

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra genetiky a šlechtění



**Optimalizace genetické analýzy pro výsledky hodnocení
JUT metodou SEUROP u masného skotu**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Lenka Ryšavá

Obor studia: AMGP - Šlechtění zvířat

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

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Optimalizace genetické analýzy pro výsledky hodnocení JUT metodou SEUROP u masného skotu" 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 13. 4. 2017

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala své rodině za morální podporu ve studiích. Stejně tak děkuji Jiřímu Příbylovi a to i za shovívavost a pomoc s prací z technického hlediska a svým kolegům z ročníku z oboru AMGP za spolupráci a nová přátelství. Děkuji doc. Ing. Lubošovi Vostrému, Ph.D. za vedení, trpělivost a cenné rady při vytváření této práce a Ing. Zdeňce Veselé, Ph.D. za poskytnuté materiály a odborné konzultace. V neposlední řadě děkuji panu prof. Ing. Bc. Josefu Příbylovi, DrSc. za skvělé provedení studiem kvantitativní genetiky, což je samo o sobě velmi náročný úkol.

Optimalizace genetické analýzy pro výsledky hodnocení JUT metodou SEUROP u masného skotu

Souhrn

Zvyšující se trend v chovu masného skotu v České republice je doprovázen vývojem nových genetických hodnocení a jejich neustálou optimalizací, která zaručí aktuálnost odhadovaných parametrů.

Práce se zabývá optimalizací genetické analýzy pro hodnocení JUT metodou SEUROP u masných plemen skotu. Krom stručného souhrnu o stavech skotu v ČR je zde pojednáno o masné užitkovosti a využití SEUROP metody v ČR a v některých evropských zemích.

Jako závislé proměnné byly ve studii zvoleny jatečné znaky – hmotnost JUT, zmasilost a protučnělost. Nezávislými proměnnými byly zvoleny jako fixní efekty – věk při porážce, heterózní efekt, pohlaví, plemeno, kategorie JUT a klasifikátor. Jako náhodné efekty stádo-rok-období-jatka a plemenná hodnota jedince. K jedincům byl vytvořen 4 generační rodokmen se skupinami neznámých rodičů podle zemí původu. K odhadu genetických parametrů byla použita metoda REML.

Většina nezávislých proměnných byla do modelu odhadnuta jako statisticky významná pro všechny závislé proměnné ($P < 0,0001$), vyjma heterózního efektu, který byl neprůkazný u protučnělosti.

Genetické (σ^2_a), reziduální (σ^2_e) a fenotypové variance (σ^2_p) pro hmotnost JUT se pohybovaly v hodnotách 2084, 1431 a 4104. Pro zmasilost pak nabývaly hodnot 0,16, 0,21 a 0,41 a pro protučnělost 0,15, 0,21 a 0,40. Koeficienty dědivosti byly pro hmotnost JUT 0,51, pro zmasilost 0,38 a pro protučnělost 0,39, přičemž korelace mezi jednotlivými proměnnými byly – velmi silná mezi hmotností JUT a zmasilostí ($r = 0,71$) a slabá mezi hmotností JUT a protučnělostí ($r = 0,16$) i mezi protučnělostí a zmasilostí ($r = 0,11$). Výsledky jsou porovnatelné s některými předchozími studii a je tedy možné využívat odhadnuté genetické parametry v praxi.

Klíčová slova: SEUROP, genetické korelace, genetické parametry, prostředkové efekty, masný skot, dědivost

Optimization of genetic analysis for the results of the carcass weight evaluation by method SEUROP in beef cattle

Summary

The increasing trend in beef cattle in the Czech Republic is accompanied by the development of new genetic evaluation and its optimization to ensure that data from the estimated parameters are actual.

This study deals with optimization of the genetic analysis for the carcass weight evaluated by SEUROP method for beef cattle. In addition, a brief summary of a number of cattles in the Czech Republic is being mentioned, while thereafter the thesis deals with the meat performance and the use of SEUROP method in the Czech Republic as well as in some other European countries.

Dependent variables were chosen – carcass weight, conformation score and fatness score. As independent variables, age at slaughter, heterosis, sex, breed, carcass category and classifier as the fixed effects were chosen. Random effects were herd-year-season-abattoir (HYSA) and individuals. For the individuals four generation pedigrees of ancestors with unknown parents groups according to origin have been created. For an estimate of genetic parameters a REML method was used.

Most of the independent variables were estimated as statistically significant for all the dependent variables ($P < 0,0001$) in the model, except heterosis, which was not significant in fatness score.

Genetic (σ^2_a), residual (σ^2_e) and phenotypic variance (σ^2_p) for carcass weight were estimated and their values are 2084, 1431 and 4104. For the carcass conformation 0,16, 0,21 and 0,41 and for the fatness score are 0,15, 0,21 and 0,40. Estimated heritability for the carcass weight were 0,51, 0,38 for the carcass conformation and 0,39 for the fatness score. The correlations between variables were – very strong between carcass weight and conformation ($r = 0,71$) and weak between carcass weight and fatness score ($r = 0,16$) and also between conformation and fatness score ($r = 0,11$). The results are quite comparable to other previous studies and the estimated genetic parameters can be used in praxis.

Keywords: SEUROP, genetic correlation, genetic parameters, variance components, beef cattle, heritability

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce a vědecká hypotéza	3
3	Literární rešerše	4
3.1	Současný stav chovu masného skotu	4
3.1.1	Česká republika	4
3.1.2	Evropská unie	7
3.2	Základní principy šlechtění masného skotu	7
3.3	Masná užitkovost	8
3.3.1	Vliv plemenné příslušnosti	9
3.3.2	Vliv pohlaví	9
3.3.3	Vliv výživy	11
3.3.4	Interakce genotyp x prostředí (G x E)	12
3.4	Klasifikace jatečně upravených těl skotu metodou SEUROP	12
3.4.1	Hlavní pojmy spojené s hodnocením jatečně upravených těl	13
3.4.2	Legislativa a charakteristika klasifikace JUT metodou SEUROP	14
3.4.3	Systém SEUROP v České republice	14
3.4.4	Odhady gen. parametrů pro SEUROP v některých Evropských zemích ...	17
3.4.4.1	Turecko	18
3.4.4.2	Itálie	18
3.4.4.3	Španělsko	19
3.4.4.4	Slovensko	21
3.4.4.5	Polsko	21
3.4.4.6	Německo	23
3.4.4.7	Irsko	24
3.4.4.8	Norsko	27
3.4.4.9	Švédsko	28
3.4.4.10	Finsko	29
3.4.5	Hodnocení jatečně upravených těl v USA a Kanadě	31
3.4.5.1	USA	31
3.4.5.2	Kanada	32
4	Genetika kvantitativních vlastností a metody odhadu plemenných hodnot	33
4.1	Genetické parametry	33
4.2	Genetické efekty	35
4.2.1	Náhodné prostřed'ové efekty	35

4.2.2	Fixní prostředkové efekty	35
4.2.2.1	Systematické prostředkové efekty vnější	36
4.2.2.2	Systematické prostředkové efekty vnitřní	36
4.3	Metody odhadu plemenné hodnoty	36
4.3.1	Plemenná hodnota	36
4.3.2	Odhad plemenné hodnoty pomocí metody BLUP	37
4.3.2.1	Multi-trait Animal Model (MTBLUP) – víceznakový model.....	40
5	Materiál a metody	41
5.1	Použitá data	41
5.2	Zpracování dat	41
5.3	Popis vlastností	42
5.3.1	Závislé proměnné.....	42
5.3.1.1	Hmotnost jatečně upraveného těla	42
5.3.1.2	Zmasilost	42
5.3.1.3	Protučnělost	42
5.3.2	Nezávislé proměnné	42
5.3.2.1	Věk při porážce.....	42
5.3.2.2	Heterózní efekt.....	43
5.3.2.3	Pohlaví.....	43
5.3.2.4	Kategorie JUT	43
5.3.2.5	Klasifikátor.....	43
5.3.2.6	Plemeno	44
5.3.2.7	Stádo – rok – období – jatky.....	44
5.3.2.8	Jedinec.....	45
5.3.3	Rodokmen	45
5.4	Použitá metodika	45
6	Výsledky	47
6.1	Popisná statistika základního souboru	47
6.2	Korelace závislých proměnných	50
6.3	Obecný lineární model – GLM.....	51
6.3.1	GLM pro hmotnost JUT	51
6.3.2	GLM pro zmasilost	53
6.3.3	GLM pro protučnělost.....	54
6.4	Odhad komponent variance a dědivosti.....	56
6.4.1	Fixní efekt – věk při porážce	56
6.4.2	Fixní efekt – heteroze	56

6.4.3	Fixní efekt – pohlaví	56
6.4.4	Fixní efekt – plemeno	57
6.4.5	Odhad genetických parametrů a koeficientů heritability.....	58
7	Diskuze	60
8	Závěr	63
9	Použitá literatura	64
10	Seznam použitých symbolů a zkratk.....	73
11	Přílohy	75

1 Úvod

Šlechtění masného skotu nemá v České republice tak dlouhou tradici jako v jiných evropských zemích, jako jsou Velká Británie, Francie nebo Itálie, přesto se za dobu svého vývoje posunulo na vysokou úroveň. Společným úsilím chovatelů, svazu, výzkumných pracovišť a plemenářských společností se může Česká republika řadit mezi chovatelsky vyspělé země (Zahrádková et al., 2009).

Původní třístranné využití skotu (mléko, maso, tah) bylo v průběhu století zúženo na chov převážně kombinovaného skotu. Od roku 1990 se díky politickým, společenským a ekonomickým změnám, které zapříčinily snižování stavů skotu a tím i objem produkce, začíná pomalu prosazovat chov skotu bez tržní produkce mléka. Zemědělské podniky byly nuceny přehodnotit svou situaci a přizpůsobit jí novým ekonomickým podmínkám a požadavkům trhu. Řada z nich změnila zaměření živočišné výroby v oblasti skotu novým směrem a vyhodnotila svou vlastní situaci o výhodách a nevýhodách chovu jednostranně nebo dvoustranně využitelného skotu dovezením a chovem specializovaných plemen. Umožnila jim to i nová dotační politika, která povolovala dovoz nových jalovic za účelem zkvalitnění místního genofondu. Byla k nám dovezena zvířata hlavních masných plemen, která se chovala čistokrevně, nebo se jejich býci využívali pro křížení s místními krávami. Skot není již nutně využíván jen na mléko, ale také je jeho část určena k produkci telat a zástavového skotu, který je hlavním zdrojem produkce hovězího masa a který mimo jiného účelně využívá zemědělské plochy s travními porosty, což je jeho hlavní mimoprodukční funkcí (Teslík, 1995). Hovězí maso patří dlouhodobě u nás i ve světě díky svému nutričnímu složení mezi nejhodnotnější druhy masa. Jeho spotřeba je ovlivněna krom poptávky také jeho kvalitou a stravovacími návyky obyvatelstva. Hodnocení kvality masa prošlo mnoha změnami. Cílem je však vždy standardizace hodnocení a tím zlepšení kvality masa a v neposlední řadě identifikace masa na trhu a jeho zpeněžování. V 80. letech 20. století byly vytvořeny a zavedeny v rámci Evropského společenství první evropské normy hodnocení jatečně upravených těl (dále už jen JUT) – SEUROP, které se pro Českou republiku staly závaznými jejím vstupem do Evropské unie.

Systém hodnocení kvality jatečně upraveného těla SEUROP se stal součástí šlechtění masného skotu v EU a tedy i ČR a na jeho základě jsou také odhadovány plemenné hodnoty. V tomto systému se hodnotí tři znaky: hmotnost jatečně upraveného těla, zmasilost – hodnocená písmeny S,E,U,R,O a P a protučnělost – ve stupnici 1 – 5. Mohlo by se zdát, že klasifikace SEUROP nemůže ovlivnit samotnou hmotnost JUT. Dnes již ale můžeme říci, že

významně přispěla ke zlepšení zmasilosti JUT a zároveň představuje významný informační zdroj o skladbě jatečného těla v současnosti (Pulkrábek et Bartoň, 2001).

2 Cíl práce a vědecká hypotéza

Data sbíraná při hodnocení jatečně upraveného těla metodou SEUROP u masného skotu v České republice umožní rutinní genetické hodnocení. Cílem práce je vyhodnocení prostřed'ových faktorů, které ovlivňují jatečné utváření trupu u plemen masného skotu, a odhadnout genetické parametry pro rutinní hodnocení v ČR.

3 Literární rešerše

3.1 Současný stav chovu masného skotu

3.1.1 Česká republika

Podle Českého statistického úřadu (dále už jen ČSÚ) bylo k dubnu 2016 chováno v České republice 1 415 658 ks skotu, z toho tvoří 583 747 ks krávy s tržní produkcí mléka. Počty dojených krav dlouhodobě klesaly díky zvyšující se mléčné užitkovosti, zavádění nových technologií do chovů a do dubna 2015 také nutností přizpůsobovat se národním mléčným kvótám. Ke zvyšování stavů dojených krav došlo pouze v roce 2014, kdy se zemědělci na trhu setkávali s poměrně rentabilní cenou zemědělských výrobců syrového kravského mléka, (Roubalová et Vodička, 2014). Problematický pak byl rok 2015, kdy cena výrobců mléka rapidně klesla a došlo k opětovnému poklesu početních stavů dojených krav. Pokles cen zemědělských výrobců mléka v EU i ČR byl ovlivněn jednak převisem nabídky na světovém trhu a vyhlášením embarga do Ruska, ale také i rychlejším růstem produkce mléka v EU než v předchozích letech (Roubalová et Vodička, 2015). Naopak počty skotu chovaného v systému bez tržní produkce mléka rok od roku stoupají, přesto, že produkce jatečného skotu klesá.

Krávy chované v systému bez tržní produkce mléka se jeví jako jediná kategorie, která vykazuje s mírnými výkyvy spíše stoupající tendenci, vyjma roku 2009, kdy jejich stavy klesly. Tato kategorie je v ČR sledována od roku 1995. Chov masného skotu potvrzuje svou nezastupitelnou roli nejen v produkci nutričně kvalitního masa, ale také ve své mimoprodukční funkci utváření české krajiny a potažmo českého venkova (Zahrádková et al., 2009). V roce 2016 dosáhly počty krav bez tržní produkce mléka (TPM) svého dosud nejvyššího čísla – 211 tisíc kusů. Tato skutečnost by se měla promítnout ve vyšší celkové produkci hovězího masa. Porážky jatečných zvířat by podle dostupných údajů měly mírně růst a předpokládá se také stagnace nebo mírné omezení spotřeby hovězího masa mezeročně vlivem vysokých cen (Roubalová et Vodička, 2015)

Produkce jatečného skotu a výkrmu býků klesala a nyní stagnuje a příčinou jsou nejspíše celkově nízké stavy počtu skotu a ekonomické důvody. Ty mají za následek růst vývozu zástavového skotu a telat do zahraničí a důsledkem je nižší spotřeba krmiv, pokles počtu pracovních míst, nižší využívání kapacity jatek a zpracovatelského průmyslu. Snižující se výroba hovězího masa v Evropské unii má za následek pokles soběstačnosti u této tradiční potraviny pod 100 %. K 31.12. 2016 se stavy skotu proti předchozímu období snížily o 2,0 %,

z toho počet krav dojených se snížil o 1,7 tis. ks. (o 0,5 %). Proti počátku 2. pololetí 2016 stavy skotu klesly o 3,2 %, z toho stavy krav ostatních o 2,5 % a počet dojených krav o 1,2 % (Roubalová et Vodička, 2015). Konkrétní meziroční vývoj stavu jednotlivých kategorií skotu ukazuje tabulka 1.

Tab. 1 Početní stavy skotu v jednotlivých kategoriích

Ukazatel	Jednotka	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Početní stav skotu celkem ¹⁾	tis. ks.	1391	1402	1363	1349	1343	1352	1353
z toho dojené krávy ¹⁾	tis. ks.	410	406	400	384	374	373	367
krávy bez TPM ¹⁾	tis. ks.	154	163	160	168	178	178	185
krávy celkem ¹⁾	tis. ks.	564	569	560	552	552	551	552
Produkce jatečného skotu celkem	tis. t. ž. hm.	170	183	181	181	171	170	169

Ukazatel	Jednotka	2014	2015	2016
Početní stav skotu celkem ¹⁾	tis. ks.	1374	1407	1416
z toho dojené krávy ¹⁾	tis. ks.	372	376	373
krávy bez TPM ¹⁾	tis. ks.	191	204	211
krávy celkem ¹⁾	tis. ks.	563	580	584
Produkce jatečného skotu celkem	tis. t. ž. hm.	169	174	173

Prameny: ČSÚ, MZe – Situační a výhledové zprávy skot – hovězí maso za jednotlivé roky

1) podle Soupisu hospodářských zvířat k 1.4. daného roku

Z tabulky jsou patrné meziroční úbytky stavů dojených krav v důsledku vysoké úrovně šlechtitelské práce a zvyšování vlastní užitkovosti dojníc a také zvyšování počtu krav chovaných v systému bez TPM. Produkce jatečného skotu vykazuje do roku 2010 zvyšující tendenci, následný pokles, poté stagnaci situace. V roce 2015 produkce mírně vzrostla. Výroba hovězího masa je určována nejen domácí poptávkou, ale také možnostmi exportu masa a živého skotu do zahraničí. Přesto klesá objem porážek ve všech jatečných skupinách, tedy býků, krav, jalovic, ostatního skotu i telat, a tím se snižuje i produkce hovězího masa. Vzhledem k ekonomice chovu skotu a výši evropských národních dotačních opatření, včetně nastavení podmínek možnosti jejich čerpání jednotlivými chovateli skotu, je v tomto směru velmi důležité vyjednávání při nastavování podmínek příští společné zemědělské politiky EU nejen z pohledu vlastního chovu skotu a produkce hovězího masa, ale pokud jde o komplexní vliv chovu skotu na celou zemědělskou výrobu včetně souvisejících dalších návazných odvětví služeb a zpracovatelského průmyslu (Roubalová et Vodička, 2015).

Jedním z nejdůležitějších vnějších faktorů, ovlivňující kvalitu masa je užitkový typ skotu – mléčný x masný. Masný užitkový typ se vyznačuje jednoznačně vysokou kvalitou svaloviny, oproti mléčnému typu, který produkuje menší množství svaloviny horší kvality. Dalším významným faktorem je věk jedince při porážce. Nejlepší sensorické a kulinářské vlastnosti vykazují jalovice a volí do dvou let věku. S prodlužujícím se věkem krav se mění konformace kolagenních bílkovin (dochází k tzv. síťování kolagenu), textura masa se zhoršuje, maso se stává tužším a tvrdším (Ingr, 2004). Se zavedením hodnocení jatečně upravených těl systémem SEUROP se stala další kategorií jatečného skotu i telata. Spotřeba telecího masa však dlouhodobě klesá. Na kvalitu masa má krom věku vliv i pohlaví, kdy maso volků a jalovic bývá křehčí a díky vnitrosvalovému tuku i šťavnatější, kdežto maso býků bývá sušší. Velmi důležitým faktorem pro kvalitu masa je i psychický stav zvířete před porážkou (míra stresu) a postmortální změny masa (zrání). Hovězí maso má nejdelší dobu zrání, její zkrácení zhoršuje sensorické, kulinární i technologické vlastnosti masa (Ingr, 2004).

Co se týče produkce jatečného skotu v ČR, jeho stavy s mírnými výkyvy stoupaly do roku 2010, kdy se vyprodukovalo 181 tis. tun živé hmotnosti jatečného skotu, poté se v roce 2011 zaznamenal výrazný pokles na 171 tis. tun živé hmotnosti a do roku 2013 tento stav více méně stagnuje a první nárůst přichází až v roce 2015 (viz. tabulka 1). Přes výrazný pokles spotřeby hovězího masa je Česká republika významným exportérem této komodity v podobě živého skotu. Cílem vývozu bývají nejčastěji Rakousko a Německo. Objem vývozu živého skotu v letech 2010 až 2016 významně vzrostl, kdežto dovozy zvířat jsou ve fyzickém i finančním vyjádření zřetelně nižší. Údaje o porážkách jednotlivých kategorií skotu shrnuje tabulka číslo 2.

Tab. 2 Porážky skotu v ČR dle kategorií (v ks)

Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*
Skot celkem	255 475	248 389	227 553	221 214	222 987	231 196	157 765
- v tom : býci	108 951	104 285	88 363	92 082	98 583	99 357	64 938
volí	396	349	419	179	280	504	267
jalovice	24 557	23 873	23 062	21 480	19 908	22 177	14 607
krávy	110 958	109 771	106 087	98 461	94 382	99 071	71 712
Mladý skot	2 156	1 872	2 225	1 735	1 980	2 098	1 246
Telata	8 457	8 239	7 397	7 277	7 854	7 989	4 995

Pramen: Komoditní karta Ministerstva zemědělství ČR, 2016; ČSÚ – Přehled o porážkách hospodářských zvířat

*) první pololetí 2016

3.1.2 Evropská unie

Podle údajů EUROSTATu (2017) bylo k roku 2015 chováno ve všech 28 členských státech unie celkem 89 152,27 tis. kusů skotu. Mezi největší evropské chovatele patří Francie (19,4 mil. ks), Německo (12,4 mil. ks) a Velká Británie (9,7 mil. ks). Dále poté Irsko, Itálie, Španělsko a Nizozemí. Tyto státy se na celkovém evropském chovu skotu podílejí 79 %. Avšak spolehlivěji lze na intenzitu chovu skotu v jednotlivých státech usuzovat ze stavů skotu na jednotku plochy zemědělské půdy, kde je zřejmá vysoká variabilita (Kvapilík, 2015). Tak například nejintenzivnějším chovem se vyznačuje Nizozemí, kde je hustota skotu 222,1 ks na 1 ha zemědělské plochy. Dalšími státy s více jak 150 ks skotu na 1 ha zemědělské půdy jsou Belgie a Lucembursko. Opačný pól představuje Bulharsko s 11,4 ks skotu na 1 ha zemědělské půdy (FAOSTAT, 2017). Přes významný trend snižování skotu se našly země, které vykazovaly v tomto odvětví růst. Nejvyšší nárůst v tomto období vykazaly Nizozemí a Řecko (o 8,2 a 6,5 %). Největší snížení vykazovalo pak Slovensko a Rumunsko (o 23 a 29,7 %), pro ČR uvádí EUROSTAT snížení stavů skotu o 130 tis. a 8,9 % (EUROSTAT, 2017).

V produkci jatečného skotu je zřejmá převaha jeho produkce v zemích EU-15, které se na ní podílejí celkovými 88 %. Země EU-15 vykazují i data s vyšší porážkovou hmotností než ostatní země EU. I přes malý podíl výroby hovězího masa (cca 10 %) je ve zbylých státech EU v důsledku velmi nízké spotřeby hovězího masa na obyvatele soběstačnost v produkci kolem 186 % (Kvapilík, 2015).

3.2 Základní principy šlechtění masného skotu

Šlechtitelskou práci pro masná plemena skotu v ČR řídí a zajišťuje od roku 1990 Český svaz chovatelů masného skotu (ČSCHMS), který na základě pověření Ministerstva zemědělství provádí kontrolu užitkovosti, kontrolu dědičnosti, zahrnující předpovědi plemenných hodnot pod záštitou Českomoravského svazu chovatelů (ČMSCH), dále hodnocení zevnějšku zvířat, výběry mladých býků při zařazování do plemenitby a v neposlední řadě je také odpovědný za vedení plemenných knih jednotlivých plemen (ČSCHMS, 2016).

Údaje pro šlechtitelskou práci se shromažďují pomocí kontroly užitkovosti masného skotu (KUMP), která zjišťuje údaje k vyhodnocení užitkových vlastností skotu bez TPM, jehož potomstvo je určeno k dalšímu chovu nebo jatečným účelům.

Podmínkou pro šlechtění je ohodnocení jedince plemennou hodnotou. V současné době jsou u masného skotu zavedeny do praxe tyto systémy odhadu plemenných hodnot (PH):

- PH pro přímý a maternální efekt předpovězený na základě údajů z polního testu, kde se sleduje obtížnost telení, porodní hmotnost, hmotnost ve 120, 210 a 365 dnech
- PH pro popis zevnějšku mladých zvířat (předpovídáno celkem 10 plemenných hodnot pro 10 exteriérových znaků)
- PH pro vlastní přírůstek v testu v odchovných plemenných býků, kde jsou při hodnocení využity i údaje o růstu příbuzných zvířat z polního testu

Navíc je vyvíjen metodický přístup pro hodnocení masné užitkovosti podle údajů zvířat poražených na jatkách systémem SEUROP, kterým se zabývá i tato práce a to na základě těchto tří vlastností: hmotnost JUT, zmasilost (stupnice S, E, U, R, O, P) a protučnělost (stupnice 1 – 5) (VÚŽV, 2016).

