

Alexandra Novotná
a kolektiv

PŘEDPOVĚĎ PLEMENNÝCH HODNOT
PRO ZNAKY ZE VNĚJŠKU HODNOCENÝCH LINEÁRNÍM
POPISEM U TEPLOKREVNÝCH PLEMEN KONÍ



ISBN: 978-80-7403-199-1

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

PŘEDPOVĚĎ PLEMENNÝCH HODNOT PRO ZNAKY ZE VNĚJŠKU HODNOCENÝCH LINEÁRNÍM POPISEM U TEPLOKREVNÝCH PLEMEN KONÍ

Autoři

Ing. Alexandra Novotná, Ph.D.

Ing. Alena Svitáková, Ph.D.

Doc. Luboš Vostrý, Ph.D.

Ing. Zdeňka Veselá, Ph.D.

Oponenti

Ing. Zdenka Majzlíková

Česká plemenářská inspekce, Praha

Doc. Ing. Karel Mach, CSc.

Česká zemědělská univerzita v Praze

Dedikace

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu NAZV QJ1510141

v y d á v á

OSVĚDČENÍ

10068 - 2018/ČPI

o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837..

Název metodiky: **Předpověď plemenných hodnot pro znaky zevnějšku hodnocených lineárním popisem u teplokrevných plemen koní**

Autoři: **Ing. Alexandra Novotná, Ph.D., Ing. Alena Svitáková, Ph.D., doc. Ing. Luboš Vostrý, Ph.D., Ing. Zdeňka Veselá, Ph.D.**

Název organizace: **Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.**

Místo vydání: **Praha**

Rok vydání: **2018**

Metodika byla vypracována v rámci výzkumného projektu č. **QJ1510141**

Využívá projekt „Pravidla pro odvětví zemědělství, lesnictví, rybolov“? **ANO**

V případě, že projekt využívá „Pravidla pro odvětví zemědělství, lesnictví a rybolovu“, je výsledek typu N_{met} zdarma k dispozici všem zájemcům na webové stránce: **www.vuzv.cz**

V Praze dne 10. 10. 2018

Česká plemenářská inspekce

Slezská 100/7

120 00 Praha 2

.....
1
Razítko odborného orgánu státní správy

Jméno zástupce odborného útvaru státní správy:

Ing. Zdenka Majzliková

Funkce zástupce odborného útvaru státní správy:

ředitelka

.....
Podpis zástupce odborného útvaru státní správy

Souhlas ředitelky Odboru vědy, výzkumu a vzdělávání MZe:

**MINISTERSTVO
ZEMĚDĚLSTVÍ**

číslo 65/17

120 00 Praha 1- Nové Město

-2-

V Praze dne 7. 11. 2018

.....
Ing. Pavlína Adam, Ph.D.

Obsah

I. Cíl metodiky	6
II. Vlastní popis metodiky	6
II.1. Úvod.....	6
II.2. Znaky zařazené do genetické analýzy.....	6
II.3. Datové soubory a jejich příprava	6
II.3.1. Struktura datových souborů:	6
II.3.1.1. soubor s údaji o lineárním popisu pocházející z Ústřední evidence koní (ÚEK):	6
II.3.1.2. soubor původů zvířat pocházející z ÚEK:	7
II.3.2. Kontrola správnosti a vyřazení pochybných záznamů.....	7
II.4. Tok datových souborů	7
II.5. Modelová rovnice	8
II.5.1. Příprava efektů do rovnice	8
II.6. Vlastní výpočet.....	8
II.6.1. Přechíslování efektů.....	9
II.6.2. Příprava rodokmenového souboru	9
II.6.3. Genetické parametry	9
II.6.4. Parametrický soubor	10
II.7. Zpracování výsledků.....	11
II.7.1. Příklad souboru výsledků (solutions).....	11
II.7.2. Zpracování výsledků	12
III. Srovnání „novosti postupů“	12
IV. Popis uplatnění Certifikované metodiky	12
V. Ekonomické aspekty.....	12
VI. Seznam použité související literatury	13
VII. Seznam publikací, které předcházely metodice	13
VIII. Přílohy.....	14
Příloha 1. Variančně-kovarianční matice pro přímý genetický efekt jedince	14
Příloha 2. Variančně-kovarianční matice pro reziduální efekt.....	15
Příloha 3. Grafické vyjádření plemenných hodnot všech vlastností pro vybraného jedince (odchyly od průměru)	16

I. Cíl metodiky

Cílem metodiky je zavedení postupu předpovědi genetického založení znaků utváření zevnějšku popisovaného lineárním popisem u jedinců plemen teplokrevných koní na základě předpovědi plemenné hodnoty s využitím metody BLUP – Animal Model. Předpovědi plemenných hodnot budou využívány v rutinním provozu.

II. Vlastní popis metodiky

II.1. Úvod

Nejlepší lineární nevychýlená předpověď (Best Linear Unbiased Prediction = BLUP) je nejpoužívanějším modelem pro předpověď PH. Podstatou metody BLUP je současný odhad jak plemenných hodnot (náhodných efektů), tak i efektů fixních v jednom kroku pomocí lineárních modelů se smíšenými efekty (Mrode, 2014).

Při předpovědi plemenných hodnot pomocí metody BLUP – Animal model není přihlíženo k vlastní užitkovosti, užitkovosti potomstva či užitkových vlastností předků odděleně, ale informace o všech zdrojích informací jsou zpracovávány současně, což vede k zpřesnění předpovědi plemenných hodnot všech jedinců (Schaeffer, 2012).

Korektní stavba těla umožňuje jedincům podat kvalitní sportovní výkony. Jedince s vadami stavby těla je možné selektovat již v raném věku právě díky předpovězeným plemenným hodnotám a středně dědivým koeficientům heritability. Pomocí metody BLUP - AM lze při jejím využívání očekávat přesnější genetické založení jedinců, které povede k přesnějšímu výběru jedinců do plemenitby při současných požadavcích chovatelů na tělesné znaky teplokrevných koní.

II.2. Znaky zařazené do genetické analýzy

Do genetického hodnocení byly vybrány znaky dle metodiky Maršálka (2008), které lze rozdělit do 2 skupin, a to na znaky zevnějšku popisované metodou lineárního popisu a tělesné rozměry.

