

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
katedra Genetiky a šlechtění

**Předpověď plemenných hodnot skokové výkonnosti
u sportovních plemen koní**

.....
doktorská disertační práce

Autor: **Ing. Alexandra Novotná**

Školitel: **doc. Ing. Luboš Vostrý, Ph.D.**

Konzultant: **doc. Ing. Iva Jiskrová, Ph.D.,
prof. Ing. Josef Příbyl, DrSc.,**

Praha 2014

Poděkování

Především děkuji celé rodině, zejména rodičům a manželovi, kteří mi byli velkou oporou při studiu.

Dále bych chtěla poděkovat doc. Ing. Luboši Vostrému, Ph.D., prof. Ing. Josefu Příbylovi Drsc. a doc. Ing. Ivě Jiskrové, Ph.D. za odborné vedení, rady a připomínky při zpracování disertační práce.

Mé poděkování patří i Výzkumnému ústavu živočišné výroby v Praze za poskytnuté zázemí a výpočetní kapacity a rovněž také kolegům za odborné rady a připomínky.

Za spolupráci a poskytnutí údajů bych také chtěla poděkovat chovatelským svazům sportovních koní, hlavně svazu chovatelů českého teplokrevníka a svazu chovatelů slovenského teplokrevníka, dále České jezdecké federaci, Ústřední evidenci koní a dalším institucím.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci práci na téma „Předpověď plemenných hodnot skokové výkonnosti u sportovních plemen koní“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů a literatury, které cituji a uvádím v příloženém Seznamu použité literatury.

V Praze dne

.....

Ing. Alexandra Novotná

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Literární přehled	2
2.1.	Vývoj chovu koní v Čechách	2
2.2.	Vývoj chovu koní v zahraničí	3
2.3.	Charakteristika sportovní výkonnosti	4
2.4.	Faktory ovlivňující sportovní výkonnost koní	5
2.5.	Různé způsoby transformací závisle proměnných	6
2.6.	Předpověď plemenné hodnoty	8
2.7.	REML, Gibbs sampling a metody Monte Carlo	10
2.8.	Použití metody BLUP	11
2.8.1.	Vývoj metody BLUP	11
2.8.2.	Princip metody BLUP	12
2.8.2.1.	Animal model	14
2.8.2.2.	Multiple trait model	15
2.8.2.3.	Model s náhodnou regresí	15
2.9.	Odhad genetických parametrů a výběr modelové rovnice	16
2.10.	Organizace selekčních programů v různých plemenných knihách	19
2.10.1.	Selle Français (SF)	21
2.10.2.	Švédský teplokrevník (SWB)	22
2.10.3.	Holandský teplokrevník (KWPN)	23
2.10.4.	Hannoverský kůň (HANN)	24
2.10.5.	Holštýnský kůň (HOLST)	25
2.10.6.	Oldenburský kůň (OLDBG)	26
2.10.7.	Český teplokrevník (ČT)	26
3.	Vědecké hypotézy a cíle práce	29
4.	Materiál a metody	30
4.1.	Podkladové soubory	30
4.2.	Rodokmen	30
4.3.	Zvolení vhodné proměnné	30
4.4.	Testování různých modelových rovnic	32
4.4.1.	Jednoznakový model	32
4.4.2.	Jednoznakový model a modelová rovnice s náhodnou regresí	32
4.4.3.	Dvouznakový model	34
4.4.4.	Tříznakový model	34
4.4.5.	Tříznakový model a modelová rovnice s kvadratickou regresí	35
4.5.	Odhad genetických parametrů	35
4.6.	Předpověď plemenných hodnot	36
4.7.	Stanovení spolehlivosti PH	37
4.8.	Stanovení genetického trendu	37
4.9.	Výpočet generačního intervalu	38
5.	Výsledky	39
5.1.	Podkladové soubory – rozbor naměřených hodnot	39
5.2.	Rodokmen	42
5.3.	Zvolení vhodné proměnné	44
5.4.	Testování různých modelových rovnic	45
5.4.2.	Metoda nejmenších čtverců	45
5.5.	Odhad genetických parametrů v populaci pomocí různých modelových rovnic	46
	Jednoznakový model	46
	Jednoznakový model a modelová rovnice s náhodnou regresí	46

Dvouznakový model	47
Tříznakový model	48
Tříznakový model a modelová rovnice s kvadratickou regresí	48
5.5.2. Normalita reziduí	50
5.5.3. Korelace	52
5.6. Vyhodnocení plemenných hodnot	53
5.6.1. Tříznakový model	53
5.6.2. Jednoznakový model s náhodnou regresí	55
5.7. Spolehlivost plemenných hodnot	57
5.8. Genetický trend	58
5.9. Odhad generačního intervalu	59
6. Diskuze	60
6.1. Různé postupy genetického hodnocení sportovních koní	60
6.2. Stanovení vhodné metody vyhodnocení skokové výkonnosti pro populaci sportovních koní v ČR	62
6.3. Způsob zveřejňování pořadí plemenných koní	65
6.4. Vyhodnocení nejlepších plemenných koní	68
6.5. Genetický trend	69
6.6. Generační interval	70
6.7. Pořadí dle přepovědi plemenných hodnot a současného systému vyhodnocení sportovních koní	71
6.8. Vliv zahraničních hřebců na populaci koní chovaných v ČR	72
7. Doporučení pro využití výsledků v praxi	74
7.1 Možnosti zlepšení chovatelského programu sportovních koní v ČR	75
7.1.1. Výkonnostní zkoušky	75
7.1.2. Kritéria mladých koní (KMK)	77
7.1.3. Selektce hřebců	80
7.1.4. Selektce klisen	82
8. Závěr	83
9. Seznam použité literatury	88
10. Seznam zkratk	95
11. Seznam použitých tabulek	97
12. Seznam použitých grafů	98
13. Přílohy	
13.1. Přehled odhadů genetických parametrů různými autory v jednotlivých zemích.	
13.2. Testační schéma pro plemeno SF.	
13.3. Testační schéma pro plemeno KWPN.	
13.4. Souhrnná tabulka pro výkonnostní testy hřebců.	
13.5. Souhrnná tabulka pro výkonnostní testy klisen.	
13.6. Charakteristika efektů v proceduře GLM.	
13.7. Žebříček prvních 50 plemenů podle RPH3 (nejvyšší úroveň) se spolehlivostí > 30 % a rokem narození ≥ 1989.	
13.8. Žebříček prvních 50 plemenů podle indexu RPH se spolehlivostí > 30 % a rokem narození ≥ 1989.	
13.9. Plemenici s počtem potomků vyšším než 100.	
13.10. Genetický trend u SK1, SK2 a SK3 pro celou populaci.	
13.11. Genetický trend pro českého teplokrevníka, slovenského teplokrevníka a zahraniční sportovní plemena.	
13.12. Genetický trend pro plemeniky a chovné klisny.	
13.13. Žebříček prvních 50 koní se sportovním záznamem vhodných do chovu (hřebci a	

klisny) plemene český teplokrevník (seřazeno podle RPH1).

13.14. Žebříček prvních 50 koní se sportovním záznamem vhodných do chovu (hřebci a klisny) plemene slovenský teplokrevník (seřazeno podle RPH1).

13.15. Žebříček nejlepších koní se sportovním záznamem vhodných do chovu (hřebci a klisny) plemene kůň Kinsky (seřazeno podle RPH1).

13.16. Žebříček prvních 50 sportovních koní za rok 2013 (seřazeno podle RSH1).

1. Úvod

V České republice je v posledních letech zaznamenán prudký pokles zájmu využití koní k hospodářské činnosti a naproti tomu se zvyšuje zájem o koně pro sportovní jezdecké disciplíny a rekreační účely. Tento trend určuje také hlavní cíle šlechtění jednotlivých plemen koní. Selekcční program by měl být v chovu sportovních koní založen na genetických principech, jako jsou předpovědi plemenných hodnot. Aby však předpovědi plemenných hodnot byly přesné a objektivní, musí jim nejprve předcházet systematická testace hřebců a klisen a objektivní získávání informací.

Provéřit vlastní výkonnost nebo výkonnost potomstva lze několika způsoby. Ať už se jedná o výkonnostní zkoušky, které bývají prvotní informací o sportovním potenciálu koně či výsledky ze sportovních soutěží nebo speciální soutěže pro mladé koně. V České republice je zatím uplatňován systém shromažďování informací o populaci koní (sportovní výsledky, výkonnostní zkoušky, lineární popis, atd.). Samotné evidování podkladů pro šlechtění však nestačí. Je nutné tyto podklady vyhodnocovat s cílem předpovědi plemenných hodnot výkonnostních znaků a dalších ekonomicky důležitých ukazatelů a následné zveřejňování těchto hodnot chovatelům ve srozumitelné formě. Právě díky plemenným hodnotám je možné předpovědět genetické založení sledovaného znaku hodnocených plemenů, které je předáváno dále na potomstvo. Po prověření kvality potomků je možné posoudit, zda plemeno bude v plemenitbě nadále využíván či nikoliv. V této oblasti jsou stále nedostatky a rezervy. Absence uplatňování komplexního přístupu zásad populační genetiky způsobuje, že český chov sportovních koní není zatím konkurenceschopný vůči šlechtitelsky vyspělým evropským zemím.

Tato disertační práce nabízí využití postupů kvantitativní genetiky s cílem předpovědi plemenných hodnot skokových vlastností sportovních plemen koní a jejich zavedení do rutinní praxe. Tím přispívá k celkovému povědomí o problematice předpovědi plemenných hodnot u koní. Zároveň také upozorňuje na nedostatky a navrhuje možný způsob úpravy tak, aby celý systém šlechtění sportovních koní v České republice byl komplexnější a tudíž i konkurenceschopný v porovnání se zahraničními chovatelskými svazy.

2. Literární přehled

2.1. Vývoj chovu koní v Čechách

Požadavky na šlechtění českého a moravského teplokrevníka významně změnil politický a ekonomický vývoj ČSR po druhé světové válce (Misař, 2011). Zánikem jezdeckých vojenských útvarů poklesla potřeba výkonných jezdeckých koní. Nastala krize v chovu koní, neboť při vyřazování zvířat nebylo bráno v potaz kvalitativní hledisko a často byly vyřazovány prošlechtěné plemenné klisny (Misař et Jiskrová, 2001). V hřebčinských chovech, které vždy dodávaly zemskému chovu kvalitní plemeníky, došlo vzhledem k nárokům na hospodářské vlastnosti koní k tzv. zmohtňovacímu procesu v chovu koní doprovázenému využíváním nevhodných plemenů, kdy se nepřihlíželo k prochovanosti a ušlechtilosti využívaných hřebců, ale jediným výběrovým kritériem byla mohutnost.

V druhé polovině 60. let nastal v naší zemi rozmach jezdeckého sportu. Zvýšený zájem o koně jezdeckého typu, který prozatím produkce zemského chovu nerespektovala, podnítil snahu o typovou přestavbu především českého teplokrevníka. Poptávka po sportovních koních vedla v 60. a 70. letech k využívání importovaných plemenů. Někteří z nich založili v českém teplokrevním chovu linie (Misař et Jiskrová, 2001).

V 70. a 80. letech se teplokrevný chov zaměřil na produkci jezdeckých a sportovních koní. Největším problémem byl rozpor mezi chovateli jezdeckých koní a jezdeckou veřejností ohledně produkce sportovních koní (Misař et Jiskrová, 2001). Důvodem byl direktivní systém řízení chovu v socialistickém hospodářství. Jezdecké organizace nebyly schopny přimět chovatelské ústavy k pružnější reakci na své požadavky na produkci koní výrazně sportovního typu. Jejich centrálně řízené chovatelské plány byly až do konce 80. let zaměřeny na produkci jezdeckého koně s všestrannou užitkovostí.

Vlivem změny politické orientace a ekonomiky v roce 1989 došlo v chovu koní k významným změnám. Zánik centrálně řízené ekonomiky se v chovu koní projevil změnou vlastnických poměrů koní a decentralizací řízení chovu. Privatizací a restitucemi byla obnovena soukromá držba koní. Pozitivním jevem vlastnických změn byla obnova iniciativy chovatele ve šlechtění a jeho zodpovědnosti za tvorbu chovného prostředí a respektování šlechtitelského programu. Negativem vlastnických změn byl málo odůvodnitelný zánik většiny státních hřebčínů. Státní hřebčiny chovaly elitní stáda klisen,

ke kterým připařovaly kmenové plemeníky mimořádné plemenné hodnoty a stát jim k tomu poskytoval nezbytné ekonomické zázemí. Prostřednictvím potomstva docházelo ke korekci vlastností reprezentantů zemského chovu. Zdrojem korekce byli hřebčinečtí plemeníci zařazení do státních hřebčinců. Tradicí a pozitivními výsledky v plemenitbě získal tento šlechtitelský postup významnou pozici ve šlechtění koní, která však zánikem státních hřebčinců vymizela. Dalším omezením českého chovu byla málo rozvinutá technická inseminace a neexistující systém předpovědi plemenné hodnoty. Za těchto okolností se stal zánik šlechtitelských chovů další brzdou vývoje šlechtění koní v České republice (Misař, 2011).

Snaha šlechtit českého teplokrevníka na sportovní výkonnost zesílila až v několika posledních letech. Ta byla mimo jiné podmíněna skutečností, že český teplokrevný chov není stále schopen v mezinárodním měřítku konkurovat zahraničním plemenům sportovních koní, která jsou na sportovní výkonnost speciálně šlechtěna desítky let. Proto v posledním desetiletí sílí snaha chovatelů českého teplokrevníka zvýšit jeho sportovní výkonnost importem chovného materiálu sportovních plemen (Misař et Jiskrová, 2001).

2.2. Vývoj chovu koní v zahraničí

Zušlechtovací proces německých teplokrevných plemen byl jedním z prvních výrazných zásahů do změn chovných cílů a stal se později modelem pro většinu ostatních evropských teplokrevných chovů (Dušek et al., 2007). Vrcholnou organizací chovu koní a jezdeckého sportu se stal po dlouhodobé přípravě v roce 1968 Německý svaz. Spojení zájmových oblastí (chovu koní a sportu) bylo inspirováno dynamickým rozvojem jezdeckého sportu v Německu i ve světě. Již počátkem šedesátých let byla německá teplokrevná plemena systematicky zušlechtována s cílem dosáhnout rychlou typovou a výkonnostní přestavbu. Jejím cílem byl výkonný sportovní kůň. Metodický postup byl v jednotlivých svazech rozdílný. Nehledě k tomu se rozdílly mezi jednotlivými plemeny postupně stíraly, německá plemena se typově sblížovala. V roce 1975 byl pro celou zemi stanoven jednotný chovný cíl, a to chov německého jezdeckého koně. Nešlo tudíž o vyšlechtění nového plemene, nýbrž o sjednocení chovného cíle, jehož dosažení je podmíněno i typovou podobností.

Hannoverský kůň byl po druhé světové válce intenzivně šlechtěn na sportovní výkonnost. Rovněž u holštýnského koně došlo ke změně chovného cíle a holštýnští

chovatelé začali šlechtit sportovního jezdeckého koně (Dušek et al., 2007). Proto korigovali vlastnosti plemene především anglickým plnokrevníkem, angloarabem, případně hannoverským koněm. Vlastnosti koní prověřovali výkonovými zkouškami a sportovními výkonovými zkouškami. Později použili ke zvýšení skokové potence holštýnského koně plemeno selle français.

Selle Français (SF) se úspěšně vyvíjel spolu s rozvojem mezinárodního jezdeckého sportu a je výsledkem dlouhodobé selekce v průběhu celého 20. století. V tomto období prodělal dvě významné změny. Prvním krokem bylo v roce 1914 založení plemene koní pojmenovaných „polokrevníci“. Ti byli produkty křížení plnokrevných hřebců a autochtonních francouzských klisen. Především z popudu armády zažilo v této době sportovní jezdectví nebývalý rozmach díky selekci polokrevných koní a koní „vysoko v krvi“ v překážkových dostizích. Druhá významná změna v chovu Selle Français se odehrála v roce 1958, kdy byly sloučeny tyto tři zdroje šlechtění s angloarabskými polokrevníky z jihozápadní oblasti Francie pod společným názvem selle français. To byl definitivní popud ke šlechtění na sportovní výkonnost (Chaigne, 2008).

Holandský teplokrevník (KWPN) byl šlechtěn na sportovní výkonnost od poloviny 50. let 20. století. Sportovní výkonnost zvyšovali chovatelé plemeniky hannoverskými, holštýnskými a selle français. Selekčním kritériem byly všestranné výkonovými zkoušky klisen a sportovní výkonovými zkoušky (Dušek et al., 2007).

2.3. Charakteristika sportovní výkonnosti

Misař et Jiskrová (2001) charakterizují výkonnost koně jako jeho vlastnost vykonávat požadovanou práci v zájmu potřeby uživatele koně. Těžištěm jeho praktického využití je práce vykonávaná použitím fyzické síly. Tím se liší od ostatních druhů hospodářských zvířat, kde prvořadým cílem chovu je produkce potravin nebo surovin pro další průmyslové zpracování. Výkonnost je tedy výsledek dosažený při vysokém pracovním úsilí (Dušek et al., 2007), aniž by však docházelo k poškození organismu. U výkonnosti je důležitá závodní schopnost. Tato vlastnost je závislá především na fyziologické, anatomické struktuře a nervové kvalitě jedince. U mladých teplokrevných a chladnokrevných koní nelze maximální výkonnost požadovat při výkonovými zkouškách, protože by to mělo za důsledek jejich psychický i fyzický stres. Podstatou

výkonnostních zkoušek u těchto plemen je požadování zvýšených výkonů, avšak úměrných věku a stupni trénovanosti.

2.4. Faktory ovlivňující sportovní výkonnost koní

Ducro (2011) uvádí, že výkonnost na závodech je výsledek týmové práce, kdy se tým skládá z jezdce a koně. Paalman (2006) píše o velké míře spolupůsobení jezdce a koně při skokovém ježdění a důležitosti zkušeností jezdce při závodech. Zkušený jezdec může svojí vahou a přenášením těžiště koni velkou mírou pomoci při získávání dobrých výkonů v parkurových soutěžích, anebo naopak nesprávným a rušivým působením sedu a těžiště může koni ztížit až znemožnit správné překonání překážky. Navíc jezdec musí koně na překážku správně navést, odhadnout správnou vzdálenost odskoku a zpracovat si koně mezi jednotlivými překážkami. Musí dokázat optimálně zareagovat na nečekané situace, které se při skákání mohou vyskytnout.

Jako jeden z poměrně těžko určitelných efektů při předpovědích plemenných hodnot skokových koní uvádí Janssens et al. (1999) efekt jezdce, neboť více jak polovina pozorovaných jezdců jezdí větší počet koní a v průměru má každý kůň alespoň dva jezdce. Efekt jezdce je těžko vylučitelný z rovnice výpočtu a je důležité uvádět ho jako náhodný efekt, stejně tak jako efekt trvalého prostředí, protože mezi těmito dvěma efekty existuje pozitivní korelace. S tím souhlasí i Ducro (2011). Genetické hodnocení koní může být přesnější, pokud se data očistí o efekt jezdce. Bylo publikováno mnoho studií, kde byl zkoumán vliv jezdce. Jezdec vysvětluje značnou část celkové fenotypové proměnlivosti, která se pohybuje kolem 10 % u parkurového skákání (Janssens et al., 1999) a 15 % u drezury (Kearsley et al., 2008). Obě tyto studie dokázaly, že efekt jezdce vysvětluje téměř stejnou část proměnlivosti jako genetická proměnlivost, což dokazuje důležitost očištění dat od efektu jezdce. Pokud se efekt jezdce nezahrne do modelu, tak je koeficient dědivosti nadhodnocen (Ducro, 2011). Pokud byl efekt jezdce ignorován, tak koeficient dědivosti stoupl na 0,18, pokud ale efekt jezdce byl zahrnut do modelu, tak koeficient dědivosti byl shodně 0,10 u parkurového skákání (Janssens et al., 1999) i drezury. Ducro (2011) k tomu dodává, že v současnosti efekt jezdce není často zahrnován do modelů, proto jsou odhady dědivosti poměrně vysoké.

Zvyšující se výkonnostní požadavky se v mezinárodním měřítku promítají do celé technologie chovu koní a i do tréninkového systému, který se stává tvrdším (Dušek et al.,

2007). Sledování fyziologického stavu organismu je významnou součástí metod zaměřených na zvyšování výkonnosti koní. Hodnocení funkčního stavu organismu dostihových a sportovních koní se stává nezanedbatelnou složkou celého technologického komplexu, protože odpovídající výkonnosti může dosahovat jen zdravý jedinec s tvrdou konstitucí. Fyziologický stav organismu a stupeň přípravy koně jsou tedy téměř stejně významné jako jeho genetické výkonnostní dispozice. Saastamoinen et Barrey (2000) považují za důkaz vztahu mezi stavbou těla a výkonností rozdílnost stavby těla a typu koní používaných pro různé účely, např. plnokrevníci, klusáci, tažní koně, jezdečtí koně, atd. Důležitost stavby těla v poměru k výkonnosti není v každé disciplíně zcela jasně definována, nicméně dobré pohybové vlastnosti jsou však důležitými vlastnostmi sportovních koní v různých disciplínách.

2.5. Různé způsoby transformací závisle proměnných

Hlavní problém při měření výkonnosti koní bývá najít normální rozdělení, které je vhodné pro použití v rámci lineárních modelů. Jsou používány různé matematické transformace záznamů k tomu, aby se dosáhlo přibližně normálního rozdělení (Arnason et Van Vleck, 2000).

Foran et al. (1994) aplikovali dekadický logaritmus pro úpravu celkově získaných bodů za rok v parkurovém skákání. Dekadického logaritmu využili rovněž Silvestrelli et al. (1995) u ročních výdělků v parkurovém skákání. Přirozeného logaritmu pro výdělky podle umístění na závodech v drezuře a parkurovém skákání využili Meidardus et Bruns (1989). Transformaci pomocí odmocniny použili pro nejvyšší dosaženou úroveň v drezuře nebo parkurovém skákání Huizinga et van der Meij (1989).

Transformace pomocí logaritmu (Tavernier, 1988) a druhé odmocniny (Tavernier, 1991) byly použity pro vyhodnocení peněžních zisků ve Francii. Protože peněžní zisky mohou být spojeny s obtížností soutěže a prestiží soutěže, staly se tak v některých zemích podkladem pro předpověď plemenných hodnot. Tavernier (1986) charakterizuje logaritmus výher jako jednoduché a objektivní kritérium sportovní výkonnosti. Finanční dotace umožňuje objektivně hodnotit výkon koně s ohledem na stupeň obtížnosti soutěže a umístění koně. Výše vyhrané dotace je závislá na úrovni soutěže a plynule a pravidelně se zvyšuje od malých částek v nejnižších soutěžích až po velké výhry v soutěžích mezinárodní úrovně. Další výhodou tohoto systému je, že získaná finanční částka se

diferencovaně s pravidelnou sestupnou tendencí rozděluje vždy všem prvním osmi umístěným. V závěru roku se pro každého koně finanční výhry sumarizují a matematickou transformací – logaritmováním se upraví s cílem dosáhnout normálního rozdělení četností souboru. To znamená, že pouze malý počet koní je nejlepších a nejhorších, většina z nich získá ročně průměrný objem dotací. Naproti tomu Ricard et al. (2000) považují za nedostatečné definování výkonnosti koní na základě dat ze závodů prostřednictvím zisku nebo pořadí. Jako důvod uvádí, že jezdec má větší snahu vyhrát, pokud je rozdíl ve finanční výhře mezi vítězem a druhým umístěným koněm. To je samozřejmě atraktivní pro závody, ale neadekvátní pro genetické hodnocení, protože zdůrazňuje rozdíly v kvalitě umístěných koní.

Jiní autoři se spíše zaměřili na hodnocení výsledků soutěží na základě dosaženého času, pořadí a počtu trestných bodů (Janssens et al., 1997). Jaitner et al (2005) použili prodejní cenu z aukcí jako výkonnostní znak pro vyhodnocení. Janssens et al. (1997) k tomu dodávají, že hlavní nevýhoda většiny transformací (peněžní zisky, body, pořadí) je ta, že se do výpočtů zahrne pouze část závodících nebo umístěných koní. Pořadí koní transformované na normální rozdělení použitím Blomovy transformace využili u sportovních koní v Irsku Foran et al. (1995), u belgického sportovního koně Janssens et al. (1997) a u maďarského sportovního koně Posta et al. (2009a, 2009b, 2010).

Blom (1958) definoval transformaci, kterou nazval „normální skóre“ (dále v textu je uváděn název „Blomova transformace“). To v sobě zahrnuje jak dosažené pořadí, tak výšku soutěže jako relativní měřítko výkonosti. Reilly et al. (1998) uvádí u Blomovy transformace koeficient dědivosti 0,08 pro jedno pozorování. Pokud počet pozorování stoupl na 50 (na jednoho jedince), tak se koeficient dědivosti zvýšil až na 0,37. Smysl Blomovy transformace spočívá v tom, že přiřazuje vyšší počet bodů koni, který je první ve vysoké soutěži, než vítěznému koni v nízké soutěži a podobně horší umístění ve vysoké soutěži má nižší počet bodů (více negativní) než horší umístění v nižší soutěži. V tabulce č. 1 autoři uvádí jako příklad Blomovy transformace náhodný vzorek 21 koní, seřazených podle dosaženého pořadí na základě trestných bodů a dosažených časů.

Tabulka č. 1: Dosažené pořadí náhodného vzorku 21 koní a přiřazený počet bodů pomocí Blomovy transformace.

Dosažené pořadí	Normální skóre	Dosažené pořadí	Normální skóre
1	1,89	12	-0,12
2	1,43	13	-0,24
3	1,16	14	-0,36
4	0,95	15	-0,49
5	0,78	16	-0,63
6	0,63	17	-0,78
7	0,49	18	-0,95
8	0,36	19	-1,16
9	0,24	20	-1,43
10	0,12	21	-1,89
11	0		

(Reilly et al., 1998)

Tento přístup využívá informací od všech zúčastněných koní, a to umožňuje použití běžných lineárních modelů pro genetické hodnocení. Takže výsledky ze závodů mohou být převedeny na společnou "jednotku", aniž by byla nutná korekce kvůli různé obtížnosti soutěží (Janssens et al., 1997; Posta et al., 2009a).

Reilly et al. (1998) popisují další žádoucí vlastností Blomovy transformace. U genetické hodnoty zvířat se předpokládá, že je to kontinuální proměnná s přibližně normálním rozdělením. Pořadí v soutěži má průměr a proměnlivost, jež závisí zcela na počtu zvířat v soutěži, přičemž je vyžadováno obecné měřítko schopnosti výkonu, které může být získáno kombinací výsledků z více soutěží, které mají konstantní rozptyl. Jakmile je získána informace o výkonu (např. trestné body a čas) je seřazena, transformována a dále zpracována běžnou genetickou vyhodnocovací metodou. Získané výsledky spolehlivostí odráží objem dostupných informací o výkonnosti, takže může být získán spolehlivý ukazatel v krátkém období pro zvířata, která mají velký počet vlastních výkonností nebo výkonností příbuzných jedinců.