3.3 Masná užitkovost

Cílem chovu masných plemen skotu je produkce masa pro lidskou spotřebu. Masná užitkovost je zajištěna růstem jedince od prenatalního vývoje až po tělesnou dospělost. Jedná se o kvalitativní a kvantitativní změny během růstu, projevující se nakonec tvorbou tuku. Obsah tuku v průběhu růstu jedince se zvyšuje na úkor obsahu vody v tkáních, ukládá se nejprve kolem orgánů, pod kůži a poté proniká do svaloviny a tvoří tak mramorování masa. Kromě růstu zde ale hraje velmi důležitou roli funkce plodnosti. Množství vyprodukovaného jatečného skotu je dáno počtem telat, která jsou k dispozici pro výkrm. Hlavními ukazateli masné užitkovosti jsou výkrmnost a jatečná hodnota zvířete (Kučerová et. al., 2003).

Výkrmností rozumíme schopnost konverze krmiva na tělní tkáň, tj. zvyšovat svou hmotnost a tím i osvalení a tuky, což jsou tkáň ekonomicky významné. Výkrmnost bývá obvykle charakterizována denním přírůstkem živé hmotnosti, netto přírůstkem (přírůstek jatečně upraveného těla/věk zvířete) a spotřebou živin na jeden kilogram živé hmotnosti (Bureš, 2014).

Jatečná hodnota je souborem ukazatelů hodnotící kvantitativní i kvalitativní stránku jatečně upraveného těla (JUT), včetně sensorických a nutričních hodnot masa. Znaky nejčastěji používaných při popisu JUT jsou hmotnost JUT, celkové množství masa, kostí a tuku, jejich podíl z hmotnosti JUT, vrstva podkožního tuku a plocha nejdelšího zádového svalu (*musculus longissimus lumborum et thoracis*, MLLT) (Bureš, 2014). Složení jatečně upraveného těla se pak vyjadřuje v množství a absolutních hodnotách jednotlivých tkání, nebo jako jejich podíly v procentech. Důležitou charakteristikou jatečné hodnoty je jatečná výtěžnost, která je

podílem hmotnosti jatečně upraveného těla z porážkové hmotnosti živého zvířete, vyjádřená v procentech. Její výše je kromě hmotnosti orgánů dutiny hrudní a břišní, hmotnosti hlavy, kůže, končetin a množství vnitřních lojů ovlivněna i stupněm vylačnění zvířete (Bureš et Bartoň, 2009).

Na celkovou masnou užitkovost má vliv řada faktorů, ať už genetických nebo prostředových. Jsou to převážně vnitřní (genetické) vlivy – jako druhová příslušnost, plemenná příslušnost, pohlaví, věk a dědičnost, která se pro tuto vlastnost uvádí jako středně dědivá (Jakubec et al., 2010). Genetika hraje samozřejmě významnou roli i v proměnlivosti projevu masné užitkovosti uvnitř plemen, nejen mezi nimi. Z vnějších (negenetických) vlivů na masnou užitkovost působí především chovatel, kvalita výživy a použitá technologie chovu.

Největší měrou se na masné užitkovosti podílí plemenná příslušnost, pohlaví a výživa. Opomíjet ale nesmíme ani věk, užitkový typ a vliv prostředí. Až všechny tyto faktory dohromady nakonec určují celkovou masnou výtěžnost u jednotlivce.

3.3.1 Vliv plemenné příslušnosti

Plemenná příslušnost úzce souvisí s užitkovým typem a genetickým založením jedince. Ve třech základních užitkových typech – mléčný, kombinovaný a masný - hraje klíčovou roli u masné produkce skot s masnou užitkovostí, který se vyznačuje především vysokou růstovou schopností, tj. schopností účinně a rychle přeměnit krmivo na tělní tkáň při relativně nízké spotřebě krmiv, oproti plemenům kombinovaným a mléčným. Jelikož i mezi plemeny s masným užitkovým typem existuje značná variabilita v konstituci těla, ranosti a růstové schopnosti je v praxi nutné zvolit dle plemena vhodné kritérium k ukončení výkrmu – tím bývá nejčastěji porážková hmotnost, věk nebo stupeň protučnění. U pozdních plemen s větším tělesným rámcem, jako jsou charolais, blonde d'aquitaine, limousin či masný simentál se může výkrm ukončovat ve vyšších porážkových hmotnostech bez rizika nadbytečného ukládání tuku, naopak u raných plemen menšího tělesného rámce se doporučuje ukončit výkrm dříve (Bartoň et al., 2014). Porovnání masné užitkovosti jednotlivých plemen či kříženců by mělo být prováděno tak, aby byly vyloučeny ostatní faktory, které masnou užitkovost ovlivňují, tj. hodnotit zvířata pocházející ze stejných podmínek výživy a ustájení a porážená ve shodném věku, porážkové hmotnosti nebo stupni protučnělosti.

3.3.2 Vliv pohlaví

Dalším faktorem, ovlivňující masnou užitkovost je pohlaví a kastrace. Bartoň et al. (2014) se domnívají, že kastrace bývá dokonce významnějším faktorem než plemenná příslušnost.

Filipčík et al. (2008) uvádí, že nejvýznamnějším faktorem ovlivňujícím kvalitu jatečně upraveného těla skotu jsou právě kategorie skotu. V České republice je tradiční porázení jatečných býků, v menší míře jsou poráženy jalovice a vyřazené krávy. Chov volků není příliš rozšířený, přesto je možné se s ním setkat u chovatelů skotu bez tržní produkce mléka, kde jim společný chov jalovic a volů usnadňuje organizaci výkrmu (Filipčík et al., 2008). Důvod, proč se častěji porážejí býci než jalovice je nasnadě. Jalovice oproti býkům dosahují ve výkrmu nižší intenzitu růstu v rozsahu přibližně 10 - 30 % (Bartoň et al., 2014). To je způsobeno jejich nižší hmotností v dospělosti a nižší schopností konverze krmiva. Obdobně je tomu u volů. Dochází u nich k ranějšímu a intenzivnějšímu ukládání všech druhů tuků, vnitřního, podkožního, mezikvalového i vnitrosvalového. Avšak maso těchto kategorií bývá v některých zemích oblíbené z důvodů křehkosti a vyššího stupně ukládání vnitrosvalového tuku (tzv. mramorování masa) (Bartoň et al., 2014).

Ze studie Bureše et Bartoně (2012), kteří v ní porovnávali růstovou schopnost, hodnoty jatečně upraveného těla a kvalitu masa u býků a jalovic plemen charolais a masný simentál, vyplývá, že býci vykazují rychlejší růstovou schopnost, mají vyšší porážkovou hmotnost a méně protučnění s vyšším obsahem čisté svaloviny než jalovice. Významnou se v této studii ukázala interakce mezi pohlavím a věkem při porážce, konverze krmiva se s věkem poměrně výrazně zhoršovala v neprospěch jalovic (Bureš et Bartoň, 2012).

Němcová et al. (2010) analyzovali vliv pohlavní příslušnosti skotu na sílu svalových vláken svaloviny roštěnce. Do její studie byl zahrnut soubor 136 býků, 38 jalovic a 18 volů českého strakatého skotu a jeho kříženců se specializovanými masnými plemeny charolais a galloway, dále kříženci hybridních býků. U jednotlivých kategorií byl stanoven vliv věku a hmotnosti v době porážky, dále vliv netto přírůstku, zmasilosti a protučnělosti jatečného těla na sílu vláken. Vyřazené jalovice z chovu měly statisticky významně silnější svalová vlákna ($40,40 \pm 3,63 \mu\text{m}$) v porovnání s kategorií býků ($38,63 \mu\text{m}$). Nejslabší vlákna byla naměřena u skupiny volů. Vliv věku u jednotlivých kategorií skotu v době porážky na sílu svalových vláken byl velmi významný. Vlákna býků ve věku 530 dnů měla sílu $37,86 \mu\text{m}$, zatímco ve věku nad 601 dnů byla síla vláken $39,81 \mu\text{m}$. Síla vláken je dále ovlivněna i hmotností před porážkou. U všech kategorií skotu měla zvířata při nižší hmotnosti slabší vlákna. Co se týče vlivu netto přírůstku na sílu vláken, studie uvádí, že býci a volí s vyšším netto přírůstkem mají silnější vlákna, zatímco u jalovic lze považovat tento faktor za téměř nevýznamný. Data o vlivu zmasilosti a protučnělosti na sílu svalových vláken jednoznačně ukazují, že při vyšší zmasilosti jatečného těla mají jatečná zvířata silnější svalová vlákna, zatímco při vyšší protučnělosti jatečného těla jsou vlákna slabší. Z výsledků práce vyplývá významná diference

průměrné tloušťky svalových vláken ve svalovině roštěnce býků a vyřazených jalovic z chovu v neprospěch jalovic.

Pohlaví má také vliv na kvalitu a sensorické složení hovězího masa. Těmito atributy se zabývali Zaujec et Idriss (2013) na populaci slovenského strakatého skotu. Největší rozdíly mezi pohlavím zaznamenali ve věku, váze JUT a živé hmotnosti před porážkou. Studie ukázala, že rozdíly v kvalitě masa mezi pohlavími u slovenského strakatého plemene nejsou tak významné. Příznivější výsledky však vykazovalo maso býků. Autoři poukazují na fakt, že vliv pohlaví je výhodné studovat u jednoho plemene, kdy analýza poskytne mnohem kompaktnější výsledky, než když se plemeno v úvahu vůbec nevezme.

3.3.3 Vliv výživy

Jedním ze tří nejdůležitějších faktorů, které ovlivňují masnou užitkovost, je vliv výživy. Z hlediska vnějších faktorů, je nejvýznamnější. Vyvážená krmná dávka je nezbytným předpokladem pro dosahování uspokojivých ekonomických parametrů. Pro efektivní výkrm zvířat je nutné respektovat biologické zákonitosti růstu a danou fázi růstové křivky. Růst a vývoj tělních tkání probíhá nestejně, začíná u nervové tkáně a pokračuje u kostí, svaloviny a končí u tukové tkáně. Protože je spotřeba energie z krmné dávky na tvorbu tuku výrazně vyšší než na tvorbu svaloviny, výkrm by měl být ukončen v takové porážkové hmotnosti a věku, kdy se začíná výrazně rozvíjet protučnělost (Bartoň et al., 2014).

Vliv výživy na růst a konečnou zmasilost analyzovali např. Voříšková et al. (2008), kteří se zabývali složením jatečního trupu u býků českého strakatého skotu chovaných v horském prostředí. K testu použili býky plemene český strakatý skot, chovaných v horské oblasti Šumavy a rozdělili je do tří skupin podle jejich genotypu na čistokrevné C100, křížence s red holštýnem C75-85R a křížence s ayrshire C75-85A. Býci byli krmeni stejnou krmnou dávkou a ustájeni ve stejných podmínkách. Pro porovnání vymezili do studie i skupinu několika holštýnských býků, kteří byli také zařazeni do výkrmu a hodnotili výsledky i po různých býcích na otcovských pozicích. Z výsledků vyplynulo, že je možné býky českého strakatého skotu vykrmovat i do vyšších porážkových hmotností, aniž by byla narušena kvalita masa, důležitá je však volba vhodné krmné dávky, jejího dávkování a složení. Dále hraje nezastupitelnou roli výběr plemenného býka do otcovské pozice, který se jeví jako nejdůležitější zootechnické rozhodnutí, protože ve studii byly prokázány statisticky vysoce významné rozdíly mezi konkrétními otci (Voříšková et al., 2008), což poukazuje na fakt, že role genotypu je přinejmenším stejně významná.

3.3.4 Interakce genotyp x prostředí (G x E)

Znalost interakce genotypu a prostředí je velmi důležitá pro optimální využití jednotlivých genotypů zvířat v různých výrobních a chovatelských systémech, především u masného skotu, který je chován jak v intenzivních, tak extenzivních systémech (Vostrý et al., 2008). Pokud porovnáváme dva odlišné genotypy, velikost a statistická významnost této interakce závisí především na odlišnosti genotypů nebo prostředí. Ve skutečnosti se předpokládá, že taková interakce existovala vždy, když se dva a více genotypů vyskytlo ve dvou nebo více prostředích (Vostrý et al., 2008). Faktory, které ovlivňují sledovanou užitkovost, jsou přímé nebo nepřímé a působí prostřednictvím vzájemné interakce nebo prostřednictvím doprovodných proměnných na témže jedinci. Genetické založení odráží nejen aditivní účinek genů, který je odrazem působení jedné alely na jednom lokusu a je tedy zdrojem podobnosti mezi příbuznými jedinci, ale i dominantní účinek genů, který je definován kombinací několika alel na lokusu a není tedy předáván potomkům jen jedním rodičem. Výsledkem spolupůsobení genů z různých lokusů je epistatický účinek, který spolu s dominantním označujeme jako neaditivní účinek. Vliv prostředí se projevuje přímo v užitkovosti a v doprovodných proměnných, kterým je z velké části chovatel, který ovlivňuje intenzitu selekce, úroveň výživy a péče. Neopomenutelné je v chovu hospodářských zvířat roční období, které vstupuje do interakce například s výživou. Interakce genotyp x prostředí, která je specifickým projevem daného genotypu v daném prostředí nám ukazuje, jaké plemeno se hodí pro určitý typ prostředí. Celková proměnlivost v užitkové vlastnosti je tedy přibližně z 60 % ovlivněna chovatelem, 40 % pak tvoří samotný jedinec a jeho fenotypový projev, který je ovlivněn z 30 % náhodným prostředím a z 10 % genotypem (Zahrádková et al., 2009).

Krom těchto nejvýznamnějších faktorů zde hraje roli i řada dalších. Například způsob ustájení a s tím spojená technika krmení, sociální vyrovnanost stáda a jedinců, hmotnostní a věková stejnorodost skupiny, ale také stájové mikroklima, délka světelného dne a v neposlední řadě také zdravotní stav zvířete.

3.4 Klasifikace jatečně upravených těl skotu metodou SEUROP

Hodnocení jatečných zvířat bylo zavedeno především kvůli ekonomickému zhodnocení jatečně upraveného těla a ovlivnění vztahu mezi prodávajícím a kupujícím. Vzhledem k různorodosti zvířat, jejich plemene, pohlaví, jatečné zralosti a jejich původu z odlišných podmínek chovu je logické, že jakost JUT bude velmi variovat. Principem

klasifikace jatečného skotu je na základě objektivně a subjektivně zjišťovaných charakteristik co nejpřesněji stanovit kvalitu hodnocených JUT a rozřadit je do relativně vyrovnaných skupin (Bureš et Bartoň, 2009).

Po celém světě, v zemích, kde se skot zpracovává průmyslově, existuje mnoho systémů hodnocení, které se vzájemně liší v důsledku různých produkčních podmínek, preferencí spotřebitelů nebo struktury trhu. V Evropské unii se od roku 1981 používá metoda SEUROP.

3.4.1 Hlavní pojmy spojené s hodnocením jatečně upravených těl

Pro plné pochopení předkládané metodiky je nutné znát odborné termíny, které jsou při klasifikaci jatečně upravených těl skotu používány:

Dospělý jatečný skot – zvířata, jejichž hmotnost je vyšší než 300 kg nebo jsou starší než 12 měsíců

Jatečně upravené tělo (JUT) – celé tělo nebo dvě půlky téhož zvířete po vykrvení a stažení kůže, bez hlavy oddělené od trupu před prvním krčním obratlem, bez nohou oddělených v zápěstním a zánártním kloubu, bez míchy, orgánů dutiny hrudní, břišní a pánevní, vyňatých i s přirostlým lojem nad vrchním šálem, u býků bez šourkového loje, u jalovic bez vemenného loje, u krav bez vemene a přirostlého loje, bez blanité a svalnaté části bránice a bez oháňky oddělené mezi posledním obratlem křížovým a prvním obratlem ocasním, bez společné krkavice s přirostlým lojem

Hmotnost jatečně upravené těla (JUT) za tepla - hmotnost JUT jatečného skotu zjištěná vážením v teplém stavu po ukončení porážky a veterinární prohlídky a to nejpozději do 60 minut po provedení vykrvovacího vpichu (také přijímací hmotnost). Povinností klasifikátora i pracovníka pověřeného kontrolou práce klasifikátora by měla být i kontrola funkčnosti a přesnosti používané váhy.

Hmotnost JUT za studena – hmotnost JUT za tepla snižená o 2 %

Kategorie těl jatečného skotu – rozdělení těl jatečného skotu podle věku a pohlaví

Třída zmasilosti – hodnocení vývinu svalové tkáně na jatečném těle, a to zejména na kýtě, hřbetu a pleci

Třída protučnělosti – hodnocení vývinu tukové tkáně, tukového krytí a množství deponovaného tuku na vnější straně jatečného těla a v dutině hrudní

Třída jakosti – kombinace kategorie těla jatečného skotu, třídy zmasilosti a třídy protučnělosti (Bureš et Bartoň, 2009).

3.4.2 Legislativa a charakteristika klasifikace JUT metodou SEUROP

Základní legislativní normou stanovující povinnost provádění klasifikace JUT jatečných zvířat v členských státech Evropské unie je nařízení Rady (ES) č. 1234/2007, kterým se stanoví společná organizace zemědělských trhů a zvláštní ustanovení pro některé zemědělské produkty („jednotné nařízení o společné organizaci trhů“).

Klasifikační stupnice jatečně upraveného těla skotu je rozdělena do kategorií, jež jsou uvedeny v tabulce 5, v části Přílohy této diplomové práce.

Po zařazení JUT do těchto kategorií se stanovují třídy zmasilosti, kterých je 6 a odpovídají písmenům S, E, U, R, O, P a třídy protučnělosti, kterých je 5 a odpovídajících číslům 1, 2, 3, 4, 5. Hodnocení se provádí subjektivně, podle přesných obrazových vzorů JUT a slovních definic, které jsou společné pro všechny kategorie jatečného skotu. Ty uvádí tabulky č. 6 a 7, nacházející se v přílohách.

Posouzení třídy protučnělosti uvádí tabulky č. 8 a 9, nacházející se v přílohách. Řazení do tříd protučnělosti se provádí na základě vizuálního zhodnocení rovnoměrnosti tukového krytí u vyšších tříd a jeho tloušťce. Informace doplňuje míra pokrytí tukem uvnitř hrudní dutiny a překrytí svaloviny v mezižeberních prostorech. Krom tohoto zařazení umožňuje legislativa EU, aby jednotlivé členské země mohly využívat tzv. podtříd zmasilosti a protučnělosti, což ještě zvyšuje přesnost zařazení JUT na základě jeho kvality. V tomto směru však mezi jednotlivými členskými zeměmi vznikají značné rozdíly, kdy v některých jsou tyto podtřídy využívány plně a v jiných jsou využívány pouze u vybraných tříd. V ČR se uplatňují pouze celé třídy.

3.4.3 Systém SEUROP v České republice

Pro klasifikaci jatečně upravených těl skotu je nutné využít maximálně komplexní a propracovanou metodu objektivního zjišťování hmotnosti JUT po porážce a s co nejpřesnějším vizuálním zhodnocením zmasilosti a protučnělosti. Metoda SEUROP tyto podmínky v zemích EU splňuje.

Od zavedení klasifikace JUT metodou SEUROP se očekává především sjednocení stanovení jatečných tříd a z toho plynoucí náležité finanční ohodnocení, porovnatelnost jakosti JUT v jednotlivých populacích a zemích, vytvoření srovnatelných podmínek pro intervenční nákupy a prodeje a v neposlední řadě získávání přesných statistických údajů o hmotnosti JUT, nákupu zvířat podle tříd jakosti, nákupní ceny, plemene, chovatele atd. (Bartoň et al., 2014).

Klasifikována mohou být pouze zvířata od 8 měsíců věku a starší. Zařazení může dle legislativy provádět pouze vyškolená osoba – klasifikátor – jehož hlavním úkolem je v tomto

smyslu přesně stanovit jatečnou hodnotu JUT v teplém stavu na základě informací o přejímací hmotnosti JUT, kategorii skotu podle věku a pohlaví a podle zařazení do tříd zmasilosti a protučnělosti. U nás zajišťuje školení klasifikátorů Ministerstvo zemědělství prostřednictvím Výzkumného ústavu živočišné výroby, v. v. i. Praha Uhřetěves. Činnost klasifikátora je navíc ještě dále kontrolována inspekčním orgánem, který je nezávislý na provozovateli jatek. V ČR je tímto státním dozorem pověřen Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský – kontroly se provádějí neohlášené, jednou až dvakrát za tři měsíce.

Odhadem genetických parametrů pro výsledky měřených znaků JUT klasifikovaných metodou SEUROP u masného skotu v ČR se zabývala práce Veselá et al. (2011), která se zabývala porovnáním výsledků dat při jejich použití ve dvou rozdílných statistických modelech, a to lineárního a lineárního-prahového modelu. Znaky pro zmasilost a protučnělost JUT klasifikovaných systémem SEUROP jsou kategorickými znaky, které jsou obvykle analyzovány pomocí prahového modelu, který předpokládá existenci základních nepozorovatelných normálních proměnných, které jsou kategorizovány skrze pevný efekt (Misztal et al., 1989). Veselá et al. (2011) testovali několik modelů zahrnujících fixní efekty: pohlaví, věk matky, stádo (ze kterého zvíře přišlo na jatky), jatky, klasifikátora, kastraci, věk při porážce, koeficient heteroze, stádo-rok-období (HYS), stádo-rok-období-jatka (HYSA), a regresi na věk při porážce (lineární, kvadratická a Legendův polynom). Významnost efektů byla testována hypotézou o testu významnosti v kombinaci s metodou omezené maximální věrohodnosti (REML) v analytickém softwaru SAS. Vhodnost modelu byla testována Akaikovým informačním kritériem. Genetické efekty byly odhadnuty pomocí multi-trait animal modelu pomocí dvou metod. První byl lineární model – s předpokladem normálního rozdělení a lineární kontinuity ve všech třech hodnocených vlastnostech (hmotnost JUT, zmasilost, protučnělost). Druhým modelem byl lineární-prahový model, kde hmotnost JUT byla lineárním znakem a zmasilost a protučnělost byly považovány za kategorické (prahové) znaky. Modelové rovnice pro oba modely jsou identické. Výsledky obou modelů byly porovnatelné, koeficient dědivosti pro hmotnost JUT byl odhadnut na 0,295 u lineárního modelu a 0,306 u prahového. U zmasilosti byl koeficient dědivosti 0,187 v lineárním modelu a 0,237 v prahovém modelu. Koeficient dědivosti pro protučnělost byl u lineárního modelu 0,089 a u prahového modelu 0,146. Nejvýraznější rozdíly byly u genetických parametrů pro zmasilost a protučnělost v prahovém modelu, kde byly vypočteny i vyšší koeficienty dědivosti ve srovnání s lineárním modelem (Veselá et al., 2011). Genetická korelace byla vysoká mezi hmotností JUT a zmasilostí, kde dosáhla hodnoty 0,823 v lineárním modelu a 0,959 v prahovém. Mezi hmotností JUT a protučnělostí byla korelace střední (0,332 a 0,328)

a velmi nízká mezi protučnělostí a zmasilostí (0,071 a 0,053). Pokud je hmotnost JUT zahrnuta do rovnice jako fixní regrese s využitím Legendrova polynomu jsou u ní výrazně nižší koeficienty dědivosti pro zmasilost (0,077 a 0,078) i pro protučnělost (0,086 a 0,123) a korelace mezi nimi je záporná (-0,430 a -0,429) (Veselá et al., 2011).

