

Alena Svitáková
a kolektiv

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



ISBN 978-80-7403-200-4

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

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

Autoři

Ing. Alena Svitáková, Ph.D.
Ing. Alexandra Novotná, Ph.D.
Prof. Ing. Josef Příbyl, DrSc.

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 QJ1510139

vydává

OSVĚDČENÍ

10070 - 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: **Spolehlivost předpovědi plemenných hodnot pro znaky zevnějšku hodnocených lineárním popisem u teplokrevných plemen koní**

Autoři: **Ing. Alena Svitáková, Ph.D., Ing. Alexandra Novotná, Ph.D., prof. Ing. Josef Příbyl, DrSc.**

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

Místo vydání: **Praha**

Rok vydání: **2018**

Metodika byla vypracována v rámci výzkumného projektu č. **QJ1510139**

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

.....
Razítko odborného orgánu státní správy

Jméno zástupce odborného útvaru státní správy:

Ing. Zdenka Majzlíková

Funkce zástupce odborného útvaru státní správy:

ředitelka


.....
Podpis zástupce odborného útvaru státní správy

Souhlas ředitelky Odboru vědy, výzkumu a vzdělávání MZe:

**MINISTERSTVO
ZEMĚDĚLSTVÍ**

Tel: +420 257 17

110 00 Praha 1 - Nové Město

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. Princip výpočtu.....	6
II.2.1. Iterativní způsob výpočtu	6
II.3. Datové soubory a jejich příprava.....	7
II.3.1. Struktura datových souborů:.....	7
II.3.1.1. soubor s údaji o lineárním popisu pocházející z Ústřední evidence koní (ÚEK):.....	7
II.3.1.2. soubor původů zvířat pocházející z ÚEK:.....	8
II.3.2. Kontrola správnosti a vyřazení pochybných záznamů	8
II.4. Modelová rovnice	8
II.4.1. Příprava efektů do rovnice.....	8
II.5. Vlastní výpočet	9
II.5.1. Přechislování efektů	9
II.5.2. Příprava rodokmenového souboru.....	9
II.6.3. Genetické parametry	10
II.6.4. Parametrický soubor	11
II.6. Zpracování výsledků	11
II.6.1. Příklad souboru výsledků (solutions)	11
II.6.2. 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
Příloha 1. Variančně-kovarianční matice pro přímý genetický efekt jedince	14
Příloha 2. Variančně-kovarianční matice pro reziduální efekt	15

I. Cíl metodiky

Cílem metodiky je vypracovat postup předpovědi spolehlivosti plemenných hodnot pro znaky zevnějšku popisované metodou lineárního popisu a měřené znaky u teplokrevných plemen koní, který bude využíván v rutinním provozu.

II. Vlastní popis metodiky

II.1. Úvod

Plemenná hodnota a její spolehlivost jsou vzájemně provázané veličiny. Chovatelé při selekci plemenů pracují nejen s plemennou hodnotou, ale i s její spolehlivostí. Vychází ze vztahu plemenné hodnoty ke skutečné genetické hodnotě, která je rovna determinačnímu koeficientu tohoto vztahu r^2 (Příbyl, 1997). Čím nižší je hodnota koeficientu spolehlivosti r^2 , tím širší je rozmezí (větší chyba) možného projevu užítkovosti potomstva od současné hodnoty průměru rodičů.

Spolehlivost závisí na dědivosti dané vlastnosti (h^2) a především na množství informací o daném zvířeti, u plemenů také na počtu potomků s užítkovostí, kteří se potkávají s vrstevníky, tzn. efektivním počtem potomků (Příbyl, 1997). U lineárního hodnocení koní se za vrstevníky považují koně, kteří byli posouzeni ve stejný den na stejném místě.

II.2. Princip výpočtu

Přímé určení spolehlivosti plemenné hodnoty je možné z řešení soustavy rovnic podle metody BLUP. Jedná se o diagonální prvek inverze levé stany soustavy rovnic, tedy rozptyl chyby dané předpovědi, který v sobě zahrnuje chybu genetického efektu. Spolehlivost je pak dána následujícím vztahem:

$$r^2 = 1 - \left(\frac{PEV}{\sigma_A^2} \right)$$

Kde:

PEV = rozptyl chyby předpovědi

σ_A^2 = genetický rozptyl

II.2.1. Iterativní způsob výpočtu

V praxi je tato matice rozsáhlá a přímá inverze není možná. Proto se při výpočtu přistupuje k iterativnímu řešení soustavy rovnic. Postup určuje spolehlivost plemenné hodnoty pomocí efektivního počtu případů vyplývajících ze záznamů kontroly užítkovosti (určení sdruženého efektu stáda-roku-období = SRO) jedince a z údajů o příbuzných jedincích v rámci metody BLUP v jednotlivých vlastnostech (Misztal et al., 1993) a zohledňuje vzájemné vztahy mezi vlastnostmi pomocí jejich vzájemných genetických a reziduálních kovariancí (Strabel et al., 2001).

