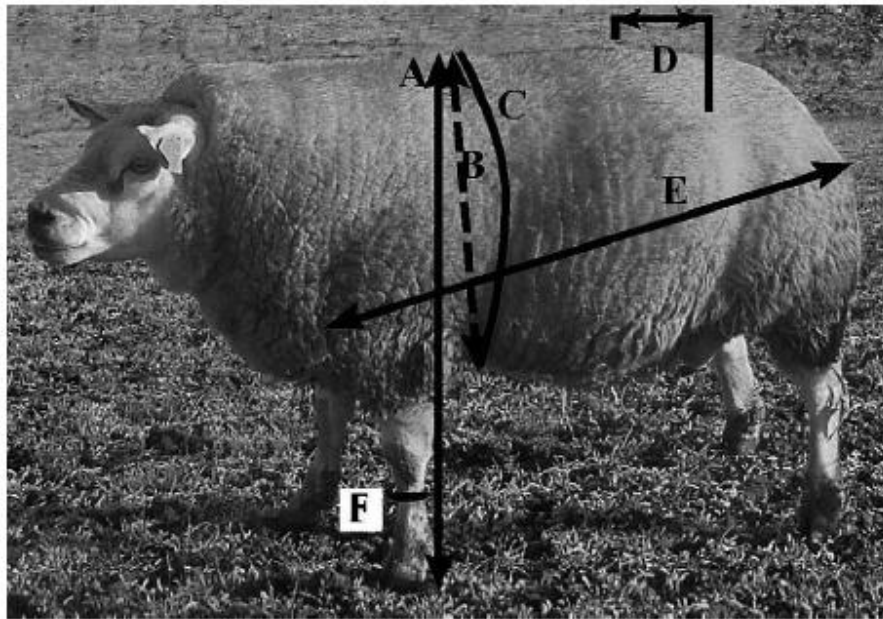
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Skin thickness		Very fine	Fine	Average	Thick	Very thick					
Degree of fatness		Very lean	Lean	Average	Fat	Very fat					
Tail	- Thickness	Very fine	Fine	Average	Thick	Very thick					
	- Implantation	Very submerged	Submerged	Average	Elevated	Very elevated					
	- Height	Very low	Low	Average	High	Very high					
Pelvic slope		Horizontal	Slightly sloping	Sloping	Strongly sloping	Very steep					
Gigot (*)	- Side	Very flat	Flat	Average	Rounded	Very rounded					
	- Rear	Very flat	Flat	Average	Rounded	Very rounded					
	- Depth	Completely empty	Slightly filled	Average	Filled	Completely filled					
Lupline		Very sunken	Sunken	Horizontal	Slightly roached	Roached					
Legs	- Fore	- Front	X-shaped	Slightly X-shaped	Normal	Slightly O-shaped	O-shaped				
		- Side	Very sickled	Sickled	Normal	Straight	Buckled				
	- Rear	- Front	X-shaped	Slightly X-shaped	Normal	Slightly O-shaped	O-shaped				
		- Side	Very sickled	Sickled	Normal	Straight	Very straight				
		- Front									
		- Side									

Fig. 2. Scored traits in the linear assessment scheme in Belgium.

Zdroj: Janssens et al. (2004)

Příloha VII. Měření v rámci LP

Obrázek 7. Schematické znázornění tělesných měř v LP u ovcí v Belgii



Zdroj: Janssens et al. (2004)

A – výška v kohoutku, B – hloubka hrudníku, C – obvod hrudníku, D – šířka zádi, E – délka těla, F – obvod holeně

Obrázek 8. Měření výšky v kříži, součást LP masných plemen skotu



Foto: J. Schmidová, 2011