2.6. Předpověď plemenné hodnoty

V populaci koní nejsme schopni genotypovou hodnotu jedince zjistit přímo. Měřitelná je pouze určitá vlastnost, jakožto fenotypová hodnota. Jsme odkázáni na biometrické metody, kdy genotypovou hodnotu odhadujeme na základě populačně specificky

odhadnutých parametrů. Je však možné předpovědět aditivně genetický efekt (a) pomocí plemenné hodnoty (Jakubec et al., 2001).

$$\mathbf{P} = \boldsymbol{\mu} + \mathbf{g} + \mathbf{e}_S + \mathbf{e}_N \quad (1)$$

P – fenotypová hodnota

μ - populační střední hodnota

g – genotypová hodnota ($g = a + d + i$)

e_S - systematické prostředkové efekty

e_N –náhodné prostředkové efekty

(Jakubec et al., 2001)

Pro předpověď plemenné hodnoty (PH) existují četné metodické přístupy. Všechny tyto metody si kladou za cíl realizovanou hodnotu náhodné proměnné veličiny předpovědět s pokud možno největší přesností. Metodika není použitelná jen pro předpověď plemenné hodnoty, ale zároveň pro odhad fenotypové hodnoty jedince. Na základě předpovězené plemenné hodnoty jedince rozhodujeme rovněž o tom, zda jej zařadíme do rozmnožovacího procesu či nikoli. Navíc jsme schopni odhadnout selekční pokrok při určitém způsobu selekce (Jakubec et al., 1999).

Selekce založená na předpovězených plemenných hodnotách pomocí metody BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) – Animal Model (AM) je nejefektivnější cesta jak změnit - posunout genetický základ koní v populaci. Použití plemenných hodnot pro plánování připařování, předpověď genetického potenciálu a fenotypových hodnot jedinců má velký význam pro jednotlivé chovatele (Arnason et Van Vleck, 2000). Při hodnocení kvality genetického založení koní nelze vycházet jen z naměřené užitkovosti zvířat, např. z výsledků parkurových soutěží, protože všechny koně nemusí mít evidované sportovní výsledky. Tyto informace je potřebné spojit s informacemi o příbuzných jedincích a s informacemi o rodokmenu. Dobré výsledky konkrétního koně v soutěži nemusí být jen odrazem jeho výjimečného genetického založení, ale mohou být výrazem optimálního chovatelského prostředí, dobrým tréninkem nebo vlivem kvalitního jezdce.

Z toho vyplývá, že výkonnost koní je podmíněná jak genetickými faktory, tak vnějšími efekty prostředí, které mají na výkonnost velký vliv, a proto musí být zohledněny při předpovědi plemenné hodnoty.

Ricard et al. (2000) rovněž konstatují, že předpovědi plemenných hodnot mohou být vždy předpovězeny jen s různým stupněm přesnosti v závislosti na množství dostupných informací, dědivostech a genetických korelacích mezi vlastnostmi. Jakubec et al. (1999) definuje spolehlivost jako korelaci mezi skutečnou a odhadnutou plemennou hodnotou v procentech, a za spolehlivé předpovědi plemenných hodnot obecně považuje plemenné hodnoty s minimálně 75 % spolehlivostí.

Určení spolehlivosti plemenných hodnot bývá poměrně složitou záležitostí (Bauer, 2014). Většinou nelze z důvodu velkého počtu údajů zjistit spolehlivost přímo (velké nároky na výpočetní techniku a nepřesnosti pocházející ze zaokrouhlování čísel). V praxi se proto používají přesné a rutinou ověřené aproximace, které vycházejí ze struktury dostupných údajů o zvířatech hodnocených metodou BLUP. Protože metody odhadů spolehlivosti byly vyvinuty pro výpočet plemenných hodnot postupem BLUP, nelze je jakýmkoliv způsobem použít s jinými způsoby hodnocení zvířat.

2.7. REML, Gibbs sampling a metody Monte Carlo

Používané postupy pro odhad genetických parametrů (včetně určení odhadu dědivostí) jsou často postavené na základě restringované maximální věrohodnosti (REML). Podstatou této metody je odhad varianční složky založený na reziduích získaných při odhadu pevných efektů metodou nejmenších čtverců (Dokoupilová, 2013).

Dalším výpočetním způsobem pro stanovení genetických parametrů, je algoritmus Gibbs sampling. Ten je běžně používán jako prostředek pro statistické závěry, zejména pro bayesovský přístup. V bayesovském přístupu chceme nějakým způsobem vyjádřit naši apriorní představu, kterou vyjadřujeme v tomto přístupu apriorním rozložením, a to pak modifikujeme na základě nasbíraných dat pomocí Bayesovy formule a získáme vylepšenou představu ve tvaru aposteriorního rozdělení (Hendl, 2011).

Příbyl (2002) v souvislosti s Bayesovským přístupem dodává, že pro posouzení dvou modelů je používán Bayesovský faktor (BIC), který je poměrem marginální hustoty rozdělení obou porovnaných modelů se zahrnutím údajů jak apriori, tak posteriori rozdělení četností.

Hendl (2011) popisuje techniku, která využívá simulační metodu pro generování markovského řetězce, jehož rozložení má tvar hledaného aposteriorního rozložení v bayesovském přístupu. Zkráceně se toto generování označuje MCMC (metoda Monte Carlo markovovským řetězcem) metoda, která vytváří markovovský řetězec, což znamená, že následující hodnota v sérii dat je ovlivněna pouze předcházející hodnotou. Mezi nejpoužívanější metody MCMC patří Gibbs sampling.

Algoritmus Gibbs sampling použili v chovu hospodářských zvířat ve svých studiích různí autoři. Vliv počátečních (startovacích) hodnot na odhady dědivostí studovali Miyake et al. (1999), snadnost telení a porodní váhu analyzovali pomocí Gibbs sampling autoři Wang et al. (1997). Gianola et Simianer (2006) se zaměřili na genetickou analýzu pořadí koní v soutěži. Odhad genetických parametrů molekulárních dat v simulované populaci koní zkoumali Stock et al. (2007).

2.8. Použití metody BLUP

2.8.1. Vývoj metody BLUP

Jakubec et al. (1999, 2002) popisují metodu BLUP, která se začala úspěšně používat u dojeného skotu a skotu s kombinovanou užitkovostí v 70. letech, kdy se na základě užitkovosti dcer odhadovaly plemenné hodnoty býků, tzv. otcovským modelem. Animal model, který je používán dodnes a předpovídá plemennou hodnotu všem jedincům, se začal používat po nástupu pokročilejší výpočetní techniky v 80. a 90 letech. Zhruba před deseti lety se u mléčného skotu začal používat model s náhodnými regresemi, který pro každé zvíře stanoví jeho vlastní laktační křivku pomocí polynomů náhodných regresních koeficientů. Dále byly vyvíjeny i metody, které pracují s nenormálními rozděleními četností a metody pracující na základě hazardních funkcí nazývané Survival Kit. V současnosti se celosvětově do metod hodnocení zvířat zapracovávají molekulárně-genetické údaje. Od postupu marker assisted selection (MAS) se přešlo ke genom-wide selection (GWS). Podstatou metody je, že u genotypovaného jedince se pomocí genetického čipu stanovují desítky až stovky tisíc genetických markerů single nucleotide polymorphism (SNP). U skotu je nejobvyklejší s 54 tisíci genetických markerů SNP na jedince a tyto údaje jsou dále zapracovány do soustav rovnic (Příbyl et al., 2013). V roce 2008 se začala u hospodářských zvířat, zejména u mléčného skotu, používat metoda

GBLUP (genomic best linear unbiased prediction), která využívá genetické SNP markery ke stanovení genomické matice příbuznosti.

V chovu koní byl poprvé použit BLUP pro genetické hodnocení francouzského jezdeckého koně v polovině 70. let a v Nizozemí pro hodnocení závodních klusáků. Dále byl použit u islandských koní (Arnason, 1980; 1984) a u německých klusáků (Distl et al., 1982). Minimálně v deseti evropských zemích se začal využívat animal model pro předpověď plemenné hodnoty u klusáků a jezdeckých koní. V současné době mají chovatelé přístup k předpovědím plemenných hodnot díky publikacím a počítačovým databázím (Arnason et Van Vleck, 2000).

Použití genomické selekce v chovu koní popisuje Ducro (2011). Konstatuje, že situace u koní je jiná než u mléčného skotu. U mléčného skotu mají býci (díky shromážděným údajům o nádoji dcer) stanovenou vysokou spolehlivost genomických plemenných hodnot v daleko nižším věku než plemenní hřebci. Plemenní hřebci mají spolehlivost plemenných hodnot pohybující se kolem 90 % až ve věku 12 let a více, takže jsou daleko starší než plemenní býci. Obecně počet testovaných potomků po hřebcích je nízký, což odráží i nízkou intenzitu selekce. Než se genomická selekce aplikuje do chovatelských programů chovu sportovních koní, musí být vyřešena některá hlediska, např. znaky měřené na zvířatech referenční populace by měly být co nejobektivnější a fenotyp by měl být očištěn o vliv systematických efektů ovlivňující měřený znak, především o vliv jezdce a obtížnosti soutěže.

2.8.2. Princip metody BLUP

Henderson (1949) vyvinul metodu, která se nazývá nejlepší lineární nevychýlená předpověď (BLUP). V názvu jsou začleněny vlastnosti této metody:

Best (nejlepší) – maximalizuje korelaci mezi skutečnou plemennou hodnotou (\hat{a}) a předpovězenou plemennou hodnotou (a) nebo minimalizuje předpověď chybové variance (PEV), $\text{var}(a - \hat{a})$.

Linear (lineární) – předpovědi jsou lineárními funkcemi pozorování.

Unbiased (nevychýlená) – předpověď náhodné proměnné, jako jsou například plemenné hodnoty a odhadnutelné funkce fixních efektů jsou nevychýlené ($E(a|\hat{a}) = \hat{a}$).

Prediction (předpověď) – předpověď skutečné plemenné hodnoty.

(Mrode, 2005)

Jakubec et al. (1999) popisují podstatu metody BLUP. Je jím současná předpověď jak plemenných hodnot (náhodných efektů), tak i efektů fixních v jednom kroku pomocí lineárních modelů se smíšenými efekty. Tato statistická metoda dokáže oddělit genetické vlivy od faktorů prostředí nejlepším možným způsobem. Metoda BLUP se stala standardem s širokým využitím, která dokáže předpovídat PH kterékoli věkové kategorie za využití všech dosažitelných zdrojů informací (užitkovost vlastní, užitkovost příbuzných). Obecný postup předpovědi PH spočívá v sestavení rovnice, která popisuje genetické (náhodné) a negenetické (fixní) efekty ovlivňující užitkovost. Arnason et Van Vleck (2000) k tomu dodávají, že BLUP metoda předpokládá znalost správných genetických parametrů v populaci (odchyly, dědivosti, genetické korelace a prostřed'ové korelace). Jednou z vlastností BLUP metody je, že předpověď plemenných hodnot je pravdivá, dokonce i pokud znaky a plemenné hodnoty nemají normální rozložení četností v populaci.

Lineární model se smíšenými efekty lze popsat touto modelovou rovnicí:

$$Y = Xb + Zu + e \quad (2)$$

kde Y je vektor naměřených hodnot

X, Z jsou matice plánů pokusu pevných a náhodných efektů

b je odhadovaný neznámý vektor pevných efektů

u je odhadovaný neznámý vektor náhodných efektů

e je neznámý vektor náhodné nekontrolovatelné chyby naměřených hodnot

Na základě výše uvedené modelové rovnice je sestavena soustava normálních rovnic, pomocí které jsou odhadnuty pevné a náhodné efekty (Mrode, 2005).

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z + H^{-1} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} b \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}Y \\ Z'R^{-1}Y \end{bmatrix} \quad (3)$$

kde R^{-1} zbytková kovarianční matice veličin (e)

H^{-} přímé násobení matic:

$$H = G \otimes A \quad (4)$$

kde G genetická kovarianční matice náhodných efektů

A matice příbuznosti

Soustava se dále řeší pomocí zobecněné inverze levé strany:

$$\begin{bmatrix} C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z + H^{-} \end{bmatrix}^{-1} \quad (5)$$

Řešení pro odhad vektorů pevných a náhodných efektů je:

$$\begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X'R^{-1}Y \\ Z'R^{-1}Y \end{bmatrix} \quad (6)$$

2.8.2.1. Animal model

V animal modelu je možno předpovědět plemenné hodnoty každého zvířete samostatně a současně v závislosti na užitkovosti příbuzných jedinců (rodiče, potomci, polosourozenci, vlastní sourozenci a jedinci v různých příbuzenských vztazích, různých stádech). Původně se předpovídaly plemenné hodnoty jen pro jednu vlastnost (single trait model). V současné době se předpovídají plemenné hodnoty s ohledem na více užitkových vlastností (multiple trait model) (Jakubec et al., 1999).

Arnason et Van Vleck (2000) uvádějí další výhody metody BLUP – AM při získávání plemenných hodnot, což vede k následujícím praktickým důsledkům:

- Předpověď plemenných hodnot může být získána pro každého jedince v populaci díky použití informací od příbuzných jedinců. Plemenné hodnoty potenciálního potomstva mohou být snadno získány jednoduchým průměrováním plemenných hodnot rodičů. Tato výhoda může být použita jako pomoc chovatelům při plánování přípařování.
- Předpovědi plemenných hodnot následujících generací zahrnují genetické změny (pokrok) vedoucí z efektů selekce nahromaděných ze základu populace.

Tato vlastnost znamená, že zvířata z rozdílných generací mohou být srovnávány podle předpovědí plemenných hodnot.

- Genetický trend může být snadno získán vypočtením průměrů plemenných hodnot podle roku narození zvířat.

Animal modely používané pro genetické hodnocení koní metodou BLUP obvykle předpokládají jeden společný základ populace (Arnason et Van Vleck, 2000). Pokud je chovná populace homogenní a záznamy v rodokmenu jsou úplné, posouzení většiny mladých zvířat k základu populace je správné. Pokud ale chovná populace není homogenní, rodokmen obsahuje dovezená zvířata z různých zemí nebo populací, nebo jsou zde zvířata s neúplným rodokmenem, je velmi důležité provést odpovídající genetické seskupení (vytvořit skupiny neznámých předků), aby se zabránilo závažným chybám v genetickém hodnocení.

2.8.2.2. Multiple trait model

Víceznaková analýza zahrnuje současné hodnocení zvířat dvou nebo více znaků a využívá fenotypové a genetické korelace mezi znaky (Mrode, 2005). Jednou z hlavních výhod víceznakového modelu je zvýšení přesnosti hodnocení. Pro vlastnosti s nižšími dědivostmi je výhodnější použití víceznakové analýzy. Je zde dostatečný přírůstek v přesnosti, který plyne z lepší provázanosti dat vlivem genetické variančně – kovarianční matice. Jakubec et al. (1999) uvádí další výhodu, a tou je snadná předpověď celkové plemenné hodnoty pomocí předpovězených plemenných hodnot se zřetelem na jednotlivé vlastnosti. Stačí vynásobit předpovězené plemenné hodnoty pro jednotlivé plemenné hodnoty příslušnými ekonomickými hodnotami a provést sumaci těchto jednotlivých součinů.

Jedna z nevýhod víceznakové analýzy je vyšší náročnost výpočtů v porovnání s jednoznakovou analýzou. Druhou nevýhodou je, že víceznaková analýza vyžaduje spolehlivý odhad genetických a fenotypových korelací mezi vlastnostmi (Mrode, 2005).

2.8.2.3. Model s náhodnou regresí

Náhodná regrese se stala standardní procedurou pro genetickou analýzu opakovaných záznamů jedince, které jsou zaznamenány nepřetržitě v čase (Meyer, 2005). Základní myšlenkou náhodné regrese je, že se pro každého jedince stanoví pomocí polynomů

náhodných regresních koeficientů jeho vlastní výkonnostní křivka. Nejčastěji používanými polynomy jsou Legendrovy polynomy.

Využití náhodné regrese v chovu hospodářských zvířat je velmi široké. U mléčného skotu je používána u produkce mléka, stavby těla a příjmu krmiva. U prasat a masného skotu je využívána pro výšku hřbetního tuku, u ovcí na výnos vlny. Náhodná regrese se je aplikována i u analýzy přežitelnosti a v mnoha dalších případech (Schaeffer, 2004).

Výsledky skokových závodů mohou být modelovány jako opakovaná měření, kdy fenotyp jedince je reprezentován jako spojitá funkce času. Tato vlastnost může být charakterizována křivkou s nekonečným počtem měření (Posta et al., 2010). Ricard et al. (2000) dodávají, že čas může být charakterizován jako starty nebo dny. Dny od narození, od prvního závodu nebo dny mezi závody.

2.9. Odhad genetických parametrů a výběr modelové rovnice

Odhad genetických parametrů sportovní výkonnosti a odhady koeficientu dědivosti byly provedeny v podstatě u všech plemen sportovních koní. Koeficienty dědivosti stanovené různými autory (Aldridge et al., 2000; Dubois et Ricard, 2007; Janssens et al., 1997; Thóren Hellsten et al.;2006) z výsledků skokových a drezurních soutěží se pohybují v rozmezí $h^2 = 0,10 - 0,30$. Koeficienty dědivosti stanovené z charakteristik, kterými jsou koně hodnoceni ve staničních a polních výkonnostních testech, dosahují vyšších hodnot a pohybují se v rozmezí $h^2 = 0,10 - 0,50$ (Ricard et al., 2000).

Základním problémem informací z výkonnostních zkoušek, které jsou zdrojem velkého množství podkladových dat, je subjektivní způsob hodnocení výkonnostních vlastností (Ricard et al., 2000). Podmínkou objektivity a dosažení vyšších hodnot koeficientu opakovatelnosti je využití několika jezdců a posuzovatelů na jednoho koně, a to především u zkoušky jezditelnosti, dále střídání jezdců během výcvikového období a konečně zařazení disciplín, které vylučují vliv jezdce, což je především skok ve volnosti.

Ricard et al. (2000) a Tavernier (1991) se domnívají, že poměrně nízké odhady koeficientu dědivosti u dat z jezdeckých závodů jsou způsobeny selekcí dat – koně jsou selektováni ve vyšším věku; koně, kteří se neumístili, nejsou zaznamenáni vůbec nebo jsou špatně zařazení. Pokud se neumístění koně ignorují, sníží se tím odhad dědivosti o 0,02 až 0,09. Dalším důvodem poměrně nízkých odhadů dědivosti je ten, že na výsledek koně na závodech působí další neznámé a nepopsatelné vlivy prostředí. S tím souhlasí i Ducro

(2011), který uvádí, že v některých zemích jsou uloženy výsledky všech koní účastnících se závodů, a v jiných zemích jsou zaznamenány pouze výsledky umístěných koní. Například v Nizozemí jsou shromažďovány výsledky všech koní účastnících se závodů, což je ročně přibližně 3000 koní účastnících se skokových, a stejný počet koní účastnících se drezurních soutěží. To poskytuje velké množství dat každý rok, které mohou být použity v genetickém hodnocení.

Koenen et al. (1995) odhadli v Nizozemsku na základě výsledků ze sportovních soutěží u plemene KWPN dědivost pro skokové soutěže 0,19 a pro drezurní soutěže 0,17. Do modelové rovnice zařadili pevné efekty věku, pohlaví a jezdeckého klubu, za který kůň startuje. V novější studii autora Ducro (2011) u stejného plemene byla odhadnuta dědivost u drezury a parkurového skákání shodně na 0,14. Genetické korelace mezi testem FCI a drezurními závody byly pozitivní, pohybovaly se od 0,37 až 0,72. Genetické korelace mezi testem FCI a parkurovým skákáním byly kolem 0,80.

Janssens et al. (1997) odhadli komponenty variance pro skokovou schopnost jezdeckých koní pomocí metod a algoritmů REML. Byly získány výsledky soutěží mladých koní (4 – 7 let) za roky 1991 – 1996. Tyto soutěže se skládají z 8 až 10 závodů za rok. Byly použity informace o rodokmenu ze dvou belgických plemenných knih. Do modelu s opakovatelností byly navrhnuty pevné efekty pohlaví (hřebec, klisna, valach) a rok*věk*závod ($n=184$) a náhodný efekt trvalého prostředí. Odhady koeficientů dědivosti byly v rozmezí 0,02 – 0,09 a opakovatelnosti 0,09 – 0,25. K velmi podobným hodnotám dospěl kolektiv autorů ve své další studii. Janssens et al. (2007) vyjádřili výkonnost koní ve skokových soutěžích jako dosažené pořadí v soutěži, které transformovali použitím Blomovy transformace podle autorů Reilly et al. (1998). Data byla dostupná z let 1992 až 2006. Genetické parametry byly získány pomocí Bayesovských přístupů použitím algoritmu Gibbs sampling. V modelové rovnici zvolili pevné efekty pohlaví, věku, soutěže a náhodné efekty trvalého prostředí a genetické hodnoty koně. Dědivost pro národní skokové soutěže byla odhadnuta na 0,08.

Posta et al. (2009b) analyzovali skokové výsledky maďarského sportovního koně z let 1996 – 2005. Jako charakteristiku výkonnosti použili různě transformované pořadí. Pro transformaci použili druhou, třetí a čtvrtou odmocninu, dále funkci kotangens a Blomovu transformaci. V lineárním modelu použili efekty pohlaví, chovatele, jezdce, věku a startu (efekt zahrnoval rok soutěže, typ soutěže a výšku překážek), trvalého prostředí a genetický efekt. Efekt startu použili jednou jako pevný efekt a jednou jako náhodný efekt,

přičemž při použití startu jako pevného efektu byla dědivost u všech proměnných o něco vyšší než v druhém případě. Nejvyšší dědivost vykazovala proměnná pořadí transformované podle Bloma, a to 0,27 (start jako pevný efekt) a 0,17 (start jako náhodný efekt).

V Irsku analyzovali skokovou výkonnost na jezdeckých závodech Aldridge et al. (2000). Databáze zahrnovala údaje z let 1993 až 1998 a bylo v ní cca 250 000 záznamů od 10 000 koní. Výkonnost byla rozdělena do třech úrovní, na vysokou, střední a nízkou. Pro genetické hodnocení skokových koní v Irsku bylo získáno pořadí všech výkonností ze všech závodů. Pořadí bylo založeno na celkovém počtu trestných bodů, a délce času potřebného k dokončení každého kola v soutěži. Genetické korelace mezi vysokou a nízkou obtížností byly 0,69, mezi střední a nízkou 0,97 a mezi střední a vysokou 0,83. Dědivost na vysoké, střední a nízké obtížnosti byla 0,10; 0,08 a 0,07. Autoři na závěr dodávají, že na nízké a střední obtížnosti parkurů mohou užitečně předpovídat genetický potenciál pro vysoké obtížnostní stupně.

Ve Francii zvolili Ricard (1997) i Langlois et Blouin (2004) modelovou rovnici pro vyhodnocení sportovních výsledků, která zahrnovala pevné efekty pohlaví a věku*skupiny podle roku, aditivní genetický efekt, maternální efekt a efekt trvalého prostředí. Tavernier (1992) odhadla dědivost u skokových soutěží pro mladé koně nazývaných "Cycle Classique" (CC) pro 4leté, 5leté a 6leté koně na 0,33; 0,28 a 0,22. Všestrannou způsobilost, která zahrnuje drezuru, parkur a cross country, hodnotili ve Francii Richard et Chanu (2001). Míra dědivosti jednotlivých vlastností nebyla vysoká, výraznější byla výška genetických korelací při ročních hodnoceních výdělků koní a jejich umístění v soutěži, která se pohybovala od 0,94 do 0,98. Na podobné výšce genetických korelací se shodují i Dubois et Ricard (2007), kteří uvádějí, že genetické korelace se pohybovaly kolem 0,90. U parkurového skákání byly genetické parametry následující: dědivost 0,27 a 0,16 pro logaritmus ročních výdělků a pro pořadí; opakovatelnost 0,47 a 0,29 pro logaritmus ročních výdělků a pro pořadí. U drezury jsou o něco vyšší genetické parametry. Dědivost 0,34 a 0,20; opakovatelnost 0,60 a 0,35 pro logaritmus ročních výdělků a pro pořadí.

Kearsley et al. (2008) odhadovali genetické parametry všestranné způsobilosti ve Velké Británii, kde výsledky ukazují vysokou variabilitu pro jednotlivé znaky. Dědivost pro drezuru byla 0,09 - 0,11; pro parkur 0,08 - 0,23 a pro soutěže všestrannosti 0,02 - 0,03. Vysoká korelace mezi jednotlivými výkonnostními stupni v soutěžích všestranné

způsobilosti, poukazuje na spolehlivou předpověď výkonnosti koní na základě výsledků v nižších obtížnostech soutěží. To je podle autorů výhodou při hodnocení výkonnosti zejména u mladých koní v začátku jejich sportovní kariéry.

Ve Švédsku testovali Olsson et al. (2008) možnosti zvýšení přesnosti selekce švédských teplokrevných hřebců, pokud se zkombinují informace ze staničního výkonnostního testu (SPT) s informacemi ze závodů a testu Riding Horse Quality Test (RHQT). Dědivost pro znaky skokové výkonnosti a drezurní výkonnosti na závodech byla 0,27 a 0,17. Dědivost v testu SPT byla odhadnuta u skokových znaků v rozmezí 0,36 až 0,65. Genetické korelace mezi skokovými znaky na závodech a v testu SPT byly 0,78 až 0,96. Pokud byla použita informace z testu RHQT a skokových závodů, tak se přesnost hřebců narozených ve Švédsku zvýšila o 13 %. Pro hřebce narozené v jiné zemi se přesnost zvýšila pouze o 5 %. Wallin et al. (2003) stanovili u švédského teplokrevníka koeficient dědivosti z výsledků výkonnostních zkoušek čtyřletých koní podle jednotlivých testovaných vlastností v rozmezí 0,09 – 0,27.

Luehrs – Benke et al. (2002a) vypočetli koeficient dědivosti pro všechna německá teplokrevná plemena ze staničního testu hřebců pro skok pod jezdcem 0,33 a mechaniku pohybu v klusu 0,51. Dědivost vlastností hodnocených v polním testu klisen byla 0,27 pro krok a 0,38 pro klus. Dědivost pro výsledky ze závodů odhadli Luehrs-Behnke et al. (2002b) na 0,11 pro parkurové soutěže a 0,12 pro drezuru. Reinhart et Schmutz (1997) do modelové rovnice vybrali jako pevné efekty pohlaví, věk (6 skupin koní podle věku), soutěž a jezdec. K těmto efektům přidali náhodný efekt trvalého prostředí. Efekt jezdce charakterizovali výkonnostní třídou jezdců. Přehled genetických parametrů v uvedených zemích je v příloze č. 1.

2.10. Organizace selekčních programů v různých plemenných knihách

V celé Evropě jsou praktikovány různé formy testování hřebců a mladých koní (Thóren Hellsten et Philipsson, 2009). Výkonnostní test pro hřebce je používán jako nástroj pro ranou selekci potencionálních chovných hřebců. Obvykle slouží testování mladých koní k několika účelům. První, a nejdůležitější, je poskytnutí dat pro genetické vyhodnocení mladých koní a stejně tak vyhodnocení jejich rodičů. Jiný, také důležitý účel, je použití těchto testů jako nástroj k nalezení talentovaných koní pro sportovní účely.