Iterativně založený postup určuje spolehlivost jedince (i) následujícím způsobem (Misztal et al., 1993):

$$r_i^2 = \frac{b_i}{b_i + \alpha}$$

kde α je podíl reziduálního rozptylu vůči aditivně genetickému rozptylu a b_i je efektivní počet případů jedince i při započítání údajů z kontroly užítkovosti (f_i) a příbuzenských vztahů (g_{ij}) k jedincům j , tj.:

$$b_i = f_i + \sum_j g_{ij}$$

f_i lze vypočítat následujícím způsobem:

$$f_{ir} = \sum k \left(1 - \frac{1}{n_{ik}} \right)$$

Kde n_{ik} odpovídá počtu záznamů ve stádě, roku a období (SRO) dané podtřídě k .

Započítání příspěvků příbuzenských vztahu s jedinci j k efektivnímu počtu případů zvířete i se provádí pomocí iterativního postupu, kdy jsou postupně přičítány příspěvky všech vztahů mezi hodnocenými jedinci na spolehlivost plemenných hodnot.

Odhad spolehlivosti PH odpovídá pouze v případě, že se jedinec i setká pouze s malým počtem (polo)sourozenců ve své skupině vrstevníků (SRO). V jiném případě budou hodnoty f_{ir} jednotlivců nadhodnocené. To je ošetřeno pomocí snížení příspěvku k efektivnímu počtu případů jedince ze skupiny vrstevníků dle vah odpovídajících podílu sourozenců ve skupině vrstevníků.

Zohlednění genetických korelací mezi vlastnostmi je provedeno metodou popsanou v práci Strabel et al. (2001). Tato metoda určuje spolehlivosti plemenných hodnot vlastnosti i (r_i^2) ve víceznakovém modelu z efektivního počtu případů vycházejícího z výše popsaného postupu pomocí rovnice:

$$r_i^2 = 1 - (\hat{c}^{-1})_{ii} / (G_0)_{ii}$$

kde G_0 je variančně kovarianční matice aditivně genetických efektů jednotlivých vlastností,

\hat{c}^{-1} je odhad inverze levé strany soustavy rovnic smíšeného modelu pro zvíře a jeho potomků:

$$\hat{c} = (O^{0.5} R_0 O^{0.5})^{-1} + G_0^{-1} + \sum j \left[m_j * \frac{G_0^{-1}}{3} - m_j * \frac{2 G_0^{-1}}{3} \left(\frac{4 G_0^{-1}}{3} + R_{0j}^{-1} \right)^{-1} \frac{2 G_0^{-1}}{3} \right]$$

kde m_j je počet potomků s chybějící kombinací vlastností j ,

O je diagonální matice efektivních počtu případů na základě kontroly užítkovosti jednotlivých vlastností,

R_0 je variančně kovarianční matice reziduálních efektů.

II.3. Datové soubory a jejich příprava

Datové soubory jsou shromažďovány pod hlavičkou plemenné knihy (PK) a uloženy v Ústřední evidenci koní České republiky (ÚEK) Slatiňany. Pro výpočty jsou používány vstupní soubory 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)
- měřené znaky (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 vyloučeny z předpovědi plemenných hodnot, a jsou nahrazeny tečkou. Omezení je stanoveno pro:

- u zvířat s opakovaným měřením je ponechán pouze první pořizovaný záznam s nejstarším datem, další záznamy jsou vyřazeny
- zvířata, která nemají zaznamenána všechna hodnocení lineárního popisu a měřených znaků, jsou z dalšího hodnocení vyřazena
- 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. 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.4.1. 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.5. Vlastní výpočet

Programové vybavení k ověření výpočtu:

K přípravě datových souborů a rozebrání výsledků byl používán program SAS (SAS, 2004). Pro vlastní předpovědi spolehlivosti plemenných hodnot program accf90 (Misztal et al., 2002).