Jako problém vidí Polach et al. (2004) fakt, že se v České republice šlechtitelské programy masného skotu zaměřují právě jen na kvalitativní znaky jatečně upravených těl, ale menší důraz kladou na samotnou produkci a kvalitu masa. Úspěšná selekce zvířat pro zvýšení efektivity produkce masa závisí na velkém počtu interagujících vztahů v rámci celého výrobního systému a je nutné pokusit se je pojmut do analýz zabývajících se odhadem komponent rozptylu, genetických parametrů a plemenných hodnot jako takových (Polach et al., 2004). Polach et al. (2004) provedli analýzu zaměřenou na posouzení jatečné hodnoty masných užitkových typů skotu v podmínkách České republiky. Ve studii byly použity jatečné poloviny býků, kříženců s masnými plemeny, kdy v otcovské pozici křížení byli použiti testovaní mladí býci plemen aberdeen angus, blonde d'aquitaine, belgické modré, charolais, hereford, limousin a piemontese. Při porážce byla zjišťována hmotnost za tepla a byla provedena klasifikace JUT pro zmasilost a protučnění dle SEUROP systému. Nejlepší zařazení za zmasilost dosáhli potomci býků charolais (3,17), nejvyšší stupeň protučnění potomci býků belgického modrého plemene (2,45), nejnižší ($P < 0,01$) pak po piemontese (1,50) (Polach et al., 2004). Průměrná hmotnost JUT za tepla byla 332,54 kg, přičemž nejnižší ($P < 0,05$) byla u herefordů (290,50 kg). Na základě této analýzy byly objeveny významné rozdíly v hodnocení kvality jatečně opracovaných těl metodou SEUROP i jejich složení v podmínkách České republiky. Je proto nutné průběžné hodnocení kvality a znaků jatečně upravených těl komerčně vykrmovaného skotu, které jsou důležité při dodržování požadavků na zlepšení kvality produktů masného průmyslu (Polach et al., 2004).

Nejvýznamněji se na celkové produkci hovězího masa v České republice podílí plemeno české strakaté (Prošková et Vacek, 2007). Masná výkonnost tohoto plemene je velmi dobrá, pokud jde o snadnost odchovu ke schopnosti býků konverze krmiva a využití vlákniny (Bouška, 2006). Přesto je nutné věnovat velkou pozornost masné výkonnosti a genetické klasifikaci, protože současná úroveň tělesné hmotnosti vykrmených zvířat tohoto plemene odráží skutečnost, že genetický potenciál denního přírůstku 1,6 – 1,8 kg není stále využit (Voříšková et al., 2008). Bez výrazného zvýšení růstové schopnosti, nedosáhne výkrm skotu nikdy ziskového stavu (Voříšková et al., 2008). Úroveň výživy představuje jeden z nejdůležitějších faktorů při výkrmu býků. Jde především o otázku regulace krmné dávky a

jejího složení ve vztahu k přibývání na váze a používání správného dávkování pevného krmiva a výběru správné vlákniny (Čermák, 1999).

3.4.4 Odhady genetických parametrů pro SEUROP v některých Evropských zemích

Současný systém klasifikace jatečně upravených těl systémem SEUROP je stále do značné míry závislý na subjektivním vizuálním posouzení zmasilosti a protučnělosti za účelem zajištění společného základu pro popis těl a cenového zhodnocení masa pro tržní účely. Masný průmysl si ale za cíl klade co nejpřesnější předpověď prodejního výnosu masa (tzv. SMY% index), ke kterému ale klasifikace JUT pomocí SEUROP systému vykazuje velmi variabilní korelace, které jsou způsobeny nejen různou distribucí tuku, ale také vlivy plemene, pohlaví, krmení a mírou zpracování JUT (Craigie et al, 2012) a v neposlední řadě subjektivitou hodnocení. Snaha o zpřesnění hodnocení a předpovědí plemenných hodnot za pomoci metody SEUROP je doprovázena vývojem moderních technologií, které by mohly vhodně doplnit současné hodnocení. Pro dosažení větší objektivity v klasifikaci jatečně upravených těl se využívá například ultrazvukové měření (Cross et Whitaker, 1992), měření pomocí infračerveného nebo elektromagnetického snímače (Baulin, 1997) nebo pomocí analýzy obrazu (VIA, IAS) (Craigie et al., 2012). VIA metoda je dokonce platnou, evropsky schválenou, metodou doplnění hodnocení SEUROP na porážkových linkách některých zemí, jako jsou Francie, která se zavázala k programu Normaclass, Německo s VBS-2000, Dánsko s BCC2 (Allen, 2007) a krom evropských zemí je využívána i v Austrálii, která používá VIAScan (Oliver et al., 2010).

Současné šlechtitelské programy jsou při výběru zvířat masných plemen zaměřeny na zvyšování váhy a velikosti v dospělosti. Je známo, že intenzita růstu je pozitivně spojena s tělesnou hmotností v dospělosti a že zvířata s vysokým přírůstkem a hmotností mají více svalových vláken a vyšší glykolytickou činnost, která pravděpodobně zpomaluje stárnutí masa a tím i jeho křehkost (Albertí et al., 2008). Šlechtění masného skotu je velmi úspěšné ve zvyšování produkce, ale dosud kladlo jen malý důraz na kvalitu konečného produktu. Pokud by byly identifikovány geny zodpovědné za různé aspekty kvality masa, mohly by být zahrnuty do šlechtitelských programů, které by vedly ke zvyšování kvality masa a jejich výhodou by byla potencionální možnost brát v úvahu regionální rozdíly v preferencích spotřebitelů (Albertí et al., 2008).

3.4.4.1 Turecko

V Turecku se v důsledku chovu především dojeného skotu běžně nejčastěji porážela plemena mléčná. První studii, zabývající se hodnocením jatečně upravených těl skotu provedl Onenc (2004) na nejhojněji zastoupených plemenech, porážených v Turecku a klasifikovaných již v systému SEUROP. Jednalo se o plemena holštýnský skot (HF), Brown-swiss (BS) a Východo-anatolský červený skot (EAR). Zvířata byla vybrána náhodně z každého jatečního stáda. Data analyzoval pomocí lineárního GLM modelu v softwaru SAS, při použití smíšeného modelu nejmenších čtverců a maximální věrohodnosti. Do modelové rovnice zahrnul ke každému jednotlivému pozorování průměr, efekt *i*-tého plemene (1,2,3) a reziduální chybu. Model byl navržen tak, aby stanovil efekt plemene na hmotnost JUT, zmasilost a protučnělost. (Onenc, 2004). Vyhodnoceno bylo celkem 878 jatečně upravených těl výše zmíněných plemen a prokázalo se, že jatečná těla HF a plemene BS jsou těžší a mají lepší zařazení pro zmasilost oproti EAR. Jak rostla hmotnost JUT, rostlo i zařazení pro zmasilost i protučnělost. Jatečně upravené tělo u plemene BS (-U) mělo o více než jednu třídu vyšší zařazení než HF (+R). Zmasilost u EAR byla průměrně ve třídě -R. Skóre protučnělosti však bylo vyšší u HF a EAR (9,38 = +3), což je o 0,25 jednotky vyšší než u BS (9,63 = -2). Kvalita JUT byla lepší u HF a BS než u EAR. V zemích vedoucích v produkci hovězího masa na trh jsou akceptovány pouze jatečně upravená těla s hodnocením minimálně R pro zmasilost a 2 až 3 pro protučnělost (Onenc, 2004). Většina zvířat ve studii toto kritérium splnila a studie došla k závěru, že zmasilost a protučnělost poráženého skotu v Turecku je na průměrné úrovni při průměrné kvalitě (Onenc, 2004).

3.4.4.2 Itálie

V Itálii se věnovali hodnocení JUT metodou SEUROP například Liotta et al. (2011) v souvislosti se zájmem zjistit, jaká je masná výtěžnost plemene skotu Cinisara, jež představuje tradiční italské plemeno, zařazené do genetických rezerv Itálie. V některých evropských státech se místní plemena využívají v rámci tradičních šlechtitelských systémů a poté k produkci vysoce kvalitních produktů s vlastní jakostní ochrannou známkou, spojené s místem původu a ekologicky udržitelnými místními hospodářskými systémy (Liotta et al., 2011). Avšak objektivní informace potřebné k podpoře a využití kvality produktů z těchto plemen výrobci postrádají a produkce se těžko diferencuje (Liotta et al., 2011). Cílem jejich práce byl odhad genetických parametrů pro hmotnost JUT, zmasilost a protučnělost a kvalitativních vlastností masa z plemene Cinisara pro zefektivnění a správnou certifikaci

produktů z plemene. Po porážce byla těla zvážena a na jedné polovině byla provedena různá lineární měření kvůli stanovení konformace těla pomocí počítačové obrazové analýzy a digitálního fotoaparátu a poté hodnocena metodou SEUROP (použití 12 tříd) zmasilost a protučnělost (5 tříd) a rozřazena do jednotlivých jakostních tříd SEUROP.

Statistické zpracování pro vlastnosti i kvalitu masa bylo provedeno za použití jednoznakové analýzy kovariance (zvláště pro býky a zvláště pro krávy a jalovice), s věkem zvířat jako regresí a postupem PROC GLM v programu SAS. Významně vyšší skóre zmasilosti i protučnělosti bylo naměřeno u býků (Liotta, et al., 2011). Konkrétně se pohybovala průměrná váha JUT u býků na 379,9 kg a u krav na 230,6 kg s $P < 0,001$. Zmasilost u býků byla na skóre 4,8 (O-, O) a 3,0 u krav (P+) s $P < 0,004$ a protučnělost na 2,4 u býků a 2,5 u krav s $P < 0,447$. Výsledky ukázaly, že skot plemene Cinisara chovaný v rámci tradičního výrobního systému by měl poskytovat maso dobré kvality. Fyzikální i chemické vlastnosti masa se zdají být podobné jako u zvířat specializovaných masných plemen a měly by povzbudit chovatele k chovu tohoto specifického plemene a k rozvoji jeho genetické základny (Liotta et al, 2011).

3.4.4.3 Španělsko

Současné systémy selekce hospodářských zvířat využívají širokou škálu vlastností. Fenotypové záznamy pro některé z těchto vlastností jsou získávány pomocí subjektivních metod hodnocení zaškolenými osobami (techniky), jako jsou například lineární popis u dojnic, hodnocení jatečně upravených těl a skóre zmasilosti a protučnělosti u masného skotu nebo dnes stále více využívané objektivní metody měření pomocí moderních technologií (Varona et al., 2009). Jednou z prvních studií zabývajících se subjektivitou hodnocených dat, včetně návrhu konkrétního prahového modelu pro jejich vyhodnocení, byla studie Varony et Hernandezze (2006), která dospěla k závěru, že každý technik používá jiný vzor pro kategorizaci dat. Cílem studie Varony et al. (2009) bylo porovnat výsledky prahového modelu se standardním modelem s Gaussovo normálním rozdělením na lineárním animal modelu použitého pro analýzu dat pomocí subjektivního hodnocení protučnělosti a zmasilosti na španělském plemeni skotu Pirenaica. Více jak 14 tisíc ks skotu tohoto plemene se záznamy z komerčních jatek bylo analyzováno, zmasilost byla hodnocena dle metody SEUROP včetně 3 podtříd pro každý stupeň a protučnělost od 1 do 5 bodů, tak jak to stanoví legislativa EU. Statistická analýza pro oba znaky (zmasilost i protučnělost) byla provedena pomocí 3 jednoznakových modelů: 1) Gaussovo lineární model, dále 2) kategorický prahový model a 3) specifický kategorický prahový model. U všech tří variant byla provedena Bayesova analýza. Koeficienty heritability byly odhadnuty v rozmezí 0,23 až 0,26 pro zmasilost a od 0,13 do

0,16 pro protučnělost. Výsledky ukázaly různorodost subjektivních hodnocení napříč jatkami. Velmi často docházelo k velkému rozchodu v používání tříd zmasilosti, kdy jedna jatka použila pouze dvě kategorie a další všech 11. Ten samý trend se vyskytoval i u hodnocení protučnělosti mezi jatky, což poukazuje na fakt, že vyškolené osoby hodnotící jatečně upravené tělo používají každá jiný vzor pro hodnocení různých oblastí skutečného rozsahu a širší či užší rozsah hodnot pro jateční třídění (Varona et al., 2009). Vyplýval zde fakt, že použití klasických lineárních modelů s Gaussovo normálním rozdělením u znaků, které jsou hodnoceny subjektivně, podstatně snižuje schopnost předpovědět plemenné hodnoty (Varona et al., 2009).

Předpovědi plemenných hodnot pro vlastnosti JUT u mladých býků španělských plemen pomocí SEUROP metody a její doplnění za pomoci systému analýzy obrazu (IAS) se zabývali i odborníci Oliver et al. (2010). Uvádějí, že doplnění hodnocení jatečně upravených těl metodou SEUROP vhodnými moderními technikami, jako je například analýza obrazu zvyšuje jednak přesnost hodnocení a její vazbu na stanovení konečné ceny masa, kdy i odlišnost hodnocení o bod znamená ve Španělsku rozdíl v ceně o 6 – 10 % (Albertí, et al., 2005), ale také zvyšuje objektivitu při posuzování JUT, když metoda SEUROP čelí kritikám o své subjektivnosti (Oliver et al., 2010). Za účelem této studie využili dat z komerčních jatek, od 91 mladých býků, hodnocených metodou SEUROP, za pořízení 2 digitálních fotografií z levé strany (pohled z boku) a dorzální pohled a dále za pomoci 33 morfometrických měření délek, obvodů a ploch (obrázek č. 1 v přílohách). Přesnost hodnocení metodou SEUROP byla analyzována vícenásobnou regresní analýzou hmotnosti JUT, zmasilosti a protučnělosti, postupná regresní analýza byla využita u hodnocení proměnných jateční hmotnosti, u morfometrických měření analýzy obrazu, jatečné výtěžnosti masa a výnosů ve čtyřech jatečních kategoriích. Vyšší spolehlivost dat byla odhalena jednoznačně u metody IAS než u SEUROP, přičemž determinační koeficienty byly odhadnuty mezi $R^2 = 0,66$ a $R^2 = 0,93$ ($P < 0,001$) pro SEUROP a mezi $R^2 = 0,81$ a $R^2 = 0,94$ ($P < 0,001$) u IAS (Oliver et al., 2010). Analýza obrazu je oficiální evropsky schválenou metodou posouzení jatečně upravených těl, avšak využívaná u prasat. Provádění těchto postupů u skotu je obtížnější vlivem rozmanitého počtu genotypů a výrobních systémů, které vedou k vysoké variabilitě jatečně upravených těl (Oliver et al., 2010). Ze studie vyplývalo, že je však vhodnou moderní metodou k doplnění hodnocení JUT pomocí metody SEUROP.

3.4.4.4 Slovensko

Výzkum zabývající se kvalitou hovězího masa na Slovensku u národního plemene slovenské strakaté byl vždy zaměřen spíše na kvantitu než na kvalitu (Mojto et al., 2004). V současné době je ale již kvalita na prvním místě (Zaujec et Mojto, 2007). Zatímco do roku 2000 byla kvalita masa zaměřena na kvalitu býků, ze kterých maso pochází, v současnosti jsou více než polovina zvířat poražených na jatkách krávy (více než 55 %), z důvodu nedostatku jatečných býků k uspokojení potřeb trhu (Zaujec et Idriss, 2013). Proto Zaujec et Idriss (2013) provedli výzkum kvality masa u krav a býků plemene slovenské strakaté a pokusili se zjistit, jestli má větší množství intramuskulárního tuku vliv na senzorické parametry masa. Jatečně upravená těla byla zhodnocena metodou SEUROP pro výpočet průměrné třídy zmasilosti a po klasifikaci byla zjištěna hmotnost za tepla, která sloužila k výpočtu živé hmotnosti před porážkou, která se získá vynásobením hmotnosti JUT za tepla koeficientem relevantním pro danou jateční kategorii (Zaujec et Idriss, 2013). Byly odebrány vzorky masa pro chemickou analýzu a zhodnotilo se mramorování masa, procento tuku a bílkovin a celkový obsah vody. Cílem studie bylo zjistit, jak pohlaví a jateční kategorie ovlivňuje kvalitu masa. Statisticky významné se ukázaly především rozdíly mezi pohlavími a to ve všech parametrech. Nejvyšší variabilitou se vykazala hmotnost JUT (262,32 kg u krav a 297,06 kg u býků), hmotnost jedince před porážkou (508,90 kg u krav a 540,06 kg u býků) a věk jedince (85,8 měsíců u krav a 21,06 měsíců u býků). Zmasilost u býků byla průměrně na střední úrovni – 2,37, což odpovídá třídě O v SEUROP systému. Průměrná hodnota zmasilosti u krav pak byla 1,64, což indikuje podprůměrnou zmasilost, odpovídající třídě P. V protučnělosti se obě pohlaví jevila průměrně, na úrovni 1 - 2. Co se týče fyzikálních a chemických vlastností masa, došli autoři k závěru, že mezi kategoriemi zvířat, které by potvrdily, či vyvrátily hypotézu, že maso krav nebo býků slovenského strakatého plemene nabývá lepších nebo horších kvalit, nejsou žádné velké rozdíly (Zaujec et Idriss, 2013). Příznivější výsledky ale přece jen byly ve skupině býků. Autoři poukázali na fakt, že studium jatečných kategorií pouze u jednoho plemene umožňuje získat více kompaktní výsledky než v případech, kdy se vliv plemene nevezme v úvahu (Zaujec et Idriss, 2013).

3.4.4.5 Polsko

Produkce hovězího masa v Polsku je založena především na mléčných a kombinovaných plemenech skotu (Kamieniecki, et al., 2009). Chov typicky masných plemen zde začal ihned v roce 1990, kdy byl schválen „Program pro rozvoj chovu masného skotu a jeho produktů

v Polsku“, který zahrnoval finanční podporu chovatelů a producentů ve formě dotací nebo půjček s nízkými úroky (Kamieniecki, et al., 2009). Byl zahájen dovoz jalovic čistokrevných plemen z evropských zemí (Dánsko, Francie, Německo, Česká republika atd.) a poté i z USA a Kanady (Kamieniecki, et al., 2009). Ve snaze harmonizovat zákony Polska s právními předpisy EU byla i zde ve velkých masokombinátech zavedena metoda hodnocení jatečně upravených těl pomocí SEUROP (Nogalski et al., 2013). V roce 2009 převládali v Polsku, co se týče produkce hovězího masa, kříženci masných plemen s mléčnými plemeny (především holštýnským skotem) a čistokrevná zvířata. Nejvyšší hovězí maso pochází z chovů masných plemen, která tvoří 1 % z celkového chovu skotu v Polsku (Nogalski et al., 2013). Kvůli vzrůstající ekonomické důležitosti chovu masného skotu a produkce hovězího masa provedl Kamieniecki et al. (2009) analýzu výkrmu a jatečného výkonu čistokrevných býčků charolais a kříženců charolais x hereford (vždy v pozici matky) a charolais x masný simentál (vždy v pozici matky). Data byla statisticky zpracována pomocí jednoznakové analýzy rozptylu ANOVA a víceznakového Duncanova testu. Výsledky ukázaly, že nejvyšší porodní hmotnosti dosahují býčci čistokrevní (41,7 kg), po nich následují kříženci se simentály (39,4 kg) a kříženci s herefordy dosahovaly nejnižších porodních hmotností (38,2 kg). Hmotnost JUT, zmasilost a podíl řezů na jatečně upraveném těle vykazovaly nejvyšší hodnoty u kříženců se simentály (332,2 kg hmotnost JUT) ve srovnání s čistokrevnými býčky (299,1 kg hmotnost JUT) a kříženci s herefordy (302,9 kg hmotnost JUT). Jinak byly výsledky hmotností u jednotlivých výseků vyšší vždy na straně kříženců CH x SI. Autoři došli k závěru, že křížení se v produkci hovězího masa jeví jako účinný nástroj k využívání meziplemenných rozdílů a práci s nimi a vytváření heteroze se v polské populaci skotu určené pro jateční účely ukazuje jako prospěšný krok. (Kamieniecki et al., 2009).

Protože jsou studie genetických parametrů a jatečných vlastností v Polsku zaměřeny na studium masné výkonnosti u čistokrevných masných plemen a jejich kříženců s jinými masnými plemeny (Kamieniecki et al, 2009), považovali za nutné věnovat se významu křížení dojených plemen s plemeny masnými Nogalski et al. (2013), kteří uvádějí, že komerční křížení nepřispívá pouze k vyšším indexům růstu a konverzi krmiva u potomstva, ale také zlepšuje utváření jatečně upraveného těla a kvalitu masa. Populace masných kříženců může být v Polsku rozšířena právě inseminací dojených krav a jalovic nižší genetické hodnoty spermatem masných býků (Nogalski et al., 2013). Porážka zvířat vstupujících do experimentu proběhla dle legislativy EU a JUT byla klasifikována pomocí metody SEUROP. Do studie vstupoval vzorek 108 křížených masných býků a 92 býků holštýnského plemene (HF) ve věku 21-22 měsíců. Vliv genotypu býka na jeho zmasilost a protučnělost byl spočítán pomocí

χ^2 testu. Vliv genotypu a zatřídění na tělesné rozměry, vlastnosti jatečně upraveného těla a profil mastných kyselin v maso byl hodnocen pomocí analýzy rozptylu metodou nejmenších čtverců (LSM). Modelová rovnice zahrnovala krom průměru populace a residuální chyby, efekt i-tého genotypu býka, efekt j-tého zatřídění dle SEUROP a efekt interakce genotyp x zatřídění. Maso kříženců vykazovalo mnohem lepší kvalitu než maso čistokrevných holštýnských býků, včetně obsahu vyššího podílu prospěšných mastných kyselin. Zatřídění do zmasilosti hrálo také pro křížence masných plemen (61,11 % bylo zatříděno do třídy R a 56,63 % holštýnských býků bylo klasifikováno ve třídě O). V obou skupinách bylo skóre protučnělosti průměrně ve třídě 2. Nicméně maso hybridních býků mělo vyšší obsah tuku (až o 0,42 %). Růst populace masného skotu v Polsku je pomalý a je nepravděpodobné, že bude v blízké budoucnosti rychlejší, což je důvodem proto, aby bylo vyvinuto úsilí optimalizovat výrobu vysoce jakostního hovězího masa ze stád mléčného skotu za pomoci křížení s masnými plemeny (Nogalski et al., 2013).

3.4.4.6 Německo

Zlepšení produkčního výkonu zvířat, vlastností jatečně upraveného těla a kvalitativních rysů masa jsou cílem většiny výzkumů prováděných v oblasti produkce hovězího masa. Nejinak je tomu i v Německu. Splnění požadavků konečného spotřebitele pomocí konzistentní uspokojivé nabídky je hlavním cílem všech producentů hovězího masa a maloobchodníků. Kvalita masa je nejdůležitějším kritériem, které ovlivňuje rozhodnutí spotřebitele k jeho nákupu (Sami, et al., 2004). Ze všech faktorů, které mají vliv na masnou užitkovost skotu, vyzdvihávají Sami et al. (2004) vliv výživy. Krmný plán je jeden z nejdůležitějších faktorů, ovlivňující produkci masa. Vliv výživy je však ve studiích nežádoucím způsobem ovlivněn rozdíly ve věku při porážce, plemenem, pohlavím i technologií a způsobem podávání krmiva (Sami et al., 2004). 30 % produkce červeného masa v Německu pochází ze Simentálských býků, kombinovaného plemene hojně využívaného ve světě, především však ve střední Evropě, kdy jsou býci poráženi mezi 16-18 měsíci věku a 600-700 kg živé váhy (Sami et al., 2004). 50 % veškerého hovězího masa vyprodukovaného v Německu pochází z mladých býků, kteří jsou krmeni v intenzivních podmínkách (Schwarz et al, 1997). Nicméně je jen málo informací o tom, jak reaguje toto plemeno na různá krmení o různé intenzitě. Není ani dostatečně prozkoumán vliv času krmení před porážkou nebo optimální stáří při porážce (Sami et al, 2004). Proto Sami et al. (2004) provedli experiment na zhodnocení účinku efektního krmení v intenzivních a extenzivních podmínkách simentálských býků na jejich celkovou stavbu těla, masný výkon a kvalitu masa. Po porážce se zvažila hmotnost JUT za

tepla a hmotnost ledvinového loje, zmasilost a protučnělost byly stanoveny pomocí SEUROP metody bezprostředně po porážce. Mramorování, konzistence a textura vzorků byly hodnoceny subjektivně. Chemická analýza masa byla provedena ze svalu longissimus dorsi. Získaná data byla statisticky analyzována pomocí GLM procedury v programu SAS. Model zahrnoval intenzitu krmení, čas krmení a jejich interakce, jako hlavní efekty. Výsledky ukázaly, že intenzita krmení byla statisticky významným faktorem a měla nejvýraznější vliv na produkci a většinu charakteristik jatečně upraveného těla a kvalitativních rysů masa. U zvířat krmených v intenzivním režimu byla hmotnost před porážkou 673,7 kg s průměrným denním přírůstkem 1371 g/den, přičemž zvířata v extenzivním výkrmu měla průměrnou předporážkovou hmotnost 610,6 kg a průměrný denní přírůstek 943 g/den. Čas krmení tak signifikantní nebyl. Obecně platí, že vysoká produkce a masný výkon s dobrými kvalitativními znaky masa může být u simentálských býků dosažena pomocí intenzivního krmení před porážkou a do přibližně 675 kg živé hmotnosti (Sami et al., 2004).