Protože výsledky z vyšších stupňů závodů jsou zdůrazňovány v chovných cílech zahraničních chovů sportovních koní, je velmi důležité, že testy v mladém věku koní ukazují velmi pozitivní genetické korelace s pozdějšími výsledky ze závodů.

Studie Furreho et al. (2010) poukazuje na to, že existuje vysoké genetické propojení a korelace mezi jednotlivými vlastnostmi testovanými v různých plemenných knihách. Proto je možné společné genetické vyhodnocení mezi několika populacemi. Cílem této studie bylo zkoumat, zda je možné aplikovat informace z jiných populací. Například zda je možné předpovědi plemenných hodnot norského teplokrevníka použít jako příkladu u švédského teplokrevníka. Závěr studie ukazuje, že užívání informací z jiných populací je velmi výhodné, pokud jsou ale u obou populací téměř shodné způsoby testace. Rovněž i autoři Ricard et al. (2000) uvádí, že odhady dědivosti jsou srovnatelné v jednotlivých zemích. K podobným závěrům došli i Thóren Hellsten et al. (2006). Navržené výkonnostní testy pro mladé koně ukazovaly vysokou dědivost a vysokou genetickou korelaci s pozdějšími výsledky ze závodů.

V projektu iniciovaném Interstallionem byly porovnávány genetické parametry různých testů pro mladé koně, hlavně testů pro hřebce. Studie byla založena na dotazníku, v němž odpovídalo 19 chovatelských organizací a proběhla analýza výsledků 17 genetických studií provedených v Německu, Nizozemí, Francii, Švédsku a Belgii. Projekt poskytoval informace o spolehlivosti zhodnocených plemenných hodnot z různých testačních systémů hřebců a mladých koní. Dalším cílem bylo poskytnout informace, které povedou ke zlepšení genetického vyhodnocení a selekčních cílů z různých návrhů testace nebo dat z jezdeckých závodů (Thóren Hellsten et Philipsson, 2009).

(Dušek et al., 2007) uvádí, že většina zkušebních řádů vychází z poznatků německých chovů. Původně byl stodenní test zaveden do praxe vzhledem k velkému počtu privátních hřebců různých plemen, které bylo třeba do testace zařadit, a nedostatku výcvikových center pověřených testací. Ve spolkových zemích bylo tedy vzhledem k velkému počtu koní zřízeno několik center, která tyto výkonnostní testy zajišťují. Thóren Hellsten et Philipsson (2009) k tomu dodávají, že v dnešní době se ve většině zemích mladí hřebci testují ve stanicích pouze 70 dní, a některé chovatelské organizace (plemenná kniha KWPN, hanoverský svaz a holštýnský svaz) provádějí staniční výkonnostní testy i pro mladé klisny. Po dobu staničního testu jsou obvykle hodnoceny trénem chody, jezditelnost a skok ve volnosti, a poslední den testu jsou koně hodnoceni komisí. Polní test je jednodenní. Komisaři hodnotí stejné znaky jako ve staničních testech.

2.10.1. Selle Français (SF)

Ve Francii je posledních 20 let zaměřena selekce především na skokové koně. Současný cíl francouzských chovatelů je produkovat skokové koně, kteří v parkurových soutěžích obstojí v mezinárodní konkurenci (Dubois et Ricard, 2007). Pozornost věnují funkčním znakům jako stavba těla, chody, jezditelnost, pohybové problémy a reprodukční schopnost včetně možnosti umělé inseminace u klisen.

Dubois et al., (2008) popisují selekční cíle u SF. Parkurové skákání („CJ“) je hlavním cílem. Druhým cílem je stavba těla a chody („CG“). Dalšími sledovanými znaky jsou temperament, kvalita spermatu nebo ortopedické nemoci (RTG vyšetření). Tyto znaky jsou těžce měřitelné, nákladné a vyžadují specifické testy. Jako třetí selekční cíl („TT“) přidali jeden z výše uvedených znaků, který se měří pouze u malého počtu hřebců. Všechny znaky jsou váženy ekonomickými váhami (20 % CG, 60 % CJ, 20 % TT) a je studován jejich vliv na genetický zisk. Selekční schéma pro parkurové skákání u hřebců je čtyřstupňové, u klisen jednostupňové. První selekční stupeň je založen na znalosti rodokmenu s cílem doporučit selektované koně do polního testu hřebců (3letí) a do parkurového skákání (5letí). Druhý stupeň zahrnuje vlastní výkonnost s ohledem na výsledky prvního selekčního stupně a s cílem doporučit selektované hřebce do ortopedického testu („TT“). Ve třetím stupni se do plemnitby vybírá limitovaný počet hřebců. Sto hřebců s nejlepší plemennou hodnotou je selektováno do „TT“ testu, avšak s ohledem na selekční cíl. Po tomto testu mohou jít nejlepší jedinci do plemnitby. Ve čtvrtém stupni (ve 12 - letech) se berou v úvahu výsledky potomstva. Hřebci jsou používáni v plemnitbě sedm let, kdy pro ně končí čtvrtý stupeň selekce a další selektování je založeno na plemenných hodnotách potomstva. Hřebci jsou vyřazováni ve 20 letech. U klisen je selekce jednostupňová, kdy všechny klisny, s vlastní i bez vlastní výkonnosti, mohou být chovnými klisnami. Vyřazovány jsou ve 20 letech. Testační schéma SF je zobrazeno v příloze č. 2.

Pro genetické vyhodnocení koní používá SF pouze data ze skokových a drezurních závodů a ze soutěží military. Plemenné hodnoty jsou publikovány jako standardizovaná hodnota s průměrem populace 0 a směrodatnou odchylkou 2 % (20 bodů). Kromě jezdeckých soutěží se sbírají data i z polního testu hřebců v disciplínách parkurové skákání a drezúra. Dále pořádá SF pro 4 až 6leté koně seriál závodů v parkurovém skákání, drezuře a military nazývaný „cycle classique“ pro profesionální jezdce a „cycle libre“ pro amatérské jezdce, kde je snížena obtížnost soutěží. Z těchto disciplín je vypočtena

hodnota ISO (parkurové skákání) a ICC (military), s průměrem 100 a směrodatnou odchylkou 20 bodů. Základem pro výpočet je umístění koní v soutěži (Stud-book Français du Cheval Selle Français, 2014).

2.10.2. Švédský teplokrevník (SWB)

Olsson et al. (2008) popisují chovný cíl u švédského teplokrevného koně. Cílem je produkovat ušlechtilého, korektního a odolného jezdeckého koně, který prostřednictvím svého temperamentu, jezditelnosti, dobrých pohybových vlastností a skokových schopností je mezinárodně konkurenceschopný. Nejdůležitější částí v selekčním programu je selekce hřebců. Úspěšný selekční program sportovních koní musí mít udržitelné, dobře fungující testy mladých hřebců jako základ pro časnou selekci. Rovněž je potřeba získávat po mnoho let výsledky ze závodů.

Olsson et al. (2008) dále popisují, že předselekce hřebců je od 1,5 do 2,5 let, kdy se hodnotí stavba těla, zdraví a skok ve volnosti (dobrovolné). Tříletí hřebci postoupí třídní test (SPT) před připouštěcí sezonou. Test zahrnuje veterinární inspekci, posouzení stavby těla, skoku ve volnosti, chodů pod vlastním jezdcem. Hřebci, kteří splní všechna kritéria, získají jednoleté povolení k připouštění. Hřebci, kteří jsou starší než tři roky, je SPT rozdělen do dvou fází. Čtyřletí a pětiletí hřebci vstupují do první fáze, která začíná veterinární inspekci a posouzením stavby těla. Všichni čtyřletí hřebci se ukazují buď ve skoku ve volnosti (drezurní hřebci) nebo ve skoku pod jezdcem. U pětiletých skokových i drezurních hřebců se hodnotí již jen skok pod vlastním jezdcem. To je první fáze testu. Ve druhé fázi se majitel hřebce rozhodne, kterou část testu jeho hřebec podstoupí, jestli parkur či drezuru nebo obojí. Drezurní hřebci předvádějí chody pod vlastním jezdcem a pod testačním jezdcem. Stejně tak skokoví hřebci se předvádí na skocích pod vlastním i cizím jezdcem. Hřebci, kteří projdou testem, získávají licenci pro připouštění na šest let.

Viklund (2010) popisuje další část selekce hřebců, kterou je test RHQT pro čtyřleté koně. Tento test je jednodenní a je prováděn od roku 1973 s cílem získat informace pro genetické hodnocení hřebců a klisen a vyhodnotit všechny kvality mladých sportovních koní. Posuzuje se stavba těla, zdraví, skoková schopnost, chody, jezditelnost. Při vyhodnocení chodů pod jezdcem a skákání získají koně body za temperament a celkový vzhled. Bruns et al. (2004) dodávají, že se hřebcům odebírá sperma a vyšetřuje se jeho kvalita. Rovněž jsou vyšetřováni po stránce ortopedické.

Poměrně nový test pro tříleté koně (YHT) byl zaveden v roce 1999 (Viklund et al., 2011). Slouží pro genetické vyhodnocení hřebců a klisen pro ranou selekci, k nalezení talentovaných koní pro sport a pro podporu obchodování s mladými koňmi. Všichni koně jsou hodnoceni za stavbu těla, chody na ruce a ve volnosti, skok ve volnosti, temperament a celkový dojem při skákání. Tohoto testu se ve Švédsku účastní 40 % všech tříletých koní. Chovatelé dostávají více informací o kvalitě klisen, což je pozitivní. Selektce hřebců je důležitá pro genetický pokrok celé populace. Podle výzkumu mezi chovateli švédského teplokrevníka jsou pro selekci klisen výsledky z testu YHT pro 27 % chovatelů dostatečným kritériem a 23 % chovatelů považuje jako dostatečné kritérium plemenné hodnoty klisen.

Podkladová data pro předpovědi PH pocházejí z testu RHQT. Vyhodnocuje se stavba těla, parkurové skákání (technika skoku, temperament a potenciál) a drezura (chody, temperament a potenciál). Plemenné hodnoty se vyjadřují na stupnici s průměrem 100 a směrodatná odchylka je 20 bodů (Swedish Warmblood Association, 2014).

2.10.3. Holandský teplokrevník (KWPN)

V Nizozemí organizuje plemenná kniha KWPN mnoho testů pro mladé koně za účelem získat ranou informaci o sportovní schopnosti koní (Ducro, 2011). Do testu First Stallion Inspection (FSI) přihlašují chovatelé dobrovolně své hřebce ve věku 2,5 až 3 roky a hodnotí se sedm znaků. Základní chody krok a klus jsou hodnoceny oba na ruce a při volném pohybu v uzavřeném prostoru. Cval je hodnocen pouze při volném pohybu. Skok ve volnosti je hodnocen během skákání přes tři překážky v uzavřeném prostoru, hodnotí se odraz, technika, síla. Rovnováha odráží celkový pohled při pohybu. Hřebci jsou hodnoceni týmem složeným ze tří lidí a tento tým se v průběhu let mění jen nepatrně. Výsledky od rozhodčích jsou dány dohromady, takže je dostupná jedna známka za hodnocený znak. Na základě tohoto testu jsou hřebci selektováni pro staniční test hřebců. Tento test je 70denní, během kterého je testována potenciální závodní schopnost hřebců. Hřebci jsou trénováni a testováni za stejných podmínek a jsou pravidelně hodnoceni komisí. Pejosová et al. (2013) dále popisují, že majitel hřebce má podle přípravy koně (drezura nebo parkurové skákání) možnost výběru vykonání staniční zkoušky, podobně jako u švédského teplokrevníka. Ducro (2011) dále ve své práci uvádí, že hřebcům, kteří prošli staničním testem, je povoleno připustit limitovaný počet klisen a navíc se musí zúčastnit závodů

pro mladé hřebce. To je soutěž, která má chovatelům poskytnout informace o rozvoji mladých hřebců pro sport. Klisny vykonávají buď jednodenní polní test (IBOP), nebo staniční test (EPTM) v délce výcviku dvou až pěti týdnů.

Data shromážděná od koní z různých testů mohou být použita pro selekci hřebců pro parkur i drezuru. Intenzita selekce je založena na množství selektovaných hřebců v každém stupni (příloha č. 3), u FSI je to 60 hřebců z 500, u staničního testu hřebců je to 20 z 50 a konečný výběr je udělen 13 - ti hřebcům z 20 (Ducro, 2011).

Plemenná kniha KWPN vyhodnocuje znaky stavby těla, skokové a drezurní vlastnosti. Pro skokové a drezurní vlastnosti používají čtyři informační zdroje, a to data ze zápisu do plemenné knihy, jednodenního polního testu, staničních výkonnostních testů a jezdeckých závodů (berou v úvahu pouze nejvyšší dosaženou úroveň). Používají čtyřznakový BLUP - AM. Plemenné hodnoty jsou standardizovány na stupnici s průměrem 100 bodů a směrodatnou odchylkou 20 bodů. Plemenná kniha KWPN zveřejňuje vypočtené PH hřebců se spolehlivostí $\geq 30 \%$ a PH klisen s hodnocením nad 120 se spolehlivostí $\geq 30 \%$. Pro znaky stavby těla se používají data z lineárního popisu při zápisu koní do plemenné knihy a z testu FSI. Výpočet je proveden jednoznakovým BLUP - AM. Plemenné hodnoty jsou opět standardizovány k průměru 100 bodů a se směrodatnou odchylkou 4 body. U znaků stavby těla se zveřejňují pouze plemenné hodnoty otců se spolehlivostí $\geq 50 \%$ (Koninklijk Warmloed Paardestamboek Nederland, 2014).

2.10.4. Hannoverský kůň (HANN)

Státní hannoverští hřebci vykonávají výkonnostní zkoušku formou testu, který trvá 11 měsíců (Pejosová et al., 2013). Druhou variantou výkonnostní zkoušky je 70 až 100denní test, který je určen pro hřebce soukromých majitelů. Hodnotí se jezditelnost, skokové schopnosti při skoku ve volnosti a na parkuru, základní chody a v průběhu testu ještě navíc charakter, temperament, pracovní ochota a konstituce. Výkonnostní zkoušky klisen mají v Hannoveru velkou prioritu (Civišová et Maršálek, 2012). Jednak jsou důkazem o vhodnosti využití klisny v jezdeckém sportu, ale především jsou cenným zdrojem informací o otcích klisen. Výsledky slouží jako podklad pro předpověď plemenné hodnoty. Výkonnostní zkoušku mohou absolvovat tříleté nebo starší klisny buď jako jednodenní polní test nebo jako čtyřtýdenní staniční zkoušku. Tato zkouška je prováděna ve výcvikových centrech ve Verdenu a v Alsfeldu. Při staničním testu je posuzován

charakter, temperament a připravenost. U klisen se posuzuje mechanika pohybu – krok, klus, cval (33%), dále skokové vlohy – skok ve volnosti (33%), jezditelnost – posouzená komisí a jezditelnost cizím jezdcem (33%).

Hannoverský svaz vyhodnocuje stavbu těla a výkonnostní znaky. Poté vyhodnocuje ještě jednou samostatně výkonnostní znaky v rámci národního hodnocení. Pro vyhodnocení stavby těla a výkonnostních znaků používají data z plemenné knihy při zápisu klisen, výkonnostního testu klisen a data z předselekci pro aukce. Plemenné hodnoty se vypočítávají pomocí jednoznakového BLUP animal modelu a standardizují se k průměru 100 bodů a směrodatnou odchylkou 20 bodů. Svaz zveřejňuje plemenné hodnoty v brožuře „Hannoveraner Jahrbuch Hengste“. Pro národní hodnocení výkonnostních znaků se používají data z výkonnostních testů hřebců a klisen a ze závodů víceznakovým BLUP animal modelem s opakovatelností. Plemenné hodnoty výkonnostních znaků se zveřejňují rovněž pomocí brožury „Jahrbuch Zucht FN“, kde jsou zahrnuti hřebci, kteří mají alespoň 5 otestovaných potomků (Verband hannoverscher Warmblutzüchter, 2014).

2.10.5. Holštýnský kůň (HOLST)

Výkonnostní zkoušky hřebců jsou prováděny formou 70denní staniční zkoušky (HLP) nebo formou 30denního testu a jsou určeny pro 3 až 4leté hřebce (Pejosová et al., 2013). Hodnotí se charakter, temperament, pracovní ochota, skokové schopnosti (skok ve volnosti, na parkuru), jezditelnost a základní chody (krok, klus, cval). Staniční zkouška pro 3 až 4leté holštýnské klisny trvá 14 dní a je zakončena závěrečným testem (Civišová et Maršálek, 2012). Hodnotí se ochota k práci (10 %), základní chody (30 %), jezditelnost (35 %) a skokové schopnosti (25 %). Polní zkouška je jednodenní a hodnocení je jiné než u staniční zkoušky: základní chody (39 %), skok ve volnosti (30 %), jezditelnost (31 %).

Holštýnský svaz vyhodnocuje znaky stavby těla z dat při zápisu klisen do plemenné knihy (PK). Dále vyhodnocuje výkonnost klisen z výkonnostního testu klisen. Oba znaky vyhodnocuje víceznakovým BLUP - AM. PH znaků stavby těla jsou publikovány u hřebců, kteří mají alespoň 10 dcer v PK. Tyto plemenné hodnoty jsou zveřejněny na webových stránkách agrární komory a v různých časopisech, např. Zuchtwerte Hengste. Plemenné hodnoty pro znak výkonnost klisen jsou publikovány u hřebců, kteří mají alespoň 5 testovaných dcer ve výkonnostním testu klisen. Na konci každého roku je majiteli hřebce

udělen certifikát, kde jsou vypočtené PH jeho koní uvedeny (Verband der Züchter des holsteiner Pferdes, 2014).

2.10.6. Oldenburský kůň (OLDBG)

Než tříletí hřebci získají licenci plemeníka, vykonávají staniční zkoušku, která má dvě formy (Pejosová et al., 2013). Buď je 30denní, ale poté hřebci musí ještě absolvovat jezdecké závody nebo je 70denní. V obou testech se shodně hodnotí základní chody, temperament, pracovní ochota, konstituce, terénní zkouška, skok ve volnosti a pod sedlem. Pro posouzení tří až čtyřletých klisen se v červnu konají ve Vechtě centrální zkoušky výkonnosti klisen. Tyto zkoušky jsou podkladem pro získání státní a svazové prémie a dokonce i výběr klisen pro elitní přehlídku se koná po ukončení tohoto testu. Zkouška se skládá opět ze tří částí, a to ze skoku ve volnosti, mechaniky pohybu (ve skupině klisen) a z testu jezditelnosti cizím jezdcem. Jednotlivým částem je přikládána různá váha – předvedení pohybu a chodů ve volnosti (15 %), skok ve volnosti (30 %), předvedení chodů pod vlastním jezdcem ve skupině (40 %), test jezditelnosti cizím jezdcem (15 %).

Svaz vyhodnocuje skokové a drezurní vlastnosti víceznakovým BLUP - AM s opakovatelností. Pro vyhodnocení se používají data z výkonnostních testů klisen, staničního testu hřebců, z jezdeckých závodů pro mladé koně a z jezdeckých závodů. To je pak uveřejněno formou celkového indexu u hřebců se spolehlivostí PH >75 %, pokud mají minimálně 5 potomků s vlastní výkonností v drezúře nebo parkurovém skákání (Verband der Züchter des oldenburger Pferdes, 2014).

2.10.7. Český teplokrevník (ČT)

Dvouletí hřebci se mohou zúčastnit předvýběru, kdy hodnocení provádí nejméně tříčlenná komise a posuzuje plemenný typ, stavbu těla, mechaniku pohybu a skok ve volnosti (Svaz chovatelů českého teplokrevníka, 2014). Hřebcům může být udělen výběr k působení v plemenitbě pro následující připouštěcí sezonu. Jeden až dva hřebci mohou obdržet prémii, která je opravňuje k použití v plemenitbě. Předvýběr i prémie se může týkat i zahraničních hřebců. Pro udělení výběru v dalších letech musí hřebec úspěšně absolvovat 70denní test nebo splnit v dalších letech podmínky pro udělení výběru (Kritéria mladých koní nebo sportovní testace).

Zkouška 3letých klisen je prováděna formou jednodenního polního testu (Svaz chovatelů českého teplokrevníka, 2014). U klisen se chovatel může rozhodnout pro zkoušku pod sedlem nebo pro zkoušku v zápřeží. Při zkoušce pod sedlem je součástí skok ve volnosti, zkouška mechaniky pohybu a ovladatelnosti (drezurní úloha), kavaletová řada a skoková zkouška pod sedlem. Při zkoušce komisaři hodnotí mechaniku pohybu při drezurní úloze, vrozené schopnosti, pracovní ochotu a charakter, skokové vlohy a připravenost. Znamky se udělují za mechaniku pohybu a ovladatelnost, schopnosti a ochotu a připravenost. Dále pořádá Svaz chovatelů českého teplokrevníka (SCHČT) od roku 2005 pro čtyřleté klisny plemene ČT „Soutěž skoku ve volnosti“. Klisny, které uspějí v oblastních kolech, se nominují do finále, ve kterém se hodnotí krok a klus při předvedení na ruce a skok ve volnosti na skokové řadě postupně na výškách 120, 130 a 140 cm. Klisny, které se umístily ve finále do 3. místa, jsou zařazeny do akceleračního programu ČT. V přílohách č. 4 a 5 jsou souhrnné tabulky pro porovnání výkonnostních zkoušek hřebců a klisen v různých zemích.

Uvedené zahraniční chovatelské svazy běžně používají jako součást šlechtitelských programů předpověď plemenné hodnoty metodou BLUP – AM. Stávající způsoby hodnocení v ČR (výkonnostní zkoušky, popis zevnějšku, výsledky soutěží) jsou v podstatě zatím pouhým sběrem podkladů, na které by vlastní vyhodnocení mělo teprve navazovat. Současné způsoby výběru jedinců do plemenitby, pouze na základě přímo na zvířeti zjištěných hrubých hodnot, jsou zatíženy velkou chybou a nevedou k průběžnému zušlechťování. Hodnocení by jednoznačně mělo být postaveno na genetickém hodnocení jedince - plemenných hodnotách u všech ekonomicky důležitých vlastností (Novotná et Svitáková, 2014).

V České republice (ČR) bylo zahájeno vyhodnocování sportovních výsledků v roce 1984 (Pellarová, 1986). Byly zavedeny přepočítané pomocné body (PPB), což jsou oficiální hodnoty použité pro hodnocení sportovní výkonnosti koní. Základem této metody je výpočet matice, která přiřazuje hodnoty s přihlédnutím k obtížnosti soutěže a výsledku soutěže. Tím se normalizuje naměřený záznam. Kromě toho bylo zavedeno hodnocení plemeníků tzv. Absolutní sportovní hodnotou (ASH). ASH je odvozena z PPB jako vážený průměr počtu PPB ve všech obtížnostech získaných potomky jednotlivého hřebce. Pellarová et Dušek (1990) dodávají, že od roku 1985 se tyto údaje zveřejňují každý rok v ročence sportovních koní pro příslušnou jezdeckou sezonu a poskytují veškeré informace o výkonnosti sportovních koní včetně některých výsledků potomstva testovaných hřebců.

Právě výsledky sportovních soutěží jsou v současné době jedinou využitelnou databází pro genetické hodnocení sportovních koní metodou BLUP. Tato databáze je dostatečně rozsáhlá s mnohaletou historií a každoročně narůstá o nově zařazené jedince, u kterých nebyla výrazná předselekce, a u každého koně jsou většinou známy výsledky z více soutěží.

3. Vědecké hypotézy a cíle práce

Hypotézou disertační práce je:

1. Podkladové databáze z kontroly vlastní užitkovosti jsou vhodné pro zavedení rutinní předpovědi plemenných hodnot metodou BLUP.
2. Při zavedení metody BLUP – Animal model v ČR dojde k přesnějšimu očištění prostřed'ových efektů, a proto bude schopna vybrat geneticky nejlepší jedince do plemenitby ve srovnání se současnými metodami používanými pro vyhodnocení sportovních koní v ČR.

Cílem disertační práce je:

1. Navrhnout způsob genetického hodnocení
2. Stanovit genetické parametry výkonnostních vlastností.
3. Vypracovat postup pro předpověď plemenných hodnot.
4. Sestavit žebříčky nejlepších koní.
5. Zhodnotit stávající způsob testace koní v České republice.

4. Materiál a metody

4.1. Podkladové soubory

Podkladové soubory byly získány od České jezdecké federace (ČJF) a od Ústřední evidence koní. Databáze výsledků skokových soutěží byla za období 1991 – 2013 a tyto výsledky zahrnovaly pouze klasické soutěže (tabulka A) hodnocené podle pravidel ČJF. Celkem bylo zaznamenáno 579 948 skokových výsledků od 20 126 koní, z nichž některé bylo nutno pro neúplnost údajů vyřadit. Při zpracovávání databází a sestavování matice příbuznosti byl každému koni přiřazen jedinečný kód, díky němuž se vyloučily případné chyby záměnou shodných jmen koní. Tato základní databáze zahrnovala údaje: kódové číslo koně, věk při startu, pohlaví (1 – hřebec, 2 – klisna, 3 – valach), rok startu, číslo soutěže (označené kódem), kód jezdce, počet trestných bodů získaných v soutěži a druh soutěže podle obtížnosti („Z“ – „T**“).

Druhá databáze obsahovala údaje o koních – kód koně, kód otce, kód matky, kód plemene a rok narození koně a byla potřebná při sestavení matice příbuznosti a při doplňování informací z rodokmenu ke sportovním výsledkům koní.

Poslední databáze zahrnovala kód koně, číslo koně, které má v ústřední evidenci, číslo/výžeh koně, jméno koně, rok narození koně. Na základě této databáze byly koním přiřazeny předpovězené plemenné hodnoty a vytvořeny žebříčky sportovních koní.

4.2. Rodokmen

Rodokmen sportovních koní byl vytvořen do páté generace předků. Pátou generaci předků tvořily neznámé skupiny předků, které byly vytvořeny na základě plemen koní (český teplokrevník, holštýnský kůň, anglický plnokrevník, atd.) nebo na základě čtyř plemenných skupin koní (mongolský, východní západní, nordický typ).

4.3. Zvolení vhodné proměnné

Úprava údajů byla provedena vytvořenými programy v prostředí programu SAS (verze 9.2). Vstupní údaje sportovní výkonnosti vyjádřené trestnými body (TB) neměly normální rozdělení četností, proto byla použita Blomova normalizační transformace (Blom, 1958)

pro transformaci záznamů výkonnosti. Blomova transformace zachycuje dosažené pořadí v soutěži i obtížnost a výšku soutěže jako relativní jednotku výkonnosti, která by měla mít po transformaci normální rozložení četností. Obecný vzorec pro použití Blomovy transformace:

$$\text{Blom} = (i - 0.375) / (n + 0.25) \quad (7)$$

i = pořadí koně

n = maximální pořadí koně

Blomova transformace trestných bodů byla provedena programem SAS procedurou RANK, která transformovala všechny zaznamenané výsledky koní.

Vstupní údaje sportovní výkonnosti vyjádřené trestnými body neměly normální rozdělení četností, což bylo způsobeno vysokými počty výkonností s nulou trestných bodů, 4, 8 a 12 trestnými body a dále vysokými počty nedokončených či diskvalifikovaných soutěží (999 trestných bodů).