Znaky zevnějšku popisované metodou lineárního popisu:

typ, rámec, ušlechtilost, délka krku, nasazení krku, délka kohoutku, délka hřbetu, tvar hřbetu, délka beder, tvar beder, délka zádě, sklon zádě, tvar zádě, lopatka, přední spěnka, zadní spěnka, přední kopyto, zadní kopyto, postoj zadních končetin, šířka těla, prostornost kroku, prostornost klusu.

Tělesné rozměry:

výška v kohoutku hůlkou, výška v kohoutku páskou, obvod hrudi, obvod holeně.

II.3. Datové soubory a jejich příprava

Pro výpočty jsou používány vstupní soubory, které jsou připraveny Ústřední evidencí koní ČR s následující strukturou:

II.3.1. Struktura datových souborů:

II.3.1.1. soubor s údaji o lineárním popisu pocházející z Ústřední evidence koní (ÚEK):

- označení (kód) koně
- jméno koně
- místo hodnocení
- hodnotitel
- datum narození koně

- pohlaví
- plemeno
- datum popisu koně
- datum měření koně (data se mohou lišit)
- chovatel
- jednotlivé znaky zevnějšku popisované metodou lineárního popisu (22 znaků)
- tělesné rozměry (4 znaky)

II.3.1.2. soubor původů zvířat pocházející z ÚEK:

- číslo (kód) koně, které má v ústřední evidenci koní
- číslo (kód) otce, které má v ústřední evidenci koní
- číslo (kód) matky, které má v ústřední evidenci koní
- pohlaví
- rok narození koně
- kód plemene koně

II.3.2. Kontrola správnosti a vyřazení pochybných záznamů

Prvním krokem je kontrola správnosti podkladových údajů a spojení jednotlivých souborů.

Každé zvíře s užitkovostí má po spojení souborů pouze jeden řádek, ve kterém jsou shrnuté údaje o všech zaznamenaných vlastnostech. Chybějící záznam je doplněn tečkou.

Záznamy s chybnými, chybějícími a pochybnými údaji jsou vyloučena z předpovědi plemenných hodnot, a jsou nahrazena tečkou. Omezení je stanoveno pro:

- u zvířat s opakovaným měřením je ponechán pouze první pořízený záznam s nejstarším datem, další záznamy jsou vyřazeny
- zvířata, která nemají zaznamenána všechna hodnocení lineárního popisu a měřených znaků, jsou z dalšího hodnocení vyřazena
- vyřazení jsou otci, kteří nemají alespoň 5 potomků
- vyřazena jsou místa popisu zvířat, na kterých je méně než 5 opakování
- vyřazena jsou místa popisu zvířat, na kterých nebylo hodnoceno alespoň 8 zvířat
- vyřazeny jsou roky, v kterých nebylo hodnoceno alespoň 20 zvířat za rok
- vyřazení jsou hodnotitelé, kteří hodnotili za celé období méně než 20 koní
- kohoutková výška hůlkou – záznam je mimo interval 100 – 200 cm
- věk jedince v letech – záznam je mimo interval 2 - 25 let
- zvíře, které má zaznamenáno pohlaví – valach, je převeden do skupiny pohlaví – hřebec

II.4. Tok datových souborů

Datové soubory jsou shromažďovány pod hlavičkou plemenné knihy (PK) a uloženy v Ústřední evidenci koní České republiky (ÚEK) Slatiňany. Z ÚEK data v elektronické podobě budou odpovědným pracovníkem ÚEK pravidelně k stanovenému datu předány do určeného adresáře na serveru Plemdat s.r.o., který jakožto nezúčastněná oprávněná organizace zajišťuje podle zákona předpovědi plemenných hodnot pro hospodářská zvířata. Data budou uvedena v textovém formátu (kódované ASCII) a budou oddělena mezerníkem. Odpovědný pracovník ÚEK oznámí Plemdat uložení souborů pomocí e-mailu, souběžně toto oznámí na PK. Po matematickém zpracování předpovědi plemenných hodnot odpovědný pracovník Plemdat výstupní údaje uloží opět v adresáři na serveru Plemdat a uložení pomocí e-mailu oznámí ÚE a PK. Odpovědný pracovník ÚE stáhne výsledky do ústřední evidence a zapracuje do informačního systému k jednotlivým koním. Výsledky budou předány Radě plemenné knihy, která dle

platného Řádu plemenné knihy využije získaná data pro naplnění šlechtitelského cíle a bude je publikovat pro širokou chovatelskou veřejnost v časových termínech stanovených Radou plemenné knihy. Výstupní soubor bude v textovém formátu (kódování ASCII) s mezerou, jako oddělovačem hodnot.

II.5. Modelová rovnice

Plemenné hodnoty jsou předpovídány podle následující modelové rovnice:

$$y = \text{pohl} + \text{vek} + \text{mist} + \text{hodn} * \text{rok} + \text{jed} + e,$$

kde:

y – vyhodnocované vlastnosti

pohl – pohlaví koně (fixní efekt, ve třídách)

vek – věk koně (fixní efekt, ve třídách)

mist – místo hodnocení – fixní efekt

hodn*rok - interakce efektů hodnotitel a rok hodnocení – fixní efekt

jed – efekt jedince – náhodný efekt

e – reziduum

II.5.1. Příprava efektů do rovnice

Pohlaví koně je označeno 2 kódy: 1 – hřebec, 2 – klisna.

Věk koně je sloučen do 11 tříd podle věku koně:

- třída 1 zahrnuje koně ve věku 2 let
- třída 2 zahrnuje koně ve věku 3 let
- třída 3 zahrnuje koně ve věku 4 let
- třída 4 zahrnuje koně ve věku 5 let
- třída 5 zahrnuje koně ve věku 6 let
- třída 6 zahrnuje koně ve věku 7 let
- třída 7 zahrnuje koně ve věku 8 let
- třída 8 zahrnuje koně ve věku 9 let
- třída 9 zahrnuje koně ve věku 10 let
- třída 10 zahrnuje koně ve věku 11-15 let
- třída 11 zahrnuje koně ve věku 16-25 let

Místo – efekt sdružující vrstevníky, kteří jsou hodnoceni na stejném místě.

Interakce efektů hodnotitel a rok hodnocení – je sloučen do tříd podle působení hodnotitele v určitém roce. Při nízkém počtu pozorování ve třídách (<15) je slučováno pouze podle hodnotitele.

Jedinec – genetické efekt se vzájemnými příbuznostmi zahrnutými v matici příbuznosti, výsledkem jsou plemenné hodnoty pro sledované vlastnosti.