3.4.4.7 Irsko

Klasifikace jatečně upraveného těla skotu hraje v Evropě důležitou roli hlavně jako marketingový pomocník uvnitř a mezi zeměmi a také jako prostředek ke zvýšení přesnosti vykazování cen masa pro administrativní účely (Conroy et al., 2009). Připojením cenového plánu k různým skupinám, třídám a kategoriím jsou producenti motivováni k dodání dostatečně kvalitního masa, které splňuje potřeby trhu. Protože vizuální hodnocení JUT (byť) vyškolenými pracovníky podle evropské legislativy za pomoci metody SEUROP stále naráží na zpochybňování její objektivnosti, zavádí se v Irsku hodnocení přístrojové, které by mělo hrát důležitou roli ve zlepšení šlechtitelských programů jednotlivých plemen (Conroy et al., 2009). Vztah svalového a kosterního skóre změřený na živém zvířeti ultrazvukem a výška tuku změřená na svalu longissimus dorsi se zmasilostí a protučnělostí na hodnotě celkového složení JUT zkoumali Conroy et al (2009) v Irsku. Data složená z 336 volů, poražených do dvou let věku s plemennou příslušností holštýnský skot, aberdeen angus a jejich kříženci, byla analyzována pomocí procesu PROC REG a CORR v softwaru SAS, obecné korelační koeficienty sledovaných vlastností byly vypočteny pomocí Pearsonovy korelace a vztahy mezi hmotností JUT, ultrazvukovým měřením výšky svaloviny a tuku, konformací a protučnělostí byly stanoveny za pomoci vícenásobné regrese. Z výsledků bylo jasné, že hmotnost živého zvířete před porážkou a ultrazvukové měření zmasilosti a protučnělosti jsou výbornými prediktory jatečné výtěžnosti a hodnoty a jsou proto potenciálně využitelné v procesu šlechtění jednotlivých plemen a to zejména u chovných zvířat, kde by údaje o

zmasilosti v běžném případě hodnocení nebyly k dispozici (Conroy et al., 2009). Předporážková zmasilost měřená ultrazvukem ukázala pozitivní korelaci ($P < 0,001$) v rozsahu 0,31 až 0,86 se zmasilostí JUT a vlastností cenných partií JUT. Významnou negativní korelaci s protučněním JUT ($r = -0,13$) a kostmi ($r = -0,81$) a velmi nízkou, statisticky nevýznamnou korelaci s poměrem cenných partií a protučněním měřených ultrazvukem. Klasifikace JUT u skotu pro zmasilost a protučnělost, prováděná přístrojově, dle legislativy EU prokázala, že je dobrým ukazatelem podílu kosterní svaloviny a jateční hodnoty a krom ekonomického zhodnocení JUT je užitečná i v programech na odhad genetických parametrů a plemenných hodnot (Conroy et al., 2009).

Srovnávací studii pro irskou populaci skotu pro znaky: hmotnost JUT, zmasilost a protučnělost a odhad genetických parametrů a jejich dědičnosti provedli Hickey et al. (2007) z dat shromážděných na 9 komerčních jatkách, kde se používala metoda hodnocení EUROP. Dalším cílem studie bylo stanovení genetických a fenotypových odchylek u kříženců dojeného skotu s 8 masnými plemeny v otcovské pozici běžně se vyskytující v irské populaci skotu. Jednalo se o plemena, jež byla dále rozdělena pro účely výpočtu sire modelů do tří skupin, které zahrnovaly: 1) Skupina otců kontinentálních plemen (charolais, belgické modrobílé, limousin a simentál), 2) skupina otců britských plemen (hereford a aberdeen angus) a pro srovnání 3) skupina otců mléčných plemen (holštýnsko-fríský skot). Ukazuje se, že jsou v Irsku nejvíce vykrmováni býci mléčných plemen a k toku genů v populaci irského skotu dochází spíše směrem od mléčných stád k masným stádům (Hickey et al., 2007). Proto je v rámci otázky znaků výkrmu mléčného i masného skotu důležité zlepšit postup odhadu plemenných hodnot a vzít v úvahu rozdílné komponenty rozptylu těchto znaků mezi plemeny (Hickey et al., 2007). Odhad komponent (co)variance byl proveden za pomoci multivariátní analýzy pro znaky JUT, zmasilost a protučnělost, tak jak je klasifikuje metoda EUROP, rodokmenová matice o rozměru $A 3 \times 3$ a výpočet modelové rovnice byl proveden pomocí ASReml. K obecnému testování významnosti a jejich rozdílů byly analyzovány údaje pro všechny skupiny otcovských plemen dohromady, vhodnými třemi víceznakovými sire modely pro každou vlastnost – porážkovou hmotnost, zmasilost a protučnělost. Sire model 1 odhadoval genetické a fenotypové rozptyly odděleně u každé z 8 skupin otců. Sire model 2 odhadoval tyto rozptyly ve třech výše definovaných skupinách otců dle plemen a původu. Sire model 3 řešil genetickou a fenotypovou variabilitu ve všech otcovských skupinách najednou. V každém víceznakovém sire modelu byly genetické a fenotypové variance stanoveny na 0, protože různá otcovská plemena jsou geneticky neprovázaná a předpokládá se tedy jejich nezávislost. Pokud jsou zvířata různých otcovských plemen v jedné skupině, bude mezi nimi

ale existovat prostředová kovariance (Hickey et al., 2007). Studie Hickeyho et al. (2007) však předpokládá, že to ale není jejich případ. Při testování byly použity pravděpodobnostní testy Akaike information criterion (AIC; Akaike, 1973) a Bayesův model (BIC; Schwarz, 1978).

Testování ukázalo, že napříč skupinami existují poměrně velké rozdíly v odhadech genetické variance i dědičnosti dle skupin otcovských plemen a pro znaky hodnocené metodou EUROP jsou odlišné v rámci různých plemen, což se shoduje s dalšími rozsáhlými studiemi genetických parametrů u jiných autorů. Heritabilita se pohybovala v rozmezí od 0 ke střední hodnotě pro protučnělost (0,00 – 0,40), od nízké ke střední hodnotě u zmasilosti (0,04 – 0,36) a od nízké až k vysoké hodnotě pro hmotnost JUT (0,06 – 0,65). Hmotnost JUT se ze všech tří znaků jeví jako nejvíce dědivá (0,26), zmasilost a protučnělost vykazují stejnou míru dědivosti – 0,17. Genetické a fenotypové korelace byly všechny pozitivní u skupiny otců holštýnsko-fríského skotu. Genetické korelace se pohybovaly od 0,11 mezi hmotností JUT a protučnělostí do 0,44 pro vztah mezi zmasilostí a protučnělostí. Systémy třídění a vážení JUT na jatkách v Irsku jsou dostatečně schopné poskytovat informace, které následně umožňují genetické a fenotypové odhady variance pro porážkovou hmotnost, zmasilost a protučnělost, dědičnost a její jednotlivé součásti rozptylu zobrazují rozdíly v různých otcovských skupinách v rámci plemen, tak jak autoři předpokládali (Hickey et al., 2007).

Nevýhodou klasifikačního systému SEUROP je dle Pabiou et al. (2008) to, že hodnotí v rámci jatečně upravených těl jen hmotnost, zmasilost a protučnělost, ale nebere v úvahu kvalitu jednotlivých jatečných částí a řezů. Provedli proto studii, kde podrobují analýze jednotlivé výseky a kvantifikují dopad selekce na jateční hmotnost, zmasilost a protučnělost na jednotlivých řezech. Pro porovnání pracovali s dvěma skupinami poražených zvířat – experimentálním datasetem a komerčním datasetem. Modelová rovnice s fixními efekty byla podrobena proceduře GLM v programu SAS a tyto efekty zahrnovaly pro experimentální data skupinu vrstevníků, věk matky při otelení, heterozí (kontinuální proměnná), věk zvířete při porážce (kontinuální proměnná) a samozřejmě interakce. Komponenty (co)variance byly odhadnuty pomocí softwaru ASREML za použití lineárního animal modelu se smíšenými efekty, kde byly vztahy mezi jedinci stanoveny za pomoci příbuzenské matice. Pro komerční skupinu zahrnovaly fixní efekty v modelové rovnici obdobně skupiny vrstevníků, pohlaví, věk při porážce jako kontinuální proměnná a také interakce věk při porážce x vlastnosti JUT x pohlaví zvířete a také věk při porážce a pohlaví zvířete jako obousměrnou interakci. Komponenty prostředí byly odhadnuty stejně jako u experimentální skupiny pomocí lineárního modelu se smíšenými efekty v programu ASREML s využitím příbuzenské matice. Oba datasety byly podrobeny sérii bivariálních analýz k odhadu korelací mezi jednotlivými

znaky. Pabiou et al. (2008) touto studií prokázali, že genetická analýza pro jednotlivé jatečné výseky může být užitečná, výsledky ukázaly, že se u zkoumaných znaků vyskytuje střední až vysoká dědivost (0,32 pro hmotnost JUT u experimentální skupiny a 0,59 u komerční skupiny) i když za přítomnosti poměrně velké standardní chyby a s vysokými koeficienty genetické variability. Hodnoty heritability pro zmasilost a protučnělost byly k dispozici jen u omezeného počtu zvířat a její odhady byly vysoké (0,79 a 0,63 pro zmasilost a pro protučnělost). Korelace mezi jednotlivými vlastnostmi byly mírně až silně pozitivní. Potencionálně by se měl klást vyšší důraz na hodnocení cennějších výseků ke zvýšení celkové hodnoty JUT (Pabiou et al., 2008). To je také doloženo výsledky pozitivních genetických korelací hmotnosti JUT se zkoumanými znaky ($\geq 0,73$) které naznačují, že s vyšší hmotností jatečně upraveného těla se zvyšuje i hmotnost jednotlivých výsekových částí JUT. Je třeba dalšího výzkumu zaměřeného na hodnocení jednotlivých výsekových částí a za pomoci dalších hodnotících metod, jako například VIA a prozkoumat možnosti selekce těchto znaků (Pabiou et al., 2008).

3.4.4.8 Norsko

Již mnoho vědců z různých zemí se věnovalo faktu, že na kvalitu a množství masa z poraženého skotu má velký vliv plemenná příslušnost a stupeň heteroze (Aass et Vangen, 1998). Zlepšení užitkových vlastností získaných křížením plemen bylo vysoce závislé na volbě plemene do otcovské pozice (Aass et Vangen, 1998). Obnovený zájem o masná plemena v Norsku vytvořil potřebu objektivního hodnocení produkce hovězího masa jak u čistokrevného norského plemene, tak u jejich kříženců s býky masných plemen. Cílem studie Aass et Vangena (1998) byla analýza růstu a kvality masa a jeho charakteristik u čistokrevného norského plemene (NRF) a jejich kříženců s býky aberdeen angus (AA), hereford (HE) a charolais (CH) a zhodnocení potenciálu pro zlepšení parametrů jatečně upraveného těla a kvality masa skrze taková křížení. K analýze byly využity smíšené modely zahrnující náhodný efekt plemene a polosourozené vztahy uvnitř plemenných skupin, které byly vzaty v úvahu kvůli snížení zkreslení výsledků při řešení efektu plemene (Aass et Vangen, 1998). Tyto data byla analyzována pomocí PROC MIXED procedury v programu SAS, který předchází odhadu genetických parametrů pomocí REML metody a s využitím Newton-Raphsonovo algoritmu. Výsledky ukázaly, že zlepšení znaků hovězího masa získaného z křížení národního norského plemene (NRF) je silně závislé na volbě otcovského plemene (Aass et Vangen, 1998). Například nejpříznivěji v rychlosti růstu (přírůstek 559 g/den) a znaků kvality jatečně upraveného těla se jeví u kříženců NRF a charolais, zvířata

po angus a hereford býcích v otcovské pozici se zase projevovala zvýšenou protučnělostí (2,6 bodu u AA a 2,5 bodu u HE) Vzhledem k tomu, že schopnost trhu akceptovat vysokou míru protučnělosti masa je nízká, jeví se použití raných masných plemen do otcovské pozice při křížení s NRF jako nejlepší volba, avšak s přihlédnutím k faktu, že to sebou přinese vysoké nároky na krmení a technologii chovu ve stádech v praxi (Aass et Vangen, 1998). Autoři závěrem poukazují na fakt, že je třeba dalších výzkumů, které se budou zabývat potenciálem zlepšení kvality masa podle alternativních systémů křížení, které zahrnou nejen tyto plemenné kombinace, ale i další plemena (Aass et Vangen, 1998).

3.4.4.9 Švédsko

Analýzu dat pro znaky jatečně upraveného těla provedli i ve Švédsku. Eriksson et al. (2002) shromáždili data z komerčních jatek a provedli genetické hodnocení a odhad genetických parametrů pro jatečnou hmotnost, zmasilost a protučnělost a provedli i jejich korelaci s růstovými vlastnostmi, zaznamenaných u býků masných plemen v rámci polních testů. Plemena byla analyzována odděleně pomocí BLUP-animal modelů. Jejich výsledky ukázaly, že vážení a přírůstky lze zahrnout do výpočtu pro genetické hodnocení. Jelikož autoři postrádali v genetických hodnoceních masného skotu ve Švédsku právě onen prvek, zahrnující krom dat z vážení býků a jejich přírůstků, také ekonomicky významné ukazatele znaků jatečně upravených těl, provedli tuto studii. Cílem byl odhad genetických parametrů jatečně upravených těl a jejich korelace s váhou před odstavem a váhou po odstavu a možnost využití dat o jatečně upravených tělech z komerčních jatek pro genetické hodnocení (Eriksson et al., 2002). Zmasilost a protučnělost byly hodnoceny metodou (S)EUROP, hmotnost JUT byla stanovena krátce po klasifikaci za tepla (dle doporučení EU) a byly vypočítány růstové znaky. Odhadnutá přímá heritabilita byla střední až vysoká, v rozmezí od 0,21 do 0,70 pro znaky JUT a od 0,29 do 0,42 pro znaky růstu. Maternální heritabilita pro přírůstek do odstavu byla nízká až střední (0,12 – 0,21). Odhad koeficientu heritability pro přírůstky po odstavu byly velmi podobné. Heritabilita pro hmotnost JUT u býků plemen charolais, hereford a simentál rostla od 0,36 do 0,45 (CH), od 0,59 do 0,70 (HE) a od 0,38 do 0,42 (SI). Diference mezi koeficienty heritability u protučnělosti a zmasilosti byl odhadnuty jako obecně velmi malé. Odhadnutá aditivní genetická variance zmasilosti ($\sigma_a^2 = 1,10$), protučnělosti ($\sigma_a^2 = 0,72$) a přírůstků po odstavu ($\sigma_a^2 = 15,31$) byla vyšší u plemene charolais a přičemž genetická variance pro hmotnost JUT, přímá i maternální genetická variance pro přírůstky před odstavem byly vyšší u plemene hereford ($\sigma_a^2 = 5,96$ (HE), $\sigma_a^2 = 4,93$ (CH) a $\sigma_a^2 = 4,75$ (SI)). Z výsledků vyplynulo, že genetické korelace mezi plemeny a standardní chyba odhadu byly

vysoké především u plemen hereford a simentál a byla nalezena negativní korelace mezi protučnělostí a hmotností JUT (Eriksson et al., 2002). Dále se ukázalo, že genetická korelace mezi zmasilostí a hmotností JUT je nízká u herefordů a simentála, avšak pozitivní a střední pro plemeno charolais. Korelace mezi znaky reprezentujícími růstové schopnosti, zmasilostí, protučnělostí a hmotností JUT se také ukázaly jako slabé až na několik výjimek (Eriksson, et al., 2002). Korelace mezi hmotností před odstavem jako přímý efekt a hmotností po odstavu byla střední až vysoká (0,49 – 0,75) a odhadnutá korelace pro hmotnost po odstavu a hmotnost JUT byla ještě vyšší (0,56 – 0,86) (Eriksson, et al., 2002). Je jasné, že data pořízená na komerčních jatkách vypovídající o znacích jatečně upravených těl, mohou být využita pro odhady genetických parametrů, díky své především středně vysoké hodnotě dědivosti. Avšak genetické korelace mezi růstovými znaky, zmasilostí a protučnělostí jsou slabé a je proto nutné, pro dosažení genetického pokroku v těchto znacích, je zahrnout do šlechtitelského cíle (Eriksson, et al., 2002). Použití víceznakového modelu pro odhad růstových znaků společně se znaky jatečnými by pomohlo zredukovat zkreslení v selekci při stanovení plemenných hodnot pro porážkovou hmotnost, ale ostatní znaky se stanou v takovém hodnocení nedůležitými (Eriksson, et al., 2002).

3.4.4.10 Finsko

Ve Finsku, stejně jako v jiných evropských zemích se pro produkci jatečného skotu dlouho využívala nejvíce dojená plemena, avšak dojně programy jen velmi zřídka zohledňovaly kvalitu jatečně upravených těl, a vlastnosti a znaky potřebné pro produkci kvalitního hovězího masa byly brány v úvahu pouze nepřímo (Parkkonen et al., 2000). Růstové schopnosti i živá hmotnost jsou korelovány s jatečnými znaky, ale korelace není dostatečně silná k tomu, aby zlepšila nízkou schopnost produkce hovězího masa finských dojených plemen. (Parkkonen et al., 2000).

Pesonen et al., (2012) uvádějí stejný trend, jako Parkkonen et al., (2000) s tím rozdílem, že v současnosti stavy dojnic ve Finsku klesají a tím hrozí snížení produkce hovězího masa. Tento stav je však korigován nárůstem odchovu telat masných plemen a jejich kříženců s plemeny mléčnými. Avšak ve Finsku neustále klesá zásobování trhu hovězím masem z domácích podmínek a existuje zde tedy velký nesoulad mezi poptávkou a nabídkou domácího hovězího masa (Pesonen et al., 2012). I proto upřednostňují komerční jatka z hlediska cenové a tržní politiky těžká jatečně upravená těla a proto jejich průměrná hmotnost z poražených zvířat ve Finsku během posledních let zřetelně vzrostla (Pesonen et al., 2012). Například průměrná jatečná hmotnost býků (mléčných i masných plemen) vzrostla

z 275 kg v roce 1996 až k 335 kg v roce 2008 (Pesonen et al, 2012) a 336 kg v roce 2013 (Pesonen et Huuskonen, 2015). V současné době jsou ve Finsku poráženi býci masných plemen obvykle o porážkové hmotnosti 400 kg (Huuskonen et al., 2012). Nicméně i při tak vysokých porážkových hmotnostech je zde stále nedostatek informací o růstových schopnostech býků, jakožto i znaků kvality hovězího masa a jeho parametrů (Pesonen et al., 2012). Většina fenotypových rozdílů ve složení JUT mezi jednotlivými kategoriemi hovězího dobytka je způsobena rozdílem v ranosti plemene, stejně tak jako distribuce svaloviny, kostí a tuku (Pesonen et al., 2012). Současná situace je ve Finsku poměrně komplikovaná, protože jak je známo, protučnění masa se obecně zvyšuje s vyšší jateční hmotností (Keane et Allen, 1998) a poptávka po prorostlém mase ve Finsku není velká (Herva et al., 2011). Spotřebitelé upřednostňují nízkotučné produkty i v případě hovězího masa a dvě třetiny jatečných těl nejvíce zatížených poptávkou se vyznačují podle hodnocení SEUROP skórem tuku 2 a jedna třetina skórem tuku 3 (Pesonen et Huuskonen, 2015). Proto si Pesonen et al. (2012) dali za cíl analyzovat růstové schopnosti zvířat, charakteristiky JUT, vlastnosti jednotlivých řezů a parametry kvalitního masa u čistokrevných býků aberdeen angus a limousin a jejich kříženců a vyhodnotit potenciál zlepšení JUT a kvality masa skrze heterozy (aberdeen x limousin) ve srovnání s býky čistokrevnými. Klasifikace JUT byla provedena dle metody SEUROP jak pro zmasilost, tak i pro protučnělost. Subjektivně bylo vyhodnoceno i mramorování masa, dále chemicky pH masa a využita byla i moderní obrazová analýza. Výsledky byly vypočítány za pomoci metody nejmenších čtverců, normální rozdělení kontrolováno pomocí grafických metod (box-plots), všechna opakovaná měření každého zvířete byla shrnuta a zprůměrována (jedna hodnota na zvíře) a poté podrobena analýze rozptylu za pomoci GLM procedury v softwaru SAS. Diference mezi plemeny byly porovnány za použití Tukeyho T-testu (Pesonen et al., 2012). Všeobecné výsledky naznačily, že i přes limitovaná data a omezený materiál se ukázalo, že nejlepších parametrů dosahují čistokrevní býci plemene limousin, kteří se projevují nejvyšší porážkovou hmotností při konstantním věku (v této studii 18 měsíců) (439 kg; pro porovnání býci AA 391 kg hmotnost JUT a býci AA x LI 399 kg) a měli lepší složení jatečného těla (zatřídění zmasilosti v 15ti použitých třídách – 1 nízká zmasilost; 15 excelentní zmasilost - bylo v průměru u býků LI 13,3, u býků AA 7,4 a u kříženců AA x LI 9,1 a zatřídění protučnělosti – 1 nízká protučnělost; 5 velmi vysoká protučnělost - činilo u býků LI 2,1, AA 3,8 a u AA x LI 3,3). Kříženci aberdeen a limousin vykazovali lepší jateční konformaci těla (9,1) oproti čistokrevným býkům aberdeen angus (7,4), což naznačuje, že křížení a následná heterozy může zvýšit produkci hovězího masa za těchto studovaných podmínek (Pesonen et al., 2012).

3.4.5 Hodnocení jatečně upravených těl v USA a Kanadě

3.4.5.1 USA

Hodnocení JUT v zemích USA probíhá podle Zahrádkové et al. (2009) pomocí odděleného hodnocení kvality masa a jeho výtěžnosti. Jatečná těla jsou hodnocena po vychlazení a třídy kvality se odvíjejí od souhrnného hodnocení znaků, které mají přímou souvislost se smyslově vnímanými vlastnostmi masa. Hodnocen je pak zejména stupeň mramorování a fyziologická dospělost poraženého zvířete. Klasifikační stupnice nabývá hodnot 1 (nejvyšší výtěžnost) – 5 (nejnižší výtěžnost).