Od roku 1990 až 2013 existuje 16 obtížnostních stupňů (tabulka č. 2), protože od roku 2008 byly soutěže podrozděleny podle technické obtížnosti na jednu hvězdu (*) nebo dvě hvězdy (**).

Tabulka č. 2: Kategorie obtížnostních stupňů skokových soutěží

Obtížnostní stupeň	Maximální výška překážky nebo rozmezí výšky překážek	Technické parametry - počet překážek s maximální výškou
TT	150-155	neurčeno
T	145-150	neurčeno
T**	150	7
T*	150	4
ST	135-145	neurčeno
ST**	140	7
ST*	140	4
S	125-135	neurčeno
S**	130	7
S*	130	4
L	115-125	neurčeno
L**	120	7
L*	120	4
ZL	110	5
Z	100	5
ZM	90	4

4.4. Testování různých modelových rovnic

Pro stanovení genetických parametrů a předpovědi plemenných hodnot byly použity různé modelové rovnice.

4.4.1. Jednoznakový model

Byla testována modelová rovnice, která byla počítána jednoznakovým BLUP – AM.

$$y_{ijklmn} = \mu + \text{pohlaví}_i + \text{věk koně}_j + \text{soutěž}_k + \text{jezdec}_l + TP_m + GH_n + e_{ijklmn} \quad (8)$$

kde y_{ijklmn} je vyhodnocovaná veličina, μ je populační průměr, pohlaví_i je pevný efekt (hřebec, klisna, valach), věk koně_j je pevný efekt pro devět věkových skupin (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 – 15, 16 – 25 let), soutěž_k je pevný efekt pro skupinu vrstevníků (27 525 úrovní), jezdec_l je náhodný efekt (11 815 úrovní), TP_m je náhodný efekt trvalého prostředí koně (20 126 úrovní), GH_n je náhodný efekt aditivní genetické hodnoty koně (74 261 úrovní) a e_{ijklmn} je náhodný reziduální efekt.

4.4.2. Jednoznakový model a modelová rovnice s náhodnou regresí

Byl vytvořen efekt zkušenost koně na závodech a vyjadřoval délku sportovní kariéry koně ve dnech. Standardizace efektu zkušenost koně na závodech byla vytvořena Legendrovým polynomem prvního až třetího řádu:

$$as = 2 \left(\frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \right) - 1 \quad (9)$$

kde:

as = standardizace efektu zkušenost koně na závodech

x_i = počet dní zkušenosti koně na závodech

x_{\min} = první den zkušenosti koně na závodech

x_{\max} = poslední den zkušenosti koně na závodech

Po standardizaci byly první čtyři parametry p následující:

$$p_0 = 1$$

$$p_1 = as\sqrt{3}$$

$$p_2 = 0.5(3as^2 - 1)\sqrt{5}$$

$$p_3 = 0.5(5as^3 - 3as)\sqrt{7}$$

Modelová rovnice byla následující:

$$y_{ijklmno} = \mu + \text{pohlaví}_i + \text{věk koně}_j + \text{soutěž}_k + RP_1 * fp_{RP} + \text{jezdec}_m + TP_n * fp_{TP} + GH_o * fp_{GH} + e_{ijklmno} \quad (10)$$

kde $y_{ijklmno}$ je vyhodnocovaná veličina, μ je populační průměr, pohlaví_i je pevný efekt (hřebec, klisna, valach), věk koně_j je pevný efekt pro devět věkových skupin (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 – 15, 16 – 25 let), soutěž_k je pevný efekt pro skupinu vrstevníků (27 525 úrovní), $RP_1 *$ je pevný efekt kombinace efektů roku narození a plemene koně (37 úrovní), fp_{RP} je regresní koeficient pevného efektu RP_1 , jezdec_m je náhodný efekt (11 815 úrovní), TP_n je náhodný efekt trvalého prostředí koně (20 126 úrovní), fp_{TP} je regresní koeficient náhodného efektu TP_n , GH_o je náhodný efekt aditivní genetické hodnoty koně (74 261 úrovní), fp_{GH} je regresní koeficient náhodného efektu zkušenost koně na závodech (náhodný efekt s aditivní příbuzenskou maticí), $e_{ijklmno}$ je náhodný reziduální efekt.

* rok narození koní byl rozdělen do sedmi skupin podle let narození (1991-1980; 1981-1985; 1986-1990; 1991-1995; 1996-2000; 2001-2005; 2006-2009) z důvodu malého počtu jedinců v každém roce narození. Rovněž tak i plemeno koně bylo rozděleno do sedmi plemenných skupin (anglický plnokrevník; český teplokrevník; ostatní česká sportovní plemena – slovenský teplokrevník, moravský teplokrevník, kůň kinsky; evropská plemena nejvíce ovlivňující českého teplokrevníka – hannoverský kůň, holštýnský kůň, oldenburský kůň, belgický teplokrevník, plemeno KWPN; plemena pony; chladnokrevná plemena; ostatní teplokrevní koně) z důvodu malého zastoupení jednotlivých plemen (celkem bylo

v rodokmenu zaznamenáno 165 plemen). Při kombinaci těchto dvou efektů vzniklo celkem 37 úrovní.

4.4.3. Dvouznakový model

Ve dvouznakovém modelu byly soutěže rozděleny do 2 stupňů podle obtížnosti a každý stupeň byl považován za jinou vlastnost. První skupina (SK1) zahrnovala skokové výsledky od 90 cm do 130 cm, druhá (SK2) od 135 cm do 155 cm. Modelová rovnice byla následující:

$$y_{ijklmn} = \mu + \text{pohlaví}_i + \text{věk koně}_j + \text{soutěž}_k + \text{jezdec}_l + \text{TP}_m + \text{GH}_n + e_{ijklmn} \quad (11)$$

kde y_{ijklmn} je vyhodnocovaná veličina pro SK1 a SK2, μ je populační průměr, pohlaví_i je pevný efekt (hřelec, klisna, valach), věk koně_j je pevný efekt pro devět věkových skupin (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 – 15, 16 – 25 let), soutěž_k je pevný efekt pro skupinu vrstevníků (27 525 úrovní), jezdec_l je náhodný efekt (11 815 úrovní), TP_m je náhodný efekt trvalého prostředí koně (20 126 úrovní), GH_n je náhodný efekt aditivní genetické hodnoty koně (74 261 úrovní) a e_{ijklmn} je náhodný reziduální efekt.

4.4.4. Tříznakový model

Ve tříznakovém modelu byly soutěže rozděleny do 3 stupňů podle obtížnosti a každý stupeň byl považován za jinou vlastnost. První skupina (SK1) zahrnovala skokové výsledky od 90 cm do 110 cm, druhá (SK2) od 115 cm do 135 cm, a třetí (SK3) od 140 cm do 155 cm. Zvolená modelová rovnice byla následující:

$$y_{ijklmn} = \mu + \text{pohlaví}_i + \text{věk koně}_j + \text{soutěž}_k + \text{jezdec}_l + \text{TP}_m + \text{GH}_n + e_{ijklmn} \quad (12)$$

kde y_{ijklmn} je vyhodnocovaná veličina pro SK1, SK2, SK3, μ je populační průměr, pohlaví_i je pevný efekt (hřelec, klisna, valach), věk koně_j je pevný efekt pro devět věkových skupin (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 – 15, 16 – 25 let), soutěž_k je pevný efekt

pro skupinu vrstevníků (27 525 úrovní), jezdec_l je náhodný efekt (11 815 úrovní), TP_m je náhodný efekt trvalého prostředí koně (20 126 úrovní), GH_n je náhodný efekt aditivní genetické hodnoty koně (74 261 úrovní) a e_{ijklmn} je náhodný reziduální efekt.

4.4.5. Tříznakový model a modelová rovnice s kvadratickou regresí

V tomto modelu byl vytvořen efekt zkušenost koně na závodech, který vyjadřoval délku sportovní kariéry koně v letech. Například pokud kůň začal závodit ve čtyřech letech, je to bráno jako první rok jeho zkušenosti. Pokud však začal jiný kůň závodit v sedmi letech, je to bráno opět jako první rok jeho zkušenosti, v osmi letech jako druhý rok zkušenosti, atd. Ve tříznakovém modelu byly soutěže rozděleny opět do 3 stupňů podle obtížnosti jako v předchozí modelové rovnici.

$$y_{ijklmno} = \mu + \text{pohlaví}_i + \text{věk}_j + \text{soutěž}_k + b_1 ZK_l + b_2 ZK_l^2 + \text{jezdec}_m + TP_n + GH_o + e_{ijklmno} \quad (13)$$

kde $y_{ijklmno}$ je vyhodnocovaná veličina pro SK1, SK2, SK3, μ je populační průměr, pohlaví_i je pevný efekt (hřebec, klisna, valach), věk_j je pevný efekt pro devět věkových skupin (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 – 15, 16 – 25 let), soutěž_k je pevný efekt pro skupinu vrstevníků (27 525 úrovní), ZK_l je efekt zkušenost koně na závodech v letech, b₁ je lineární člen efektu zkušenost koně na závodech v letech, b₂ je kvadratický člen efektu zkušenost koně na závodech v letech, jezdec_m je náhodný efekt (11 815 úrovní), TP_n je náhodný efekt trvalého prostředí koně (20 126 úrovní), GH_o je náhodný efekt aditivní genetické hodnoty koně (74 261 úrovní) a e_{ijklmno} je náhodný reziduální efekt.

4.5. Odhad genetických parametrů

Pro stanovení komponent rozptylu byla podkladová databáze upravena tak, aby v každé skupině byl dostatečný počet případů a vlivy jednotlivých činitelů, které ovlivňují výsledek, byly odhadnutelné. Z databáze byly vyloučeny údaje s neznámými jezdci, koňmi, obtížnostními stupni nebo neznámým pohlavím. Věk koně byl omezen od 4 do 25 let. Souběžně byly z databáze vyloučeni jezdci, kteří měli zaznamenaných 10 a méně

soutěží, a s méně než třemi koňmi; koně s méně než pěti zaznamenanými výsledky nebo koně ježděné pouze jedním jezdcem; soutěže s méně než třemi účastníky. Dále koně se sportovními záznamy, kteří měli méně než čtyři polosourozence z otcovské strany (55% otců z celkového počtu cca 15 400 měli pouze jednoho potomka). Po úpravách bylo použito pro ověření vhodných postupů hodnocení 282 437 výsledků.

Významnost vlivu efektů vnějšího prostředí byla posouzena metodou nejmenších čtverců, kdy všechny sledované efekty byly uvažovány jako pevné. Toto vyhodnocení umožňuje program SAS, v proceduře GLM. Procedura GLM může poskytnout testy hypotéz pro efekty v lineárním modelu bez ohledu na počet chybějících údajů. Postupně byla použita absorpce efektů jezdce, soutěže a koně. Absorpce efektu je výpočetní technika používaná ke snížení počtu rovnic, a tím i zrychlení výpočtu. Používá se, pokud má efekt velký počet úrovní.

Pro ověření nejvhodnějšího souhrnného způsobu vyhodnocení, odhad komponent rozptylu a stanovení genetických parametrů byl použit algoritmus Gibbs Sampling pomocí programu GIBBS1f90 (Miształ et. al., 2002b). Do výpočtů algoritmu Gibbs sampling byl počet iterací stanoven na 100 000, počet výsledků na zahoření (vyřazení) 20 000 a ukládal se každý 20 - tý výsledek. Pro kontrolu byl jeden výpočet puštěn znovu, kdy počet iterací byl stanoven na 120 000, počet výsledků na zahoření 40 000 a ukládal se každý dvacátý výsledek. Startovací hodnoty byly zvoleny na základě předchozích výpočtů (Pejosová, 2011). Kritéria výběru nejvhodnější modelové rovnice byla podle výše koeficientu dědivosti, normality reziduí a plemenných hodnot.

4.6. Předpověď plemenných hodnot

Pro předpovědi plemenných hodnot byl použit program BLUPf90 (Miształ et. al., 2002a).

Z výsledků byla stanovena relativní plemenná hodnota (RPH) pro všechny sportovní koně i jejich předky.

$$RPH = \mu + (-1) * ((PH / SD_{PH}) * SD_D) \quad (14)$$

kde RPH je vypočtená relativní plemenná hodnota na relativním měřítku, μ je předpovězená PH v populaci s průměrem 100, PH je předpovězená plemenná hodnota, SD_{PH} je genetická standardní odchylka PH, SD_D je stanovená standardní odchylka na 20 bodů. Vynásobením -1 je hodnota převrácena, tudíž nejvyšší RPH odpovídá nejnižšímu počtu TB. RPH umožňuje vybrat geneticky nejlepší jedince do plemnitby. Kromě RPH byla stanovena i relativní sportovní hodnota (RSH), která zahrnuje kromě genetického efektu jedince i efekt trvalého prostředí. Tato RSH umožňuje vybrat nejlepší sportovní koně.

4.7. Stanovení spolehlivosti PH

Spolehlivost PH byla spočítána všem koním na základě metody, která vychází z prací Misztal et Wiggans (1988).

U víceznakového modelu byl odhad spolehlivosti PH vypočten na základě metody popsané Strabel et al. (2001), kde navrhovaný postup nepotřebuje využití maticových výpočtů. Diagonální prvky matice „C“ odhadne pomocí odvození z velikosti a vlivů působících na skupinu vrstevníků a příbuzenské provázanosti populace. Vychází z předpokladu, že spolehlivost jedince i lze určit jako:

$$r^2 = 1 - \alpha * C_{ii} \quad (15)$$

kde C_{ii} je část inverze levé strany soustavy normálních rovnic uvedené v rovnici (5) a odpovídá jedinci i .

α je podíl zbytkového rozptylu vůči genetickému aditivnímu rozptylu.

4.8. Stanovení genetického trendu

Z průměrů předpovědi RPH podle roku narození sportovních koní byl stanoven genetický trend u sledované populace koní pro trestné body normalizované Blomovou transformací. Dále byl stanoven genetický trend u sledovaných plemen koní. Na základě výpočtů bylo posouzeno, zda se realizuje genetický trend u sledované populace a jednotlivých plemen koní.

4.9. Výpočet generačního intervalu

Generační interval byl vypočten na základě roků narození plemeníků a chovných klisen (matek) jako průměrný věk rodičů při narození prvního a posledního potomka. Generační interval byl vypočten jak pro samčí, tak pro samičí část populace.

5. Výsledky

5.1. Podkladové soubory – rozbor naměřených hodnot

Rozdělení četností z podkladových databází ukazují následující tabulky a grafy. Základní statistické údaje sportovní výkonnosti pro stanovení genetických parametrů a pro výpočet PH jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3: Základní statistické údaje pro předpověď PH a pro odhad genetických parametrů.

Název	Počet záznamů pro předpověď PH	Počet záznamů pro odhad genetických parametrů
Počet výsledků do výpočtů	579 948	282 437
Počet soutěžících koní	20 126	6 209
Počet koní v rodokmenu	74 261	27 895
Stáří koně	4-25	4-25
Pohlaví	1-3	1-3
Počet jezdců	11 815	2 501
Počet soutěží	27 525	21 918
Roky startů	1991-2013	1991-2013
Obtížnost soutěží	1-16	1-15

Věk koní byl rozdělen do devíti skupin podle stáří koní (tabulka č. 4). Ve skokových soutěžích byly nejpočetněji zastoupeni koně ve stáří 11 – 15 let (17,4 %), což v sobě však zahrnovalo 5 ročníků, a dále koně 6letí a 7letí (15 %).

Tabulka č. 4: Rozdělení stáří koní do věkových skupin.

Skupiny věků	Počet jedinců ve skupině	Procentické zastoupení
4 - letí	34 019	5,9
5 - letí	71712	12,4
6 - letí	89205	15,4
7 - letí	87179	15,0
8 - letí	76250	13,1
9 - letí	61928	10,7
10 - letí	47809	8,2
11 - 15 letí	100986	17,4
16 - 25 letí	10860	1,9
celkem záznamů	579 948	100,0

Počty koní podle počtů startů jsou uvedeny v tabulce č. 5. Nejvyšší počet koní (44,6 %) měl do 10 startů, ovšem 146 koní mělo více než 201 startů. Průměrně měl 1 kůň zaznamenáno 29 startů, přičemž naměřené minimum byl 1 start a maximum 408 startů.

Tabulka č. 5: Počet startů na koně.

Rozpětí počtu startů na koně	Počet koní	Procentické zastoupení
1 - 10	8971	44,6
11 - 50	7483	37,2
51 - 100	2416	12,0
101 - 200	1120	5,6
201 - 300	123	0,6
301 - 400	12	0,1
400 a více	1	0,0
celkem koní	20 126	100,0

Průměrně se zúčastnilo 35 koní v jedné soutěži se směrodatnou odchylkou 21 koní. Skoro třetina soutěží (27,2 %) měla 11 – 20 koní v soutěži (tabulka č. 6). Naopak pouhých 3 % soutěží měla více než 60 koní v soutěži.

Tabulka č. 6: Počty soutěží podle počtu koní v soutěži.

Rozpětí počtu koní v soutěži	Počet soutěží	Procentické zastoupení
1 - 10	8473	30,8
11 - 20	7489	27,2
21 - 30	5016	18,2
31 - 40	3059	11,1
41 - 50	1760	6,4
51 - 60	913	3,3
61 - 70	422	1,5
71 - 80	188	0,7
81 - 90	104	0,4
91 - 100	47	0,2
101 - 150	54	0,2
Celkem	27525	100,0

Nejzastoupenějším pohlavím v soutěžích byly klisny (45,7 %), dále valaši (37,3 %) a hřebci (17 %). Nejméně trestných bodů získávali hřebci (průměrně 2 shození překážky), poté klisny a valaši (tabulka č. 7).

Tabulka č. 7: Počty zaznamenaných výsledků v soutěžích podle pohlaví.

Pohlaví	Počet výsledků v soutěžích	Procentické zastoupení	Průměrný počet trestných bodů za soutěž (min=2; max 52)
hřelec	98702	17,0	10,7
klisna	265117	45,7	11,3
valach	216129	37,3	11,7
Celkem	579948	100,0	

Počet startů na jezdce dokládá tabulka č. 8. Deset a méně startů měl největší počet jezdců (57,5 %). Naopak 1000 a více startů má pouze 78 jezdců. Průměrný počet startů na jezdce byl 49. Minimum byl 1 start a maximum 3 816 startů.

Tabulka č. 8: Počty startů na jezdce.

Rozpětí počtu startů na jezdce	Počet jezdců	Procentické zastoupení
10 a méně	6 798	57,5
11 - 50	2881	24,4
51 - 100	926	7,8
101 - 200	592	5,0
201 - 500	418	3,5
501 - 1000	122	1,0
1000 - 2000	62	0,5
2000 - 4000	16	0,1
celkem jezdců	11 815	100,0

5.2. Rodokmen

Celkový počet koní zahrnutých do rodokmenu, včetně čtyř generací předků, byl 74 261. Protože je v rodokmenu zahrnuto 165 různých plemen koní a kříženců, nebylo možné vytvořit neznámé skupiny předků pouze podle plemen, neboť nebyl dostatečný počet jedinců v každém plemeni. Neznámé skupiny předků v rodokmenu (pátá generace) byly tedy vytvořeny na základě plemen koní (český teplokrevník, holštýnský kůň, anglický plnokrevník, atd.) nebo na základě čtyř plemenných skupin koní (tabulka č. 9) podle autorů Dušek et al., 2007 (mongolský, východní, západní, severský typ). Český teplokrevník (jako naše nejpočetnější plemeno) byl ještě podrozdělen podle roku narození. Celkem bylo takto vytvořeno 20 neznámých skupin předků, přičemž minimální počet jedinců v jedné skupině byl 20. Celkový počet obou známých předků v rodokmenu byl 76,4 %, jednoho známého předka a jednoho neznámého předka byl 2,56 % a obou neznámých předků byl 21,04 %.

Tabulka č. 9: Skupiny neznámých předků v rodokmenu.

Skupina	Název plemene/skupiny plemen	SP*/PL*	Počet jedinců ve skupině	Procento zastoupení
1	anglický plnokrevník	PL	1275	3,8
2	český teplokrevník s rokem narození ≤ 1980	PL	1499	4,5
3	český teplokrevník s rokem narození >1980	PL	81	0,2
4	český teplokrevník s neznámým rokem narození	PL	4840	14,6
5	hannoverský kůň	PL	2536	7,7
6	trakénský kůň	PL	662	2,0
7	holandský teplokrevník	PL	758	2,3
8	holštýnský kůň	PL	1505	4,5
9	francouzský jezdecký kůň	PL	309	0,9
10	oldenburský kůň	PL	378	1,1
11	slovenský teplokrevník	PL	28	0,1
12	mongolská plemena (primitivní)	SP	588	1,8
13	západní plemena (chladnokrevná)	SP	1012	3,1
14	východní plemena (berbersko-arabská)	SP	1488	4,5
15	východní plemena (arabská)	SP	462	1,4
16	ruská teplokrevná plemena	SP	389	1,2
17	severská plemena (pony)	SP	1819	5,5
18	ostatní německá teplokrevná plemena	SP	1432	4,3
19	ostatní teplokrevná plemena	SP	2447	7,4
20	neznámá plemena	SP	9642	29,1
	celkem		33150	100

* SP = skupina plemen; ** PL = plemeno koně

Roky narození soutěžících koní byly v rozmezí 1971 – 2009. Roky narození rodičů v rodokmenu (4 generace předků) byly v rozmezí 1909 – 2006, přičemž narození otců bylo v rozmezí 1909 – 2006 a matek 1915 - 2005.

Počty potomků na otce z rodokmenu se čtyřmi generacemi předků byly nízké. Pouze 1 potomka mělo 54,7 % otců; 10,4 % otců mělo více než 20 potomků, což dokládá tabulka č. 10. Minimální počet potomků na otce je 1 a maximální 201. Průměrně má jeden otec 4,6 potomků.

Tabulka č. 10: Počty potomků na otce.

Rozpětí počtu potomků na otce	Počet otců	Procentické zastoupení
1	8 799	54,7
2 - 5	4050	25,2
6 - 10	971	6,0
11 - 20	581	3,6
21 - 50	1561	9,7
51 - 80	84	0,5
81 - 100	24	0,1
101 - 150	14	0,1
151 - 200	4	0,0
200 a více	1	0,0
celkem otců	16 089	100,0

5.3. Zvolení vhodné proměnné

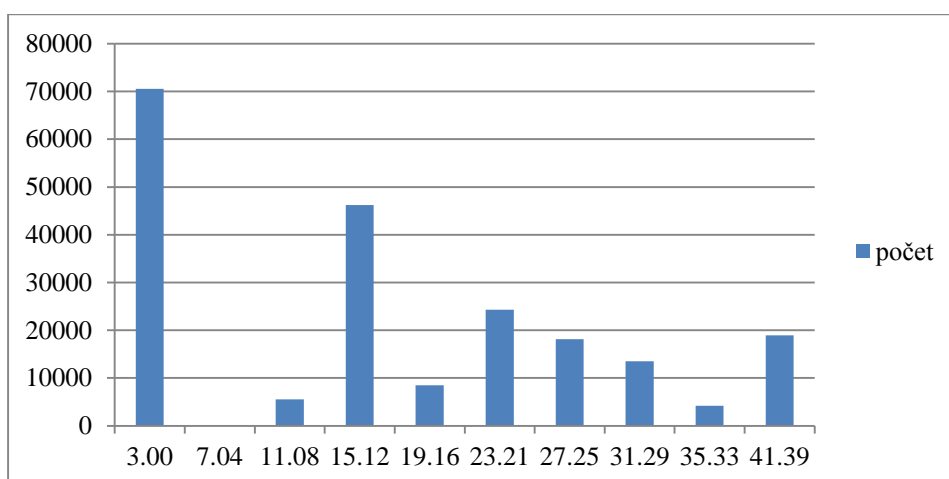
Základní charakteristikou sportovní výkonnosti koní v České republice je penalizace trestnými body. Bezchybné překonání parkuru je ohodnoceno nulou trestných bodů. Za každou shozenou překážku se přičítají 4 trestné body. Rovněž za každou neposlušnost koně se přičítají 4 trestné body. Třetí neposlušnost koně znamená vyloučení dvojice ze soutěže a je penalizována 999 trestnými body a rovněž tak pád koně, jezdce nebo obou. Za překročení stanoveného času soutěže se za každé započaté 4 vteřiny přičítá 1 trestný bod.

Při úpravě byly sloučeny všechny třídy, které byly vyšší než 50 TB a pro vyloučení záporných čísel po transformaci procedurou Rank v programu SAS byly všechny hodnoty povýšeny o konstantu (tabulka č. 11). Rozdělení četností pro blom - TB je uvedeno v grafu 1. Z grafu č. 1 vyplývá, že rozložení četností blom - TB bodů neodpovídá zcela ani po transformaci normálnímu rozložení četností.

Tabulka č. 11: Charakteristika závisle proměnných pro odhad genetických parametrů.

Závisle proměnná	n	Průměr	Směrodatná odchylka	Min.	Max.
neomezené TB	282 437	89,8	277,67	0	999
omezené TB (povýšené o konstantu)	282 437	11,42	14,47	2	52
Blom-TB (použité pro výpočet)	282 437	16,42	13,59	0,77	41,99

Graf č. 1: Rozdělení četností pro závisle proměnnou Blom-TB.



5.4. Testování různých modelových rovnic

5.4.2. Metoda nejmenších čtverců

Podkladová databáze sportovních výsledků obsahovala množství výkoností, které nepřinášely pro výpočet žádnou informativní hodnotu. Jednalo se především o starty jezdců s jediným koněm či malé počty startů jednotlivých koní. Dále se jednalo o výsledky koní, kteří byli jedinými potomky svých otců bez jakýchkoliv příbuzenských vazeb. Po vyloučení uvedených dat měla upravená podkladová databáze pro hodnocení metodou nejmenších čtverců (GLM/SAS) 282 437 sportovních záznamů od 6 209 koní.

Do testovaného modelu byly postupně zahrnuty efekty pohlaví, věku koně nebo stáří koně (věk koně je rozdělen do devíti tříd, stáří koně není rozděleno do tříd), dále efekt soutěže, jezdce a koně, zkušenost koně a obtížnostní skupina. V příloze č. 6 jsou charakterizovány všechny zkoumané efekty použité pro metodu nejmenších čtverců.

Nejméně proměnlivosti vysvětlovaly efekty pohlaví a věku koně rozděleného do tříd, shodně kolem 2 %. Stáří koně vzaté jako lineární člen vysvětluje o něco více, a to 2 - 4 % v závislosti na použité absorpci různých efektů. Efekt zkušenost koně na závodech byl uvažován jako lineární člen a vysvětloval 30 – 55 % proměnlivosti. Efekt soutěže vysvětloval poměrně mnoho proměnlivosti (40 – 70 %), ale ne všechny efekty v rovnici (pohlaví a věk) byly statisticky průkazné. Efekt jezdce vysvětloval 20 – 40 % proměnlivosti a samotný efekt koně 10 – 30 %. Nejvíce proměnlivosti vysvětloval efekt traitu, a to od 30 do 70 %, hlavně pak u SK3 při použití absorpce efektu koně.