Reziduum – náhodné kolísání prostředí.

II.6. Vlastní výpočet

Programové vybavení k ověření výpočtu:

K přípravě datových souborů a rozebrání výsledků byl používán program SAS (SAS, 2004). Pro vlastní předpovědi plemenných hodnot program BLUPF90 (Misztal et al., 2002).

Plemenná hodnota je stanovena metodou Animal Model, podle dané modelové rovnice, do výpočtu vstupuje soubor s užitkovostmi „**uzitk**“ a rodokmenový soubor „**rodokmen**“.

II.6.1. Přečíslování efektů

Pro vlastní předpovědi plemenných hodnot je nutné datový soubor upravit, přečíslovat efekty.

Úrovně všech efektů vstupujících do předpovědi plemenných hodnot jsou přečíslovány od 1 do maximálního počtu.

Datový soubor pro přečíslované užitkovosti se nazývá „užitk“.

II.6.2. Příprava rodokmenového souboru

Při sestavování rodokmenového souboru vycházíme od jedinců s užitkovostí. K nim se dosazují čtyři generace předků. Zvířata v rodokmenu jsou přečíslována od 1 do maximálního počtu. Čísla v rodokmenu musí odpovídat číslům zvířat uvedených v souboru užitkovostí, tzn. rodokmenové údaje mají přidělena čísla až po zvířatech s užitkovostí.

Rodokmen je zakončen skupinami neznámých předků, které sdružují jednotlivá plemena. Pokud je v rodokmenu předek neznámý, popřípadě se jedná už o čtvrtou generaci předků, je vygenerován předek, který se skládá z čísla 2000000 + kódu plemene podle posledního známého jedince. Skupiny neznámých předků jsou na konci rodokmenu a jsou generovány zvlášť pro otce a matky.

Aby bylo možné určit, který předek je neznámý, do výpočetního souboru se přidává položka **koeficient**:

- koeficient = 1 oba rodiče jsou známí
- koeficient = 2 jeden rodič je neznámý
- koeficient = 3 oba rodiče jsou neznámí

Rodokmenový soubor „rodokmen“ má tyto položky:

- jedinec
- otec
- matka
- koeficient

II.6.3. Genetické parametry

Variance a kovariance dosazované do výpočtu plemenných hodnot jednotlivých náhodných efektů a reziduí jsou uvedeny v parametrovém souboru. Genetické korelace (nad diagonálou), které vyplývají z těchto parametrů, a dědivosti (na diagonále, tučně) jednotlivých vlastností jsou shrnuty v následující tabulce:

	Ty	Rám	Ušl	DeKr	NaKr	DeKh	DeHř	TvHř	DeBe	TvBe	DeZa	SkZa	TvZa	Lop	PřSp	ZaSp	PřKo	ZaKo	PZK	ŠiTe	PrKr	PrKl	KVH	KVP	OHR	OHL
Ty	0.24	-0.13	0.18	0.42	0.29	0.25	-0.10	0.32	0.06	0.26	0.31	-0.13	0.22	0.25	-0.10	-0.05	0.26	0.22	-0.12	0.30	0.51	0.67	0.64	0.63	0.52	0.37
Rám		0.09	-0.17	-0.05	-0.13	0.13	0.78	-0.16	0.85	0.00	0.41	-0.32	0.26	0.62	-0.09	0.05	0.14	0.22	-0.03	0.44	0.41	0.07	-0.02	0.02	0.29	0.26
Ušl			0.31	0.34	-0.14	0.25	-0.06	-0.17	-0.05	-0.19	0.14	0.14	-0.19	0.20	-0.07	0.09	0.19	0.02	-0.15	-0.17	0.22	0.18	-0.40	-0.42	-0.48	-0.61
DeKr				0.10	0.25	0.31	0.12	-0.18	0.00	-0.22	0.24	-0.27	-0.07	0.26	0.08	0.15	-0.06	0.02	0.00	-0.08	0.20	0.32	0.21	0.20	0.02	-0.08
NaKr					0.10	-0.50	0.15	-0.32	0.17	0.04	0.00	-0.41	0.44	-0.37	0.00	0.04	0.11	0.27	0.02	0.04	-0.13	0.04	0.23	0.27	0.30	0.23
DeKh						0.09	-0.14	0.20	0.06	0.31	-0.03	0.24	-0.27	0.51	-0.06	-0.17	-0.04	-0.14	0.01	-0.05	0.41	0.51	0.39	0.34	0.09	0.10
DeHř							0.14	-0.25	0.93	-0.03	-0.09	-0.07	-0.10	-0.04	0.07	0.05	-0.02	0.37	-0.12	-0.02	-0.12	-0.26	0.04	0.03	-0.04	0.22
TvHř								0.08	-0.14	0.67	-0.22	0.11	-0.26	0.22	0.18	-0.12	-0.08	-0.27	-0.05	-0.24	0.12	0.16	0.46	0.37	0.26	0.31
DeBe									0.11	0.15	-0.07	-0.12	-0.10	0.39	0.01	0.05	0.13	0.41	-0.08	0.15	-0.04	-0.08	0.22	0.24	0.09	0.33
TvBe										0.07	0.01	-0.05	0.00	0.13	0.29	0.11	0.00	-0.04	-0.01	0.02	0.19	0.22	0.40	0.36	0.31	0.38
DeZa											0.10	-0.40	0.43	0.47	-0.25	-0.06	0.00	0.05	0.07	0.40	0.26	0.41	0.04	0.05	0.19	0.13
SkZa												0.16	-0.26	0.25	-0.18	-0.22	-0.18	-0.33	0.22	-0.12	0.12	-0.05	-0.08	-0.12	-0.25	-0.05
TvZa													0.18	0.06	-0.04	0.00	-0.03	0.14	-0.06	0.64	0.11	0.12	-0.02	-0.01	0.29	0.13
Lop														0.05	-0.46	-0.38	-0.29	-0.28	0.22	0.37	0.29	0.17	0.12	0.09	0.22	0.09
PřSp															0.09	0.62	0.19	0.16	-0.06	-0.31	-0.31	-0.22	0.06	0.10	0.05	-0.02
ZaSp																0.06	0.01	0.29	-0.09	0.01	-0.36	-0.21	-0.06	0.02	0.17	0.10
PřKo																	0.09	0.81	-0.12	0.08	0.16	-0.01	0.11	0.11	0.10	-0.01
ZaKo																		0.08	-0.15	0.02	-0.15	-0.04	0.14	0.10	0.12	0.11
PZK																			0.14	-0.28	-0.05	-0.02	0.12	0.08	0.02	0.09
ŠiTe																				0.18	0.26	0.23	-0.01	0.10	0.61	0.33
PrKr																					0.18	0.77	0.28	0.31	0.22	0.20
PrKl																						0.20	0.34	0.39	0.29	0.16
KVH																							0.67	0.99	0.79	0.77
KVP																								0.69	0.83	0.79
OHR																									0.43	0.80
OHL																										0.64