Univerzálně pro všechny země zpeněžující maso platí, že s vývojem moderních a objektivních metod hodnocení, kdy se projevuje snaha vyřadit z hodnocení JUT lidskou chybu a tedy jejím hodnocením pomocí digitálních, vizuálních a dalších přístrojových vybavení se zcela mění pohled na hodnocení jatečných těl. Zdokonalováním hodnocení znaků jatečně upravených těl pomocí moderních metod jde především o to, aby byl umožněn provoz platebního systému založeného na výnosu z masa, který by odměňoval všechny zemědělce spravedlivěji (Conroy et al., 2009). Následné statistické šetření a vyhodnocení genetických parametrů a odhadů dědičnosti u dat o jatečné výtěžnosti však nadále hraje důležitou roli. Odhadem dědičnosti jednotlivých komponent, které zahrnuje hodnocení JUT se zabývali v USA například Rios-Utrera et Dale Van Vleck (2004), kteří poukazují ve své studii na fakt, že ostatní starší autoři nezahrnují do hodnocení jatečného těla procentuální vyjádření ledvinového, pánevního a srdečního tuku, stupeň jatečné výtěžnosti a hmotnost tuku. Vyjádření výsledků pomocí vážených a nevážených průměrů je také zcela nedostačující a chybí konkrétní odhady dědičnosti pro jednotlivé znaky. Když už odhady dědičnosti existují, tak pouze na populaci skotu žijící v USA a není srovnání s jinými zeměmi. Během posledních deseti let, v důsledku zvýšeného zájmu producentů hovězího masa uspokojit spotřebitelskou poptávku po kvalitním mase, se však situace zlepšila (Rios Utrera et Dale Van Vleck, 2004). Tito autoři přezkoumali 72 publikovaných prací na dané téma od roku 1962 do roku 2004 a zabývali se porovnáním odhadů dědičnosti u hodnocených znaků a vztahů mezi nimi. Především se zaměřili na odhad koeficientů dědivosti u 14 sledovaných znaků (hmotnost JUT, jatečná výtěžnost, tloušťka hřbetního tuku, oblast *m.longissimus*, % ledvinového, pánevního a srdečního tuku, skóre mramorování, stupeň výtěžnosti, odhadované % maloobchodního produktu, váha maloobchodního produktu, váha tuku, váha kostí, aktuální % maloobchodního produktu, % tuku a % kostí), kterými se v USA hodnotí kvalita JUT a to ve 3 rozdílných koncových bodech: 1) u zvířat poražených v porážkovém věku, 2) u zvířat při dosažení porážkové

hmotnosti a 3) u zvířat, která dosáhla požadované porážkové síly hřbetního tuku. Tato práce uvede některé z nich: např. u hmotnosti JUT sledované v konstantním věku zvířat činila průměrná hodnota dědivosti 0,40, což naznačuje, že hmotnost JUT by měla dobře odpovídat na selekci (Rios Utrera et Dale Van Vleck, 2004). U výšky hřbetního tuku byla heritabilita odhadnuta u údajů ke konstantnímu věku porážky 0,39, u konstantní porážkové váhy byla heritabilita tloušťky hřbetního tuku 0,33 a u porážek provedených na základě samotné tloušťky hřbetního tuku činila heritabilita 0,29. Nejčastější odhady heritability u znaků JUT byly věnovány svalu *m. longissimus*, kde je průměrný koeficient dědivosti 0,41 u zvířat poražených v konstantním věku, 0,37 u zvířat poražených na porážkové váze a 0,41 u porážkové výšky hřbetního tuku. Střední dědivost naznačuje, že by genetického zisku v této oblasti mohlo být dosaženo skrze cílenou selekci (Rios Utrera et Dale Van Vleck, 2004). V USA se do hodnocení jatečných těl zahrnuje i procento ledvinového, pánevního a srdečního tuku. Zde byly koeficienty dědivosti skrze studované práce odhadnuty průměrně na hodnoty 0,48 u zvířat poražených při dosažení porážkového věku, 0,19 při dosažení porážkové hmotnosti a 0,34 u dosažení dostatečné tloušťky hřbetního tuku. Jedním z nejdůležitějších ukazatelů kvality JUT je jatečná výtěžnost, která je v práci Rios Utrery et Dale Van Vlecka (2004) uvedena s odhadnutým koeficientem dědivosti 0,28 u zvířat v porážkovém věku, 0,36 u porážkové výšky hřbetního tuku a 0,38 u zvířat v porážkové hmotnosti. I tato vlastnost je tedy středně dědivá a odpověď na selekci je u ní pravděpodobná. Koeficienty dědivosti pro hodnocené znaky JUT v USA v hodnocených pracích velmi varíují, což je nejspíše způsobeno rozdíly mezi zkoumanými skupinami zvířat, rozdílnými metodami odhadu, rozdílně zvolenými efekty v modelových rovnicích, rozdílným počtem pozorování, chybami v měření, pohlavím a managementem (Rios Utrera et Dale Van Vleck, 2004).

3.4.5.2 Kanada

V Kanadě jsou mladí býci určeni pro plemenitbu, stejně jako u nás, podrobování tzv. polním testům v testačních stanicích, za účelem stanovení jejich genetické hodnoty. Po odstavení jsou cíleným sběrem dat odhadovány a stanoveny růstové křivky a ultrazvukové měření hodnotí potencionální jateční zisk, které pomáhají v rozhodnutí o výběru býka do plemenitby (Schenkel et al, 2004). Šlechtitelské programy u masného skotu se v Kanadě zaměřují především na efektivní konverzi krmiva a rozvoj záznamové techniky v masném a zpracovatelském průmyslu, dále na snížení nákladů na krmení a otázky životního prostředí spojené s chovem skotu. Například Herd et al. (2002) poukázal na fakt, že cílená selekce zvířat s efektivnější konverzí krmiva by měla být doprovázena výrazným snížením emisí

skleníkových plynů (metanu, oxidu dusného a oxidu uhličitého) na jednotku živé hmotnosti a to především kvůli snížení denního příjmu krmiva, aniž by byla ohrožena schopnost růstu. Schenkel et al. (2004) mají za to, že efektivní konverze krmiva může být geneticky provázaná s tělesnými znaky, jakou jsou *musculus longissimus*, tloušťkou hřbetního tuku a procentem intramuskulárního tuku. Navzdory ekonomické důležitosti ve využití krmiv existují plemenné rozdíly a vztah těchto rysů s růstem a složením jatečného těla je v literatuře jen velmi málo popsán (Schenkel et al, 2004). Proto kanadští vědci považují za potřebné věnovat pozornost vývoji genetických parametrů a genetického hodnocení, stejně tak jako výběru nástrojů na podporu efektivního zlepšení genetiky v rámci různých plemen a jejich schopnosti konverze krmiva. Hodnocení jatečně upraveného těla se provádí pomocí ultrazvuku, na konkrétních partiích – IFAT (intramuscular fat), BF (backfat thickness) a LMA (*longissimus dorsi muscle area*). Modelová rovnice Schenkela et al. (2004) zahrnovala fixní efekty testované skupiny, plemene a věku na konci testování (v rámci plemene) a náhodný efekt stáda původu. Genetické parametry byly odhadnuty za pomoci bivariátní analýzy pro všechny znaky v REML. Odhadnuté koeficienty heritability byly střední hodnoty pro všechny znaky (0,30 – 0,55), krom heritability pro IFAT, která byla nízká (0,14). Byla odhadnuta velmi vysoká korelace – 0,99 – mezi příjmem krmiva a výškou hřbetního tuku v rámci plemen. Genetická korelace mezi výškou hřbetního tuku a denním přírůstkem byla nulová, což indikuje, že selekce na reziduální příjem krmiva by měla být zavedena do procesu šlechtění kvůli redukci příjmu potravy a zlepšení konverze krmiva, aniž by byl ohrožen samotný růst jedince nebo dosažení požadované výšky hřbetního tuku (Schenkel et al., 2004).

4 Genetika kvantitativních vlastností a metody odhadu plemenných hodnot

4.1 Genetické parametry

Kvantitativní genetika se zabývá účinkem mnoha genů malého účinku (polygeny) na více lokusech a na rozdíl od studia genetiky kvalitativních znaků je projev genů mnohem více ovlivněn vnějšími vlivy prostředí a jejich dědičnost tedy nepodléhá klasickým mendelistickým zákonům o štěpných poměrech. Pokud jsou rozdíly mezi jedinci vyjádřeny spíše jako stupeň rozdílu, hovoříme o kvantitativních vlastnostech, které vykazují přechodnou tendenci se všemi variacemi mezi extrémními typy, jsou to vlastnosti měřitelné (kontinuitní) (Jakubec et al., 2003).

Genetické parametry jsou využívány především ve šlechtitelských programech a jsou vyjádřením genetických charakteristik zkoumané populace. Patří mezi ně genetická variance, korelace a heritabilita.

Variance nebo také rozptyl je nejjednodušším výpočtem, který lze provést k určení variability kolem střední hodnoty (Tamarin, 2001). Průměr pouze definuje bod, kolem kterého jsou data distribuována, ale nedává nám žádnou informaci o tom, jak jsou tato data distribuována. Měřítkem této variability je variance, která je v kvantitativní genetice důležitější než průměr, protože nás více zajímají rozdíly mezi genotypy než jejich absolutní hodnoty (Jakubec, et.al, 1999).

Jak uvádí Jakubec et al. (2003), varianci lze rozdělit do několika komponent, jejichž relativní velikost určuje genetické vlastnosti populace. Jedná se o varianci fenotypovou, genotypovou, aditivní, dominance, interakce a prostředí. Fenotypová variance (V_P) se skládá z těchto komponent:

$$V_P = V_G + V_E$$

kdy :

$$V_G = V_A + V_D + V_I$$

kde: V_G – variance genotypová

V_E – variance prostředí

V_A – variance aditivní

V_D – variance dominance

V_I – variance interakce

Aditivní variance (aditivně genetická variance) je vlastně variancí plemenných hodnot a je důležitá, protože nejen, že popisuje podobnosti mezi příbuznými jedinci, ale je také důležitým faktorem selekčního pokroku, je jediným parametrem, který může být odhadnut pro kvantitativní vlastnosti s polygenním pozadím a v neposlední řadě slouží k odvození koeficientu dědivosti (h^2) (Mrode et Thompson, 2005).

Heritabilita (dědivost) je hodnota, udávající, do jaké míry je hodnota znaků závislá na genotypu jedince a nakolik je konečná hodnota fenotypu výsledkem působení vnějších vlivů. Vyjádřená je tzv. koeficientem dědivosti - h^2 . V užším slova smyslu se jedná o relativní podíl aditivně genetické variance na celkové fenotypové varianci (Jakubec et al., 2010). Koeficient heritability pohybuje v rozmezí 0 – 1 a je přísně vzato, že je platný jen pro populace, ve kterých byl odhadován a v průběhu generací se může vlivem měnících se poměrů variance

v dané populaci měnit (Jakubec et al., 2010). Koeficient heritability je využíván ve šlechtění pro odhad plemenných hodnot hlavně proto, že umožňuje předpovídat potenciální velikost genetického zisku po selekci. Čím je intenzivnější selekce, tím je genetická variabilita v populaci menší, reakce na selekci je nižší a snižuje se tím i dědivost (Tamarin, 2001).

Vyjádřením oboustranné závislosti mezi znaky jsou korelace. Zda-li a v jaké míře jsou dva zkoumané znaky navzájem ve vztahu pomáhá určit korelační koeficient – index, který nabývá hodnot -1,0 až +1,0 v závislosti na stupni vztahu mezi dvěma proměnnými (Tamarin, 2001). Znalost genetických korelací výrazně snižuje počet selekčních kritérií a zvyšuje tak účinnost selekce a zvyšuje genetický zisk. Existence a velikost těchto vztahů se odhaduje pomocí korelační analýzy, stanovením výše zmíněných korelačních koeficientů. Typy korelací jsou následující: fenotypová, genotypová, genetická a prostřed'ová (Mrode et Thompson, 2005).

4.2 Genetické efekty

Při odhadech plemenných hodnot je nutná komplexní znalost vstupujících a vystupujících dat, aby byla co nejvíce eliminována chyba při odhadech a postupech jejich výpočtů. Je zapotřebí velkých odborných znalostí genetických a biometrických pro jejich smysluplné použití (Jakubec et al., 1999). Před přistoupením k metodologickým postupům odhadu plemenných hodnot je nutné provést analýzu prostřed'ových efektů.

4.2.1 Náhodné prostřed'ové efekty

Nesystematické efekty, označujeme písmenem E. Při odhadech plemenných hodnot dané populace uvažujeme, že všechna zvířata byla chována ve stejném prostředí za stejných podmínek a jejich genotypové hodnoty jsou tedy prostředím ovlivněny stejně (Mrode et Thompson, 2005). Přesto je vždy přítomno velké množství malých neznatelných vlivů, které vedou k nezjistitelné proměnlivosti v užitkových vlastnostech a projevují se u každého jedince náhodně, v neznámé velikosti a v náhodném neznámém směru. Jedná se o vliv krátkodobý a nelze jej zjistit ani kvantifikovat. Fenotypová hodnota nemůže být proto od těchto vlivů očištěna a nejsme schopni ji eliminovat (Jakubec et al., 2003).

4.2.2 Fixní prostřed'ové efekty

Systematické prostřed'ové efekty – E_s . Efekty působící na celou skupinu zvířat (příbuzných i nepříbuzných) a většinou dlouhodobě. V případě použití lineárních modelů s fixními efekty je nazýváme zároveň fixními systematickými efekty (Mrode et Thompson, 2005). Tyto efekty lze eliminovat dvěma způsoby: 1) umístěním zvířat do standardizovaných podmínek a režimu

(např. testační stanice); 2) eliminace početním způsobem. Systematické prostředkové efekty dále dělíme na:

4.2.2.1 Systematické prostředkové efekty vnější

Jsou to stanoviště, rok, roční období, výživa, ošetřovatelé, dojiči apod. Jedním z nejdůležitějších efektů je efekt času, který přísně vzato nepůsobí přímo, nýbrž zprostředkovaně vlivem faktorů, které v časové řadě nejsou konstantní, jako je například druh a kvalita krmiva (Jakubec et al., 2010). Efekt věku je klíčový především u zvířat mladých a rostoucích, u kterých zjišťujeme užitkovost opakovaně. Jakubec et al. (2003) dále uvádí, že při populačně-genetických analýzách a odhadech plemenných hodnot nemůžeme chovat zvířata v jedné lokalitě a proto musíme brát v úvahu rozdíly mezi oblastmi, podniky a stájemi. K těmto prakticky vždy přítomným faktorům přistupuje ještě celá řada speciálních a protože mnoho těchto efektů často působí současně a navzájem se ovlivňují, je jejich odhad a eliminace složitým problémem (Mrode et Thompson, 2005).

4.2.2.2 Systematické prostředkové efekty vnitřní

To jsou věk jedince, věk matky, pohlaví, četnost vrhu, pořadí vrhu, pořadí laktace apod. I když pohlaví vzniká genetickým způsobem a nikoliv působením prostředí, řadíme efekty pohlaví rovněž do systematických prostředkových efektů, protože se jedná o geny, které jsou umístěny na pohlavních chromosomech a jsou zodpovědné za samičí či samčí pohlaví a mají vliv na vlastnosti, které jsou podmíněny a ovlivněny pohlavím (Jakubec et al., 1999), ale nepůsobí bezprostředně na vývin užitkovosti. Jakubec et al. (2010) píše, že existují statistické postupy ke stanovení korekčních faktorů, které systematické prostředkové efekty eliminují a očišťují se jimi data pro odhad plemenné hodnoty a genetických parametrů, jako jsou koeficienty opakovatelnosti, dědivosti a genetických korelací a obecně jsme tedy schopni systematické efekty E_S odstranit. Nejsme ale schopni odhadnout celý genotyp jedince, nýbrž jen jeho aditivní složku, tj. aditivní efekt a v tom případě jak dominance (D), tak i epistatické efekty jsou slučovány s náhodným prostředkovým efektem E^* (Mrode et Thompson, 2005).

4.3 Metody odhadu plemenné hodnoty

4.3.1 Plemenná hodnota

Predikce plemenných hodnot tvoří nedílnou součást většiny chovných programů a šlechtitelských cílů (Mrode et Thompson, 2005). Když odhadujeme plemenné hodnoty,

musíme znát data o naměřených užitkovostech jednotlivých zvířat, které nás zajímají. Jejich předpokladem je tedy kontrola užitkovosti. Užitkovost je fenotypovým projevem jedince a je výsledkem působení genetických a prostředíových faktorů. Genetické založení pro užitkové vlastnosti je však nezjistitelné, umíme však odhadnout rozdíly v užitkovosti způsobené genetickým založením. Plemenná hodnota je odhadem genetického založení jedince pro odchylku v užitkové vlastnosti od průměru populace (vrstevníků). Není tedy uplatnitelná všeobecně na celou populaci, ale pouze na tu, ve které byla odhadnuta. Vycházíme-li z předpokladu, že neexistují systematické efekty prostředí anebo že byly eliminovány korekcí anebo standardizací prostředí, odhadujeme plemennou hodnotu jedince a_i na základě odchylky fenotypových hodnot od průměru referenční populace ($y_i - \mu$), kdy jsou obě veličiny mezi sebou spojeny regresí (regresním koeficientem – $b_{a,y}$) plemenné hodnoty (a) na fenotypovou hodnotu (y) a μ :

$$\hat{a}_i = b_{a,y} (y_i - \mu)$$

(Jakubec et al., 2010)

Tato regrese (b) má v čitateli kovarianci mezi fenotypovou hodnotou a plemennou hodnotou ($\sigma_{a,y}$) a ve jmenovateli fenotypovou varianci σ_y^2 :

$$b_{a,y} = \frac{\sigma_{a,y}}{\sigma_y^2} = \frac{\text{cov}(a,y)}{\text{var}(y)} = \frac{\text{cov}(a,a+e)}{\text{var}(y)} = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_y^2} = h^2$$

Je patrné, že při odhadu plemenné hodnoty jedince na základě vlastní užitkovosti odpovídá regrese mezi skutečnou plemennou hodnotou a hodnotou fenotypovou koeficientu dědivosti h^2 (Mrode et Thompson, 2005). Nutno ještě dodat že vycházíme z předpokladu, že mezi plemennou a fenotypovou hodnotou existuje lineární vztah, tj. lineární regrese a ta existuje pouze v případě bivariátního normálního rozdělení.

4.3.2 Odhad plemenné hodnoty pomocí metody BLUP

Mrode et Thompson (2005) uvádí, že použití selekčních indexů se potýká s několika nevýhodami. Jednou z nich je, že nejsme schopni při nevybalancovaných datech o užitkovosti (nestejný počet jedinců ve skupinách, stádech, testačních stanicích, v ročních obdobích atd.) provést odhad plemenné hodnoty nevychýleně a proto selekční indexy poskytují pouze nejlepší lineární předpověď (BLP – Best Linear Prediction). Druhým problémem je, že řešení rovnic selekčních indexů vyžaduje inverzi kovariační matice pro všechna pozorování a to

nemusí být pro tak velké množství dat ani počítačově proveditelné. Pokud zvolíme pro odhad plemenné hodnoty metodu BLUP můžeme se těchto nevýhod při konstrukci selekčních indexů vyvarovat (Jakubec et al., 1999). Jejím principem je současný odhad jak náhodných efektů, tak i efektů fixních v jednom kroku pomocí lineárních modelů se smíšenými efekty. Šlechtitelské programy jsou založeny na znalosti genetické struktury populace, které jsou odhadem komponent variance a kovariance, jež jsou podmíněny genetickými a prostředovými příčinami. Metoda BLUP dokáže oddělit genetické vlivy od faktorů prostředí nejlepším možným způsobem a v jejím individuálním modelu (BLUP – AM) je možno provést odhad plemenné hodnoty každého zvířete samostatně a současně v závislosti na užitkovosti příbuzných jedinců. Chceme, aby odhady touto metodou byly:

Nejlepší (Best)

Maximalizuje korelaci mezi skutečnou plemennou hodnotou (a) a odhadnutou plemennou hodnotou (\hat{a}) nebo minimalizuje předpověď chybové variance (PEV – Prediction error variance), tj. $\text{var}(a - \hat{a})$ (Mrode et Thompson, 2005). Jakubec et.al. (1999) uvádí, že důležitým kritériem nejlepšího odhadu je minimální variance, jestliže:

$$E(\theta - E\theta)^2 \leq E(\theta' - E\theta')^2$$

kde θ' je jakýkoliv jiný odhad.

Lineární (Linear)

Každý odhad je lineární funkcí pozorovaných hodnot (Mrode et Thompson, 2005).

Nevychýlený (Unbiased)

Odhady realizované hodnoty náhodné proměnné, jako jsou například plemenné hodnoty a odhadnutelné funkce fixních efektů, jsou nevychýlené ($E(a) = \hat{a}$) (Mrode et Thompson, 2005). To znamená, že při opakovaném odhadu je průměr odhadů identický se skutečnými parametry, tj. například se střední hodnotou (Jakubec et.al., 2010).

Předpověď (Prediction)

Zahrnuje predikci skutečné plemenné hodnoty (Mrode et Thompson, 2005). Používáme výraz predikce, protože plemenná hodnota je efekt náhodný. Při používání lineárních modelů hovoříme v případě odhadu fixních efektů o odhadu (estimation) a proto BLUE.

BLUP se v genetickém hodnocení hospodářských zvířat těší širokému využití a to především pro tyto své statistické vlastnosti. To je ještě umocněno stálým nárůstem výkonů výpočetních technologií a díky tomu umožnění vývoje od jednoduchých modelů, jako je například

otcovský model (sire model) ke složitějším jako jsou animal model, maternální model, multitrait model a náhodný regresní model (Mrode et Thompson, 2005). Smíšené modely využívané k predikci plemenných hodnot vyžadují použití inverzních rodokomenových matic, které obvykle bývají velmi velké (Van Arendonk et al., 1994). Vývoj moderních výpočetních technologií však umožnil zdokonalení metod pro odhad genetických parametrů a predikce plemenných hodnot zvířat, usnadnil jejich výpočet a rozvinul jej například i tím, že koncept čitatele příbuzenské matice A byl rozšířen o gametickou kovariační matici G , kde jsou zvláště uvažovány paternální a maternální gamety zvířete (Smith et Allaire, 1985).

Obecný model smíšených modelů vypadá následovně:

$$y = Xb + Zu + e$$

kde: y – závislá proměnná, sledovaná vlastnost, vektor naměřených hodnot

b – vektor pevných efektů s designovou maticí X

u – vektor náhodných efektů s designovou maticí Z

e – vektor náhodné reziduální chyby

Očekávána střední hodnota pevných efektů (b) je rovna hodnotám těchto efektů (nevychýlené odhady), očekávané střední hodnoty naměřených hodnot jsou rovny funkci pevných efektů, očekávané střední hodnoty náhodných efektů jsou nula (Příbyl et al., 2003).

$$E \begin{bmatrix} y \\ u \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Uvedené matice a vektory mohou být podrozděleny na jednotlivé bloky pro více efektů a více souběžně hodnocených vlastností (vícerozměrná veličina, víceznakové modely).

Pro výběr odhadců ve šlechtění a získání nevychýlených odhadů je důležitá především metoda maximální věrohodnosti (ML – Maximum Likelihood) a nejmenších čtverců (LS – Least Squares). V případě, že data vykazují normální rozdělení, poskytují obě metody dostatečnou odpověď. Pro řešení složitějších problémů ve šlechtění se pro odhad genetických parametrů a odhady plemenné hodnoty pomocí animal modelů, využívá modifikovaná metoda maximální věrohodnosti – REML (restringovaná maximální věrohodnost) (Jakubec et al.,

2010), která je při odhadech komponent variance ve smíšených modelech s normálním rozdělením dat široce přijímána, protože maximalizuje spojení pravděpodobnosti a všech chybových kontrastů oproti klasickému ML (Maximum Likelihood) (Gilmour et al., 1995).

4.3.2.1 Multi-trait Animal Model (MTBLUP) – víceznakový model

Jednou z hlavních výhod mnohonásobné BLUP (MTBLUP) predikce je zvýšení přesnosti odhadů (Mrode et Thompson, 2005). Zisk v přesnosti je závislý na absolutní diferenci mezi genetickými a reziduálními (prostředovými) korelacemi. Čím je větší rozdíl v těchto korelacích, tím větší je zisk v přesnosti jejich ocenění (Thompson et Meyer, 1986). Jsou-li například heritability, genetické a prostředové korelace pro dvě vlastnosti stejné, multivariátní odhady jsou ekvivalentní těm, které byly získány univariátní analýzou (Mrode et Thompson, 2005). Navíc vlastnosti s nižšími heritabilitami profitují více při multivariátní analýze, protože zde existuje dostatečný přírůstek v přesnosti při multivariátní analýze, který plyne z lepší provázanosti dat vlivem reziduální kovariance mezi vlastnostmi (Thompson et Meyer, 1986). Jestliže chybí nějaký naměřený údaj u jedné vlastnosti – díky korelacím lze předpovědět plemennou hodnotu i v této vlastnosti, je ale nutné znát korelace mezi závislými proměnnými. Nevýhodou multivariátního modelu odhadu plemenných hodnot jsou podstatně vyšší náklady spojené s výpočtem těchto predikcí v porovnání s predikcí na jednu vlastnost, mnohonásobná predikce totiž vyžaduje spolehlivý odhad genetických a fenotypových korelací mezi vlastnostmi (Jakubec et al., 1999).

V případě stejně velkých matic a dat bez chybějících záznamů, kdy uvažujeme analýzu například pro dvě sledované vlastnosti, vypadá modelová rovnice následovně:

$$\text{Vlastnost č. 1} \quad y_1 = X_1 b_1 + Z_1 u_1 + e_1$$

$$\text{Vlastnost č. 2} \quad y_2 = X_2 b_2 + Z_2 u_2 + e_2$$

kde: y – sledovaná, naměřená vlastnost

b – vektor pevných efektů

u – vektor náhodných efektů

e – vektor náhodných reziduálních efektů

X, Z – incidenční matice pro pevné a náhodné efekty (Mrode et Thompson, 2005).