5.5. Odhad genetických parametrů v populaci pomocí různých modelových rovnic

Jednoznakový model

Koeficient dědivosti byl stanoven na 0,07. V tabulce č. 12 je uveden vliv náhodných efektů na výkon koně v soutěži. Z těchto náhodných efektů bylo nejdůležitější trvalé prostředí koně (10,5 %), které v sobě zahrnovalo trénink, výživu, krmení, péči, atd. Efekt jezdce byl o něco méně významný než efekt trvalého prostředí koně (8,2 %). Skoková schopnost koní (genetická hodnota) se podílela na výsledku ze 7 %. Náhodná chyba byla vysoká, pohybovala se kolem 74 %.

Tabulka č. 12: Relativní proměnlivost náhodných efektů, koeficient dědivosti a opakovatelnosti u různých modelových rovnic.

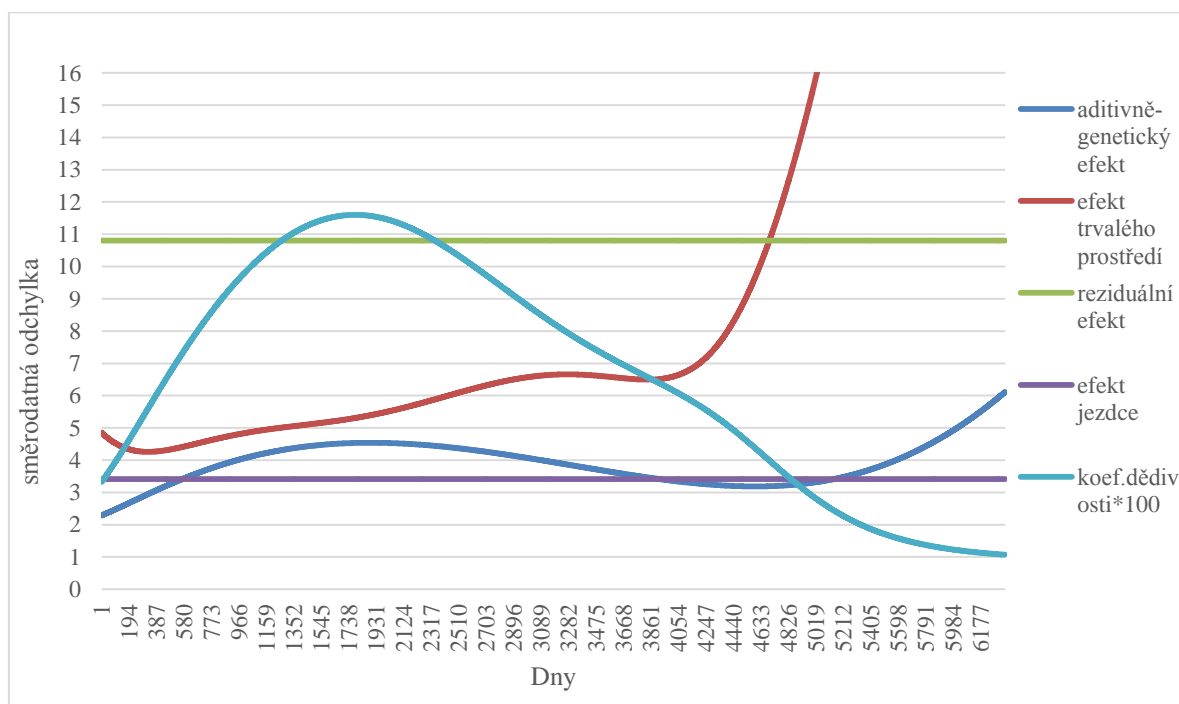
Proměnná (v %)	Blom TB									
	Jedno znak. model	Jedno znak. mod. s náh. reg.	Dvouznak. model		Tříznak. model			Tříznak. model s kvadratickou regresí		
			SK1	SK2	SK1	SK2	SK3	SK1	SK2	SK3
Jezdec	8,2	6,2	8,1	13,8	7,3	12,6	18,2	6,6	11,1	16,5
Trvalé prostředí	10,5	23,8	10,5	15,1	10,5	11,6	13,2	10,1	11,0	15,5
Genetická hodnota	7,4	8,3	6,9	10,2	6,2	10,0	14,2	6,8	10,9	13,9
Náhodná chyba	73,9	61,7	74,5	60,9	76,1	65,8	54,5	76,6	67,0	54,1
Celkem (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Koeficient dědivosti	0,07	0,07	0,07	0,10	0,06	0,10	0,14	0,07	0,11	0,14
Koeficient opakovatelnosti	0,18	0,32	0,17	0,25	0,17	0,22	0,27	0,17	0,22	0,29

Jednoznakový model a modelová rovnice s náhodnou regresí

Náhodná regrese umožňuje vykreslení křivek směrodatných odchylek trvalého prostředí koně, genetické hodnoty koně, jezdce, reziduálního efektu a koeficient dědivosti (graf č. 2). Počet dnů efektu zkušenost koně na závodech se pohyboval v rozmezí od 1 do 6350 dnů (cca 17 let), průměr byl 1159 dnů (cca 3 roky) se směrodatnou odchylkou 950 dnů. Koeficient dědivosti byl v rozmezí 0,01 až 0,11 (v tabulce č. 12 jsou uvedeny

průměrné hodnoty jednotlivých náhodných efektů a koeficientu dědivosti u tohoto modelu). Křivka koeficientu dědivosti ukazuje, že nejvyšší hodnoty (0,11) dosahuje kolem 1800 dnů (cca 5 let zkušenosti koně na závodech). Křivka koeficientu dědivosti byla vynásobená 100, aby byla křivka znázorněna na grafu č. 2 ve stejném měřítku, jako ostatní křivky. Efekt trvalého prostředí se úměrně zvyšuje s délkou zkušenosti koně na závodech. Od 4100 dnů (cca 11 let sportovní kariéry) křivka prudce stoupá a je velmi vychýlená, což nejspíš způsobuje malý počet pozorování (4100 dnů a více má zaznamenáno pouze 2,1 % koní z celkového počtu). Genetická hodnota koně zpočátku stoupá, kdy vrchol je kolem 1800 dnů zkušenosti koně na závodech. V tomto období je výkonnost koně nejméně ovlivňována ostatními efekty.

Graf č. 2: Průměrné křivky směrodatných odchylek náhodných efektů a koeficientu dědivosti.



Dvouznakový model

Počty pozorování pro odhad genetických parametrů a předpověď plemenných hodnot jsou uvedeny v tabulce č. 13. Počty pozorování u SK1 (90 - 130 cm) a SK2 (135 – 155 cm) byly 96 % a 4 %. Koeficient dědivosti byl stanoven na 0,07 a 0,10 pro SK1 a SK2.

Tabulka č. 13: Počty pozorování v jednotlivých obtížnostních skupinách u různých modelových rovnic pro odhad genetických parametrů a předpověď plemenných hodnot.

Výběr modelu	Odhad genetických parametrů				Předpověď plemenných hodnot			
	SK1	SK2	SK3	Celkem	SK1	SK2	SK3	Celkem
Jednoznak. mod.	-----	-----	-----	282 437	-----	-----	-----	579 948
Dvouznak. mod.	272 018	10 419	-----	282 437	556 025	23 923	-----	579 948
Tříznak. mod.	183 848	88 170	10 419	282 437	379 708	176 317	23 923	579 948

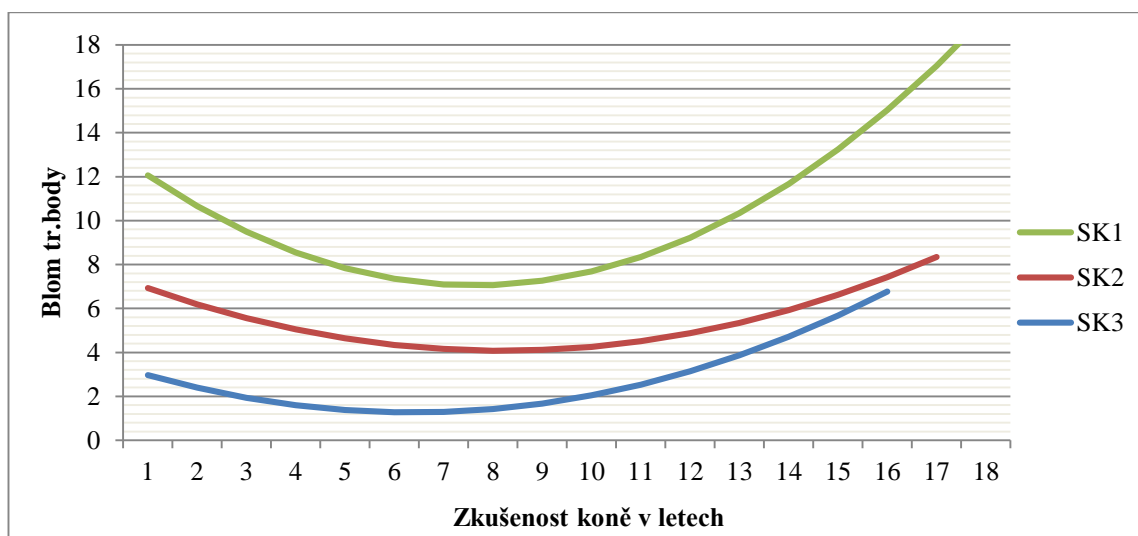
Tříznakový model

Počty pozorování u SK1 (90 - 110 cm), SK2 (115 – 135 cm) a SK3 (140 – 155 cm) byly 65 %, 31 % a 4 % (tabulka č. 13). Nejvyšší hodnota koeficient dědivosti byla nalezena u SK3 (0,14). Z tabulky č. 12 je jasně vidět, že se vzrůstající obtížností parkuru se genetická hodnota koně zvyšuje, rovněž tak i vliv trvalého prostředí a jezdce a náhodná nepředvídatelná chyba se snižuje. Opakovatelnost výsledku je v rozmezí 17 – 29 %.

Tříznakový model a modelová rovnice s kvadratickou regresí

Počty pozorování u SK1, SK2 a SK3 byly shodné jako u předchozího tříznakového modelu (65 %; 31 % a 4 %, tabulka č. 13) Na grafu č. 3 je výstup tříznakového modelu s kvadratickou regresí a znázorňuje zkušenost koně na závodech v letech. Maximální délka zkušenosti koně na závodech je u SK1 18 let, u SK2 17 let a u SK3 16 let. U SK1 (nejnižší obtížnosti parkurů) se počet blom TB nejprve snižuje, poté mezi 6. a 9. rokem kariéry koně jsou výsledky konstantní a od 10. roku kariéry koně počet blom TB opět narůstá. U SK2 je rozdíl mezi začátkem kariéry a jejím dalším pokračování jen minimální, ke konci závodní kariéry se počet SK2 mírně zvyšuje. U nejvyšších obtížnostních stupňů (SK3) je jen minimální rozdíl mezi začátkem a průběhem další kariéry, jen ke konci kariéry koně se opět SK3 zvyšuje.

Graf č. 3: Blom TB u SK1, SK2 a SK3 v závislosti zkušenosti koně.



Koeficient dědivosti byl stanoven na 0,07; 0,11 a 0,14 pro SK1, SK2 a SK3. V tabulce č. 14 je uveden relativní počet koní v jednotlivých skupinách podle délky sportovní kariéry koně. Z této tabulky jasně vyplývá, že největší podíl startujících koní je do desátého roku zkušenosti koně na závodech. Více než deset let soutěží pouze kolem 5 % koní, což je přisuzováno především zhoršení zdravotního stavu sportovních koní. To bývá také hlavním důvodem ukončení sportovní kariéry koně.

Tabulka č. 14: Relativní počet koní v jednotlivých skupinách podle délky sportovní kariéry koně.

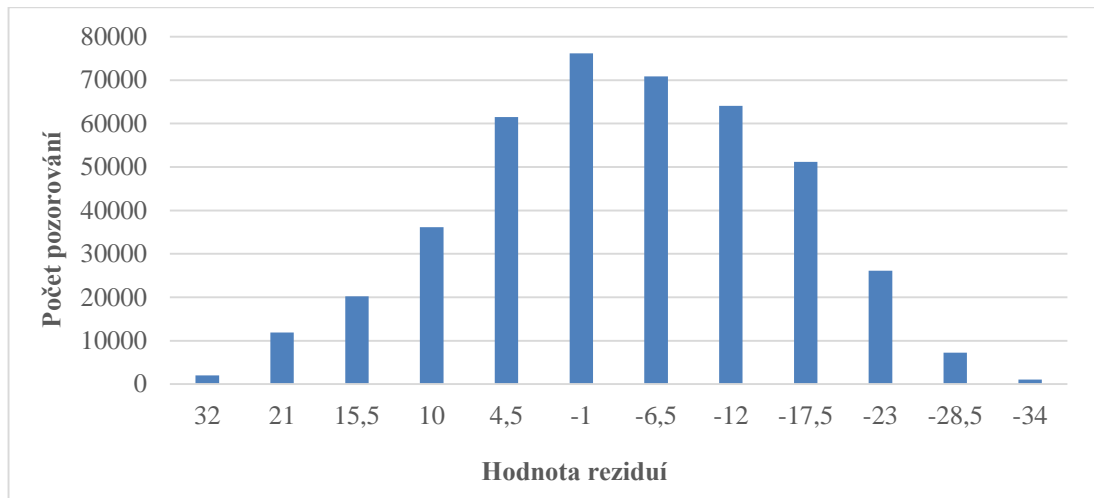
Zkušenost koně na závodech v letech	SK1 v %	SK2 v %	SK3 v %
1	23,1	5,6	1,6
2	19,4	14,6	3,4
3	15,3	16,2	10,2
4	11,8	15,5	18,4
5	8,9	13,1	17,9
6	6,4	10,8	14,2
7	4,7	7,8	11,2
8	3,5	5,7	9
9	2,6	4,1	6
10	1,7	2,7	3,9
11	1,1	1,7	1,7
12	0,6	1,1	1,2
13	0,4	0,6	0,6
14	0,3	0,3	0,3
15	0,1	0,2	0,3
16	0,1	0,1	0,1
17	0	0	0
18	0	0	0
Total	100	100	100

5.5.2. Normalita reziduí

U jednoznakových i víceznakových modelů (SK1, SK2, SK3) byla normalita rozdělení četností otestována Shapiro – Wilkovým testem v programu SAS procedurou Univariate.

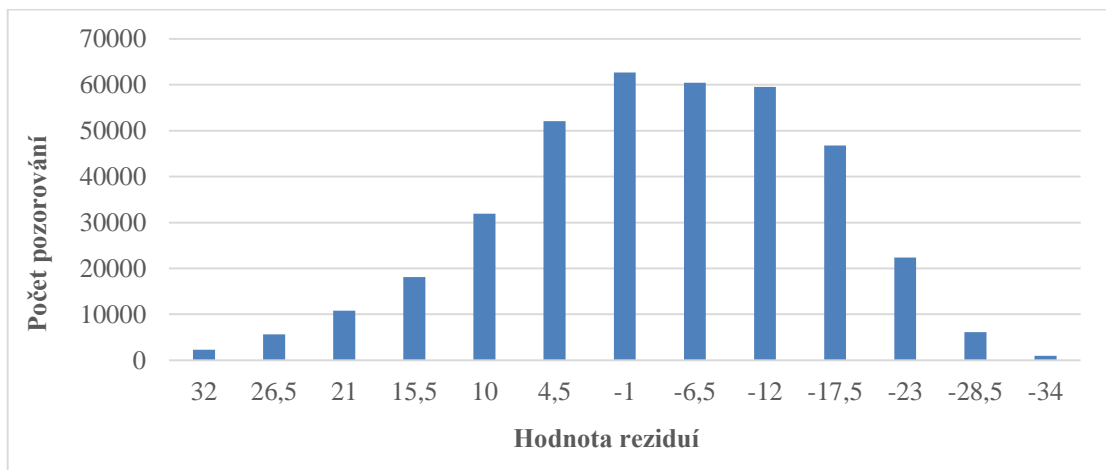
U jednoznakového modelu byla hodnota $p = 0,99$, tudíž byla větší než zvolená hladina $\alpha = 0,05$. Rozdělení četností reziduí u tohoto modelu bylo normální (graf č. 4).

Graf č. 4: Rozdělení četností reziduí u jednoznakového modelu.

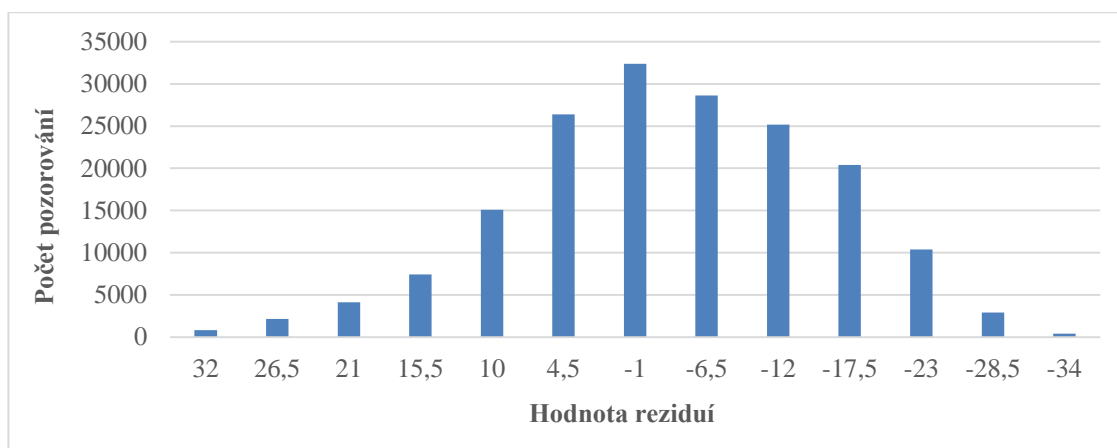


U tříznakového modelu bylo rovněž posouzeno, zda rozdělení četností reziduí u SK1, SK2 a SK3 má normální rozdělení. U SK1 byla hodnota $p = 0,99$, u SK2 i SK3 byla hodnota $p = 1$, tudíž všechny hodnoty p byly vyšší než zvolená hladina $\alpha = 0,05$ a rozdělení četností u SK1, SK2 i SK3 měly normální rozdělení četností (graf 5, 6, 7).

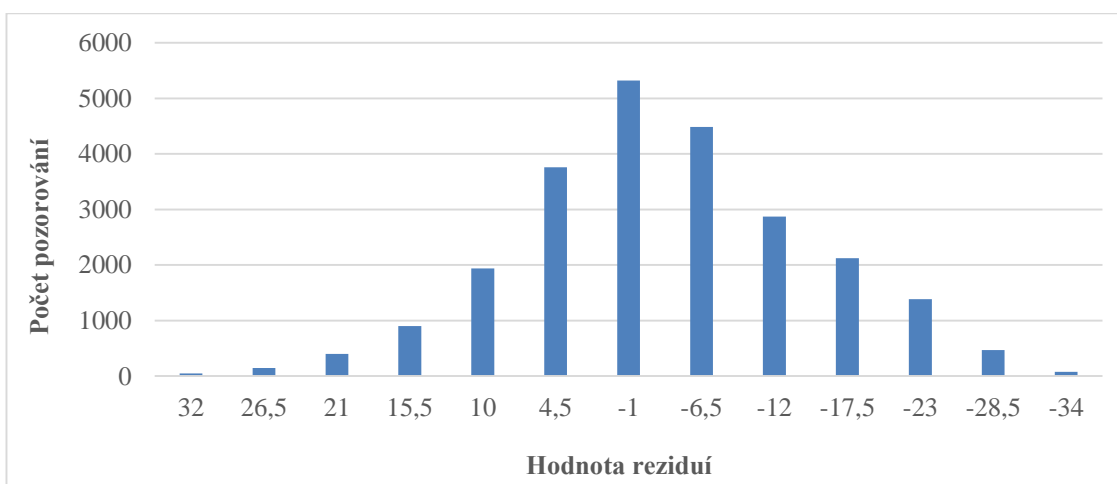
Graf č. 5: Rozdělení četností reziduí u tříznakového modelu – SK1.



Graf č. 6: Rozdělení četností reziduí u tříznakového modelu – SK2.



Graf č. 7: Rozdělení četností reziduí u tříznakového modelu – SK3.



5.5.3. Korelace

Korelace plemenných hodnot u všech víceznakových modelů byly poměrně vysoké. U tříznakového modelu byly korelace vypočtené pro všechny koně z rodokmenu mezi RPH1 x RPH2; RPH2 x RPH3; RPH1 x RPH3 a dosahovaly hodnot 0,96; 0,93; 0,88. Korelace vypočtené pouze pro sportovní koně byly nepatrně vyšší, a to 0,98; 0,96 a 0,93. U dvouznakového modelu byla hodnota korelace plemenných hodnot pro všechny koně z rodokmenu 0,96 (RPH1 x RPH2). Hodnota korelace plemenných hodnot pro sportovní koně byla 0,98 (RPH1 x RPH2).

Genetické korelace mezi SK1, SK2, SK3 u obou tříznakových modelů a dvouznakového modelu (SK1, SK2) byly rovněž vysoké, pohybovaly se v rozmezí od 0,81 do 0,96 (tabulka č. 15).

Tabulka č. 15: Genetické korelace u víceznakových modelů.

Výběr modelu	r 1,2	r 2,3	r 1,3
Dvouznakový model	0,91	-----	-----
Tříznakový model základní rovnicí	0,96	0,96	0,85
Tříznakový model s kvadr.regresí	0,93	0,95	0,81

Byla vypočtena také korelace mezi efekty věk koně a zkušenost koně na závodech (SK1, SK2, SK3) u tříznakového modelu s kvadratickou regresí, neboť oba efekty vyjadřují časový údaj o stáří koně. Pokud by byla zjištěna silná závislost mezi těmito efekty, mohl by být jeden z efektů z modelové rovnice vypuštěn. Korelace mezi sledovanými efekty byla v rozmezí 0,17 až 0,41, proto byly oba efekty v rovnici ponechány.

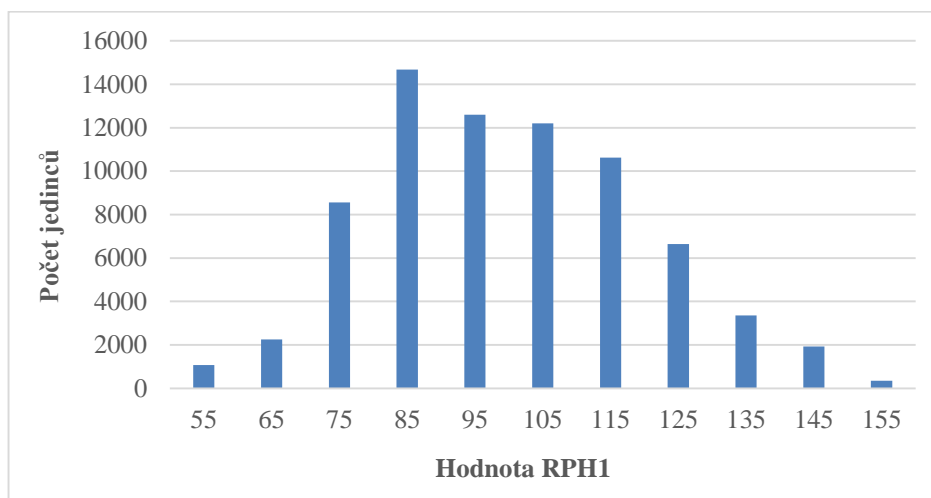
5.6. Vyhodnocení plemenných hodnot

V této kapitole je rozebírán pouze tříznakový model a jednoznakový model s náhodnou regresí. Jednoznakový, dvouznakový a tříznakový model s kvadratickou regresí vykazovaly shodné výsledky jako SK1, SK2 a SK3 u uvedeného tříznakového modelu.

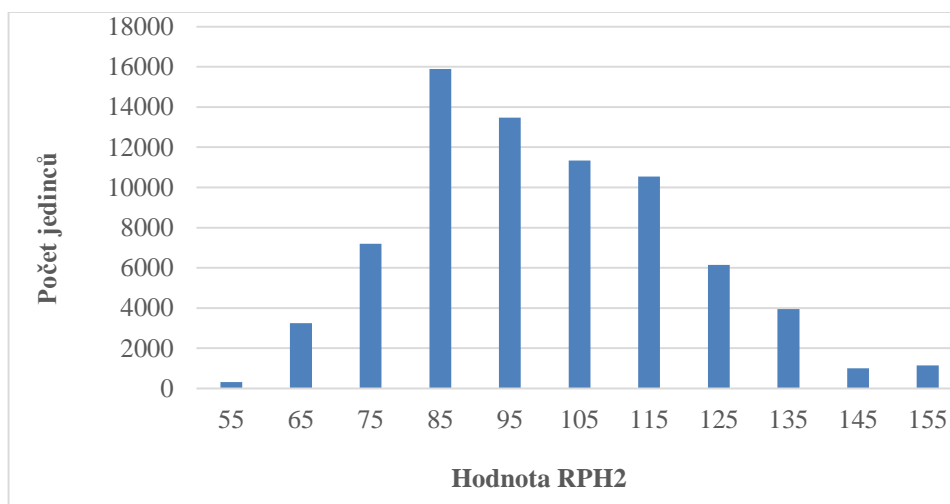
5.6.1. Tříznakový model

Normalita rozdělení četností relativních plemenných hodnot byla opět posouzena Shapiro – Wilkovým testem v programu SAS procedurou Univariate. U tříznakového modelu byly hodnoty p u SK1, SK2 a SK3 vyšší (0,99; 0,99; 1) než zvolená hladina $\alpha = 0,05$. Hodnoty RPH u SK1, SK2 a SK3 měly normální rozdělení četností (grafy č. 8, 9, 10).

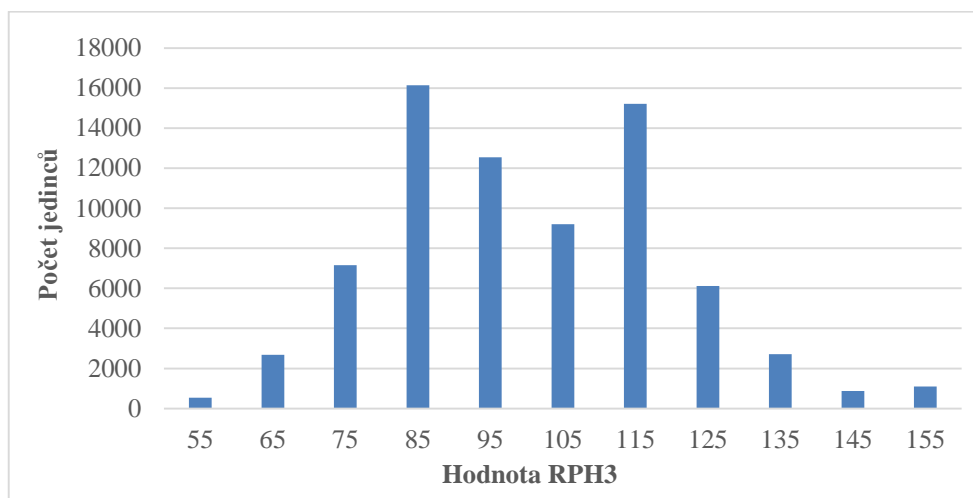
Graf č. 8: Rozdělení četností pro relativní plemenné hodnoty u SK1 pro všechny koně z rodokmenu.