Genetické korelace (nad diagonálou) a dědivosti (na diagonále) pro znaky zevnějšku popisované metodou lineárního popisu a měřené znaky:

Ty - typ, Rám - rámec, Ušl - ušlechtilost, DeKr - délka krku, NaKr - nasazení krku, DeKh - délka kohoutku, DeHř - délka hřbetu, TvHř - tvar hřbetu, DeBe - délka beder, TvBe - tvar beder, DeZa - délka zádě, SkZa - sklon zádě, TvZa - tvar zádě, Lop - lopatka, PřSp - přední spěnka, ZaSp - zadní spěnka, PřKo - přední kopyto, ZaKo - zadní kopyto, PZK - postoj zadních končetin, ŠiTe - šířka těla, PrKr - prostornost kroku, PrKl - prostornost klusu, KVH - výška v kohoutku hůlkou, KVP - výška v kohoutku páskou, OHR - obvod hrudi, OHL - obvod holeně.

II.6.4. Parametrický soubor

Zde je uveden parametrický soubor vstupující do programu BLUPf90 s vysvětlivkami (kurzívou).

```
# parametrový soubor pro BLUP
# MULTITRAIT ANIMAL MODEL PRO LINEÁRNÍ POPIS
# Alexandra Novotná
DATAFILE
blup.txt      * Název datového souboru (musí být uložen ve stejném adresáři jako parametrický soubor).
NUMBER_OF_TRAITS
26
NUMBER_OF_EFFECTS
5
```

* Popis výpočtu a další poznámky.

* Počet znaků.

* Počet efektů.

II.7.2. Zpracování výsledků

Konečné zpracování výsledků je provedeno v programu SAS a všechny efekty jsou opět přečíslovány zpět na původní čísla pomocí uložených číselníků. Plemenné hodnoty zvířat v rodokmenu jsou uloženy do samostatného souboru a jsou předány zpět Ústřední evidenci koní ČR pro další využití ve šlechtitelské práci. Pro lepší přehlednost je možné výsledky jednotlivých koní vyjádřit souhrnně grafem, jak je uvedeno v příloze 3. Tvorbu těchto grafů lze v ÚEK zautomatizovat, například pomocí programu Excel (Microsoft Office).

Plemenná hodnota umožňuje vybrat geneticky nejlepší jedince do chovu. U znaků zevnějšku popisovaných metodou lineárního popisu i u tělesných rozměrů jsou geneticky nejlepší jedinci vybíráni podle ideálu, tzn. jsou porovnáváni se žádoucím utvářením znaků a šlechtitelských cílů jednotlivých chovatelských sdružení. U každého znaku může být ideál roven jiné hodnotě plemenné hodnoty.

III. Srovnání „novosti postupů“

Základním předpokladem šlechtění zvířat je šlechtění na základě předpovědi plemenných hodnot. Podkladem vyhodnocení jsou databáze chovatelských informací, které jsou v okamžiku potřeby vyhodnocovány takovým způsobem, který se dopouští co nejmenší chyby. Většinou se postupuje na základě lineárních modelů metody „BLUP – Animal Model“, která umožňuje genetické hodnocení zvířat v celé populaci.

V současné době se jedinci pro připarování vybírají pouze na základě fenotypových hodnot. Tento postup však neumožňuje dostatečnou korekci prostředkových vlivů působících na fenotypový projev daného znaku a rovněž nejsou zohledněny informace o fenotypovém projevu příbuzných jedinců. Při předpovědi plemenných hodnot jsou zohledněny jednak vztahy mezi všemi hodnocenými vlastnostmi, tak hodnota každé z nich je na základě těchto vztahů upřesněna. Zdroj informací od potomků je velmi významný, protože umožňuje vyhodnotit, jakým směrem ve vývinu daných znaků jedinec své potomky ovlivňuje. Proto odhad genetického založení jedince pomocí předpovědi plemenné hodnoty metodou BLUP – Animal Model povede ke zkvalitnění selekce jedinců pro připarování za účelem stabilizace znaků utváření tělesné stavby. Víceznakový model uvedený v této metodice pracuje se znaky tělesné stavby jako s vícerozměrnou veličinou, a tak zohledňuje genetické i negenetické vztahy mezi jednotlivými znaky, což nebylo v dosavadním způsobu hodnocení a výběru jedinců možné.

IV. Popis uplatnění Certifikované metodiky

Tato metodika je podkladem pro rutinní předpovědi plemenných hodnot pro znaky zevnějšku popisované lineárním popisem a pro tělesné rozměry u teplokrevných koní. Metodika bude uplatněna prostřednictvím ze zákona pověřenou organizací Českomoravská společnost chovatelů, a.s. (ČMSCH). Výsledky této metodiky budou využity příslušnými chovatelskými svazy.

V. Ekonomické aspekty

Podle zákona č. 110/1997 Sb. O potravinách a zákona č. 154/2000 Sb. O šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat ve znění pozdějších předpisů je ČMSCH právnická osoba pověřená ministerstvem k výkonu činností podle jednotlivých bodů § 23c. Jmenovitě podle odstavců 1 a 2 a §7 je povinna poskytovat chovatelům a oprávněným osobám údaje, zpracovávat, zveřejňovat a evidovat výsledky, což se týká všech chovatelsky důležitých vlastností, včetně růstové schopnosti masného skotu. V souladu s doporučením Rady

vlády pro výzkum uvádíme, že ČMSCH nevytváří těmito činnostmi zisk, poskytuje široké chovatelské veřejnosti co nejobjektivnější údaje a vyhodnocením celostátních databází vytváří podklady pro prokázání kvality plemenářské práce chovatelů. Získané plemenné hodnoty jsou předány chovatelskému svazu, který je dále využívá dle schváleného Řádu plemenné knihy a poskytuje je jednotlivým chovatelům jako služba pro chovatelskou veřejnost.