5 Materiál a metody

5.1 Použitá data

Data byla poskytnuta Českým svazem chovatelů masného skotu (ČSCHMS) a společností PLEMDAT, s.r.o. skrze Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. v Praze – Uhřetěvesi. Základní soubor o údajích z jatek obsahoval celkem 1,580 milionu zvířat poražených na českých jatkách od roku 2004 do roku 2013 s jejich veškerými údaji včetně údajů o klasifikaci SEUROP. Dalším datovým souborem byl rodokmen, který obsahoval údaje o otcích a matkách k jedincům ze základního souboru. Třetím souborem byl soubor „býci“, který obsahoval identifikační číslo býka v podobě 6ti ciferného čísla a číslo jeho ušní známky. Tento soubor sloužil k identifikaci otců v souboru s rodokmenem, kde se býci nacházeli pod 6ti místným identifikačním číslem, avšak tele s matkou zde byli uvedeni s ušními čísly. Bylo tedy nutné, přiřadit otcům jejich příslušná ušní čísla, aby pak bylo možné sestavit rodokmen s přidanými generacemi. Řešení diplomové práce vyžadovalo vytvoření vlastního programu na přípravu dat v softwaru SAS (Statistical Analysis System) verze 9.3 (SAS Institute, Inc., Cary, NC).

5.2 Zpracování dat

Příprava datového souboru vyžadovala úpravu dat do podoby vhodné pro modelovou rovnici a následující spuštění samotného odhadu plemenných hodnot. Soubor obsahoval více jak 1,5 milionu jedinců, poražených na jatkách, všech plemen, které se v České republice oficiálně chovají. Vzhledem k tématu práce, byla vyřazena všechna dojná a kombinovaná plemena a ponechána pouze plemena masná a jejich kříženci. Bylo nutné vypočítat věk při porážce, upravena musela být hmotnost JUT, která byla v souboru uvedena v gramech, jejím převodem na kilogramy. Dle podílů krve u jednotlivců byl stanoven heterozní efekt. Vytvořen byl efekt stádo-rok-období (SRO) a následně stádo-rok-období-jatky (SROJ) pro vytvoření vrstevníků. Dále byla přečíslována klasifikace zmasilosti, uvedená písmeny S,E,U,R,O,P a nahrazena číselným klíčem.

Data byla očištěna od chybějících a chybných údajů, omezena od roku 2006, kdy se legislativně změnila metodika hodnocení jatečně upravených těl metodou SEUROP, v souboru byla ponechána zvířata pouze s průkazným původem, údaji o posledním chovu, údajem o klasifikátorovi a vyřazena byla zvířata bez otce. Redukovány byly i málopočetné údaje. V základním souboru byli ponecháni pouze klasifikátoři hodnotící více jak 10 zvířat.

Dále byla vyřazena zvířata s méně než pěti vrstevníky, vyřazeni byli i otcové s méně než 10 potomky. Hmotnost JUT byla zprůměrována a ponechán byl průměr ± 3 směrodatné odchylky. Na konci úprav obsahoval datový soubor připravený pro odhad genetických parametrů celkem 59 998 jedinců s klíčovými údaji pro výpočet.

Z připraveného souboru pro odhad parametrů bylo možné ověřit statistickou průkaznost jednotlivých efektů.

K rodokmenovému souboru, který byl upraven tak, aby odpovídal jedincům v datovém souboru byly přidány 4 generace předků a vytvořeny genetické skupiny neznámých rodičů na základě země původu.

5.3 Popis vlastností

5.3.1 Závislé proměnné

5.3.1.1 Hmotnost jatečně upraveného těla

Jako jedna ze závislých proměnných byla zvolena hmotnost JUT, která je klíčová při hodnocení jatečně upraveného těla metodou SEUROP. V datovém souboru byla pro jednoduchost upravena z gramů na kilogramy. Vyřazeny byly horní a dolní extrémy, nesmyslné záznamy o hmotnosti a ponechán její průměr ± 3 směrodatné odchylky.

5.3.1.2 Zmasilost

Druhou závislou proměnnou je zmasilost, hodnocená subjektivně vyškoleným klasifikátorem na jatcích a ohodnocená písmeny S, E, U, R, O, P. Pro účely odhadu bylo nutné klasifikaci přečíslovat a to následovně: 1 = P – špatná zmasilost až 6 = S – nejvyšší zmasilost. Vyřazeny byly údaje chybějící nebo nesmyslné.

5.3.1.3 Protučnělost

Třetí závislou proměnnou je protučnělost, hodnocená opět subjektivně vyškoleným klasifikátorem a hodnocená numericky od 1 do 5, přičemž 1 označuje velmi slabé protučnění a 5 označuje velmi silné protučnění masa.

5.3.2 Nezávislé proměnné

5.3.2.1 Věk při porážce

Fixní efekt zahrnutý do modelu jako pevná regrese. Vypočten byl pro každého jedince odečtením data narození od data porážky a ponechán ve dnech. Protože se v datech o

porážkách nevyskytovala jateční kategorie telat, byl věk vstupující do výpočtů omezen od 365 dnů. Vyřazeny byly i horní extrémny a ponechány zvířata mladší 6000 dnů.

5.3.2.2 Heterózní efekt

Fixní efekt s pevnou regresí. Heterózní efekt bylo nutné vypočítat z podílů krve jednotlivých zvířat, které lze vyčíst z unikátního alfanumerického označení každého z nich. Číslo bylo nutné rozdělit na konkrétní části a podle klíče rozšifrovat podíly jednotlivých plemen u každého zvířete. V případě masných plemen lze z tohoto čísla extrahovat číselný podíl hlavního masného plemene, vyčteme z něj, která další masná plemena se na křížení podílela (bez číselného podílu) a dále číselný podíl všech dojených plemen. Samotný výpočet heteroze po určení podílu krve proběhl dle následujícího schématu: pokud byl podíl krve hlavního masného plemene nižší než 50 % poté se heterózní efekt rovnal 1 (více podíloví kříženci, včetně dojených plemen). Pokud byl tento podíl roven nebo větší než 50 %, poté se heterózní efekt vypočetl podle vzorce $(100 - \text{podíl}) / 50$. To znamená, že pokud je hodnota podílu rovna 100, jedná se o čistokrevného jedince a hodnota heteroze = 0.

5.3.2.3 Pohlaví

Fixní prostředkový efekt, s kategorickým dělením dat. Číselný klíč rozlišoval pohlaví 1 – býček a pohlaví 2 – plemence. V modelu použito především pro svůj jednoznačný vliv na všechny závislé proměnné a uvažováno jako samostatný efekt.

5.3.2.4 Kategorie JUT

Přiřazení kategorie JUT probíhá na jatkách a poukazuje na pohlaví a částečně z něj lze usuzovat i na věk poraženého zvířete. Výhodou oproti označení pohlaví pouze na samčí a samičí je, že je zde definována například i kastrace samců nebo odlišení krávy od jalovice, což má dozajista na klasifikaci znaků hodnocených metodou SEUROP vliv. Označuje se písmeny A, B, C, D, E, Z. Kategorie Z, zahrnující mladý skot od 8 – 12 měsíců věku, nebyla v základním souboru obsažena. Jedná se o kategorickou proměnnou a v modelu je uvažována jako fixní prostředkový efekt. Pro účely odhadu genetických parametrů bylo nutné tuto proměnnou přečíslovat.

5.3.2.5 Klasifikátor

Klasifikátor je zaměstnanec jatek, dle legislativy vyškolený pro to, aby mohl klasifikovat a zařadit jatečně upravené tělo metodou SEUROP a byla poté možná identifikace masa a jeho

zpeněžování na trhu. Každý klasifikátor má své osobní identifikační číslo, podle kterého je možné případně dohledat, kdo klasifikaci prováděl. Do modelu je zahrnut jako efekt s jednoznačným vlivem na všechny závislé proměnné, kdy do hodnocení vstupuje jednak objektivita, která vyplývá z přesně stanovených tabulek a obrazů, které určují samotné zařídění, ale i subjektivita každého jednoho klasifikátora. Tento fakt však podléhá značné kritice a proto se neustále vyvíjí koncepce pro zpřesnění hodnocení metody SEUROP, jejím doplněním vhodnými moderními technologiemi. Byli vyřazeni všichni klasifikátoři, kteří hodnotili méně než 10 zvířat. V konečném souboru dat se nacházelo celkem 164 klasifikátorů.

5.3.2.6 Plemeno

Vzhledem k tomu, že je práce zaměřená na hodnocení masných plemen, byla v práci ponechána pouze plemena masná a dojná a kombinovaná plemena byla z hodnocení vyřazena. Vliv plemene je nezanedbatelný, protože každé plemeno se odlišuje nejen geneticky, ale i fenotypově a každé má odlišné vlastnosti, které ovlivňují hodnocení JUT na porážce. Jedná se například o ranost plemene. U raných plemen dochází k dosažení porážkové hmotnosti v dřívějším věku, z důvodu rychlejšího růstu, který bývá dříve ukončen, a po kterém nastupuje fáze tučnění, takže je nelze vykrmovat do vyšších porážkových hmotností. Dalším nezanedbatelným vlivem je velikost a rámec plemene a v neposlední řadě ovlivňuje značným způsobem zařídění a klasifikaci JUT tzv. *double muscling*, neboli dvojité osvalení typické zejména u plemene belgické modré a do jisté míry se také vyskytující u plemene charolais. Do výpočtu vstupuje efekt plemeno jako fixní prostředový efekt. Díky alfanumerickému zápisu plemen v základním souboru bylo nutné plemena přečíslovat a přiřadit jim pořadová čísla. Celkem do výpočtu vstupuje 13 masných plemen.

5.3.2.7 Stádo – rok – období – jatky

Prvním náhodným efektem v modelu jsou stádo-rok-období-jatky, které jsou daty s kategorickým dělením a která spojují jednotlivé vrstevníky do skupin. Jako náhodný efekt byl zvolen především kvůli velkému počtu skupin. Předpokládá se, že poslední chov (kvalita krmení, technologie ustájení atd.) ve spojení s konkrétním obdobím (horko, zima), rokem a místem porážky má vliv na konečnou živou hmotnost zvířete, která ovlivňuje kvalitu JUT i jeho zařídění do zmasilosti a protučnělosti. Nejprve byl vytvořen efekt stádo-rok-období (SRO) tak, že se vytvořila jednotlivá období (celkem 4) a ty se pak spojila do jednoho sloupce s údaji o posledním chovu a roku porážky. K tomuto unikátnímu číselnému kódu se poté

přičítal ještě efekt jatek a vzniklo tak celkem 6165 skupin vrstevníků ze stejného chovu, poražených ve stejném roce, období a na stejných jatkách.

5.3.2.8 Jedinec

Dalším náhodným efektem je v modelu uvažován efekt jedince, každý s unikátními záznamy z kontroly užítkovosti masných plemen (KUMP), potřebných pro výpočet požadovaných genetických parametrů. Na konci úprav datového souboru se nacházelo celkem 59 998 jedinců se záznamy o klasifikaci SEUROP (3 závislé proměnné) a s 8 sloupci zastupující vyjmenované nezávislé proměnné.

5.3.3 Rodokmen

Jedním z faktorů pro výpočet bylo sestavení rodokmenu. V této práci konkrétně čtyřgeneračního s vytvořením genetických skupin neznámých rodičů dle země původu.

5.4 Použitá metodika

Data k výpočtu byla připravena v programu SAS, verze 9.3, kde byl spuštěn i obecný lineární model (GLM) pro každou závislou proměnnou. GLM model umožňuje výpočet jedno- i více rozměrných regresních analýz a analýz rozptylu a kovariancí. V programu SAS umožňuje procedura GLM rozložit celkovou proměnlivost na složky pomocí regresí pevných efektů a také dokáže z více fixních efektů a jejich regresí usuzovat na jejich vzájemné interakce.

Dále byl spuštěn proces stanovení vzájemných korelací mezi závislými proměnnými pomocí Pearsonovo korelačního koeficientu. Finální výpočet byl realizován za pomoci programu REMLF90 (Misztal et al., 2002) a odhad plemenných hodnot pomocí víceznakového modelu MTBLUP, kdy byly závislé proměnné (hmotnost JUT, zmasilost a protučnělost) počítány všechny tři najednou.

Modelová rovnice pro každou hodnocenou vlastnost byla stejná a byla následující:

$$y_{ijkl} = \text{VEK} + \text{HEF} + \text{POHL}_i + \text{KTGJ}_j + \text{IDKLAS}_k + \text{IDPLEM}_l + \text{idvrs} + \text{id} + e$$

kde:

y závislá proměnná (hmotnost JUT, zmasilost, protučnělost)

VEK pevná regrese na věk

HEF pevná regrese na heterózní efekt

POHL_i fixní efekt pohlaví *i* (*i* = 1,2)

KTGJ _j	fixní efekt jateční kategorie j ($j = 1,2,3,4,5$)
IDKLAS _k	fixní efekt klasifikátora k ($k = 1, \dots, 164$)
IDPLEM _l	fixní efekt plemene l ($l = 1, \dots, 13$)
idvrs	náhodný efekt skupin vrstevníků (stádo-rok-období-jatky)
id	plemenná hodnota jedince – náhodný efekt (matice příbuznosti)
e	náhodná reziduální chyba

6 Výsledky

6.1 Popisná statistika základního souboru

Soubor vstupující do přípravy dat čítal celkem 1 518 tis. jedinců všech plemen a užitkovostí. Tabulka 4 uvádí popisnou statistiku základního souboru po vyřazení dojných a kombinovaných plemen, před úpravami dat. Soubor obsahoval celkem 201 374 jedinců masných plemen a jejich kříženců.

Tab.3 Průměry, směrodatné odchytky, minima a maxima základního souboru před úpravami dat

Vlastnost	N	Průměr	Směr.odchylka	Minium	Maximum
Hmotnost JUT (kg)	201 374	333,74	86,42	0	999
Zmasilost (1-6)		2,78	0,85	1	6
Protučnělost (1-5)		2,27	0,79	1	5
Podíl krve (%)		67,63	18,20	12	100
Heterózní efekt (0-1)		0,64	0,36	0	1
Věk při porážce (dny)		1 279,50	1 245,46	-1 918	41 497
Období porážky (1-4)		2,55	1,14	1	4

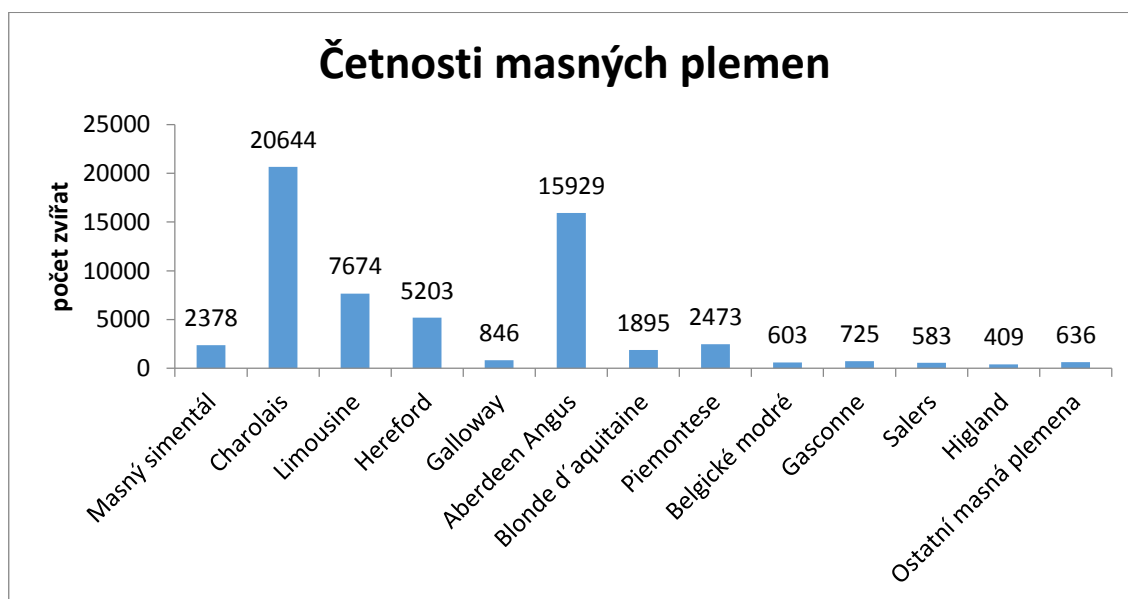
Tabulka 5 uvádí popisnou statistiku konečného upraveného souboru, vstupujícího do výpočtu. Ten obsahoval 59 998 jedinců s potřebnými údaji.

Tab.4 Průměry, směrodatné odchytky, minima a maxima konečného souboru před výpočtem

Vlastnost	N	Průměr	Směr.odchylka	Minium	Maximum
Hmotnost JUT (kg)	59 998	345,30	80,02	80	549,9
Zmasilost (1-6)		2,97	0,82	1	6
Protučnělost (1-5)		2,24	0,72	1	5
Kategorie JUT (1-5)		2,28	1,50	1	5
Heterózní efekt (0-1)		0,61	0,36	0	1
Věk při porážce (dny)		945,22	661,61	365	5 958

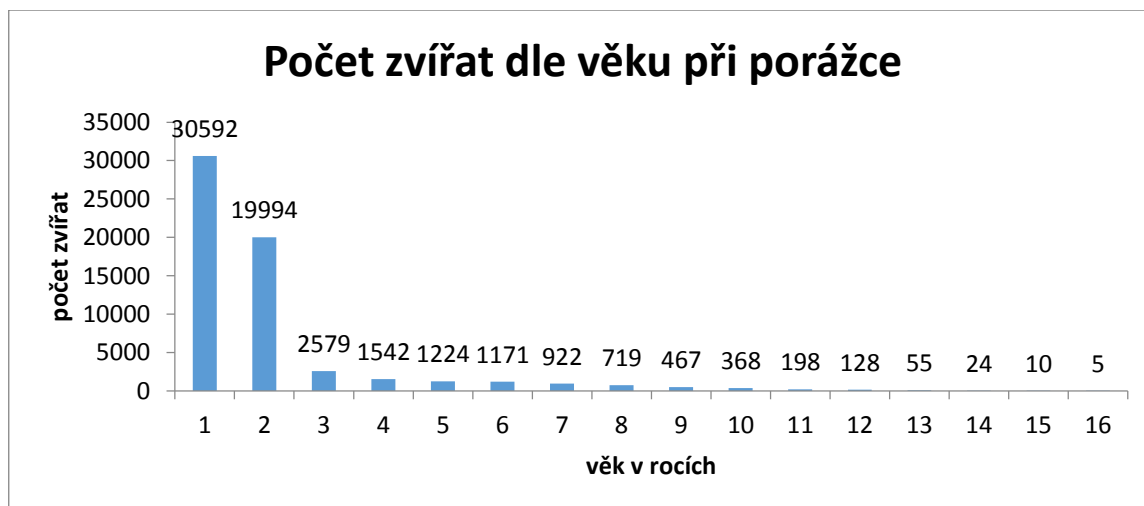
Plemenné zastoupení v konečném souboru dat ukazuje graf č. 1.

Graf 1 Četnosti masných plemen zahrnutých do odhadu



Nejčastějším masným plemenem, poráženým v ČR je plemeno charolais a za ním plemeno aberdeen angus. Naopak nejméně se poráží plemeno higland. Počty porážených zvířat v jednotlivých plemenech jsou dány jejich početním zastoupením v chovech na našem území.

Graf 2 Počet zvířat podle věku při porážce (v rocích)



Graf 2 znázorňuje četnosti zvířat podle věku při porážce, ve kterém je zřejmé poměrně široké rozpětí. Z dat byla vyřazena zvířata pod 365 dní věku, protože postrádala jateční kategorii Z – Mladý skot – jedinci od 8 - 12 měsíců věku a tudíž byla data považována za chybná nebo neměla všechny potřebné údaje pro odhad genetických parametrů. Nejmladšími jedinci v odhadu byla tedy zvířata ve věku 365 dní. Nejstarší jedinci ve studii dosáhli věku 16 let. Je patrné, že nejčastěji se poráží zvířata v prvních dvou letech věku.

Četnosti jednotlivých vlastností uvádí následující tabulka:

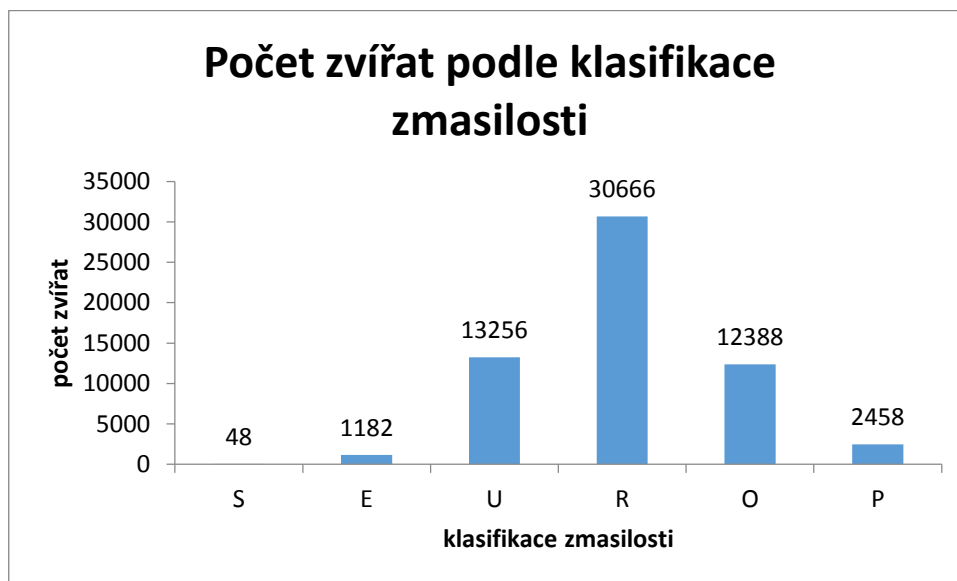
Tab. 5 Četnosti vybraných vlastností

Vlastnost	N	Průměr	Směr.odchylka	Minium	Maximum
Jatka	79	759,46	1 494,41	6	9 246
Klasifikátor	164	365,84	748,87	1	6 708
Poslední chov	1 886	31,81	116,23	1	4 195
Otec	2 028	29,58	45,62	8	1 334
Vrstevníci	6 165	19,46	764,07	1	59 998

Tabulka 6 uvádí, že na celkovém počtu 79 jatek, které byly zahrnuty do konečného odhadu bylo průměrně poraženo 759,46 ks skotu. Nejméně pak bylo na jedněch jatkách poraženo 6 zvířat a nejvíce 9 246 zvířat. Celkový počet klasifikátorů byl 164 a každý z nich hodnotil průměrně 365,84 JUT. Na celkovém počtu 1 886 hospodářství, odkud šla zvířata na porážku a vstupujících do odhadu se nacházelo průměrně 31,81 jedinců. Co se týče otců – jejich celkový počet byl 2 028 a na každého z nich připadalo průměrně 29,58 potomků. Jeden z otců měl 8 potomků a nejvíce potomků na jednoho otce bylo 1 334. Bylo vytvořeno celkem 6 165 skupin vrstevníků, přičemž se v každé skupině nacházelo průměrně 19,46 jedinců.

Četnosti zvířat klasifikovaných do jednotlivých tříd zmasilosti a protučnělosti ukazují následující grafy.

Graf 3 Počet zvířat podle klasifikace zmasilosti

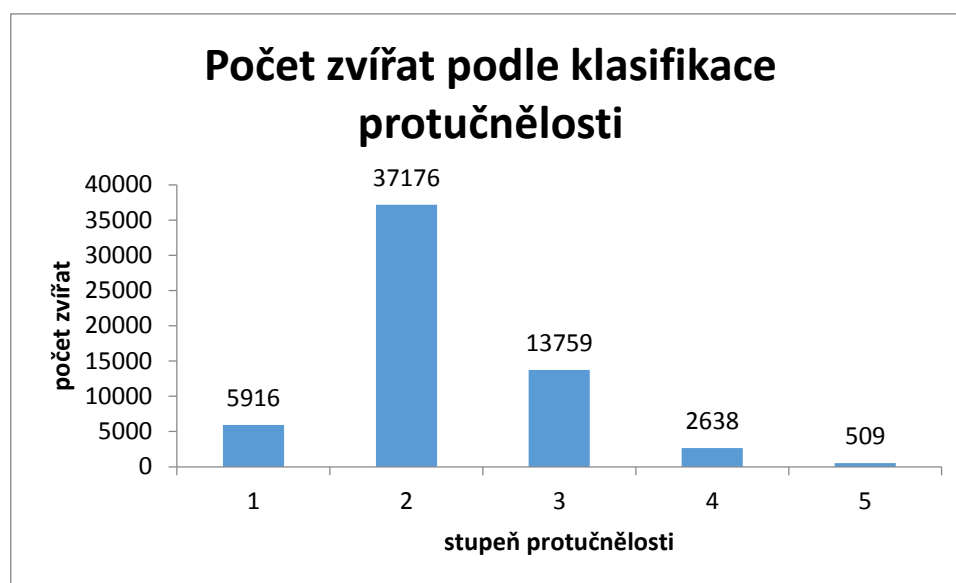


Z grafu i popisných statistik je patrné, že nejčastěji se jatečně upravené těla klasifikují písmenem R (3), poté písmenem U (4) a O (2). Směrodatná odchylka těchto dat je 0,82.