Graf č. 9: Rozdělení četností pro relativní plemenné hodnoty u SK2 pro všechny koně z rodokmenu.



Graf č. 10: Rozdělení četností pro relativní plemenné hodnoty u SK3 pro všechny koně z rodokmenu.

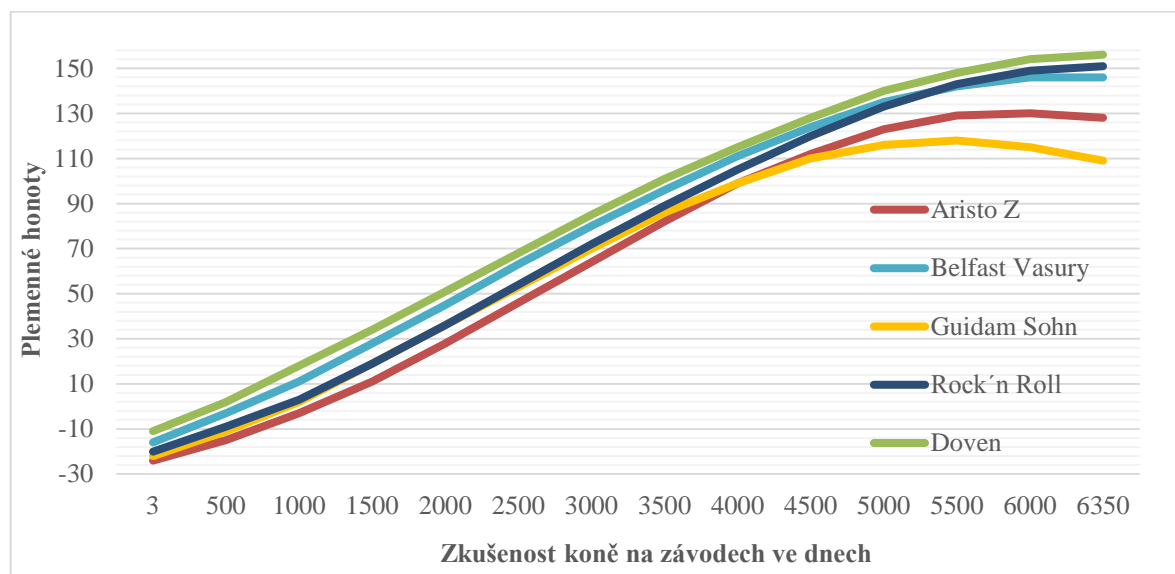


Na základě relativních plemenných hodnot byly sestaveny žebříčky nejlepších plemeníků (příloha č. 7). U tohoto modelu platí, že čím vyšší RPH plemeník získá, tím bude na vyšší pozici v žebříčku.

5.6.2. Jednoznakový model s náhodnou regresí

Předpovězené plemenné hodnoty se u jednoznakového modelu s náhodou regresí nepřepočítávají na relativní stupnici, tudíž platí že, čím níže je křivka plemeníka položena, tím lepší genetický potenciál má. Výkonnostní křivky předpovězených plemenných hodnot jsou uvedeny pouze pro vybrané plemeníky (graf č. 11). Všechny výkonnostní křivky mají podobný průběh, kolem 4500 dnů se vychylují u plemeníků Aristo Z a Guidam Sohn. To je způsobeno poměrně mladým věkem plemeníků (oba jsou narozeni v roce 2001) ve srovnání s ostatními uvedenými plemeníky. V tabulce č. 16 a 17 jsou uvedeny pro porovnání předpovězené plemenné hodnoty vybraných plemeníků jednoznakovým modelem s náhodnou regresí a tříznakovým modelem.

Graf č. 11: Výkonnostní křivky předpovězených plemenných hodnot pro vybrané plemeny.



Tabulka č. 16: Předpovězené plemenné hodnoty pro vybrané plemeny s použitím jednoznakového modelu s náhodnou regresí.

Zkušnost koně na závodech ve dnech	Aristo Z	Belfast	Doven	Guidam Sohn	Rock 'n Roll
3	-24	-16	-11	-22	-20
500	-15	-3	2	-11	-9
1500	11	28	34	19	19
2000	28	45	51	36	36
3500	82	96	101	86	89
4500	112	124	128	110	120
6000	130	146	154	115	149

Tabulka č. 17: Předpovězené plemenné hodnoty pro vybrané plemeny s použitím tříznakového modelu.

Jméno plemena	Rok narození	Počet potomků	SK1		SK2		SK3	
			RPH1	spolehlivost RPH1	RPH2	spolehlivost RPH2	RPH3	spolehlivost RPH3
Aristo Z	2001	30	151,5	0,74	156,0	0,76	157,0	0,68
Belfast Vasury	1996	5	92,9	0,56	88,9	0,56	85,5	0,48
Doven	1997	8	55,8	0,66	54,6	0,64	55,3	0,55
Guidam Sohn	2001	24	132,5	0,78	133,2	0,81	133,5	0,74
Rock n'Roll	1990	147	128,1	0,91	127,5	0,91	122,6	0,82

5.7. Spolehlivost plemenných hodnot

Spolehlivost PH byla spočítána u jednoznakového i tříznakového modelu všem koním z rodokmenu (74 261 koní). Průměrná spolehlivost u jednoznakového modelu byla 0,18 se směrodatnou odchylkou 0,19. Průměrná spolehlivost u SK1, SK2 a SK3 byla 0,22; 0,22; 0,19 se směrodatnou odchylkou 0,22; 0,22; 0,19. Minimum bylo 0 a maximum 0,94. U některých jedinců vzrostla spolehlivost při hodnocení tříznakovým modelem až o 0,49 vlivem údajů z jiných skupin (např. jedinec měl mnoho záznamů v SK2 a v SK3, v SK1 neměl žádný záznam, spolehlivost by v SK1 byla tudíž 0, ale díky korelacím se „dopočítala“ i v SK1, kde jedinec neměl žádný záznam). Korelace mezi spolehlivostmi u jednoznakového a tříznakového modelu byly velmi vysoké, pohybovaly se v rozmezí 0,98 – 0,99.

Je třeba zdůraznit, že dědivost skokových vlastností koní je poměrně nízká, a to se také promítá do velmi nízké spolehlivosti PH. I přesto ale nacházíme jedince se spolehlivostí PH vyšší než 0,70, což je 243 jedinců (0,32 %, tabulka č. 18). Jedná se především o plemeníky, kteří byli intenzivně využíváni v plemenitbě, mají dostatečný počet potomků nebo mají navíc i vlastní sportovní kariéru. Tabulka nejvyužívanějších plemeníků s počtem hodnocených potomků 100 a více je uvedena v příloze č. 9.

U sportovních koní, kteří mají zaznamenaný velký počet soutěží, je spolehlivost PH poměrně vysoká. Průměrná spolehlivost pro koně se sportovním záznamem je 0,46 se směrodatnou odchylkou 0,11.

Tabulka č. 18: Rozdělení četností spolehlivostí PH (celý rodokmen).

Interval spolehlivostí PH	Počet jedinců	Relativní počet (%)
0,10 a méně	37653	50,70
0,11-0,20	8091	10,90
0,21-0,30	7183	9,67
0,31-0,40	8189	11,03
0,41-0,50	9456	12,73
0,51-0,60	3214	4,33
0,61-0,70	232	0,31
0,71-0,80	143	0,19
0,81-0,90	92	0,12
0,91-0,95	8	0,01

5.8. Genetický trend

Výsledky genetického trendu u jednoznakového modelu byly velmi podobné jako u SK1 tříznakových modelů, rovněž tak výsledky dvouznakového modelu (SK1 a SK2) byly podobné jako výsledky SK1, SK2 tříznakových modelů, proto je v této kapitole rozebírán pouze tříznakový model.

Genetický trend u sledované populace koní byl vypočten z průměrů odhadů relativní plemenné hodnoty podle roku narození sportovních koní. Genetický trend je vypočten od roku narození koní 1990 až 2009. V tříznakovém modelu u SK1, SK2 a SK3 se genetický trend zvyšoval o 0,060, 0,032 a 0,027 směrodatné odchylky ročně. Průměrná hodnota RPH celé populace za všechny tři skupiny je 101,3 (103,3; 102,9; 97,8 pro SK1; SK2; SK3). Graf je znázorněn v příloze č. 10. Průměrné RPH jednotlivých plemen byly získány na základě vyhodnocení tříznakovým modelem a tyto průměrné RPH jednotlivých plemen jsou mezi sebou porovnávány (z databáze byli vyříděni pouze koně jednoho plemene a jejich RPH pro SK1, SK2 a SK3 byly zprůměrovány).

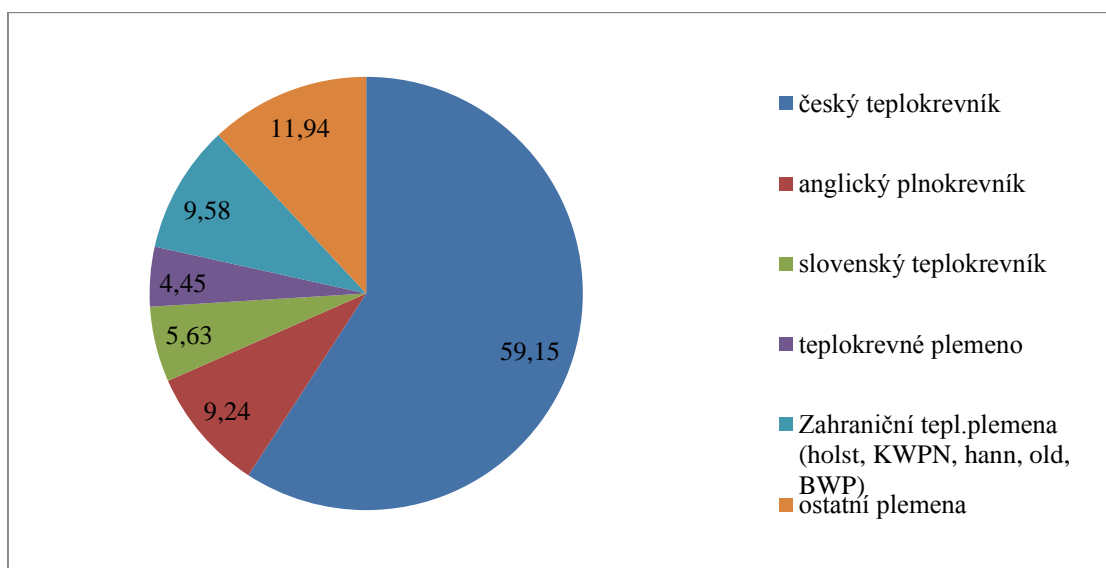
U českého teplokrevníka byla průměrná hodnota RPH 101,5, což se příliš nelišilo od průměru populace, která zahrnovala všechna plemena koní (102,7; 101,3; 100,5 pro SK1; SK2; SK3). Celkově bylo do výpočtu zahrnuto 10 012 sportovních koní plemene český teplokrevník.

Do výpočtu genetického trendu slovenského teplokrevníka bylo zahrnuto 1 099 jedinců. Průměrná RPH byla 108,1 (109,5; 108,2; 106,5 pro SK1; SK2; SK3).

Genetický trend pro koně Kinského a pro moravského teplokrevníka nebylo možné vypočítat pro nedostatek hodnocených jedinců.

Zajímavé výsledky genetického trendu byly získány u zahraničních sportovních plemen, která výrazně ovlivňují chov a sport v České republice. Jednalo se o plemena: hannoverský kůň, oldenburský kůň, holštýnský kůň, holandský teplokrevník (KWPN) a belgický teplokrevník (BWP). Celkem bylo do výpočtu genetického trendu zahrnuto 1 881 jedinců. Průměrná RPH byla 125,1 (124,7; 125,8; 124,8 pro SK1; SK2; SK3), což je o jednu směrodatnou odchylku více než u průměru populace nebo českého teplokrevníka. Graf genetického trendu pro českého teplokrevníka, slovenského teplokrevníka a zahraniční plemena je v příloze č. 11. Graf č. 12 znázorňuje procentuální zastoupení jednotlivých plemen.

Graf č. 12: Relativní zastoupení sportovních plemen.



Genetický trend byl vypočten samostatně pro plemeníky a chovné klisny – matky za 20leté období. Křivky u plemeníků i u klisen mají pozitivní stoupající tendenci. U klisen byla průměrná RPH 101,4. Hodnoceno bylo 12 174 klisen za období 1985 až 2005. U plemeníků byla průměrná RPH 113,3 (112,2; 113,8; 113,9 pro SK1; SK2; SK3) a hodnoceno bylo za období 1985 až 2005 1 772 plemeníků. V roce 2006 byl narozen pouze 1 plemeník, proto nebyl do hodnocení zařazen. Genetický trend pro plemeníky a klisny je v příloze č. 12.

5.9. Generační interval

Průměrný věk plemeníka byl 11,5 roku se směrodatnou odchylkou 3,8 let, přičemž průměrný věk plemeníka při narození prvního potomka byl 7,6 let se směrodatnou odchylkou 3,5 roku. Věk plemeníků byl omezen od 4 let do 25 let (99 % případů). Byl i ojedinělý případ, kdy věk plemeníka byl 31 let, ale to je spíše výjimkou nebo se jednalo o inseminační dávku, proto nebylo toto pozorování zahrnuto do výpočtů.

Průměrný věk klisen byl vypočten na 9,6 roku se směrodatnou odchylkou 3,3 roku. Průměrný věk klisny při narození prvního potomka je 7,9 roku se směrodatnou odchylkou 3,3 roku, přičemž věk klisny – matky byl omezen od 4 do 19 let (do 19 let je to 99 % případů).

6. Diskuze

6.1. Různé postupy genetického hodnocení sportovních koní

Pro předpověď plemenných hodnot sportovních koní byla použita jednoznaková a víceznaková metoda BLUP – animal model. V České republice se již předpovědi plemenných hodnot zabývala Jiskrová (2004), která použila podobnou modelovou rovnici s pevnými efekty pohlaví, rok startu, věk, stupeň obtížnosti soutěže a náhodnými efekty soutěž, chovatel, jezdec, trvalé prostředí zvířete a efekt jedince. V této studii nebyly použity efekty obtížnost soutěže a rok soutěže, neboť efekt soutěž do jisté míry tyto efekty již obsahuje. V unikátním kódu soutěže je zahrnuto datum konání soutěže, místo, i obtížnostní stupeň. Jako charakteristiku výkonnosti Jiskrová (2004) uvádí trestné body a přidělené body podle tříd I – III. Trestné body neměly normální rozdělení, 31 % pozorování mělo 0 trestných bodů a 11 % bylo diskvalifikováno.

Z uvedených výsledků z grafu č. 1 je zřejmé, že závislá proměnná, trestné body upravené Blomovou transformací, rovněž úplně neodpovídá normálnímu rozdělení. To může být způsobeno tím, že závisle proměnná může být ovlivněna systematickými efekty, které deformují základní rozdělení, a proto je potřeba posuzovat nejen rozdělení závisle proměnné, ale i další ukazatele, jako je například dědivost, normalita reziduí a plemenných hodnot. Z diplomové práce (Pejosová, 2011) vyplývalo, že úprava závisle proměnné Blomovou transformací vykazovala nejvyšší dědivost, a normální rozdělení vykazovala jak rezidua, tak i plemenné hodnoty, ve srovnání s použitím logaritmu. Z výsledků této práce vyplývá, že rezidua i předpovězené plemenné hodnoty mají také normální rozdělení četností. Pokud jsou trestné body transformovány logaritmem, mohou být rozdíly mezi koňmi nerovnoměrně zkráceny. Například rozdíl mezi 1 a 2 trestnými body po transformaci je větší než rozdíl mezi 20 a 21 trestnými body. To může mít za následek nepřesnosti v předpovědích plemenných hodnot. Blomova transformace zohledňuje navíc jak pořadí v soutěži, tak i výšku soutěže, proto problém s nerovnoměrným zkrácením rozdílů mezi trestnými body tak neexistuje.

Klasifikace různých efektů jako náhodných nebo pevných je vždy diskutována. Například efekt soutěže byl zařazen jako pevný, neboť v sobě kombinuje datum, místo i obtížnost. Na druhou stranu by efekt soutěže mohl být použit jako náhodný efekt, protože podmínky soutěže se během dne mění (počasí, povrch kolbiště, atd.) Pro analýzu skokové

výkonnosti zařadili efekt soutěže jako pevný i Luehrs - Behnke et al. (2002a), Posta et al. (2010) a Viklund et al. (2010). Na druhou stranu, Schaeffer (2009) argumentuje u mléčného skotu tím, že stádo (vrstevníci) by měli být vždy posuzováni jako náhodný efekt.

Klasifikace efektu soutěže v modelu jako pevného nebo náhodného závisí také do jisté míry na závisle proměnné. Ricard et Legarra (2010) například ukazují, že pokud je analyzováno pořadí koní v soutěži, soutěž nemůže ovlivnit pořadí koní a hodnoty efektu soutěže jsou neodhadnutelné. Pokud jsou v jiných případech trestné body nebo logaritmus trestných bodů závisle proměnnou, efekt soutěže by měl být zahrnut do modelu, neboť hodnoty efektu soutěže jsou odhadnutelné a při nezařazení efektu soutěže do modelové rovnice deformují distribuci závisle proměnné.

V práci Pejosové (2011) bylo porovnáváno, zda je vhodnější použít efekt soutěže jako pevný nebo náhodný. Pokud byl použit efekt soutěže jako náhodný, pak modelová rovnice vysvětlovala o něco méně proměnlivosti, než když byl efekt soutěže použit jako pevný. Rovněž i hodnoty DIC (deviance information criterion) byly vyšší, pokud efekt soutěže byl zařazen jako náhodný. Hodnota DIC se používá při hodnocení vhodnosti modelových rovnic (čím nižší číslo, tím lepší modelová rovnice).

Stejně jako soutěž, tak i charakteristika efektu jezdec je často diskutovaným problémem v předpovědích plemenných hodnot sportovních koní. Janssens et. al. (1997) tento efekt nepoužili. Do rovnice dosadili efekty věk * rok *soutěž, jedinec a trvalé prostředí. Zurovacová (2009) použila také kombinaci efektů a do rovnice dosadila soutěž * rok, pohlaví * věk, jezdec * rok a náhodný efekt jedince. Reinhart et Schmutz (1997) použili vliv jezdce jako pevný efekt v rovnici s pevnými efekty pohlaví, věku a soutěže a náhodnými efekty trvalého prostředí a jedince. Efekt jezdce charakterizovali výkonnostní třídou jezdců. Rozdíly mezi jezdci jsou velké, zejména ve zkušenostech, počtech startů, atd. Mnoho jezdců jezdí pouze jednoho koně, což bývá zdrojem nepřesností při výpočtech. V této práci efekt jezdce nebyl zařazen do výkonnostní třídy, ale byl použit jako náhodný efekt (průměrně má jezdec 49 výsledků ze soutěží), protože v České republice neexistuje rozdělení jezdců do výkonnostních tříd. Ducro (2011) v souvislosti s efektem jezdce doplňuje, že je velmi důležité tento efekt do modelových rovnic zařadit, protože efekt jezdce vysvětluje téměř stejnou část proměnlivosti jako genetická proměnlivost, což je možné potvrdit i z výsledků této práce. Při nezařazení efektu jezdce jsou koeficienty dědivosti nadhodnoceny.

Efekt chovatele byl použit v některých analýzách výkonnosti koní (Jiskrová, 2004). Do modelů porovnávaných v této práci nebyl efekt chovatele zařazen ze dvou důvodů. Jednak poskytnutá databáze tyto údaje neobsahovala a do modelu není nejspíš ani nutné zahrnovat efekt chovatele, protože chovatel ovlivňuje často jen krátké období života koně, které často končí jeho odstavením, a proto dopad na jeho pozdější výkonnost bývá jen minimální. Podobný názor na zařazení efektu chovatele do modelu má i Bruns (1990).

V této souvislosti by bylo vhodnější zjistit vliv efektu stáje (jezdeckého klubu) do modelu pro odhad genetických parametrů a plemenné hodnoty. Stáj, za kterou daný jedinec startuje, by mohla více podchytit přípravu koně a vliv trenéra, a tím i snížit reziduální náhodnou chybu ve výpočtech. U sportovních koní se trenéři na rozdíl od databází dostihových výsledků nevidují. Výhodou ale je, že u sportovních koní v mnoha případech výcvik probíhá v jezdecké stáji, za kterou kůň startuje a rovněž tak i působení trenéra je častokrát spojeno s jezdeckou stájí. Nejspíš by však vznikl problém při přiřazování efektu stáje k určitému koni, neboť stáj, za kterou kůň startuje, je určena podle registrace jezdce v určitém jezdeckém klubu, nikoliv koně. Takže by se mohlo velmi často stát, že pokud jednoho koně jezdí během roku více jezdců z různých jezdeckých klubů, tak by efekt stáje byl nejspíš těžko odhadnutelný.

6.2. Stanovení vhodné metody vyhodnocení skokové výkonnosti pro populaci sportovních koní v ČR

Byly vyhodnoceny výsledky z pěti různých modelových rovnic. U jednoznačného modelu a jednoznačného modelu s náhodnou regresí na efekt zkušenost koně na závodech byl koeficient dědivosti poměrně nízký, a to 0,07 u obou rovnic. Hodnota koeficientu dědivosti skokových vlastností odhadovaná v této studii jednoznačným modelem se shoduje s hodnotami jiných autorů. V České republice uvádí Jiskrová (2004) hodnotu 0,08, v Belgii Janssens et al. (1997) zaznamenal výsledek 0,09 pro Blomovu transformaci trestných bodů a v Irsku Foran et al. (1995) hodnotu 0,08 pro normalizované pořadí. Na Slovensku vypočetla Zurovacová (2009) hodnotu koeficientu dědivosti pro trestné body a pomocné trestné body v rozmezí 0,03 - 0,12.

U modelové rovnice s náhodnou regresí na efekt zkušenost koně na závodech je možné navíc pro každého jedince zobrazit vlastní výkonnostní křivku (křivky vybraných plemenů jsou uvedeny v grafu č. 11). Tyto křivky jsou plemenné hodnoty v různých

dnech zkušenosti koně na závodech a od nich je odečten průměr populace z důvodu posazení plemenných hodnot na stejnou bázi. Podobně zaměřenou studii provedl kolektiv autorů Posta et al. (2010) v Maďarsku. Ti použili podobnou modelovou rovnici, avšak s náhodnou regresí na věk koně a publikovali plemenné hodnoty a výkonnostní křivky pro pět plemenů v různém věku. Závěrem jejich studie bylo, že předpovězené plemenné hodnoty plemenníků byly poměrně ustálené. Z výsledků této práce nelze potvrdit, že by předpovězené plemenné hodnoty plemenníků byly ustálené. Byly zjištěny rozdílné hodnoty plemenných hodnot mezi začátkem, průběhem a koncem efektu zkušenost koně na závodech (tabulka č. 16). To je možná způsobeno tím, že je zjištěna velmi dlouhá sportovní kariéra koně (6350 dnů), kterou má pouze zanedbatelná část sportovních koní, a tím se předpovědi plemenných hodnot poněkud vychylují. Příprava dat a výpočet plemenných hodnot pomocí modelové rovnice s náhodnou regresí je poměrně složitou záležitostí. Nebyl zjištěn vyšší koeficient dědivosti či přesnější předpovědi plemenných hodnot ve srovnání s ostatními modelovými rovnicemi. Kromě toho, že hodnocení koně mají vykreslenou vlastní výkonnostní křivku, nepřináší tato rovnice žádné jiné výhody.

U dvouznakového modelu se základní modelovou rovnicí jsou hodnoty koeficientu dědivosti shodné jako u SK1 a SK2 tříznakového modelu. U obou tříznakových modelů, u nichž je obtížnost soutěže zohledněna a vzata v úvahu jako jiná vlastnost, je koeficient dědivosti o něco vyšší, až 0,14 (SK3). Tříznakový model s kvadratickou regresí na efekt zkušenost koně na závodech poskytuje navíc oproti tříznakovému modelu možnost vykreslení průběhu zkušenosti koně na závodech (podobně jako model s náhodnou regresí). To však je možné brát pouze jako doplňující informaci k předpovězeným plemenným hodnotám. Průběh všech křivek (SK1, SK2 a SK3) znázorněných na grafu č. 3 je nejprve sestupný, pak stagnuje kolem 6. až 9. roku zkušenosti koní na závodech a následně se křivky opět zvyšují. To je nejspíš způsobeno tím, že na začátku závodní kariéry je kůň většinou mladý (zhruba 49 % závodících koní jsou koně ve věku 4 – 7 let), teprve se učí techniku skoku, pohyb po parkuru, učí se soustředit na svůj výkon, a proto má i vyšší počet trestných bodů. Po šesti letech závodění je kůň na vrcholu své závodní kariéry, je dostatečně zkušený, v dobré zdravotní kondici, tudíž méně chybje (má méně trestných bodů) než ze začátku kariéry. Poté, s přibývajícím věkem koní, přichází většinou zdravotní problémy, zejména problémy se šlachami, klouby a zády, koně bývají často prodáváni začínajícím či nezkušeným jezdcům, proto výsledky na závodech bývají už horší, což je vidět na grafu jako zvýšení křivky.

Ducro (2011) popisuje, že výkonnost na různých obtížnostních stupních může být vzata v úvahu jako rozdílné vlastnosti. Díky tomu je možné vhodněji zacházet s genetickým hodnocením. Aplikace víceznakového modelu má dvě hlavní výhody. První je ta, že selekční předsudky pocházející ze skutečnosti, že pouze lepší koně mohou soutěžit ve vyšších obtížnostních stupních, jsou podchyceny. Druhou výhodou je, že výkonnost v různých obtížnostních stupních může být oceněna podle chovného cíle. Například pokud je chovným cílem výkonnost na nejvyšších obtížnostech soutěží, pak plemenné hodnoty pro výkonnost na nejvyšších obtížnostech získají největší váhu pro celkovou plemennou hodnotu. Aplikace víceznakového modelu vyžaduje větší strukturu dat. Musí zde být dostatečné genetické propojení mezi zvířaty, které soutěží v různých obtížnostních stupních. Ducro (2011) na závěr dodává, že vzhledem k výhodám víceznakového modelu stojí za to ho aplikovat na výsledky z jezdeckých soutěží pro genetické vyhodnocení koní.

Tříznakový model a tříznakový model s kvadratickou regresí vykazovaly rostoucí koeficient dědivosti s rostoucí obtížností soutěže. Rostoucí koeficient dědivosti může být výsledkem podobnějších podmínek, ve kterých jsou koně chováni a trénováni k vyšším soutěžím. Nižších soutěží se mohou zúčastňovat i koně, kteří nebyli systematicky připravováni, chovatelské a stájové podmínky byly horší. Systematické vlivy na výkonnost koně je v takových případech méně předvídatelná než u soutěží s vyšší obtížností. V důsledku toho bývá reziduální proměnlivost vyšší a dědivost nižší. Viklund et al. (2011) a Quinn (2005) také zaznamenali zvyšující se koeficient dědivosti s rostoucí obtížností soutěže při použití víceznakového modelu. Aldridge et al. (2000) dodávají, že nízké a střední obtížnosti parkurů mohou užitečně předpovídat genetický potenciál pro vysoké obtížnostní stupně.