VI. Seznam použité související literatury

- Jakubec, V., Říha, J., Golda, J., Majzlík, I. 1999. Odhad plemenné hodnoty hospodářských zvířat, VÚCHS Rapotín, 175 s.
- Maršálek, M. 2008. Chov koní – popis, posuzování, šlechtění. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. 109 s. ISBN 978-80-7394-101-7.
- Misztal I., Tsuruta S., Strabel T., Auvray B., Druet T., Lee D. (2002): BLUPF90 and related programs (BGF90). In: Proc. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Montpellier, France, Session 28, 1–2.
- Mrode, R. A. 2014. Linear models for the prediction of animal breeding values. 3rd edition, CABI, Oxfordshire, 343 p. ISBN: 978 1 84593 981 6
- SAS. 2004. The MIXED Procedure, The GLM Procedure. SAS/STAT Software, SAS Institute Inc.
- Schaeffer, L.R. 2012. Lineární modely. citováno online [12.08.2018], dostupné z: <http://www.aps.uoguelph.ca/~lrs/ABMethods/notesx.html>

VII. Seznam publikací, které předcházely metodice

- Novotná, A., Svitáková, A., Veselá, Z., Vostrý, L. 2017. Estimation of Genetic Parameters for Linear Type Traits in the Population of Sport Horses in the Czech Republic. *Livestock Science*, 202, p. 1-6
- Svitáková, A. a Brzáková, M. 2016. Předpověď plemenných hodnot pro vyhodnocení polního testu u masných plemen skotu. *Certifikovaná metodika*. Praha Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.. ISBN 978-80-7403-150-2.
- Svitakova, A., Schmidova, J., Pesek, P., Novotna, A. Recent developments in cattle, pig, sheep and horse breeding – a review. *Acta Veterinaria Brno*, 83 (2014). 327-340
- Veselá, Z., Vostrá-Vydrová, H., Novotná, A., Schmidová, J., Brzáková, M., Příbyl, J., Vostrý, L. 2018. Předpověď plemenných hodnot pro znaky zevnějšku popisované lineárním popisem u chladnokrevných koní: českomoravský belgik, norik a slezský norik. *Certifikovaná metodika*. VUZV Uhřetěves. Praha Uhřetěves. ISBN 978-80-7403-189-2
- Vostrý, L., Vostrá-Vydrová, H., Příbyl, J., Novotná, A., Schmidová, J., Bauer, J. 2015. Předpověď plemenných hodnot pro znaky zevnějšku popisované lineárním popisem u Starokladrubského koně. *Certifikovaná metodika*. VÚŽV Uhřetěves. ISBN 978-80-7403-140-3

VIII. Přílohy

Příloha 1.