Spolehlivost plemenné hodnoty je stanovena iteračně, podle dané modelové rovnice, do výpočtu vstupuje soubor s užítkovostmi „**uzitk**“ a rodokmenový soubor „**rodokmen**“. Soubory jsou vytvořeny podle následujících pokynů.

II.5.1. Přechíslování efektů

Pro vlastní výpočet je nutné datový soubor upravit, přechíslovat efekty.

Úrovně všech efektů vstupujících do předpovědi plemenných hodnot jsou přechíslovány od 1 do maximálního počtu. Číslo jedince v tomto souboru je převzato z přechíslovaného rodokmenu („rodokmen“).

Datový soubor pro přechíslované užítkovosti se nazývá „**uzitk**“.

II.5.2. Příprava rodokmenového souboru

Při sestavování rodokmenového souboru vycházíme od jedinců s užítkovostí. K nim se dosazují čtyři generace předků. Pro každého jedince, včetně předků, je v souboru založen samostatný řádek. Čísla v rodokmenu musí odpovídat číslům zvířat uvedených v souboru užítkovostí, tzn. rodokmenové údaje mají přidělena čísla až po zvířatech s užítkovostí.

Rodokmen je zakončen skupinami neznámých předků, které jsou sdruženy podle jednotlivých plemen nebo skupiny plemen (v případě malého počtu jedinců v plemeni). 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

Takto upravený rodokmen je přečíslován. Zvířata v rodokmenu jsou přečíslována od 1 do maximálního počtu. Ve sledu navazujících generací se může stejný jedinec vyskytovat i jako rodič a v souboru „uzitk“ se musí vyskytovat vždy pod stejným číslem.

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	PrSp	ZaSp	PrKo	ZaKo	PZKo	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
PrSp															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
PrKo																	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
PZKo																			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 - rámeček, 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, PrSp - přední spěnka, ZaSp - zadní spěnka, PrKo - přední kopyto, ZaKo - zadní kopyto, PZKo - 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 accf90, s vysvětlivkami (kurzívou). Parametry potřebné pro výpočet spolehlivosti jsou uvedeny na konci parametrického souboru za klíčovým slovem OPTION.

```
# parametrový soubor pro BLUP
# MULTITRAIT ANIMAL MODEL PRO LINEÁRNÍ POPIS
# Alexandra Novotná * Popis výpočtu a další poznámky.
DATAFILE
blup.txt * Název datového souboru (musí být uložen ve stejném adresáři jako parametrický soubor).
NUMBER_OF_TRAITS
26 * Počet znaků.
NUMBER_OF_EFFECTS
5 * Počet efektů.
OBSERVATION(S)
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
WEIGHT(S)

EFFECTS: POSITIONS_IN_DATAFILE NUMBER_OF_LEVELS TYPE_OF_EFFECT [EFFECT NESTED]
* Pro každý efekt je uvedeno číslo sloupce, ve kterém se v datovém souboru nachází daný efekt, počet úrovní efektu (maximum)
a typ efektu (CROSS – křížový efekt).
2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 cross * Pohlaví – pevný efekt
3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 4 11 cross * Věk koně ve skupinách – pevný
efekt.
7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 1174 cross * místo měření – pevný efekt.
9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 10 10 10 10 184 cross * Posuzovatel*rok – pevný
efekt
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 52185 cross * přímý efekt edince – náhodný
efekt.
RANDOM_RESIDUAL VALUES * Variance reziduální.
Zde vložit variančněkovarianční matici pro efekt reziduální chyby (Příloha 2).
RANDOM_GROUP * Náhodný efekt jedince (pátý v pořadí).
5
RANDOM_TYPE
add_an_upg
FILE * Rodokmenový soubor.
rodokmen.txt
(CO)VARIANCES * Variance genetická.
Zde vložit variančněkovarianční matici pro přímý efekt jedince (Příloha 1).
OPTION anim 5 *uvádí, který efekt je aditivně genetický
OPTION model animal *zvolená metoda výpočtu
OPTION cg 3 *uvádí vrstevníky pro jednotlivé vlastnosti odhadu
```

II.6. Zpracování výsledků

Datový i rodokmenový soubor jsou textové soubory. Při výpočtech by měly být umístěny ve stejném adresáři jako parametrický soubor. Do stejného adresáře je rovněž uložen soubor výsledků spolehlivosti předpovědí plemenných hodnot – solutions.