V nejvyšším zatřídění zmasilosti – třídě S – bylo klasifikováno v letech 2007 – 2013 pouhých 48 ks JUT. Graf poměrně dobře zachycuje Gaussovo normální rozdělení dat.

V následujícím grafu 4 je zaznamenán trend u klasifikace protučnělosti v datech připravených pro odhad genetických parametrů. Průměrně byla jatečně upravená těla hodnocena třídou 2, se směrodatnou odchylkou 0,72. Nižší skóre protučnělosti, dosahované v těchto datech je způsobeno tím, že jsou nejčastěji porážena mladá zvířata (viz. graf 2).

Graf 4 Počet zvířat podle klasifikace protučnělosti



6.2 Korelace závislých proměnných

Spuštěn byl výpočet Pearsonova korelačního koeficientu pro závislé proměnné – hmotnost JUT, zmasilost a protučnělost. Pokud se při odhadech plemenných hodnot spouští multi-trait animal model s několika závislými proměnnými, je nutné, aby tyto proměnné byly ve vzájemné korelaci (Mrode et Thompson, 2005).

Tab. 6 Korelace mezi závislými proměnnými (Pearsonův korelační koeficient)

	HMJUT	ZMAS	PROTUC
HMJUT	1,00000	0,70770	0,15984
ZMAS	0,70770	1,0000	0,10843
PROTUC	0,15984	0,10843	1,0000

Z tabulky je zřejmé, že všechny vztahy mezi závislými proměnnými jsou pozitivní. Velmi silnou korelaci 0,71 lze vidět mezi hmotností JUT a klasifikací zmasilosti. Naopak slabou korelaci vykazuje hmotnost JUT s protučnělostí 0,16 i protučnělost se zmasilostí 0,11. Všechny komponenty korelací byly odhadnuty se statisticky významnou spolehlivostí - $P < 0,0001$.

6.3 Obecný lineární model – GLM

6.3.1 GLM pro hmotnost JUT

Do procesu GLM byly zahrnuty následující fixní efekty – klasifikátor, pohlaví, plemeno a kategorie JUT. Pro regresi byly zvoleny věk při porážce a heterózní efekt. Hodnoty v GLM pro hmotnost JUT byly následující:

$R^2 = 0,406$ - tato veličina naznačuje sílu regresního vztahu mezi dvěma proměnnými. Po vynásobení 100 dostáváme tzv. determinační koeficient. Hodnota 0,406 značí, že rozptyl v datech je ze 41 % způsoben chováním proměnné hmotnost JUT.

Variační koeficient = 17,87 z kolika procent se podílí směrodatná odchylka na aritmetickém průměru.

Všechny fixní efekty se pro hmotnost JUT jevily jako statisticky významné $P < 0,0001$ (klasifikátor, pohlaví, plemeno, věk a kategorie JUT) a $P > 0,0007$ pro heterózní efekt.

Důležité jsou i výsledky z výpočtů pomocí metody nejmenších čtverců (LSM – Least Squares Means), která udává průměrnou hmotnost JUT u jednotlivých tříd fixních efektů.

Tab. 7 LSM pro hmotnost JUT a pohlaví

pohlaví	LSMeans
1 - býček	342,192514
2 - plemenice	249,142017

Průměrná hmotnost JUT u býčků ve studii byla 342,19 kg a u plemenic 249,14 kg.

Tab. 8 LSM pro hmotnost JUT a jednotlivá plemena

Plemeno	LSMeans
14 – Masný simentál	305,818715
91 - Charolais	318,697857
92 - Limousin	313,496767
93 – Hereford	287,358144
94 – Galloway	259,794979
95 – Aberdeen angus	301,562174
96 – Blonde d’aquitaine	307,623094
97 - Piemontese	308,798705
98 – Belgické modré	319,440818
99 – Gasconne	307,164434
9A – Salers	293,841859
9B – Highland	219,817605
90 – Ostatní masná plemena	300,259300

Z tabulky je patrné, že nejvyšší hmotnosti jatečně upraveného těla dosahují jedinci plemen belgické modré (319,44 kg) a charolais (318,69 kg). Naopak, nejnižší hmotnosti lze nalézt u plemene higland (219,81 kg).

Tab. 9 LSM pro hmotnost JUT v jednotlivých kategoriích JUT

Kategorie JUT	LSMeans
1 – A – Mladý býk	304,574138
2 – B – Býk	307,346884
3 – C – Vůl	253,755799
4 – D – Kráva	306,474480
5 – E – Jalovice	306,185027

Podle jatečních kategorií je patrné, že nejvyšší porážkové hmotnosti dosahují býci v kategorii B – nekastrovaní jedinci samčího pohlaví nad dva roky věku (307,34 kg). Nepatrný rozdíl v hmotnosti JUT vykazují krávy a jalovice (306,47 a 306,18 kg). Nejnižší hmotnosti JUT dosahují volci s 253,75 kg.

6.3.2 GLM pro zmasilost

$R^2 = 0,423$ – rozptyl v datech je ze 42 % způsoben chováním proměnné zmasilost.

Variační koeficient = 21,03.

Fixní efekty pro zmasilost byly statisticky významné – $P < 0,0001$ (heterózní efekt, klasifikátor, plemeno a kategorie JUT), $P < 0,0011$ pro pohlaví a $P > 0,0001$ pro věk při porážce

Tab. 10 LSM pro zmasilost ve vztahu k pohlaví

pohlaví	LSMeans
1 - býček	2,794
2 - plemenice	2,419

Zatřídění zmasilosti je vyšší u býčků 2,794 (třída R) než u plemenic, u kterých činí 2,419 (třída mezi R a O).

Tab. 11 LSM pro zatřídění zmasilosti u jednotlivých plemen

Plemeno	LSMeans
14 – Masný simentál	2,549
91 - Charolais	2,787
92 - Limousin	2,795
93 – Hereford	2,488
94 – Galloway	2,378
95 – Aberdeen angus	2,482
96 – Blonde d'aquitaine	2,712
97 - Piemontese	2,720
98 – Belgické modré	2,991
99 – Gasconne	2,797
9A – Salers	2,610
9B – Highland	1,939
90 – Ostatní masná plemena	2,638

Nejvyššího zatřídění zmasilosti dosahuje plemeno belgické modré (2,991 – třída R) a naopak nejnižšího zatřídění plemeno highland (1,939 – třída O).

Tab. 12 LSM pro zatřídění zmasilosti v jednotlivých jatečných kategoriích

Kategorie JUT	LSMeans
1 – A – Mladý býk	2,806
2 – B – Býk	2,727
3 – C – Vůl	2,442
4 – D – Kráva	2,366
5 – E – Jalovice	2,692

Nejlepšího zatřídění v rámci hodnocení zmasilosti metodou SEUROP dosahují mladí býci do dvou let věku s průměrným hodnocením 2,806 (třída R). Nejnižšího zatřídění pak dosahuje kategorie krávy s 2,336 (třída O).

6.3.3 GLM pro protučňlost

$R^2 = 0,269$ – rozptyl v datech je z 27 % procent způsoben chováním proměnné protučňlost.

Variační koeficient = 27,51.

Fixní efekty použité v modelu se jeví jako statisticky významné $P < 0,0001$ (klasifikátor, plemeno, věk při porážce, pohlaví a kategorie JUT), avšak statisticky neprůkazný byl heterózní efekt $P > 0,8417$, což naznačuje, že jeho vliv na skóre protučňlosti je minimální.

Tab.13 LSM pro protučňlost u jednotlivých pohlaví

pohlaví	LSMeans
1 - býček	1,950
2 - plemenice	2,408

Býčci dosahují nižšího stupně protučňnosti než plemenice.

Tab.14 LSM pro protučnělost i jednotlivých masných plemen

Plemeno	LSMeans
14 – Masný simentál	2,163
91 - Charolais	2,193
92 - Limousin	2,204
93 – Hereford	2,437
94 – Galloway	2,258
95 – Aberdeen Angus	2,377
96 – Blonde d’aquitaine	2,060
97 - Piemontese	2,111
98 – Belgické modré	2,041
99 – Gasconne	2,079
9A – Salers	2,176
9B – Highland	2,031
90 – ostatní masná plemena	2,204

Nejnižšího stupně zatřídění pro protučnělost dosahuje plemeno highland s 2,03 body, belgické modré s 2,04 a blonde d’aquitaine s 2,06 průměrnými body. Nejvyšší protučnělost se nachází u plemen hereford (2,43) a aberdeen angus s 2,37.

Tab.15 LSM pro protučnělost v jednotlivých jatečných kategoriích

Kategorie JUT	LSMeans
1 – A – Mladý býk	2,121
2 – B – Býk	2,000
3 – C – Vůl	2,212
4 – D – Kráva	2,197
5 – E – Jalovice	2,348

Nejnižšího stupně protučnění podle jatečných kategorií dosahují dospělí býci nad dva roky věku (2,000) a nejvyššího stupně protučnění jalovice (2,348).

6.4 Odhad komponent variance a dědivosti

6.4.1 Fixní efekt – věk při porážce

Efekt věk při porážce byl do odhadu zahrnut jako pevná lineární regrese.

Tab.16 Odhad efektu věk při porážce pro závislé proměnné

Věk při porážce pro:	Regresní koeficient
Hmotnost JUT	0,0235
Zmasilost	0,0000
Protučnělost	0,0000

Vzhledem k pozitivní regresi u hmotnosti JUT lze říci, že věk při porážce má na tuto závislou proměnnou vliv. Nemá však žádný vliv na zmasilost ani protučnělost, neovlivňuje je ani pozitivně, ani negativně.

6.4.2 Fixní efekt – heteroze

Heterózní efekt byl do odhadu zařazen jako pevná lineární regrese. V podmínkách ČR dochází ve velkém množství ke křížení mezi masnými, dojnými a kombinovanými plemeny a od toho se odvíjejí konkrétní hodnoty heteroze. Do odhadu v této studii vstupují jednak čistokrevní jedinci, ale i jedinci s vysokým podílem krve dojených plemen, kteří jsou pak na jatkách klasifikováni nižší třídou zmasilosti, což může být v tomto případě důvodem záporné hodnoty regresního koeficientu.

Tab. 17 Odhad heterózní efektu pro závislé proměnné

Heterózní efekt u:	Regresní koeficient
Hmotnost JUT	3,3895
Zmasilost	-0,0523
Protučnělost	0,0200

6.4.3 Fixní efekt – pohlaví

Do modelu zahrnuto jako fixní prostředový efekt.

Tab.18 Odhad efektu pohlaví pro závislé proměnné

Vliv pohlaví na:	Odhad	
	1 – býček	2 - plemence
Hmotnost JUT (kg)	345,3	264,66
Zmasilost (skóre SEUROP)	2,97	2,51
Protučňelost (skóre 1-5)	2,24	2,72

Efekt pohlaví má nezanedbatelný vliv na každou ze tří závislých proměnných. Větší vliv lze sledovat především u plemenic, které dosahují mnohem nižší hmotnosti JUT i zatřídění zmasilosti, která je dána nižší porážkovou hmotností samic ve vztahu k věku oproti samcům a vzhledem k vysoké korelaci mezi hmotností a zmasilostí dosahují tedy i poměrně nižší zmasilosti. Plemence vykazují všeobecně nižší intenzitu růstu, nižší schopnost konverze krmiva a to se poté projevuje nižší hmotností v dospělosti (Bartoň et al., 2014). Dochází u nich také k ranějšímu ukládání tuků, což tabulka 18 také dokumentuje.

6.4.4 Fixní efekt – plemeno

Tab. 19 Odhad efektu plemene pro závislé proměnné

Plemeno	Odhad		
	Hmotnost JUT (kg)	Zmasilost (skóre SEUROP)	Protučňelost (skóre 1-5)
14 – Masný simentál	339,83	2,86	2,34
91 - Charolais	345,08	2,99	2,34
92 - Limousin	339,37	2,99	2,35
93 – Hereford	332,41	2,82	2,51
94 – Galloway	313,70	2,80	2,42
95 – Aberdeen angus	335,84	2,80	2,48
96 – Blonde d’aquitaine	345,3	2,97	2,24
97 - Piemontese	338,57	2,94	2,25
98 – Belgické modré	342,00	2,99	1,61
99 – Gasconne	341,43	2,98	2,29
9A – Salers	337,3	2,92	2,32
9B – Highland	299,56	2,53	2,28
90 – Ostatní mas. plem.	339,45	2,95	2,35

Nejlepší předpověď pro hmotnost JUT má plemeno charolais. To není překvapivý výsledek, vzhledem k faktu, že se v rámci plemene objevují jedinci s dvojitým osvalením a provádí se jejich cílené šlechtění pro tuto vlastnost. Nižší odhad hmotnosti JUT u plemene belgické modré, u kterého je *double muscling* typickým znakem, bude způsoben jejich nízkým početním zastoupením ve studii. Nejnižší odhad pro hmotnost JUT je u plemene highland, které je nejen početně málo zastoupené, ale také jde o plemeno malého rámce.

Co se týče proměnné zmasilosti, je zřetelné, že nejvyššího odhadu pro zatřídění dosahují plemena charolais, limousin a belgické modré. U belgického modrého by bylo možné očekávat mnohem vyšší odhad pro zmasilost, této hodnoty dosahuje nejspíše díky jeho nízkému početnímu zastoupení v datech. Nejnižšího odhadu pak opět plemeno highland, které je díky svému malému rámci a dosažení dospělosti poráženo při nižších porážkových hmotnostech a tím pádem je nižší i klasifikace zmasilosti. Jeho odhad samozřejmě snižuje i malé početní zastoupení v datech.

Odhady pro protučnělost se bezmála u všech plemen pohybují kolem průměru. Odchytky jsou u plemene hereford, které vykazuje nejvyšší odhad pro protučnělost a belgické modré s naopak nejnižším odhadem. Preference protučnělosti masa záleží na tržní poptávce.

Průměrná hmotnost JUT v odhadovaných datech činila 334,60 kg, při průměrném hodnocení zmasilosti 2,89 (blízko hodnocení R) a protučnělosti 2,29.

6.4.5 Odhad genetických parametrů a koeficientů heritability

Odhady variancí pro jednotlivé závislé proměnné ukazuje tabulka 20.

Tab. 20 Genetická (σ^2_a), reziduální (σ^2_e), fenotypová (σ^2_p) variance a variance náhodné efektu IDVRS (stádo-rok-období-jatka) (σ^2_{IDVRS})

Závislá proměnná	Odhad			
	σ^2_a	σ^2_e	σ^2_p	σ^2_{IDVRS}
Hmotnost JUT	2084.	1431.	4104	589,0
Zmasilost	0,1612	0,2117	0,4187	0,4584E-01
Protučnělost	0,1566	0,2122	0,4055	0,3672E-01

V tabulce 21 je uveden přehled koeficientů heritability (h^2) pro jednotlivé závislé proměnné

Tab. 21 Koeficienty heritability (h^2)

Závislá proměnná	h^2
Hmotnost JUT	0,51
Zmasilost	0,38
Protučnělost	0,39

7 Diskuze

Vypočítaný průměr hmotnosti JUT 334,60 kg byl v relativní shodě s některými studii. Například Polach et al. (2004) uvádí průměrnou hmotnost JUT 332,54 kg, Kučerová et al. (2003) 332,51 kg, Pesonen et Huuskonen (2015) 336,0 kg, Andryšek et al. (2015) 338,66 kg, Veselá et al. (2011) 330,92 kg. S jinými studii se však odlišoval. Chládek et al. (2005) uvádějí průměrnou hmotnost JUT 381,5 kg, Pesonen et al. (2012) dokonce 409,6 kg, hodnotu 342 kg uvádí Conroy et al. (2009), 363,8 kg Voříšková et al. (2008), opačným směrem se odlišuje průměrná hmotnost JUT u Bureše et Bartoně (2012) s hodnotou 311,55 kg. Rozdíly jsou způsobené jednak použitím odlišných modelů pro odhad parametrů, ale také plemeny, prostředím a počty jedinců, zahrnutých do jednotlivých studií.

Porovnání zatřídění zmasilosti se zahraničními studii je problematické, především proto, že každá země smí a nemusí využívat pro klasifikaci zmasilosti SEUROP jednotlivé podtřídy a ty mohou být zavedeny u všech tříd nebo jen u některých. Česká republika podtřídy nevyužívá. Navíc záleží na autorovi, jaký způsob zvolil k jeho přečíslování před samotným odhadem, zda-li zvolil $S = 1$ nebo $S = 6$, jako je tomu v této práci, kde průměrná klasifikace zmasilosti a protučnělosti u masných plemen činily 2,89 (O+ kdyby se využívalo podtříd) pro zmasilost a 2,29 pro protučnělost. Veselá et al. (2011) uvádí pro tyto dvě proměnné průměrné hodnoty 2,94 (O+) a 2,2. Onenc (2004) za využití podtříd uvádí průměrné hodnoty zmasilosti R+ a 2,5 skóre protučnělosti. Poměrně vysoké skóre zmasilosti, navíc u kombinovaných plemen, zaznamenal Chládek et al. (2005) 3,04 (U), protučnělost byla poměrně shodná 2,24. Odlišné hodnoty u těchto závislých proměnných v rámci plemen uvádí Polach et al. (2005), který uvádí, že nejvyššího hodnocení zmasilosti dosahovali býci plemene charolais (3,17), přičemž v této práci to bylo 2,99 a nejvyšší protučnělost našel i býků belgické modré 2,45 – v této práci plemeno dosahovalo naopak nejnižšího stupně protučnělosti 1,61. Tyto rozdíly však budou způsobeny tím, že v práci není zohledněna interakce plemeno x pohlaví a odhady jsou stanoveny buďto jen pro samotné plemeno nebo samotné pohlaví. Stejně tak tomu je ve studii Zaujce et Idrisse (2013), kteří uvádí průměrnou hodnotu zmasilosti 1,64 (P+) u krav a 2,37 (O-) u býků a protučnělost 1,92 u krav a 1,18 u býků, v porovnání s touto studií, kdy býci vykazují hodnocení zmasilosti 2,94 (O+) a 2,24 za protučnělost a plemenice 2,51 (O) zmasilost a 2,72 protučnělost.

Na odhad genetických parametrů a především koeficientu dědivosti pro hmotnost JUT bylo zaměřeno mnoho studií. Utrera et Dale Van Vleck (2004) poukazovali na poměrně vysokou variabilitu jednotlivých odhadů, která se pohybovala od 0,09 (Johnston et al., 1992) do 0,92

(Blackwell et al., 1962). Průměrná hodnota koeficientu heritability pro hmotnost JUT byla 0,42 (Utrera et Dale Van Vleck, 2004). Tak například studie Erikssona et al. (2002) uvádí koeficient heritability pro švédskou populaci masného skotu u hmotnosti JUT v rozmezí 0,21 – 0,39 a poměrně shodné hodnoty koeficientu heritability pro zmasilost ($h^2 = 0,39$) a pro protučnělost ($h^2 = 0,42$) ve srovnání s touto prací. Parkkonen et al. (2000) uvádí hodnoty koeficientů heritability u finských dojených plemen podle pohlaví v rozpětí 0,07 - 0,14 pro hmotnost JUT, 0,16 – 0,31 pro zmasilost a 0,08 – 0,16 pro protučnělost. Variabilita oproti výsledkům této studie je pravděpodobně způsobena hodnocením pouze masných plemen. Zohlednění interakce plemene a pohlaví se však jeví jako důležitý zpřesňující krok pro odhad těchto genetických parametrů. Interakci plemeno x pohlaví a navíc věk zohlednili ve své práci Schenkel et al. (2004), kteří uvádějí střední hodnotu heritability pro všechny znaky (0,30 – 0,55). U irské populace skotu provedli odhad genetických parametrů pro znaky JUT Hickey et al. (2007), kteří avizovali průměrnou hodnotu heritability pro hmotnost JUT 0,26 a pro zmasilost a protučnělost shodně 0,17. Protože odhady prováděli na konkrétních skupinách otcovských plemen, prokázali, že dědivost a odhad genetických parametrů pro SEUROP jsou různé u různých plemen (Veselá et al., 2011). Pabiou et al. (2008) uvažují dědivost u hmotnosti JUT 0,59, což je v relativní shodě s touto prací, dále pak ale uvádí koeficient heritability pro zmasilost 0,79 a pro skóre protučnělosti 0,63, což jsou výrazně vyšší hodnoty nejen oproti této studii, způsobené pravděpodobně faktem, že odhady prováděli na nízkém počtu zvířat.

Genetická korelace vypočítaná pomocí Pearsonova korelačního koeficientu je v této studii velmi silná mezi hmotnostmi JUT a zmasilostí ($r = 0,71$). Síla korelace je ve shodě se studií Veselá et al. (2011), která uvádí korelaci u lineárního modelu 0,823 a u lineárního prahového modelu dokonce 0,959. Korelace mezi hmotnostmi JUT a protučnělostí se jeví v této práci nízká ($r = 0,16$), kdežto u Veselá et al. (2011) je střední a poměrně shodná u obou modelů (0,332 a 0,328). Genetická korelace mezi zmasilostí a protučnělostí vyšla opět nízká ($r = 0,11$) a ještě nižší byla odhadnuta v práci Veselá et al. (2011), kde její hodnoty činily u lineárního modelu 0,071 a u prahového modelu 0,053. Relativně vysokou pozitivní korelaci mezi zmasilostí a protučnělostí uvádí Hickey et al. (2007) ($r_g = 0,44$) u otcovských skupin holštýnského skotu v Irsku a velmi nízkou genetickou korelaci u nich odhadl mezi hmotností JUT a zmasilostí ($r_g = 0,11$), což jsou velmi odlišné výsledky od ostatních studií, způsobené pravděpodobně odlišným určováním zmasilosti a protučnělosti u dojených plemen skotu. Parkkonen et al. (2000) ovšem shodně s touto prací avizují silnou genetickou korelaci mezi

hmotností JUT a zmasilostí ($r_g = 0,66$) a nízkou až nulovou korelaci mezi hmotností JUT a protučnělostí a mezi zmasilostí a protučnělostí.

8 Závěr

Genetické parametry pro klasifikaci jatečných znaků metodou SEUROP jsou v současnosti odhadovány v České republice pro masná i kombinovaná plemena skotu a jejich metody odhadu se neustále vyvíjí. Tato práce byla zaměřena na optimalizaci genetické analýzy jatečných znaků hodnocených metodou SEUROP pouze pro masná plemena.

Efekty zvolené do modelu se běžně využívají s více či méně výraznými odchylkami plošně i v ostatních evropských zemích, kde se ke klasifikaci JUT používá metoda SEUROP a odhadují se pro ní genetické parametry. Vzhledem k vědeckému charakteru práce byl model využit i s rizikem nevhodnosti jednotlivých nezávislých proměnných.

Výsledky práce nejsou v rozporu s již uvedenými studii. V dalších pracích, které budou navazovat na tuto diplomovou práci, by však měly být přezkoumány a analyzovány některé efekty, konkrétně heterózní efekt a zohledněny by měly být interakce mezi efekty (např. plemeno-věk-pohlaví) – jejichž ověření je již nad rámec této práce.

Analýza genetických parametrů a odhad koeficientů dědivosti jatečných znaků u masných plemen není ani zdaleka vyčerpána a vyžaduje další zkoumání s širším pojetím a přesnějším zvolením fixních efektů, pokud to poskytnutá data dovolí.

Přes užší zaměření práce mohou mít výsledky této práce praktický dopad na směřování plemenitby u masného skotu a hodnocení masné užitkovosti skotu v České republice.

9 Použitá literatura

Aass, L., Vangen, O. 1998. Carcass and Meat Quality Characteristics of Young Bulls of Norwegian Cattle and Crossbreds with Angus, Hereford and Charolais. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 48. 65 – 75.

Akaike, H. 1973. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. Pages 267 – 281. In 2nd Int. Symp. Inf. Theory, Budapest, Hungary.

Albertí, P., Panea, B., Sañudo, C., Olleta J.L., Ripoll, G., Ertbjerg, P., Christensen, M., Gigli, S., Failla, S., Concetti, S., Hocquette, J.F., Jailler, R., Rudel, S., Renand, G., Nute, G.R., Richardson, R.I., Williams, J.L. 2008. Live weight, body size and carcass characteristics of young bulls of fifteen European breeds. *Livestock Science*, 114. 19 – 30.