Variančně-kovarianční matice pro přímý genetický efekt jedince

0,2413	-0,0089	0,0504	0,0499	0,0319	0,0268	-0,0152	0,0240	0,0047	0,0214	0,0324	-0,0158	0,0365	0,0190	-0,0087	-0,0034	0,0201	0,0104	-0,0169	0,0512	0,0795	0,1255	1,0957	1,1756	0,8177	1,6778
-0,0089	0,0592	-0,0157	-0,0012	-0,0070	0,0053	0,0390	-0,0065	0,0359	0,0013	0,0190	-0,0181	0,0185	0,0214	-0,0037	0,0002	0,0038	0,0051	-0,0019	0,0367	0,0254	0,0049	0,0024	0,0380	0,2789	0,3862
0,0504	-0,0157	0,3181	0,0473	-0,0188	0,0292	-0,0118	-0,0160	-0,0069	-0,0160	0,0154	0,0247	-0,0377	0,0175	-0,0069	0,0051	0,0167	0,0016	-0,0247	-0,0328	0,0381	0,0389	-0,7756	-0,8789	-1,5273	-1,8219
0,0499	-0,0012	0,0473	0,0598	0,0125	0,0166	0,0051	-0,0070	0,0011	-0,0080	0,0126	-0,0178	-0,0052	0,0091	0,0031	0,0039	-0,0026	0,0005	0,0001	-0,0080	0,0146	0,0292	0,1766	0,1870	-0,0828	0,0588
0,0319	-0,0070	-0,0188	0,0125	0,0529	-0,0244	0,0093	-0,0106	0,0067	0,0009	0,0008	-0,0265	0,0332	-0,0144	0,0003	0,0013	0,0039	0,0062	0,0014	0,0055	-0,0085	0,0029	0,1915	0,2374	0,2258	0,4209
0,0268	0,0053	0,0292	0,0166	-0,0244	0,0526	-0,0072	0,0082	0,0034	0,0106	-0,0003	0,0154	-0,0221	0,0196	-0,0024	-0,0044	-0,0015	-0,0030	0,0009	-0,0027	0,0326	0,0429	0,2985	0,2888	0,0897	0,1435
-0,0152	0,0390	-0,0118	0,0051	0,0093	-0,0072	0,0652	-0,0097	0,0445	-0,0018	-0,0049	-0,0073	-0,0083	0,0017	0,0034	0,0026	0,0006	0,0086	-0,0087	-0,0023	-0,0074	-0,0224	0,0358	0,0259	0,2490	-0,0850
0,0240	-0,0065	0,0160	-0,0070	-0,0106	0,0082	-0,0097	0,0257	-0,0037	0,0165	-0,0064	0,0054	-0,0147	0,0054	0,0052	-0,0023	-0,0023	-0,0039	-0,0019	-0,0124	0,0076	0,0087	0,2545	0,2229	0,2101	0,2706
0,0047	0,0359	-0,0069	0,0011	0,0067	0,0034	0,0445	-0,0037	0,0417	0,0044	-0,0015	-0,0064	-0,0056	0,0117	0,0001	0,0012	0,0042	0,0077	-0,0040	0,0093	-0,0007	-0,0076	0,1364	0,1644	0,2854	0,1931
0,0214	0,0013	-0,0160	-0,0080	0,0009	0,0106	-0,0018	0,0165	0,0044	0,0263	-0,0002	-0,0022	0,0000	0,0033	0,0082	0,0020	-0,0001	-0,0007	-0,0006	0,0003	0,0087	0,0138	0,2329	0,2279	0,2852	0,3370
0,0324	0,0190	0,0154	0,0126	0,0008	-0,0003	-0,0049	-0,0064	-0,0015	-0,0002	0,0480	-0,0246	0,0326	0,0168	-0,0097	-0,0015	0,0000	0,0010	0,0045	0,0317	0,0203	0,0325	0,0181	0,0300	0,1115	0,2997
-0,0158	0,0181	0,0247	-0,0178	-0,0265	0,0154	-0,0073	0,0054	-0,0064	-0,0022	-0,0246	0,0839	-0,0270	0,0104	-0,0096	-0,0082	-0,0092	-0,0090	0,0184	-0,0119	0,0102	-0,0065	-0,0853	-0,1366	-0,0687	-0,4735
0,0365	0,0185	-0,0377	-0,0052	0,0332	-0,0221	-0,0083	-0,0147	-0,0056	0,0000	0,0326	-0,0270	0,1250	0,0038	-0,0028	0,0003	-0,0010	0,0043	-0,0059	0,0780	0,0129	0,0168	-0,0360	-0,0187	0,2068	0,7324
0,0190	0,0214	0,0175	0,0091	-0,0144	0,0196	0,0017	0,0054	0,0117	0,0033	0,0168	0,0104	0,0038	0,0339	-0,0137	-0,0075	-0,0073	-0,0050	0,0106	0,0229	0,0182	0,0137	0,0798	0,0604	0,0806	0,2276
-0,0087	-0,0037	-0,0069	0,0031	0,0003	-0,0024	0,0034	0,0052	0,0001	0,0082	-0,0097	-0,0096	-0,0028	-0,0137	0,0319	0,0137	0,0052	0,0030	-0,0031	-0,0189	-0,0177	-0,0150	0,0440	0,0675	-0,0154	0,0473
-0,0034	0,0002	0,0051	0,0039	0,0013	-0,0044	0,0026	-0,0023	0,0012	0,0020	-0,0015	-0,0082	0,0003	-0,0075	0,0137	0,0156	0,0006	0,0034	-0,0034	0,0003	-0,0139	-0,0098	-0,0269	0,0057	0,0517	0,1323
0,0201	0,0038	0,0167	-0,0026	0,0039	-0,0015	0,0006	-0,0023	0,0042	-0,0001	0,0000	-0,0092	-0,0010	-0,0073	0,0052	0,0006	0,0280	0,0126	-0,0059	0,0034	0,0087	0,0007	0,0611	0,0677	-0,0077	0,1125
0,0104	0,0051	0,0016	0,0005	0,0062	-0,0030	0,0086	-0,0039	0,0077	-0,0007	0,0010	-0,0090	0,0043	-0,0050	0,0030	0,0034	0,0126	0,0096	-0,0040	0,0015	-0,0048	-0,0020	0,0497	0,0421	0,0470	0,0732
-0,0169	-0,0019	-0,0247	0,0001	0,0014	0,0009	-0,0087	-0,0019	-0,0040	-0,0006	0,0045	0,0184	-0,0059	0,0106	-0,0031	-0,0034	-0,0059	-0,0040	0,0817	-0,0280	-0,0041	-0,0028	0,1177	0,0859	0,1165	0,0312
0,0512	0,0367	-0,0328	-0,0080	0,0055	-0,0027	-0,0023	-0,0124	0,0093	0,0003	0,0317	-0,0119	0,0780	0,0229	-0,0189	0,0003	0,0034	0,0015	-0,0280	0,1350	0,0325	0,0304	0,0086	0,1490	0,5306	1,3933
0,0795	0,0254	0,0381	0,0146	-0,0085	0,0326	-0,0074	0,0076	-0,0007	0,0087	0,0203	0,0102	0,0129	0,0182	-0,0177	-0,0139	0,0087	-0,0048	-0,0041	0,0325	0,1144	0,0977	0,3124	0,3836	0,2905	0,5141
0,1255	0,0049	0,0389	0,0292	0,0029	0,0429	-0,0224	0,0087	-0,0076	0,0138	0,0325	-0,0065	0,0168	0,0137	-0,0150	-0,0098	0,0007	-0,0020	-0,0028	0,0304	0,0977	0,1521	0,4855	0,5830	0,2926	0,7231
1,0957	0,0024	-0,7756	0,1766	0,1915	0,2985	0,0358	0,2545	0,1364	0,2329	0,0181	-0,0853	-0,0360	0,0798	0,0440	-0,0269	0,0611	0,0497	0,1177	0,0086	0,3124	0,4855	12,9542	13,5631	12,4845	18,0105
1,1756	0,0380	-0,8789	0,1870	0,2374	0,2888	0,0259	0,2229	0,1644	0,2279	0,0300	-0,1366	-0,0187	0,0604	0,0675	0,0057	0,0677	0,0421	0,0859	0,1490	0,3836	0,5830	13,5631	15,0288	13,8796	20,9175
0,8177	0,2789	-1,5273	-0,0828	0,2258	0,0897	0,2490	0,2101	0,2854	0,2852	0,1115	-0,0687	0,2068	0,0806	-0,0154	0,0517	-0,0077	0,0470	0,1165	0,5306	0,2905	0,2926	12,4845	13,8796	20,9142	24,1877
1,6778	0,3862	-1,8219	0,0588	0,4209	0,1435	-0,0850	0,2706	0,1931	0,3370	0,2997	-0,4735	0,7324	0,2276	0,0473	0,1323	0,1125	0,0732	0,0312	1,3933	0,5141	0,7231	18,0105	20,9175	24,1877	46,6339

Příloha 2.