Také korelace mezi znaky ukazují na měnící se závodní schopnost koně v různých obtížnostních stupních. Například, ve vysokém obtížnostním stupni může mít odchylka od optimální morfologie za následek nižší výkon s více trestnými body, a tím i nižší pořadí v soutěži. V nižším obtížnostním stupni by stejná odchylka od optimální morfologie neměla být takovým limitujícím faktorem. Různí autoři se zabývali hodnocením skokové výkonnosti, přičemž zohlednili výkonnost v nízkých a vysokých soutěžích. Hassenstein et al. (1996) rozdělil data do čtyř úrovní (A, L, M, S), přičemž úroveň A byly nejnižší soutěže a úroveň S byly nejvyšší soutěže. Každá úroveň představovala jednu vyhodnocovanou vlastnost. Nalezené genetické korelace se pohybovaly v rozmezí 0,07 až 0,78, přičemž čím se rozdíl mezi obtížnostmi soutěží zvyšoval, tím se korelace snižovaly. V jiné studii

Hassenstein (1998) vytvořil pouze dva obtížnostní stupně, které vyhodnocoval jako samostatné vlastnosti. Soutěže do 120 cm byly považovány za jeden znak a soutěže od 130 cm výše byly považovány za druhý vyhodnocovaný znak. Odhadnuté genetické korelace byly 0,40. Rovněž Reinhardt et Schmutz (1997) rozdělili data do dvou obtížnostních stupňů. Soutěže do 130 cm byly považovány na nízkou obtížnostní úroveň a soutěže od 140 cm za vysokou obtížnostní úroveň. Odhadnuté korelace plemenných hodnot byly mezi těmito úrovněmi 0,98. Hodnoty získaných genetických korelací v této práci z dvouznakového, tříznakového a tříznakového modelu s kvadratickou regresí byly v rozmezí 0,81 – 0,96, což nejvíce odpovídá uvedeným výsledkům autorů Reinhardt et Schmutz (1997).

Po shrnutí všech získaných výsledků a zvážení faktu, aby výpočet vystihoval podmínky dané v České republice, je doporučeno vyhodnocovat plemenné hodnoty vypočtené tříznakovým modelem se zahrnutím pevných efektů pohlaví, věku koně a soutěže, a náhodných efektů jezdce, trvalého prostředí koně a genetické hodnoty koně. Důležitým faktem je, že je zohledněna genetická hodnota zvířete v jednotlivých obtížnostních skupinách, což dokazuje vyšší podíl genetické proměnlivosti (i vyšší hodnota koeficientu dědivosti) na celkové fenotypové proměnlivosti. Rovněž se snižuje i náhodný reziduální efekt. Výsledky použitého tříznakového modelu jsou srovnatelné s aktuálními metodami hodnocení skokové výkonnosti sportovních koní v zahraničí. Použití tříznakového modelu přináší jisté výhody v genetickém hodnocení koní oproti použití jednoznakového modelu. Za prvé jsou podchyceny selekční předsudky, že pouze lepší koně mohou soutěžit ve vyšších obtížnostních stupních. A za druhé výkonnost v různých obtížnostních stupních může být ohodnocena přiřazením určité váhy podle chovného cíle chovatelské organizace sportovních koní.

6.3. Způsob zveřejňování pořadí plemenných koní

U jiných hospodářských zvířat je dle Koenena (2002) snadné interpretovat plemennou hodnotu, protože je vyjádřena na té samé stupnici jako měření. Například, produkce mléka v kilogramech se používá jak pro hodnocení, tak pro výpočet plemenné hodnoty skotu. V chovu koní je předpověď plemenné hodnoty na základní stupnici (pořadí, peněžní zisky,

nejvyšší stupeň soutěží, atd.) přenesena pro usnadnění interpretace na relativní stupnici a plemenné hodnoty jsou často přepočítávány v ročních intervalech.

Nejčastějším způsobem standardizace plemenných hodnot je k průměru 100 bodů se směrodatnou odchylkou 20 bodů, což bylo použito i v této práci. Tyto relativní plemenné hodnoty jsou tak pro chovatele srozumitelnější a snáze se interpretují. Takovou standardizaci plemenných hodnot použil ve své studii Viklund et al. (2011) u švédského teplokrevníka. I ostatní zahraniční chovatelské svazy používají stejnou stupnici, například u plemen oldenburský kůň, trakénský kůň, holštýnský kůň, hannoverský kůň, belgický teplokrevník a irský sportovní kůň se používá stejná standardizace plemenných hodnot (Interstallion, 2014).

Na základě tříznakového modelu jsou dvě možnosti zveřejňování plemenných hodnot a záleží pouze na domluvě chovatelských svazů a chovatelů, která jim bude více vyhovovat a kterou budou chtít používat pro zveřejnění.

První možností je zveřejňovat předpovězené RPH u všech koní (hřebci, klisny, valaši) pro SK1 – základní úroveň (nejvíce koní absolvuje tuto obtížnost) a tyto hodnoty také informačním systémem zanést do plemenných knih, aby každý kůň měl svou předpovězenou plemennou hodnotu. Každý rok, při nových výpočtech plemenných hodnot, je nutné tuto hodnotu aktualizovat. Pro plemeníky je doporučeno zveřejňovat RPH pro SK1 (základní úroveň) a SK3 (těžká úroveň), přičemž žebříček plemeníků by byl podle SK3. Dále by bylo vhodné žebříček plemeníků každoročně uvádět v ročence chovatelských svazů, či nějaké jiné brožury vydávané chovatelskými svazy. V Německu mají například speciální brožury s názvem „Hannoveraner Jahrbuch Hengste“, „FN Jahrbuch Zucht“ nebo „Trakehner Hengstverteilungsplan“. Rovněž by se měla stanovit hranice, kdy už není vhodné nějakého plemeníka zveřejňovat. Například jak staří plemeníci se budou zveřejňovat a s jakou minimální spolehlivostí.

V některých zahraničních chovatelských svazech zveřejňují plemeníky narozené do určitého roku (švédský sportovní kůň, oldenburský kůň, hannoverský kůň) a rovněž musí plemeník mít určitý počet hodnocených potomků, kde minimum se uvádí alespoň 5 potomků (hannoverský kůň, trakénský kůň, holštýnský kůň). Počet potomků je spojen s určitou minimální spolehlivostí.

Po zvážení faktu, že generační interval je u koní velmi dlouhý (pro hřebce byl vypočítán na 11,5 roku), je doporučeno zveřejňovat plemeníky ve věku maximálně do 25 let a

s dosaženou minimální spolehlivostí 30 %. Obecně lze konstatovat že, hodnoty pohybující se kolem 30 % jsou na základě rodokmenových informací, tudíž by z hodnocení nevypadli mladí plemeníci, které je nutné do plemenitby zařazovat. Naopak využití starých hřebců v plemenitbě již sice nelze očekávat, ale z hlediska výpočetního poskytují jakousi referenční populaci, která propojuje databázi. Díky tomu je možné vypočítat odchylky užitečnosti mezi jedinci.

Druhou možností, jak zveřejňovat předpovědi plemenných hodnot, je přidat určitou váhu k předpovězeným plemenným hodnotám a udělat tak index pro celkovou plemennou hodnotu. Výhoda tohoto indexování je ta, že výsledná hodnota by byla pouze jedno číslo, které by mělo hodnocené zvíře zveřejněné. Z toho vyplývá i snadnější orientace chovatelů ve výsledcích. Na druhou stranu je velmi složité zvolit vhodnou váhu k jednotlivým skupinám, neboť tím je vyvíjen určitý tlak na selekci zvířat. Pokud předpovězené plemenné hodnoty u jednotlivých skupin (SK1, SK2, SK3) zindexujeme, tím se určitým způsobem ztrácí význam výpočtu tříznakového modelu. Navíc index se používá spíše při kombinaci buď různých znaků (např. celkový index vypočtený z parkurového skákání i drezury) nebo při kombinaci různých informačních zdrojů (např. určení skokové výkonnosti kombinací dat z výkonnostních testů a jezdeckých závodů). Pokud by si chovatelské organizace a chovatelé vybrali tento způsob vyhodnocování plemenných hodnot, tak je nutné zvolit určité váhy, které by se jistě odvíjely od selekčního cíle. Možný způsob zvolení jednotlivých vah je tento: 0,2; 0,3; 0,5 pro SK1, SK2, SK3. Zvolení nejvyšší váhy u nejvyšších obtížnostních stupňů je z toho důvodu, že jedním z cílů většiny chovatelských svazů sportovních koní v ČR je produkce kvalitních sportovních koní.

Pokud se má chov posunovat směrem dopředu, tak je pro chov potřeba vybírat kvalitní plemeníky, kteří mají předpoklad pro to, aby jejich potomci dosahovali nejvyšších obtížnostních stupňů. Předpovědi plemenných hodnot mají význam především pro mladé plemeníky, u nichž máme včasnou informaci o tom, zda plemeník bude do budoucna pro chov významným producentem kvalitních potomků či nikoliv. Na základě předpovědi plemenných hodnot tak můžeme výrazně zkrátit generační interval. Tím se lze též vyvarovat zařazení geneticky špatných plemeníků do chovu, z čehož získáme poměrně brzy informaci o genetickém založení určitého znaku ve vztahu k zařazení plemeníka do chovu. Pokud je hřebec (budoucí plemeník) „v testaci“ jako tříletý, tak prvotní informace o sportovních výsledcích jeho potomků lze získat, jestliže se potomci začnou zúčastňovat parkurových soutěží ve čtyřech letech. Plemeníkovi bude sedm let a chovatelské

organizace mohou plemeníka v chovu nechat nebo ho vyřadit na základě předpovězené plemenné hodnoty. Arnason et Van Vleck (2000) v této souvislosti doplňují, že množství informací týkající se plemenných hodnot je velmi variabilní. Pokud jsou plemenné hodnoty publikovány, měly by být připojeny i jejich odhady spolehlivosti, protože chovatelé často čelí rozhodnutí, zda jejich klisnu připustit starým nebo mladým hřebcem. Předpovědi plemenných hodnot tak poskytují chovatelům informace k objektivnímu rozhodnutí. Pokud mají dva plemeníci stejnou předpovězenou plemennou hodnotu a jeden je starší s vyšší spolehlivostí a druhý je mladý s nižší spolehlivostí, pak si chovatel, který se nebojí rizika, vybere mladého plemeníka. Pokud je v populaci realizován genetický trend, mladší ročníky zvířat jsou v průměru geneticky lepší než ročníky předešlé. Tím je také dosahováno vyššího genetického zisku. Příbyl (1997) k tomu doplňuje, že při vyhodnocení je potřeba vzít v úvahu základní prvky ovlivňující výsledek šlechtění, a to: minimalizovat generační interval, maximalizovat intenzitu selekce a rovněž maximalizovat spolehlivost selekce.

6.4. Vyhodnocení nejlepších plemenných koní

Vyhodnocení plemenných hřebců podle navržených způsobů vyhodnocení v předešlé kapitole je v příloze č. 7 a č. 8, kde je uvedeno prvních 50 nejlepších plemeníků, jak podle RPH3 (nejvyšší úroveň), tak i podle indexu RPH. Vypočtená korelace pro všechny plemeníky byla 0,99 mezi indexem RPH a RPH3, což naznačuje, že oba způsoby vyhodnocení jsou téměř identické.

V obou žebříčcích se nejlépe umístil 25 - letý plemeník Cento po otci Capitol I. Otec Capitol I byl jeden z nejvýznamnějších producentů skokových koní. Sám byl vynikajícím sportovním koněm a ještě úspěšnější byl v chovu. Druhý umístěný se skoro třemi směrodatnými odchylkami od průměru, s 30 - ti hodnocenými potomky a spolehlivostí 72 % je hřelec Aristo Z, který je v současnosti velmi oblíbeným plemeníkem v České republice a sám je výborným skokanem, což dokazuje mimo jiné letošní mistrovský titul v kategorii seniorů. Dále stojí za zmínku, že v žebříčku je celkem 5 plemeníků, kteří se narodili v roce 1989. Jednoznačně nej přesnější vypočtenou RPH3 mají plemeníci Landos a Catango Z, a to přes 80 %, což není až tak překvapující, vzhledem k jejich věku a počtu hodnocených potomků kolem 100. Naopak nejmladšími hodnocenými plemeníky jsou plemeníci narození roku 2002 a 2004, jejichž spolehlivost je kolem 50 % s výjimkou 35 %

(plemeník Cancara), který má pouze 2 hodnocené potomky. Plemenici se spolehlivostí mírně nad 30 %, mají velmi málo hodnocených potomků. Ani v jednom z žebříčků se nestalo, aby byl plemeník v jednom žebříčku na horních pozicích a v druhém na dolních pozicích, vypočtené RPH3 a index RPH se od sebe příliš neodlišovaly, maximálně o jednotky. V jednom případě se stalo, že plemeník Cartagene vyhodnocený podle indexu RPH na 8. místě, se v druhém žebříčku vůbec neobjevil. Je to z toho důvodu, že nesplnil požadavek spolehlivosti vyšší než 30 % u RPH3. Tento plemeník má hodnoceného pouze jednoho potomka.

V přílohách č. 13, 14 a 15 jsou uvedeny žebříčky sportovních koní podle plemen, kteří by byli vhodní k případnému použití do chovu (pouze hřebci a klisny).

6.5. Genetický trend

Všechny grafy genetického trendu mají pozitivní stoupající tendenci. Genetický trend je vypočten z roků narození koní 1990 až 2009. V tříznakovém modelu u SK1, SK2 a SK3 je to o 0,060; 0,032 a 0,027 směrodatné odchylky ročně. Genetický trend se u jednotlivých skupin postupně snižuje se zvyšující se obtížností soutěže možná proto, že import cizího genetického materiálu do České republiky je velmi silný. Nejspíš je jednodušší zlepšovat domácí potomstvo s průměrnými geny dovozem jednoho z rodičů, než zušlechtovat populaci domácími plemeny (jedinci). Tím však dochází silnému k potlačování chovu domácí populace plemen koní a naopak podporuje se chov zahraniční.

Genetický trend skokové výkonnosti českého teplokrevníka odhadla Jiskrová (2004), přičemž zaznamenala zvyšování plemenné hodnoty o -0,134 trestných bodů nebo 0,010 pomocných bodů ročně. Popisuje tuto situaci jako prospěšnou, neboť zvyšování plemenné hodnoty pomocí importu cizího genetického materiálu je v souladu s chovným cílem plemenných knih v České Republice. Na druhou stranu může vzniknout riziko potlačení původního genofondu koní chovaných v České republice, především českého teplokrevníka.

Viklund et al. (2011) uvádí hodnoty genetického trendu, které jsou podobné jako u nás: 0,056 fenotypové směrodatné odchylky pro parkurové skákání a 0,032 pro drezuru u plemene švédský teplokrevník. Autoři popisují, že genetický pokrok v parkurovém skákání a drezuře se rapidně zvýšil zhruba od roku 1980 jako důsledek tří důležitých mezníků v chovatelském programu švédského teplokrevníka. Tím prvním bylo zavedení

testu RHQT v roce 1973, což dává příležitost posouzení mladých koní, jejich stavby těla a talentu pro obě disciplíny. Druhým mezníkem byla úprava podmínek výkonnostních testů pro hřebce zavedených po roce 1970, což vedlo k silnější selekci hřebců, jak domácích, tak i zahraničních (Olsson, 2006). Poslední bylo zavedení předpovědí plemenných hodnot metodou BLUP v roce 1986 z výsledků testů RHQT a na základě těchto hodnocení následovala buď podpora nebo vyřazení hřebců (Arnason, 1987).

Pro plemeno Selle Français uvádí Dubois et Ricard (2007) realizovaný genetický trend pro parkurové skákání, drezuru a všestrannost. Parkurové skákání rozdělili do tří období. První bylo v letech 1974 – 1985, kde byl nízký pokrok ($\Delta G=0,007/\text{rok}$), v druhém období v letech 1985 - 1995 byl pokrok o něco vyšší ($\Delta G=0,056/\text{rok}$), a v posledním období v letech 1995 – 2002 byl zaznamenán nejvyšší pokrok, a to 0,096 směrodatné odchylky za rok, což je podstatně vyšší než výsledky této práce a odpovídá to intenzivní šlechtitelské práci chovatelů tohoto špičkového světového plemene sportovních koní. U všestrannosti a drezury byl zaznamenán podstatně nižší pokrok, a sice 0,011 a 0,002 směrodatné odchylky za rok.

U britského sportovního koně byl odhadnut genetický pokrok o 0,047 směrodatné odchylky ročně pro drezurní soutěže (Steward et al., 2010). Autoři si vysvětlují pozitivní trend importem koní z jiných populací a rovněž zavedením BLUPu.

6.6. Generační interval

Viklund et al. (2011) uvádí 6,9 roku jak průměrný věk klisen při narození prvního potomka a 13,8 roku při narození posledního potomka. Ve Švédsku se kvalitní klisny testují v testu YHT (test pro 3leté hřebce a především klisny). Pokud majitel zapustí klisnu, která úspěšně prošla tímto testem, kvalitním hřebcem ve věku tří let, získá od asociace švédského teplokrevníka dotaci. Tento dotační systém byl zaveden roku 1999 za účelem zvýšení kvality klisen a zkrácení generačního intervalu. U plemenných hřebců byl zaznamenán generační interval v délce 11,1 roku, přičemž věk při narození prvního potomka je 5,7 roku a posledního potomka 17,4 roku. Dubois et al. (2008) uvádí generační interval plemene Selle Français, u plemenných hřebců je to 10,7 roku a u klisen 12,7 roku. Například generační interval švédského teplokrevníka u plemenných hřebců (11,1 roku) je srovnatelný s generačním intervalem sportovních plemen v ČR (11,5 roku). Klisny švédského teplokrevníka mají rovněž srovnatelný generační interval s našimi sportovními

plemeny (10,3 roku vs. 9,6 roku). Rozdíl ve srovnání těchto dvou populací je především u narození prvních potomků, kdy u švédského teplokrevníka je to podstatně nižší věk než u sportovních plemen chovaných v ČR. Tento rozdíl je nejspíš způsobem rozdílným managementem i včasnou selekcí, kdy švédského teplokrevníka se na selekci sportovních koní klade velký důraz poměrně brzy, což dokládají různé testy pro mladé koně a následné vyhodnocení těchto údajů metodou BLUP.

6.7. Pořadí dle předpovědí plemenných hodnot a současného systému vyhodnocení sportovních koní

Současný systém vyhodnocení sportovních koní v ČR je založen na přepočítaných pomocných bodech a následně vyhodnocení hřebců podle žebříčku ASH. Důvod, proč není vhodné používat pro výběr hřebců na chov v ČR oficiální hodnoty ASH je ten, že tyto hodnoty nevyklučují vliv prostředových faktorů. Samotné zavedení PPB (Pellarová, 1986) je diskutabilní, protože není doloženo, na jakém základě byl počet PPB v určitém obtížnostním stupni přidělen. Pellarová (1986) jen uvádí, že PPB vychází u skokových a drezurních soutěží z běžně používaného hodnocení žebříčku úspěšnosti, a u military byla obdobná tabulka zpracována ve spolupráci se státními trenéry pro soutěže ve všestranné způsobilosti. Výpočet PPB je tak závislý na obtížnosti soutěže.

Jiskrová (2004) ve svém výzkumu porovnála žebříčky ASH s žebříčky vytvořenými na základě metody BLUP. Uvádí, že je rozdílné postavení zahraničních hřebců v obou metodách hodnocení. V žebříčku plemeníků podle ASH ve skokových soutěžích za rok 2002 zaujímají nejvyšší pozice zahraniční hřebci, kdežto v žebříčku podle BLUP bylo zahraničních hřebců na prvních pozicích podstatně méně. Důvodem tohoto rozdílu je skutečnost, že předpověď PH vyjadřuje genetickou podstatu skokové výkonnosti. U importovaných koní je ve většině případů očekávána vyšší sportovní výkonnost, dostávají se do nejkvalitnějších jezdeckých center s odpovídající úrovní tréninku. Jsou ježděni kvalitními jezdci a tomu také odpovídají vysoké hodnoty ASH. Pořadí ASH tak vyjadřuje fenotypovou hodnotu koně, nikoliv jeho skutečné genetické založení. Po vyloučení podstatné části vlivů vnějšího prostředí BLUP-AM se hodnocení těchto koní snižuje.

Byla vypočtena korelace pomocí Pearsonova korelačního koeficientu mezi hodnotami ASH a RPH. Z vyhodnocení sportovních koní za rok 2013 byly dosazeny hodnoty

z žebříčku nejlepších plemeníků dle ASHs ve skokových soutěžích (min. 10 potomků) a byly porovnány s hodnotami RPH podle SK2. Posouzení RPH podle SK2 bylo vybráno proto, že hodnoty ASH byly pro hodnocené hřebce vypočteny z obtížnostního stupně „S“ (130 cm). Tudíž lze tyto hodnoty mezi sebou porovnávat, neboť SK2 zahrnuje parkurové soutěže od 120 cm do 135 cm. Hodnota korelačního koeficientu byla 0,61. To dokazuje jistou rozdílnost obou metod hodnocení. Hřebci hodnocení podle ASH byli na jiných pozicích než v žebříčku podle RPH2. Proto je nutné plemeníky vyhodnocovat pomocí předpovědí plemenných hodnot, které vyjadřují skutečné genetické založení, a tudíž je předáváno dále na potomstvo plemeníků.

Pro vyhodnocení úspěšnosti sportovních koní je doporučeno přejít z hodnocení PPB na vyhodnocení podle relativní sportovní hodnoty (RSH). Tato hodnota nejenom že odráží počet dosažených trestných bodů v soutěži, zahrnuje především genetické založení sportovní výkonnosti a je zde připočítán i vliv trvalého prostředí koně. Tento žebříček je vhodný k využití pro jezdce, trenéry, majitele sportovních koní a sportovní stáje. Žebříček nejlepších sportovních koní v roce 2013 je uveden v příloze č. 16.

6.8. Vliv zahraničních hřebců na populaci koní chovaných v ČR

Koenen et al. (2004) upozorňují, že v mnoha chovatelských organizacích v Evropě probíhá výměna genetického materiálu již mnoho let. Vylepšením reprodukčních technik (především chlazené a mražené sperma) samozřejmě umožňuje současné použití plemenných hřebců v několika zemích najednou. Země s velkou populací sportovních koní, jako Německo a Francie, jsou často vývozci, kdežto země s malými populacemi jednájí jako dovozci genetického materiálu.

Stejný trend zaznamenal i Posta et al. (2009a), kdy v 70. letech minulého století odstartoval chov sportovních koní v Maďarsku zapouštěním klisen domácích plemen zahraničními hřebci. V současné době je maďarský sportovní kůň spíše evropským plemenem, které má genetický základ hlavně v holandském teplokrevníkovi a holštýnském koni.

Thóren Hellsten et al. (2009) analyzovali vliv zahraničních hřebců na populaci švédského teplokrevníka. Pokud je velký vliv zahraničních populací na populaci švédského teplokrevníka, je v zájmu asociace švédského teplokrevníka analyzovat kvalitu zahraničního genetického materiálu. Vliv zahraničních hřebců na domácí populaci

analyzovali jak kvalitativně, tak i kvantitativně. Zkoumali vliv původu a období působení zahraničních hřebců na vyhodnocení předpovědí plemenných hodnot pro parkurové skákání a drezuru. Analýzou zjistili, že vliv zahraničních hřebců dramaticky stoupl v posledních dekádách, zejména od 90. let minulého století. Složení vlivu zahraničních hřebců se změnilo z původního vlivu hannoverských a plnokrevných hřebců na hřebce holštýnské a plemene KWPN, což také odráží zvýšení výkonnosti v parkurovém skákání a drezuře.

V současné době máme 5 sportovních plemen chovaných v České republice. Jsou to plemena český teplokrevník, které je nejpočetnější, dále slovenský teplokrevník, moravský teplokrevník, kůň kinsky a trakénský kůň. V posledních 30 letech je jasně vidět přestavba z univerzálního typu koně na sportovní typ, zejména u prvního zmiňovaného plemene. Plemenná kniha slovenského teplokrevníka byla založena v ČR v roce 1995, která se rovněž zabývá šlechtěním teplokrevných koní. Jako jedna z příčin typové přestavby českého a slovenského teplokrevníka je import zahraničních plemen, která se kromě sportu využívají i v chovu. Populace českého a slovenského teplokrevníka má tak podobný genetický základ jako jiné evropské populace sportovních koní. Zvyšování genetické kvality zvířat zahraničními plemeny má však kromě výhody zvyšování sportovní výkonnosti i jisté nevýhody. Maršálek (2008) uvádí jako nevýhodu především potlačování šlechtitelského procesu v domácím chovu koní a tím i vlastní ekonomiku chovu. To dokazuje analýza sportovních výsledků v této práci, kdy podíl nejvyužívanějších zahraničních plemen (hannoverský, oldenburský, holštýnský kůň, holandský a belgický teplokrevník) na skokových soutěžích je téměř 10 %. Využívání dovezeného plemenného materiálu může vést k rozšíření genetické variability populace, ale ne vždy se tato variabilita změní požadovaným směrem.

Makovská Krčová (2012) provedla studii zaměřenou právě na vliv importovaných zahraničních plemen na sportovní výkonnost teplokrevných koní v České republice. V období let 2000 - 2009 vytvořila skupiny koní podle plemen a ty následně hodnotila podle dosažených PPB. Významnost vlivu efektů plemene, roku startu, pohlaví, věku a země původu posoudila použitím metody nejmenších čtverců. Ve vyhodnocení měl holštýnský kůň nejvíce PPB a tím pádem nejnižší počet trestných bodů, pokud však jedinci měli v rodokmenu do páté generace 100 % příslušnost k plemeni. Druzí nejlépe hodnocení byli jedinci příslušnosti KWPN a dále koně s 50 % příslušnosti k plemenné knize holštýnské koně. Její výsledky jasně potvrdily, že holštýnská plemenná kniha je jasným

vítězem v chovu teplokrevných koní v ČR a koně příslušní k této plemenné knize jsou nositeli skokových vlastností. Rovněž při porovnání koní narozených v ČR s koňmi narozenými v zahraničí naznačovalo, že importovaní koně mají lepší výkonnost. V celkové analýze bylo 326 hřebců (35,7 % z celkového počtu), kteří měli pouze jednoho potomka. Podobných závěrů bylo dosaženo i v této práci. Z analýzy databáze vyplývalo, že 55 % hřebců mělo pouze jednoho potomka. Takto vysoký počet hřebců s jedním potomkem je samozřejmě nežádoucí a pro rozvoj chovu nepřijatelný. Například u švédského teplokrevníka uvádí Viklund et al. (2001) průměrný počet potomků na otce 189, přičemž devět hřebců mělo dokonce více než 1000 potomků. Při porovnání s výsledky této práce, kdy průměrně připadá 5 potomků na otce, tak systém chovu koní v ČR není ucelený a v systému šlechtění sportovních koní v ČR jsou zřetelné nedostatky, které by chovatelské svazy měly řešit.