Allen, P. 2007. New methods for grading beef and sheep carcasses. In: Evaluation of carcass and meat quality in cattle and sheep. EAAP Publication, 123. 39 – 47.

Andrýsek, J., Večeřa, M., Javorová, J., Velecká, M., Falta, D., Chládek, G. 2015. The effect of growth rate on some beef performance characteristics of Czech Fleckvieh heifers. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis*. Vol. 63. 119: č. 4.

Bartoň, L., Bureš, D., Homolka, P., Pipek, P., Pulkrábek, J., Trčka, P. 2014. Učební texty pro školení klasifikátorů jatečných těl skotu (SEUROP). Výzkumný ústav živočišné výroby Praha – Uhřetěves.

Bartoň, L., Kudrna, V., Bureš, D., Zahrádková, R., Teslík, V. 2007. Performance and carcass quality of Czech Fleckvieh, Charolais and Charolais x Czech Fleckvieh bulls fed diets based on different types of silages. *Czech Journal of Animal Science*, 52. 9: 269 – 276.

Bartoň, L., Řehák, D., Teslík, V., Bureš, D., Zahrádková, R. 2006. Effect of breed on growth performance and carcass composition of Aberdeen Angus, Charolais, Hereford and Simmental bulls. *Czech Journal of Animal Science*, 51. 2: 47 – 53.

Baulin, U. 1997. Magnetic resonance imaging for the in vivo determination of body composition in animal science. *Computers and Electronics in Agriculture*, 17. 189 – 203.

Blackwell, R.L., Knox, J.H., Shelby, C.E., Clark, R.T. 1962. Genetic analysis of economics characteristics of young Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, 21. 101 – 107.

Bouška, J. 2006. Chov dojeného skotu. Profí Press Praha. 186 s. ISBN 80-86726-16-9.

Bureš, D. 2014. Masná užitkovost skotu. In: Učební texty pro školení klasifikátorů jatečných těl skotu (SEUROP). Výzkumný ústav živočišné výroby Praha – Uhřetěves.

Bureš, D., Bartoň, L. 2009. Vztah mezi hmotností jatečně upraveného těla skotu a jeho zařazením do třídy jakosti SEUROP. *Maso*, 20. 5, 45 – 47.

Bureš, D., Bartoň, L. 2012. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. *Czech Journal of Animal Science*, 57. 1: 34 – 43.

Conroy, S. B., Drennan, M.J., Kenny D.A., McGee, M. 2009. The relationship of live animal muscular and skeletal scores, ultrasound measurements and carcass classification scores with carcass composition and value in steers. *Animal*, 3. 11: pp. 1613 – 1624.

Craigie, C.R., Navajas, E.A., Purchas, R.W., Maltin, C.A, Bünger, L., Hoskin, S.O., Ross, D.W., Morris, S.T., Roehe, R. 2012. A review of the development and use of video image analysis (VIA) for beef carcass evaluation as an alternative to the current EUROP system and other subjective systems. *Meat Science*, 92. 307 – 318.

Cross, H.R., Whitaker, A.D. 1992. The role of instrument grading in a beef value-based marketing system. *Journal of Animal Science*, 70. 984 – 989.

Čermák, B. 1999. Výživa a krmení výkrmového skotu. Institut výchový a vzdělávání, MZe ČR, Praha. 20 s.

Český statistický úřad. 2016. Soupis hospodářských zvířat [online]. 12. května 2016. [cit 2017-03-02]. Praha. Dostupné z <https://www.czso.cz/csu/czso/soupis-hospodarskych-zvirat-k-1-4-2016>.

Český svaz chovatelů masného skotu. 2016. <http://www.cschms.cz/>

Eriksson, S., Näsholm, A., Johansson, K., Philipsson, J. 2003. Genetics analyses of field-recorded growth and carcass traits for Swedish beef cattle. *Livestock Production Science* 84. 53 – 62.

EUROSTAT. 2017. <http://ec.europa.eu/eurostat>.

FAOSTAT. 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.

Filipčík, R., Šubrt, J., Bjelka M., Hošek, M., Puklová, P. 2008. Vliv kategorie skotu na jakostní parametry jatečně upraveného těla. Sborník Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně. Ročník LVI. 6. Č. 5.

Filipčík, R., Šubrt, J., Vyroubal, M. 2006. Biological characteristics that influence the SEUROP system classification for Czech Fleckvieh and Holstein bull carcasses. Sborník Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně. Ročník LIV. 4. Č. 2.

Gilmour, A.R., Thompson, R., Cullis, B.R. 1995. Average Information REML: An Efficient Algorithm for Variance Parameter Estimation in Linear Mixed Models. *Biometrics*, 51, 1440 – 1450.

Herd, R.M., Arthru, P.F., Hegarty, R.S., Archer, J.A. 2002. Potential to reduce greenhouse gas emissions from beef production by selection for reduced residual feed intake. Proc. 7th World Congress, Genet. Appl. Livest. Prod., Institut National de la Recherche Agronomique, France. No. 10 – 22.

Herva, T., Huuskonen, A., Virtala, A.-M., Peltoniemi, O. 2011. On-farm welfare and carcass fat score of bulls at slaughter. *Livestock Science*, 138. 159 – 166.

Hickey, J. M., Keane, M.G., Kenny D. A. , Cromie A. R., Veerkamp R.F. 2007. Genetic parameters for EUROP carcass traits within different groups of cattle in Ireland. *Journal of Animal Science*, 85: 314 – 321.

Chládek, G., Falta, D. 2006. Beef performance of Holstein calves slaughtered at 300 kg of live weight. *Sborník Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně. Ročník LIV. 2. Č. 4.*

Chládek, G., Žižlavský, J., Šubrt, J. 2005. A comparison of carcass proportions in Czech Pied and Montbeliarde bulls with a high carcass weight. *Czech Journal of Animal Science*, 50. 3: 109 – 115.

Ingr, I. 2004. Jakou perspektivu má hovězí maso v naší výživě? [online]. Český svaz zpracovatelů masa. 22. července 2004. [cit 2017-02-18]. Dostupné z <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=896>.

Jakubec, V., Bezdíček, J., Louda, F. 2010. *Selekce – Inbríding – Hybridizace. Agrovýzkum Rapotín. KartoTISK Šumperk. 382 s. ISBN: 978-80-87144-22-0.*

Jakubec, V., Říha, J., Golda, J., Majzlík, I. 1999. *Odhad plemenné hodnoty hospodářských zvířat. Výzkumný ústav pro chov skotu, Rapotín, Grafotyp Šumperk. 179 s.*

Jakubec, V., Říha, J., Majzlík, I., Bjelka, M. 2003. *Teorie a praxe selekce hospodářských zvířat. Asociace chovatelů masných plemen, Rapotín. Grafotyp Šumperk. 154 s.*

Johnston, D.J., Benyshek, L.L., Bertrand, J.K., Johnson, M.H., Weiss, G.M. 1992. Estimates of genetic parameters for growth and carcass traits in Charolais cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 72. 493 – 499.

Kamieniecki, H., Wójcik, J., Pilarczyk, R., Lachowicz, K., Sobczak, M., Grzesiak, W., Blaszczyk, P. 2009. Growth and carcass performance of bull calves born from Hereford, Simmental and Charolais cows sired by Charolais bulls. *Czech Journal of Animal Science*, 54. 2: 47 – 54.

Keane, M.G., Allen, P. 1998. Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livestock Production Science*, 56. 203 – 214.

Kučerová, J., Keclík, R., Maršálek, M., Frelich, J. 2003. Evaluation of meat production of Czech pied bulls in fattening control stations with reference to relative breeding value of milk and meat production of sires. *Journal of Central European Agriculture (online)*, Volume 4. No2.

Kvapilík, J. 2015. Chov skotu a produkce hovězího masa. *Zpravodaj českého svazu chovatelů masného skotu*. Roč. XXII. Březen 2015. Č. 1.

Liotta, L., Chiofalo, V., D'Alessandro, E., Vasi, S., Ferrante, A., Chiofalo, B. 2011. Slaughtering traits and meat quality of Cinisara cattle, a native Italian breed. *Italian Journal of Animal Science*, vol. 10: e28.

Misztal, I., Gianola, D., Foulley, J.L. 1989. Computing aspects of a nonlinear method of a sire evaluation for categorical data. *Journal of Dairy Science*, 72. 1557 – 1568.

Misztal, I., Tsuruta, S., Strabel, T., Auvray, B., Druet, T., Lee, D.H. 2002. BLUPF90 and related programs (BGF90). In *7th World Congress Genetics Applied to Livestock Production*, Montpellier, France, 19 – 23. August 2002. 28 pp.

Mojto, J., Zaujec, K., Novotná, K., Pavlič, M. 2004. Chemical and physical-technological properties of three different muscles in carcass of slaughter bulls. *Journal of Farm Animal Science*, XXXVII: 237 – 244.

Mrode, R.A., Thompson, R. 2005. *Linear Models for the Prediction of Animal Breeding Values*. CABI Publishing. Wallingford. 344 s. ISBN 0-85199-000-2.

Němcová, K., Šubrt, J., Dračková, E., Filipčík, R. 2010. Vliv zvolených faktorů na sílu svalových vláken podle pohlavní příslušnosti jatečného skotu. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis*. Ročník LVIII. 33. Č. 5.

Nogalski, Z., Wronski, M., Wielgosz-Groth, Z., Purwin, C., Sobczuk-Szul., M., Mochol, M., Pogorzelska, P. 2013. The effect of carcass conformation class (EUROP system) on the slaughter

quality of young crossbred beef bulls and Holstein-Friesians. *Anniversary Animal Science*. Vol. 13, No. 1. 121 – 131.

Oliver, A., Mendizabal, J.A., Ripoll, G., Albertí, P., Purroy, A. 2010. Predicting meat yields and commercial meat cuts from carcasses of young bulls of Spanish breeds by the SEURO method and an image analysis system. *Meat Science*, 84. 628 – 633.

Onenc, A. 2004. A comparison of Holstein Friesian, Brown Swiss and Eastern Anatolian Red cattle slaughtered in Turkey for carcass conformation and fatness in SEURO system. *Czech Journal of Animal Science*, 49. 4: 169 – 176.

Pabiou, T., Fikse, F., Näsholm, A., Cromie, A.R., Drennan, M.D., Keane, M.G., Berry, D.P. 2008. Genetic parameters for carcass cuts yields in Beef Cattle. *Interbull Bulletin*, 38. 18 – 24.

Parkkonen, P., Liinamo, A-E., Ojala, M. 2000. Estimates of genetic parameters for carcass traits in Finnish Ayrshire and Holstein-Friesian. *Livestock Production Science*, 64. 203 – 213.

Pesonen, M., Honkavaara, M., Huuskonen, A. 2012. Effect of breed on production, carcass traits and meat quality of Aberdeen Angus, Limousin and Aberdeen Angus x Limousin bulls offered a grass silage-grain-based diet. *Agricultural and Food Science*, 21. 361 – 369.

Pesonen, M., Huuskonen, A. 2015. Production, carcass characteristics and valuable cuts of beef breed bulls and heifers in Finnish beef cattle population. *Agricultural and Food Science*, vol. 24. 164 – 172.

Polach, P., Šubrt, J., Bjelka, M, Uttendorfský, K., Filipčík, R. 2004. Carcass value of the progeny of tested beef bulls. *Czech Journal of Animal Science*, 49. 1: 315 – 322.

Prošková, J., Vacek, M. 2007. Faktory ovlivňující výkrmnost a jatečnou hodnotu býků českého strakatého plemene. In: *Sborník z conference “Den masa 2007”*, ISBN 978-80-213-1645-4, Česká zemědělská univerzita v Praze, 24. května 2007, s. 65 – 68.

Příbyl, J., Misztal, I., Příbylová J., Šeba, K. 2003. Multiple-breed, multiple-traits evaluation of beef cattle in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science*, 48. 12: 519 – 532.

Pulkrábek, J., Bartoň, L. 2001. Klasifikace jatečně upravených těl skotu podle SEUROP systému [online]. *Náš chov*. 21. března 2001. [cit 2017-03-16]. Praha. Profí press. Dostupné z <http://naschov.cz/klasifikace-jatecne-upravenych-tel-skotu-podle-seurop-systemu/>

Rios Utrera, A., Dale Van Vleck, L. 2004. Heritability estimates for carcass traits of cattle: a review. *Faculty Papers and Publications in Animal Science. Genetics and Molecular Research* 3. 3: 380 - 394.

Roubalová, M., Vodička, Z. 2014. Situační a výhledová zpráva. Skot – hovězí maso. Ministerstvo zemědělství, Praha. ISBN 978-80-7434-171-7. Dostupné z http://eagri.cz/public/web/file/409310/Skot_2014_web.pdf

Roubalová, M., Vodička, Z. 2015. Situační a výhledová zpráva. Skot – hovězí maso. Ministerstvo zemědělství, Praha. ISBN 978-80-7434-257-8. Dostupné z http://eagri.cz/public/web/file/445839/Skot_2015_Web.pdf

Sami, A.S., Augustini, C., Schwarz, F.J. 2004. Effects of feeding intensity and time on feed on performance carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls. *Meat Science*, 67. 195 – 201.

Schenkel, F.S., Miller, S.P., Wilton, J.W. 2004. Genetics parameters and breed differences for feed efficiency, growth and body composition traits of young beef bulls. *Canadian Journal of Animal Science*, 84. 2: 177 – 185.

Schwarz, F.J., Augustini, C., Kirchgessner, M. 1997. Effect of grazing or indoor feeding on animal performance and carcass and meat quality of Simmental or Angus x Simmental heifers. In: *Proceedings of a workshop*, pp. 238 – 247.

Schwarz, G. 1978. Estimating the dimension of a model. *Ann. Statist.* 6: 461 – 464.

Teslík, V. 1995. *Chov masných plemen skotu*. Praha: Apros. ISBN 80-901100-5-3.

Varona, L., Hernandez, P. 2006. A multithreshold model for sensory analysis. *Journal of Food Science*, 71. 333 – 336.

Smith, S.P., Allaire, F.L. 1985. Efficient selection rules to increase nonlinear merit: application in mate selection. *Genet. Sel. Evol.*, 17. 387 - 406.

Tamarin, R. H. 2001. *Principle of Genetics*. The McGraw-Hill Companies. Boston. 609 s. ISBN 978-0697-13723-4.

Thompson, R., Mayer, K. 1986. A review of theoretical aspects in the estimation of breeding values for multi-trait selection. *Livestock Production Science*, 15, 299 – 313.

Van Arendonk, J.A.M., Tier, B., Kinghorn, B.P. 1994. Use of Multiple Genetic Markers in Prediction of Breeding Values. *Genetics*, 137. 1: 319 – 329.

Varona, L., Moreno, C., Altarriba, J. 2009. A model with heterogenous thresholds for subjective traits: Fat cover and conformation score in the Pirenaica beef cattle. *Journal of Animal Science*, 87: 1210 – 1217.

Veselá, Z., Vostrý, L., Šafus, P. 2011. Linear and linear-threshold model for genetic parameters for SEUROP carcass traits in Czech beef cattle. *Czech Journal of Animal Science*, 56. 9: 414-425.

Voříšková, J., Maršálek, M., Čermák B., Frelich J., Zedníková, J. 2008. Meat performance of the Czech spotted cattle bulls breed in mountain region. *Zootechnie si Biotenologii*, vol. 41. 2: Timisoara.

Vostrý, L., Příbyl, J., Jakubec, V., Veselá, Z., Majzlík, I. 2008. Selection of a suitable definition of environment for the estimation of genotype x environment interaction in weaning weight of beef cattle. *Czech Journal of Animal Science*, 53. 10: 407 – 417.

Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha – Uhřetěves. 2016. *Genetika a šlechtění masného skotu ve VÚŽV, v.v.i.* [cit 2017-02-18]. Dostupné z http://www.vuzv.cz/index.php?p=masny_skot&site=GenetikaSlechteni.

Zahrádková, R. 2009. *Masný skot od A do Z*. Praha: Český svaz chovatelů masného skotu. ISBN 978-80-254-4229-6.

Zaujec, K., Idriss, S.E. 2013. Study of Beef Quality in Slovak Pied Breed (Slovak National Breed) in Relation to Sex. Global Journal of Science Frontier Research Agriculture and Veterinary. Vol. 13, Issue 9.

Zaujec, K., Mojto, J. 2007. Difference quality of carcass bulls by application SEUROP system. Slovak Journal of Animal Science, 40. 3: 126 – 131.

10 Seznam použitých symbolů a zkratek

AA	zkratka pro plemeno aberdeen angus
AIC	kritérium významnosti dle Akaike
ANOVA	analýza rozptylu (Analysis of Variance)
BIC	kritérium významnosti dle Bayese
BLUP	nejlepší lineární nevychýlená předpověď (Best Linear Unbiased Prediction)
BS	zkratka pro plemeno brown-Swiss
C100	čistokrevné plemeno fleckvieh
C75-85A	75 – 85 % kříženec plemene fleckvieh a ayrshire
C75-85R	75 – 85 % kříženec plemene fleckvieh a red holštýn
EAR	zkratka pro východo-anatolský červený skot (East Anatolian Red cattle)
GLM	obecný lineární model (General Linear Model)
HE	zkratka pro plemeno hereford
HF	zkratka pro holštýnsko-fríský skot v zahraniční literatuře
HYS	anglická zkratka pro efekt stádo-rok období (herd-year-season)
HYSA	anglická zkratka pro efekt stádo-rok-období-jatka (herd-year-season-abattoir)
CH	zkratka pro plemeno charolais
IAS	moderní metoda analýzy obrazu (Image Analysis System)
JUT	jatečně upravené tělo
KUMP	kontrola užitkovosti masných plemen
LI	zkratka pro plemeno limousin
LSM	metoda nejmenších čtverců (Least Square Means)
MTBLUP	víceznakový BLUP (Multi-trait BLUP)
ML	metoda maximální věrohodnosti (Maximum Likelihood)
MLLT	označení pro dlouhý zádový sval <i>m. longissimus lumborum et thoracis</i>
NRF	zkratka pro norské národní plemeno
PH	plemenná hodnota
REML	metoda restringované maximální věrohodnosti (Restricted Maximum Likelihood)
SEUROP	certifikovaná metoda pro zatřídění jatečně upravených těl
SRO	náhodný efekt vrstevníků stádo-rok-období

SROJ	náhodný efekt vrstevníků stádo-rok-období-jatka
SI	zkratka pro plemeno masný simentál
SMY %	index pro předpověď prodejního výnosu masa
TPM (BTPM)	krávy bez tržní produkce mléka
VIA	moderní metoda analýzy obrazu k doplnění hodnocení SEUROP (Video Image Analysis)

11 Přílohy

Příloha A - Kategorie JUT

Kategorie těla	Označení	popis
Mladý býk	A	Jatečně upravená těla mladých nekastrovaných zvířat samčího pohlaví ve věku do dvou let
Býk	B	Jatečně upravené těla ostatních nekastrovaných zvířat samčího pohlaví
Vůl	C	Jatečně upravená těla kastrováných zvířat samčího pohlaví od 12 měsíců věku
Kráva	D	Jatečně upravená těla zvířat samičího pohlaví, která se již otelila
Jalovice	E	Jatečně upravená těla zvířat samičího pohlaví, která se ještě neotelila od 12 měsíců věku
Mladý skot	Z	Jatečně upravené tělo zvířat ve věku od 8 do 12 měsíců bez ohledu na pohlaví

Příloha B - Zatřídění zmasilosti v systému hodnocení SEUROP

Třída zmasilosti	Popis
S Nejvyšší	Všechny profily extrémně konvexní; výjimečně vyvinutá svalovina s dvojitým osvalením
E Vynikající	Všechny profily konvexní až super konvexní; výjimečně vyvinutá svalovina
U Velmi dobrá	Profily celkově konvexní; velmi dobře vyvinutá svalovina
R Dobrá	Profily celkově rovné; dobře vyvinutá svalovina
O Průměrná	Profily rovné až konkávní; průměrně vyvinutá svalovina
P Špatná	Všechny profily konkávní až velmi konkávní; slabě vyvinutá svalovina

Příloha C - Zatřídění zmasilosti – doplňující ustanovení

Třída zmasilosti	Doplňující ustanovení		
S Nejvyšší	Kýta:	velmi výrazně zakulacená, dvojitě osvalení, svaly výrazně od sebe oddělené	Vrchní šál silně vyklenutý nad sponou pánevní
	Hřbet:	široký a silně vyklenutý až k pleci	Spodní šál silně vyklenutý
	Plec:	výrazně vyklenutá	
E Vynikající	Kýta:	silně vyklenutá	Vrchní šál výrazně vyklenutý nad sponou pánevní
	Hřbet:	široký, silně vyklenutý až k pleci	Spodní šál silně vyklenutý
	Plec:	silně vyklenutá	
U Velmi dobrá	Kýta:	vyklenutá	Vrchní šál vyklenutý nad sponou pánevní
	Hřbet:	široký a dobře vyklenutý, až k pleci	Spodní šál vyklenutý
	Plec:	vyklenutá	
R Dobrá	Kýta:	dobře vyvinutá	Vrchní a spodní šál je slabě klenutý
	Hřbet:	ještě dostatečně klenutý, u plece méně široký	
	Plec:	dobře vyvinutá	
O Průměrná	Kýta:	středně vyvinutá	Spodní šál zarovnaný
	Hřbet:	středně vyvinutý	
	Plec:	středně vyvinutá až plochá	
P Špatná	Kýta:	slabě vyvinutá	
	Hřbet:	hubený s patrnými kostmi	
	Plec:	plochá s patrnými kostmi	

Příloha D - Klasifikace protučnělosti v systému hodnocení SEUROP

Třída protučnělosti	Popis
1 Velmi slabá	Slabá nebo žádná vrstva tuku
2 Slabá	Mírná vrstva tuku, svalovina téměř všude zřetelná
3 Průměrná	Svalovina je téměř všude pokrytá tukem s výjimkou kýty a plece, slabé vrstvy tuku v hrudní dutině
4 Silná	Svalovina pokrytá tukem, na kýtě a pleci je přesto částečně zřetelná, silné vrstvy tuku v hrudní dutině
5 Velmi silná	Celý povrch jatečně upraveného těla je pokryt tukem; velmi silné vrstvy tuku v hrudní dutině

Příloha E - Klasifikace protučnělosti – doplňující ustanovení

Třída protučnělosti	Doplňující ustanovení
1 Velmi slabá	Dutina hrudní bez tukového krytí
2 Slabá	V dutině hrudní jsou zřetelně viditelné mezižeberní svaly
3 Průměrná	V dutině hrudní jsou mezižeberní svaly ještě viditelné
4 Silná	Na povrchu kýty jsou zřetelné pruhy loje; v dutině hrudní je mezižeberní svalovina kryta lojem
5 Velmi silná	Kýta je téměř celá plošně kryta lojem; v dutině hrudní je silné krytí lojem

Příloha F – Parametrický soubor vstupující do výpočtu

```
#SEUROP
#multitrait animal model - masná plemena
#hmJUT zmas protuc = vek + pohl + hef + ktgj + IDKLAS + IDVRS + IDPLEM + jed + e
DATAFILE
konec.txt
NUMBER_OF_TRAITS
3
NUMBER_OF_EFFECTS
8
OBSERVATION(S)
2 3 4
WEIGHT(S)

EFFECTS: POSITIONS_IN_DATAFILE NUMBER_OF_LEVELS TYPE_OF_EFFECT [EFFECT NESTED]
1 1 1 177015 cross # jedinec
5 5 5 1 cov # vek
6 6 6 1 cov # hef
7 7 7 2 cross # pohlavi
8 8 8 5 cross # kategorie JUT
9 9 9 164 cross # klasifikátor
10 10 10 13 cross # plemeno
11 11 11 6115 cross # vrstevnici
RANDOM_RESIDUAL VALUES
1 0.1 0.1
0.1 1 0.1
0.1 0.1 1 # sigma e na druhou
RANDOM_GROUP
1 # jedinec
RANDOM_TYPE
add_an_upg
FILE
matpri
(CO)VARIANCES
1 0.1 0.1
0.1 1 0.1
0.1 0.1 1 # sigma g na druhou ph
RANDOM_GROUP
8 # vrstevnici
RANDOM_TYPE
diagonal
FILE

(CO)VARIANCES
1 0.1 0.1
0.1 1 0.1
0.1 0.1 1 # sigma g na druhou pro sro
OPTION conv_crit 1e-9
OPTION maxrounds 10000
```