Variančně-kovarianční matice pro reziduální efekt

0,7597	-0,0420	0,1861	0,1137	0,0976	-0,0267	-0,0012	-0,0022	-0,0346	-0,0205	0,1221	-0,0363	0,1531	0,0904	0,0215	0,0242	0,0009	0,0055	-0,0244	0,1382	0,1187	0,1240	0,0567	0,1039	0,0973	0,5833
-0,0420	0,6023	0,0083	0,0459	0,0239	0,0183	0,1782	-0,0082	0,1100	0,0042	0,0473	-0,0115	0,0141	0,0430	0,0074	-0,0039	-0,0069	-0,0033	0,0197	0,0308	0,0521	0,0311	-0,0988	-0,1029	-0,1133	-0,0306
0,1861	0,0083	0,7179	0,0989	0,0788	-0,0153	-0,0310	0,0074	-0,0245	-0,0059	0,0193	-0,0193	0,0770	0,0634	-0,0104	-0,0138	-0,0055	-0,0010	-0,0201	-0,0202	0,0205	0,0295	-0,1877	-0,1839	-0,6014	-0,2649
0,1137	0,0459	0,0989	0,5187	0,0375	0,0134	0,0270	0,0029	0,0169	-0,0073	0,0570	0,0000	0,0470	0,0495	-0,0006	0,0013	0,0027	-0,0016	-0,0007	0,0646	0,0550	0,0566	0,0316	0,0035	0,0815	0,1211
0,0976	0,0239	0,0788	0,0375	0,4793	-0,0247	0,0132	-0,0195	-0,0103	-0,0250	0,0600	-0,0175	0,0800	0,0506	-0,0099	-0,0007	0,0053	-0,0011	-0,0074	0,0964	0,0277	0,0302	-0,0904	-0,0391	-0,0306	0,3542
-0,0267	0,0183	-0,0153	0,0134	-0,0247	0,5030	-0,0078	0,0214	0,0204	-0,0068	-0,0148	0,0436	-0,0496	0,0069	0,0128	0,0108	-0,0067	0,0009	0,0186	-0,0572	0,0198	0,0019	0,0904	0,0281	0,1644	-0,2788
-0,0012	0,1782	-0,0310	0,0270	0,0132	-0,0078	0,3876	-0,0063	0,1268	-0,0037	0,0223	-0,0137	-0,0017	0,0325	0,0010	0,0030	-0,0019	-0,0044	0,0201	0,0184	0,0051	0,0242	0,0510	0,0411	0,1090	0,0941
-0,0022	-0,0082	0,0074	0,0029	-0,0195	0,0214	-0,0063	0,2785	0,0148	0,0465	0,0069	0,0088	-0,0184	-0,0041	0,0109	0,0089	0,0116	0,0042	0,0069	-0,0243	0,0136	0,0067	-0,0293	-0,0113	-0,1448	-0,2126
-0,0346	0,1100	-0,0245	0,0169	-0,0103	0,0204	0,1268	0,0148	0,3216	0,0075	-0,0019	0,0038	-0,0374	-0,0046	0,0015	0,0054	-0,0088	-0,0041	0,0116	-0,0153	-0,0015	0,0067	0,0025	-0,0521	-0,0271	-0,0653
-0,0205	0,0042	-0,0059	-0,0073	-0,0250	-0,0068	-0,0037	0,0465	0,0075	0,3372	0,0072	0,0205	-0,0252	-0,0197	0,0029	0,0019	0,0037	0,0098	-0,0045	-0,0162	-0,0266	-0,0147	-0,1277	-0,1118	-0,1942	-0,2136
0,1221	0,0473	0,0193	0,0570	0,0600	-0,0148	0,0223	0,0069	-0,0019	0,0072	0,4416	-0,0648	0,1309	0,0748	-0,0007	-0,0053	-0,0044	0,0001	-0,0074	0,1225	0,0591	0,0595	0,0678	0,1098	0,2374	0,4696
-0,0363	-0,0115	-0,0193	0,0000	-0,0175	0,0436	-0,0137	0,0088	0,0038	0,0205	-0,0648	0,4493	-0,0375	0,0107	0,0065	0,0111	0,0045	0,0078	-0,0077	-0,0620	-0,0328	-0,0263	0,0660	0,0654	0,0213	-0,2066
0,1531	0,0141	0,0770	0,0470	0,0800	-0,0496	-0,0017	-0,0184	-0,0374	-0,0252	0,1309	-0,0375	0,5658	0,0670	-0,0003	-0,0010	0,0098	-0,0024	-0,0121	0,2215	0,0499	0,0678	-0,1082	0,0036	0,0621	0,6524
0,0904	0,0430	0,0634	0,0495	0,0506	0,0069	0,0325	-0,0041	-0,0046	-0,0197	0,0748	0,0107	0,0670	0,6319	-0,0150	0,0058	0,0018	0,0043	0,0173	0,0570	0,0637	0,0652	0,0278	0,0457	0,0279	0,0954
0,0215	0,0074	-0,0104	-0,0006	-0,0099	0,0128	0,0010	0,0109	0,0015	0,0029	-0,0007	0,0065	-0,0003	-0,0150	0,3423	0,0613	0,0413	0,0085	0,0069	0,0110	-0,0084	-0,0088	0,1374	0,1201	0,1447	0,0977
0,0242	-0,0039	-0,0138	0,0013	-0,0007	0,0108	0,0030	0,0089	0,0054	0,0019	-0,0053	0,0111	-0,0010	0,0058	0,0613	0,2495	0,0172	0,0268	0,0208	0,0002	-0,0043	-0,0034	0,1612	0,1549	0,1787	0,0647
0,0009	-0,0069	-0,0055	0,0027	0,0053	-0,0067	-0,0019	0,0116	-0,0088	0,0037	-0,0044	0,0045	0,0098	0,0018	0,0413	0,0172	0,2847	0,0358	-0,0017	-0,0086	-0,0138	0,0022	-0,0409	-0,0342	-0,0010	-0,0995
0,0055	-0,0033	-0,0010	-0,0016	-0,0011	0,0009	-0,0044	0,0042	-0,0041	0,0098	0,0001	0,0078	-0,0024	0,0043	0,0085	0,0268	0,0358	0,1110	0,0037	0,0030	-0,0014	0,0044	-0,0001	0,0118	0,0551	-0,0404
-0,0244	0,0197	-0,0201	-0,0007	-0,0074	0,0186	0,0201	0,0069	0,0116	-0,0045	-0,0074	-0,0077	-0,0121	0,0173	0,0069	0,0208	-0,0017	0,0037	0,5187	0,0146	0,0151	0,0199	0,0074	-0,0095	0,0348	-0,0219
0,1382	0,0308	-0,0202	0,0646	0,0964	-0,0572	0,0184	-0,0243	-0,0153	-0,0162	0,1225	-0,0620	0,2215	0,0570	0,0110	0,0002	-0,0086	0,0030	0,0146	0,6044	0,0300	0,0385	0,1238	0,1747	0,4452	1,2222
0,1187	0,0521	0,0205	0,0550	0,0277	0,0198	0,0051	0,0136	-0,0015	-0,0266	0,0591	-0,0328	0,0499	0,0637	-0,0084	-0,0043	-0,0138	-0,0014	0,0151	0,0300	0,5342	0,2885	0,1619	0,0975	0,1152	0,0257
0,1240	0,0311	0,0295	0,0566	0,0302	0,0019	0,0242	0,0067	0,0067	-0,0147	0,0595	-0,0263	0,0678	0,0652	-0,0088	-0,0034	0,0022	0,0044	0,0199	0,0385	0,2885	0,6147	0,2145	0,1236	0,3497	0,1152
0,0567	-0,0988	-0,1877	0,0316	-0,0904	0,0904	0,0510	-0,0293	0,0025	-0,1277	0,0678	0,0660	-0,1082	0,0278	0,1374	0,1612	-0,0409	-0,0001	0,0074	0,1238	0,1619	0,2145	6,3559	4,9837	3,6563	3,1989
0,1039	-0,1029	-0,1839	0,0035	-0,0391	0,0281	0,0411	-0,0113	-0,0521	-0,1118	0,1098	0,0654	0,0036	0,0457	0,1201	0,1549	-0,0342	0,0118	-0,0095	0,1747	0,0975	0,1236	4,9837	6,7014	3,8122	3,9163
0,0973	-0,1133	-0,6014	0,0815	-0,0306	0,1644	0,1090	-0,1448	-0,0271	-0,1942	0,2374	0,0213	0,0621	0,0279	0,1447	0,1787	-0,0010	0,0551	0,0348	0,4452	0,1152	0,3497	3,6563	3,8122	27,2776	4,4649
0,5833	-0,0306	-0,2649	0,1211	0,3542	-0,2788	0,0941	-0,2126	-0,0653	-0,2136	0,4696	-0,2066	0,6524	0,0954	0,0977	0,0647	-0,0995	-0,0404	-0,0219	1,2222	0,0257	0,1152	3,1989	3,9163	4,4649	26,0212