II.6.1. Příklad souboru výsledků (solutions)

trait/effect	level	solution	acc
1 5	1	0.00000000	0.6323
2 5	1	0.00000000	0.6406
3 5	1	0.00000000	0.5653
4 5	1	0.00000000	0.6232

trait: první sloupec označuje počet znaků v modelu (v tomto případě nabývá hodnot 1 – 26 pro jednotlivé vlastnosti).

effect: druhý sloupec označuje číslo efektu 5, což je genetický efekt jedince (spolehlivost nemůže být stanovena pro jiný efekt).

level: třetí sloupec je pořadové číslo úrovně efektu (přečíslovaný jedinec).

solution: čtvrtý sloupec je předpověď plemenné hodnoty pro přímý efekt, ten však probíhá v samostatném výpočtu, proto je zde nula.

acc: pátý sloupec je spolehlivost předpovědi pro genetický efekt jedince.

II.6.2. Zpracování výsledků

Konečné zpracování výsledků je provedeno v programu SAS a jedinci jsou přečíslováni zpět na původní čísla pomocí uloženého číselníku. Výstupní soubor má následující strukturu:

- označení (kód) koně
- spolehlivost jednotlivých znaků zevnějšku (celkem 22 spolehlivostí)
- spolehlivost jednotlivých měřených znaků (celkem 4 spolehlivosti)
- index spolehlivosti pro znaky zevnějšku (průměrná spolehlivost znaků zevnějšku)
- index spolehlivosti pro měřené znaky (průměrná spolehlivost pro měřené znaky)

Takto vygenerovaný soubor v textovém formátu je předán zpět Ústřední evidenci koní ČR pro další využití ve šlechtitelské práci.

III. Srovnání „novosti postupů“

Spolehlivost plemenných hodnot pro znaky zevnějšku popisované metodou lineárního popisu a měřené znaky nebyla ještě v České republice stanovována. Spolehlivost plemenných hodnot je jedním ze základních parametrů šlechtění a jeho znalost přináší chovatelům důležitý nástroj pro rozhodování při jejich aktivním šlechtění. Plemenné hodnoty jsou úzce spjaty se spolehlivostí. Publikování těchto výsledků a jejich správné využití přispěje k pokroku šlechtitelské práce v chovu koní. Zveřejňování spolehlivosti plemenných hodnot je světovým standardem.

IV. Popis uplatnění Certifikované metodiky

Tato metodika je podkladem pro rutinní předpovědi spolehlivosti plemenných hodnot pro znaky zevnějšku popisované lineárním popisem a pro měřené znaky u teplokrevných koní. Metodika bude uplatňována prostřednictvím ze zákona pověřenou organizací - Českomoravskou společností 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. 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 a jejich spolehlivosti 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

- Misztal, I., Legarra, A., Short, T.H. 1993. Implementation of Single- and Multiple-Trait Animal Models for Genetic Evaluation of Holstein Type Traits. *Journal of Dairy Science*, 76, 1421-1432.
- 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
- Příbyl, J. 1997. Šlechtění skotu a jeho vliv na jednotlivé chovy. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR v Praze, s. 19-25
- SAS. 2004. The MIXED Procedure, The GLM Procedure. SAS/STAT Software, SAS Institute Inc.
- Strabel, T., Misztal, I., Bertrand, J.K. 2001. Approximation of reliabilities for multiple-trait model with maternal effects. *Journal of Animal Science*, 79, 833-839.

VII. Seznam publikací, které předcházely metodice

- Bauer J., Vostrý L., Příbyl J., Svitáková A., Zavadilová L. 2014. Approximation of the reliability of single-step genomic breeding values for dairy cattle in the Czech Republic. *Animal Science Papers and Reports*, 32 (4): 301-306
- 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., Brzáková, M. a Krupa, E. 2016. Spolehlivost předpovědi plemenných hodnot vlastností polního testu u masných plemen skotu. Certifikovaná metodika. Praha Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.. ISBN 978-80-7403-151-9.
- 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 starokladrubskeho koně. Certifikovaná metodika. VÚŽV Uhřetěves. ISBN 978-80-7403-140-3

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

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

Název: Spolehlivost předpovědi plemenných hodnot pro znaky zevnějšku
hodnocených lineárním popisem u teplokrevných plemen koní.

Autor: Ing. Alena Svitáková, Ph.D. (podíl práce 60 %)
Ing. Alexandra Novotná, Ph.D. (podíl práce 35 %)
Prof. Ing. Josef Příbyl, DrSc. (podíl práce 5 %)

ISBN: 978-80-7403-200-4

Metodika byla vypracována v rámci řešení výzkumného projektu NAZV QJ1510139

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