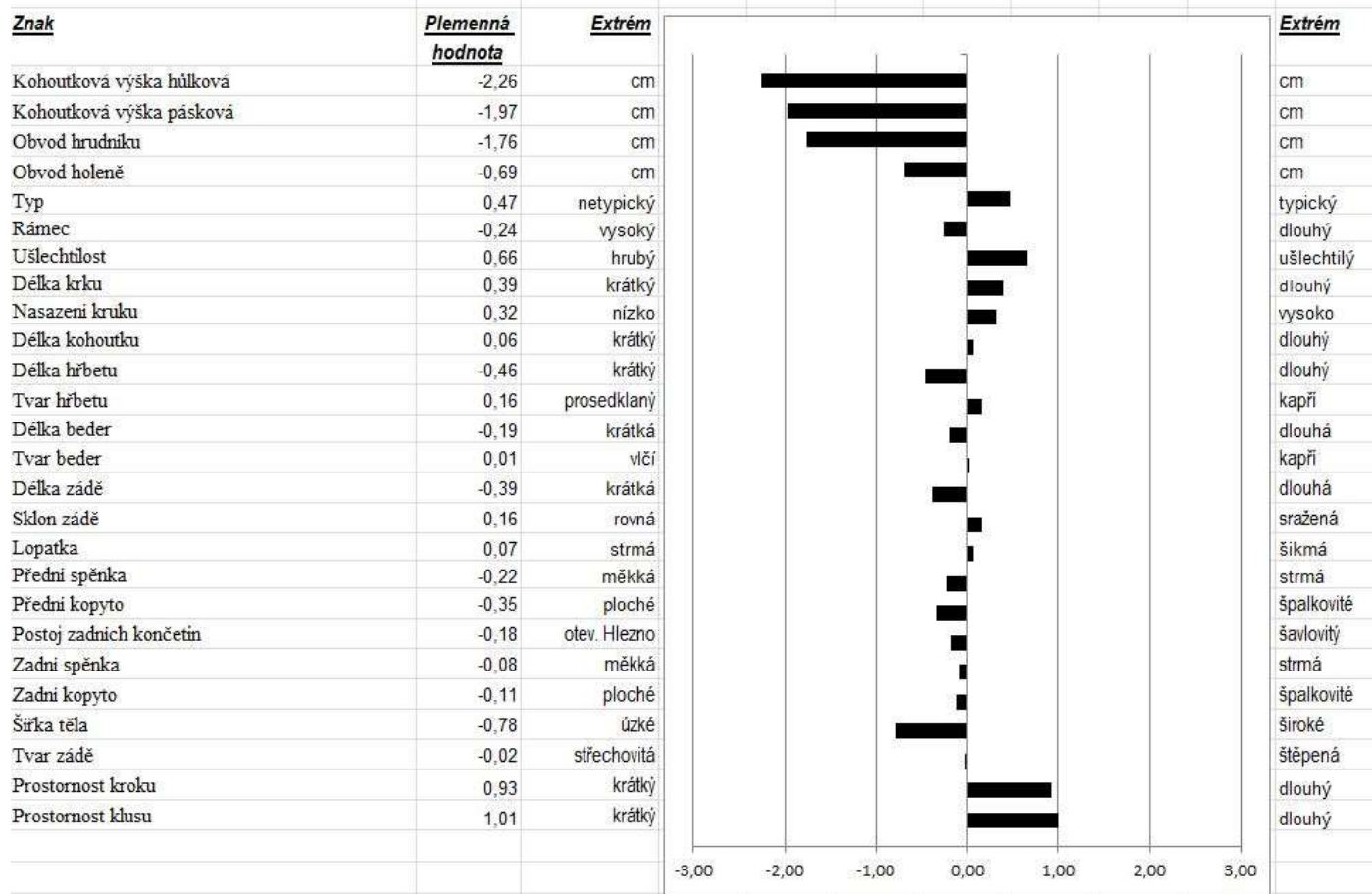
Příloha 3.

Grafické vyjádření plemenných hodnot všech vlastností pro vybraného jedince (odchyly od průměru)

Jméno:

počet hodnocených potomků:

10



Vydal: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.
Přátelství 815, 104 00 Praha Uhřetěves

Název: Předpověď plemenných hodnot pro znaky zevnějšku hodnocených lineárním popisem u teplokrevných plemen koní

Autor: Ing. Alexandra Novotná, Ph.D. (podíl práce 60 %)
Ing. Alena Svitáková, Ph.D. (podíl práce 30 %)
Doc. Luboš Vostrý, Ph.D. (podíl práce 5 %)
Ing. Zdeňka Veselá, Ph.D. (podíl práce 5 %)

ISBN: 978-80-7403-199-1

Metodika byla vypracována v rámci řešení výzkumného projektu NAZV QJ1510141

Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.
Přátelství 815
104 00 Praha Uhřetěves

www.vuzv.cz