7. Doporučení pro využití výsledků v praxi

V průběhu posledních 30 let došlo ke změně chovného cíle teplokrevných koní chovaných v ČR, z mnohostranně užitkového na koně sportovního typu. Pro sportovní účely je potřeba mít k dispozici koně, kteří jsou na dobré úrovni nejen z hlediska výkonnosti, ale i exteriéru, zdraví či původu. Je nutností chovat koně, kteří jsou konkurenceschopní ve srovnání se zahraničními produkty a to nejen z hlediska sportovní výkonnosti, ale i z obchodního hlediska. O nedostacích v chovu koní v ČR svědčí i velké množství importovaných koní, jak pro chov, tak i pro sportovní účely či rekreaci.

U plemenných knih zabývajících se chovem teplokrevných sportovních koní nalezneme následující vlastnosti, které slouží jako selekční kritéria. Jsou to zejména výkonnost v jezdeckých disciplínách, jezditelnost, charakter, dobrý temperament a zdraví. V souvislosti se selekčním programem nás zajímá také genetický zisk, tedy jak organizovat selekční program, aby v požadovaných vlastnostech byl dosahován co nejvyšší genetický zisk. Je nutné si uvědomit, že šlechtění koní musí vycházet ze stejných principů jako šlechtění jiných druhů hospodářských zvířat a pokud má být šlechtění úspěšné a efektivní, musí zahrnovat tyto následující kroky:

1. testace zvířat.
2. předpověď plemenné hodnoty.

3. výběr zvířat do plemenitby na základě jejich PH.

4. produkce nové generace.

Maršálek (2010) zdůrazňuje že, aby měla šlechtitelská opatření požadovaný efekt, je nutné je uplatňovat systematicky v celé šlechtěné populaci, pravidelně vyhodnocovat jejich dopady a především zveřejňovat výsledky šlechtitelských opatření tak, aby byly dostupné a srozumitelné široké chovatelské veřejnosti.

Jestliže obecně platí u všech druhů hospodářských zvířat, že do plemenitby jsou vybíráni pouze geneticky vhodní jedinci, nemůže tomu být v chovu koní jinak (Maršálek, 2008). Povinností chovatelské organizace je zajistit svým členům, tj. chovatelům takové informace, aby se mohli na jejich základě kvalifikovaně rozhodnout, jakým hřebcem svoji klisnu zapustí. Tyto informace nemohou vycházet pouze z původu hřebce a výsledku jeho sportovní výkonnosti, ale měly by zahrnovat objektivně zjištěné podklady o jeho plodnosti a předpovědi plemenných hodnot pro jednotlivé chovatelsky významné oblasti jako je zevnějšek, mechanika pohybu, charakter, případně s ohledem na dnešní nejčastější využití teplokrevných koní ve skokových soutěžích i skokové schopnosti. Podklady pro takové hodnocení musí být nejen průběžně zjišťovány, ale pravidelně nejméně jedenkrát ročně vyhodnocovány a zveřejňovány nejlépe před začátkem připouštěcího období. Právem chovatelů je takové podklady od své chovatelské organizace vyžadovat.

Ducro (2011) upozorňuje na to, že i tak propracovaný chovatelský program jako má plemenná kniha KWPN, je možné určitým způsobem vylepšit, tzn. zapracovat nové postřehy a výzkumy nebo nové techniky. Důležitým faktorem ovlivňujícím genetický pokrok je intenzita selekce a přesnost selekce. Zvýšit intenzitu selekce je účinné, pokud je i přesnost selekce vysoká. To se týká zejména těch selekčních kroků, které zahrnují testaci potomstva.

7.1 Možnosti zlepšení chovatelského programu sportovních koní v ČR

7.1.1. Výkonnostní zkoušky

Jednou z cest, jak zvýšit kvalitu chovu sportovních koní, je prověření jeho schopností a využití sportovního potenciálu ve výkonnostních zkouškách mladých koní, což bývá

prvotní chovatelskou informací o sportovní výkonnosti koně, jeho exteriéru a dalších chovatelsky významných vlastnostech. Výsledky získané na výkonnostních zkouškách slouží nejen jako informace o vlastní výkonnosti, ale především jako podklad pro předpovědi PH otců.

Základním předpokladem testace je, že získané údaje budou vhodným způsobem pravidelně vyhodnocovány (metodou BLUP - AM). Pokud testace není takto vyhodnocena, její výpovědní hodnota je prakticky nulová. Testace by měla být organizována tak, aby zajistila porovnání různých jedinců ve srovnatelných podmínkách. Velmi důležitý je celkový rozsah testace, počty vrstevníků a počty potomků na každého testovaného plemeníka – tedy plán testace. Ten je nutné stanovit před vlastní testací. Kritériem pro výběr nejvhodnějšího plánu testace je možná získaná spolehlivost vyhodnocovaných údajů. Je nutné v této souvislosti upozornit, že výsledné hodnocení potomků hřebce by mělo zahrnovat všechny dosažitelné informace a všechny potomky. Cílem testace je zajistit, aby byla otestována pokud možno celá populace bez omezujících kritérií. Jakýkoliv předvýběr významně zkresluje výsledky. Vyhodnocení pouze těch potomků, kteří byli zařazeni do plemenitby nebo přivedeni k zápisu, by mělo být doplněno údajem, kolik procent ze všech potomků plemeníka je takto vyhodnoceno.

Civišová (2009) ve své práci hodnotila systém zkoušek výkonnosti teplokrevných klisen. Ze srovnání zkoušek výkonnosti českého teplokrevníka a zkoušek výkonnosti organizovaných chovatelskými svazy teplokrevných koní v okolních evropských státech vyplývalo, že zkoušky výkonnosti klisen ČT nevyužívají možností, které výsledek zkoušky poskytuje jako podklad pro šlechtitelskou práci.

Členové hodnotitelských komisí by měli splňovat určitá kritéria, například aby byli nebo bývali aktivními jezdci (se zkušenostmi na závodech), chovateli či trenéry. Tím by se omezila skutečnost, že klisny posuzuje komisař s pouze teoretickými znalostmi. Dále by komisaři měli podstupovat po určité době „srovnávací zkoušky“, jako tomu je v chovu skotu. Komisaři výkonnostních zkoušek nebo lineárního popisu by se např. sešli jednou za 2 roky na jednom místě. Bylo by jim předvedeno několik zvířat, které by samostatně posoudili. Tyto posudky by po skončení mezi sebou porovnali a tím by se zjistilo, zda komisaři hodnotí podle stejných kritérií a stejného „oka“. Z případných odlišných posudků by mohla vyplynout určitá opatření do budoucna.

Rovněž i Ducro (2011) ve své práci upozorňuje na to, že subjektivní hodnocení může představovat chyby plynoucí z hodnotících předsudků. Aby se těmto chybám předešlo, pracují komisaři v komisích. V praxi to bývá tak, že komise dává celkovou známku a hodnocení jednotlivých komisařů není zveřejněno. Právě to by mělo být naopak. Zveřejňovat by se měla individuální hodnocení komisařů a ne průměrná celková známka. Inspektoři se liší nejen v průměrném hodnocení, ale i v rozpětí stupnice, kterou používají. Zveřejnění známek jednotlivých komisařů by mohlo být vzato v úvahu pro genetickou analýzu. Ještě důležitější než rozdíly v rozsahu stupnice používané komisaři je, aby komisaři hodnotili delší časové období. Pokud hodnotí delší časové období, definování sledovaného znaku je konstantní nejenom v čase, ale i mezi komisaři navzájem.

Pokud je porovnán počet hřebců, kteří jsou každoročně testováni staniční zkouškou u nás a v zahraničních chovech (příloha č. 4), tak v zahraničních chovech se počty testovaných hřebců pohybují na podstatně vyšší úrovni. Ze srovnání zkoušek výkonnosti českého teplokrevníka se zkouškami výkonnosti v jiných chovatelských svazech vyplývá, že výsledky zkoušek výkonnosti v českém teplokrevním chovu nejsou využívány jako podklady pro šlechtitelskou práci.

7.1.2. Kritéria mladých koní (KMK)

Dalším, velmi často diskutovaným tématem je Kritérium mladých koní. Samotná myšlenka kategorizace a vyhodnocení mladých koní podle věku je velmi přínosná a v zahraničí jsou to velmi prestižní závody, z nichž údaje z takovýchto závodů slouží jako objektivní podklad pro předpovědi plemenných hodnot (především ve Francii a Belgii). V České republice byl zaveden systém, který má však několik zásadních problémů, a dokud nebudou tyto problémy určitým způsobem vyřešeny, nebudou tyto údaje objektivní a vhodné pro předpovědi plemenných hodnot.

1. Účast velmi malého procenta populace v těchto soutěžích z důvodů finančních:

- Deformace testace mladých koní finančními prostředky.
- Přenášení finančních nákladů pořadatelů závodů na účastníka KMK formou startovního (kvalifikační kola 400 Kč za koně, ve finále 800 Kč za koně).
- Současné rozdělování finančních prostředků nedovoluje méně solventním chovatelům koní účastnit se (rozdělení výher mezi prvních 5 nejlepších, což jsou

většinou opakovaně stejní jezdci – majitelé koní).

Finanční prostředky by se měly rozdělit tak, aby se KMK mohlo účastnit co největší procento koní z ročníku sledované populace. Pokud bude finanční dotace poskytnuta širší části zúčastněných koní, nebude pro majitele koní samotná účast na KMK tak finančně náročná (doprava, startovné, ustájení, atd.) a byla by reálná šance dostat více koní do testace, čímž by se eliminovalo to, že finanční dotaci získá každý rok pouze úzká skupina lidí (majitelů koní).

Díky změně rozdělování finančních dotací pořadatelům závodů KMK, přenáší pořadatel většinu nákladů na účastníky KMK především vysokým startovním, což může být také jedním z důvodů, proč se KMK účastní málo koní.

2. problém: Dovoz a účast zahraničních koní na soutěžích KMK

- Stále větší procento koní účastnících se KMK je zahraničního původu.

Koně ryze zahraničního původu jsou zapsáni v PK chovatelských svazů v ČR. Účast zahraničních koní je přínosná v tom směru, že poskytuje sledované domácí populaci dostatečný počet vrstevníků pro srovnání se zahraničím. Státem dotovaná soutěž by však neměla být kontrolou dědičnosti zahraničních odchovů. Ve většině zemí je zahraniční kůň znevýhodněn a např. v Německu nemůže náš odchovanec startovat vůbec v podobných chovatelských soutěžích. Stát tak vlastně nepodporuje český chov, ale zahraniční.

Tento problém by se dal eliminovat stanovením procentuálního podílu krve plemen chovaných v ČR do určité generace, který musí zúčastněný kůň splňovat, aby se podporoval český chov, nikoliv zahraniční. Možným řešením by také bylo finančně znevýhodnit zahraniční koně, například vyplácet jim pouze 1/3 finančních dotací (v krajním případě jim nevyplácet dotace vůbec).

3. problém: Systém hodnocení

- V kvalifikačních kolech hodnotí pouze jeden komisař (cca 10 komisařů celkem). Většinou se bohužel stává, že hodnotí dle sympatií k jezdcí, nikoliv však podle skutečného předvedení koně. Ve finále hodnotí více komisařů, zpravidla tři až pět.
- Pozitivní však je, že byla konečně povolena účast valachů v soutěžích KMK. Pokud mluvíme o kontrole dědičnosti, musí být možnost do testace zařadit všechny potomky daného hřebce, i když valaši nejsou dále pro chov využitelní.

Poskytují však cenné informace o plemenících.

Návrh na zlepšení je, zrušit v kvalifikačních kolech hodnocení komisařů. V kvalifikačních kolech by měly rozhodovat o postupu do finále pouze trestné body (stanovit podmínku, např. kůň se musí zúčastnit 1/3 kvalifikačních kol do určitého maximálního počtu trestných bodů). Ve finále by pak bylo doplňujícím ukazatelem hodnocení komisařů. Pro kvalitní předpověď plemenných hodnot je nejobektivnějším hodnocením takové, které není zatíženo chybou a není zkreslené, což se při hodnocení lidským faktorem nedá vyloučit, a proto je nejvhodnější charakteristikou vyhodnocení skutečně naměřená výkonnost konkrétního koně v trestných bodech.

Shrnutí:

- O postupu do finále by měly rozhodovat získané trestné body v jednotlivých kvalifikačních kolech, nikoliv styloví komisaři. Ve finále pak už hodnocení stylových komisařů zahrnout do celkového hodnocení.
- Stanovit podmínku, kolika kvalifikačních kol se musí kůň zúčastnit a do jakého počtu trestných bodů.
- Zrušit finanční dotace v kvalifikačních kolech a rozdělit je všem koním kvalifikovaným do finále nebo poskytnout finanční dotace všem zúčastněným koním v kvalifikačních kolech.
- Stanovit procentuální podíl krve plemen chovaných v ČR do určité generace, který by musel zúčastněný kůň splňovat nebo finančně znevýhodnit zahraniční koně (neposkytovat jim dotace).

Ve šlechtitelském cíli chovatelských svazů sportovních koní je KMK jako nástroj pro hodnocení vlastní výkonnosti. To je však škoda, neboť organizace testování se nabízí k tomu, aby sloužila i jako kontrola dědičnosti otců. Z tohoto důvodu je současně používaný způsob testace nevyhovující. Důležitá je organizace testu, tak aby se potkávali jedinci po různých otcích co nejvíce. Vzhledem k tomuto účelu je vhodné podporovat nejen rodiče budoucí generace (vítězný hřebec, klisny), ale i promyšlení organizace přípařování plemeníků, aby na každého z nich byl v kontrole dědičnosti v co nejkratší době co největší počet potomků. Tím se výrazně sníží doba potřebná k prověření plemeníka. Dokud uvedené potíže nebudou určitým způsobem změněny, nelze spolehlivě vyhodnotit

Kritérium mladých koní, neboť zde bude neustálá deformace, ať už penězi nebo neobjektivním hodnocením.

Kritérium mladých koní je uváděno v dokumentech ČJF jako nástroj k testaci užitkových vlastností mladých plemenných koní s využitím výsledků pro kontrolu dědičnosti v průběhu sportovní sezony na vybrané části populace. Naopak příslušné chovatelské svazy by měly mít zájem na tom, aby byla zajištěna co největší účast mladých koní v chovatelských soutěžích. Jedině tak bude zajištěno objektivní srovnání koní stejného ročníku. Výsledek koně horšího je statisticky stejně cenný jako u koně vítězného.

7.1.3. Selekcce hřebců

Protože v ČR je teprve zaváděno vyhodnocení plemeníků podle předpovědi plemenných hodnot, nemají chovatelé v našem chovu dostatek informací, na základě kterých by si mohli vybrat vhodného hřebce pro své klisny. To samozřejmě vede k tomu, že jsou upřednostňováni importovaní plemenci převážně německého původu, u nichž je systém vyhodnocování daleko důkladnější. Informace, které jsou v ČR pro chovatele klisen dostupné, jsou nedostačující. Ze seznamu hřebců působících v plemenitbě se chovatel dozví jeho věk, původ, tělesné rozměry při zápisu do plemenitby, a zda má hřebec nějaké potomky v plemenné knize nebo potomky s prokázanou výkonností. Nedozeví se ale, jaký je podíl těchto potomků s prokázanou výkonností (zda je výborný každý druhý potomek nebo každý dvacátý).

Křížková (2011) hodnotí situaci ve vyspělých chovatelských svazech jako podstatně lepší. Třeba v hannoverském chovu jsou u hřebců jednotlivé údaje podrobně uvedeny a vyhodnocení končí srozumitelným skokovým a drezurním indexem, ze kterého je jasně patrné pro jakou výkonnost či využití má potomstvo hřebce předpoklady. Ještě pečlivější systém vyhodnocování je v holandském chovu. U hřebců jsou pro chovatele dostupné obecné informace, rodokmen, protokol ze zkoušek výkonnosti s jednotlivými známkami, rentgeny, počty potomků v chovu a jejich kvality, plemenné hodnoty, sportovní index a další informace. Na základě takových informací se může chovatel kvalifikovaně rozhodnout, kterého z hřebců si vybere.

V chovu sportovních koní v ČR je využíváno mnoho hřebců s velmi malou intenzitou, kdy průměrně připadá na jednoho hřebce 5 potomků. Pokud hřebec v průběhu připouštěcího období zapustí jednu nebo dvě klisny, tak vliv takových plemeníků

na šlechtitelskou práci je zanedbatelný a je bezpředmětné takovéto plemeníky nadále v plemenitbě využívat. Například svaz chovatelů českého teplokrevníka (SCHČT) hodnotí hřebce po sedmi letech působení v chovu na základě těchto kritérií:

- má 30 potomků zaregistrovaných v rámci PK ČT
- nebo 7 klisen zapsaných v HPK a PK
- nebo zařazeného plemenného hřebce
- nebo potomstvo s výkonností S v jedné disciplíně
- nebo sám dosáhl sportovní výkonnosti T

Z výše uvedeného vyplývá, že kritérium pouhých 30 potomků zapsaných v PK ČT za 7 let působení hřebce je málo, průměrně tak vychází 4 potomci za rok na hřebce. Svazy chovatelů by měly rovněž přihlížet k zdravotní problematice hřebců, které je celkově věnována menší pozornost. Předpokládá se, že hřebec vybraný do plemenitby bude bez zdravotních nedostatků či geneticky podmíněných nemocí. SCHČT zahrnul základní zdravotní vyšetření do předvýběrů hřebců. Jako kritéria uvádí, že hřebec musí být bez hrubých vad zevnějšku a zdraví, mít sestouplá obě varlata a pravidelný skus. Dále pak při druhém předvýběru musí mít hotové veterinární vyšetření včetně rentgenologického vyšetření. Co však chybí nebo není nikde uvedeno, zda patří do veterinárního vyšetření hřebců, je vyšetření kvality spermatu hřebce. Přitom to je jeden z nejdůležitějších ukazatelů reprodukce hřebce, kterou by měla hodnotitelská komise vzít v úvahu při posuzování vhodnosti hřebce k zařazení do plemenitby. Vyšetření spermatu hřebce by se proto mělo stát součástí kritérií pro hodnocení hřebců.

SCHČT prezentuje akcelerační program (AP) jako výběrový program, jehož cílem je urychlit selekční práci v chovu sportovních koní. Hřebec se dostane do AP na základě vlastní výkonnosti nebo na základě výkonnosti potomstva. V katalogu hřebců působících v PK ČT za rok 2014 je nabízeno 124 hřebců, z toho 45 jich je zapsáno rovněž v AP, to je 36 %. Smysl akceleračního programu by měl být v tom, aby tvořil jakési „chovné jádro“, proto by v něm měli být zahrnuti pouze hřebci a klisny té nejvyšší kvality, a ne téměř čtvrtina hřebců zapsaná u PK ČT.

Svaz chovatelů sportovních koní v ČR by měl zohlednit zahraniční zkušenosti a využívat ve šlechtitelské práci všechny zjišťované údaje a pravidelně je zpracovávat s cílem předpovědi plemenné hodnoty výkonnostních znaků i exteriéru a zajišťovat jejich dostupnost pro chovatelskou veřejnost.

7.1.4. Selekcce klisen

Selekcce klisen není většinou kontrolována plemennými knihami, protože odpovědnost za selekci klisen a jejich zapuštění mají především jejich majitelé (Ducro, 2011). I přesto by mělo být v zájmu plemenných knih vzít v úvahu genetický zisk při případné selekci klisen. Například v Nizozemí může být selekcce klisen posílena tím, že plemenná kniha KWPN vyzve majitelé nejlepších klisen účastnících se výkonnostního testu (EPTM nebo IBOP), aby pouze tyto klisny byly matkami hřebců, kteří pak následně absolvují staniční test hřebců. Touto cestou by mohla být organizována selekcce klisen, což by mohlo významně přispět ke zvýšení genetického zisku v selekčním programu. Aktuálně si mohou plemenné knihy poskytovat konkurenční výhodu díky rychlé výměně plemenných hřebců mezi sebou, takže genetická úroveň na samčí straně zůstává stejná. A proto výběr kvalitního genetického materiálu ze strany klisen může způsobit rozdíly v chovaných populacích.

Rovněž ve Francii jsou klisny často vynechávány ze selekčních schémat, protože jejich management je především na jejich majitelích (Dubois et al., 2008). Klisny mohou hrát významnou roli v selekci, přičemž by genetický zisk mohl být až 26 %. To je však za předpokladu, že všichni chovatelé by selektovali podle předpovědí plemenných hodnot metodou BLUP. Ve Francii jsou plemenné hodnoty dostupné pro všechny chovatele na internetu, ale v praxi je genetický zisk u klisen 26 % spíše nadhodnocen. Důležitým bodem selekcce je vlastní výkonnost, kdy je selektováno 47,4 % klisen, které prošly testem CG (hodnocení stavby těla a chodů u 3letých koní) nebo CJ (parkurové skákání pro 5leté koně), zatímco 19,1 % klisen neprošlo žádným testem.

Maršálek (2010) uvádí, že u PK ČT je z celkového počtu 9922 klisen zařazeno do AP 969 klisen – to je 9,8 % populace za rok 2009, za rok 2005 to bylo dokonce 23,2 %, což zahrnovalo téměř čtvrtinu populace klisen zapsaných v ČT. Situace je tedy obdobná jako u plemenných hřebců zařazených do akceleračního programu.

Selekci klisen jako matek budoucích sportovních koní či plemeníků by se měla věnovat patřičná pozornost, zvláště pak pokud mají vlastní sportovní výkonnost nebo jejich potomstvo má vlastní sportovní výkonnost. V prvním případě by se mohlo dosáhnout i zkrácení generačního intervalu, pokud by taková klisna s vlastní výkonností získala patřičnou finanční dotaci na hříbě. Například SCHČT poskytuje finanční dotaci klisnám zařazeným do AP ve výši do 5000 Kč, pokud však majitel dodá i potvrzení o březosti.

Cena čerstvého spermatu se pohybuje od 4000,- Kč a výše, takže dotace poskytovaná svazem pokryje pouze náklady na sperma, a to ještě u levných hřebců. Pokud by si majitel chtěl vybrat kvalitního plemeníka pro svou klisnu s dobrým původem, s vlastní výkonností na mezinárodních závodech, tak by si musel ještě hodně připlatit. Není výjimkou, že cena za sperma se pohybuje od 10 000,- Kč a více. To ještě nejsou připočítány náklady na inseminační techniku a následně na veterináře za vyšetření březosti. Cena je tak daleko vyšší. Pokud chceme vybírat kvalitní klisny jako matky budoucích sportovních koní, měla by se upravit dotační politika na takovéto klisny, zvláště pak pokud mají vlastní sportovní výkonnost st. „T“.

8. Závěr

Metoda BLUP animal model je v současné době nejpřesnější metodou pro předpověď plemenných hodnot, protože zohledňuje jak vliv prostředí na sportovní výkonnost koně, tak i všechny příbuzenské vztahy mezi zvířaty. Pokud chovatelské svazy sportovních koní v ČR chtějí obstát v mezinárodní konkurenci v oblasti chovatelské i sportovní, je nutností připojit se k již dávno zaběhnutému systému šlechtění koní a vyhodnocovat koně metodou BLUP animal model, neboť zahraničí se za pomoci této metody šlechtí sportovní koně od poloviny 80. let minulého století.

Rozhodující v oblasti šlechtění je to, aby se využily ke šlechtitelské práci všechny zjišťované údaje, a tyto údaje je nutné pravidelně zpracovávat s cílem předpovědi plemenných hodnot pro výkonnost koní alespoň jedenkrát ročně, kdy chovatelé dělají rozhodnutí o připáření rodičů následné generace. Je nutné si uvědomit, že pouze systematická dlouhodobá chovatelská práce může směřovat k dosažení chovatelských úspěchů.

Činnost chovatelských svazů se proto nemůže omezovat jen na evidenci koní, na organizování přehlídek a výstav, na označování koní a jejich zápis do plemenné knihy a na posuzování výkonnosti koní, ať už při zkouškách výkonnosti nebo v různých stupních soutěží. Všechny tyto velmi významné činnosti se stávají bezpředmětnými, pokud nejsou doplněny sumarizací a vyhodnocením výsledků, kterých bylo v rámci plemene v těchto jednotlivých aktivitách dosaženo. Cílem chovatelského svazu by mělo být poskytovat svým členům výsledky v přehledné a srozumitelné formě, kterou může každý chovatel

využít při svém rozhodování, ale zároveň tak, aby výsledky byly objektivní a nepostižené subjektivním názorem nebo zájmem.

Tato práce dokázala, že metoda BLUP animal model je v podmínkách našeho chovu využitelná jako rutinní metoda, neboť jsou zde evidovány rozsáhlé databáze sportovních výsledků. Pro zajištění odpovídajících předpovědí plemenných hodnot je však nutné zajistit dostatek objektivních informací. Výsledky předpovědí plemenných hodnot lze také využít pro propagaci českého plemenného materiálu v zahraničí.

Byla potvrzena první hypotéza disertační práce, že podkladová databáze skokových výsledků je vhodná pro vyhodnocení sportovních koní metodou BLUP – Animal model, neboť je dostatečně rozsáhlá a objektivní a výsledky získané vyhodnocením této databáze přibližně odpovídají výsledkům uváděným zahraničními autory. Rovněž byla potvrzena i druhá hypotéza. Použitím tříznakového modelu byly prostředřové efekty v modelové rovnici očištěny, byla zjištěna zvyšující se genetická proměnlivost s rostoucí obtížností soutěže. Vyhodnocení koní je tak postaveno na genetickém založení sportovní výkonnosti, což umožňuje vybrat geneticky nejlepší jedince do chovu, oproti hodnocení plemenků na základě Absolutní sportovní hodnoty.

1.

Pro odhad genetických parametrů a předpověď plemenných hodnot sportovních koní byla závisle proměnná trestné body upravena Blomovou transformací.

Bylo testováno několik modelových rovnic jak jednoznakovým, tak i víceznakovým modelem. Pro předpovědi plemenných hodnot byla vybrána modelová rovnice s pevnými efekty pohlaví, věku a soutěže a náhodnými efekty jezdce, trvalého prostředí koně a genetické hodnoty koně. Tato rovnice byla vyhodnocena tříznakovým modelem, kdy skoková schopnost koně v nejnižších, středních a nejvyšších obtížnostních úrovních byla brána jako jiná vlastnost, a proto byla rozdělena do tří skupin. SK1 byly soutěže ve výšce od 80 – 110 cm, SK2 zahrnovala soutěže výšky 120 - 135 cm a SK3 byly soutěže 140 – 155 cm. Do budoucna by bylo vhodné otestovat a případně zařadit do modelové rovnice efekt jezdeckého klubu (stáje). Zde je však riziko zaznamenání stejného jezdeckého klubu v průběhu několika let odlišným názvem – to by muselo být nějakým způsobem podchyceno v databázi, protože dodatečná manuální úprava je nemyslitelná. Zařazením

tohoto efektu do modelové rovnice by se mohla snížit náhodná reziduální chyba, protože tento efekt zahrnuje především vliv trenéra.

2.

Koeficient dědivosti byl stanoven u tříznakového modelu na 0,07; 0,10; 0,14 (SK1, SK2, SK3), průměrná spolehlivost plemenných hodnot byla 0,22; 0,22; 0,19. I přes zjištěnou nízkou dědivost skokové výkonnosti je nutné šlechtit a vybírat jedince do plemenitby na základě plemenných hodnot, protože jiným způsobem nemůže dojít k trvalému zlepšení genetické kvality zvířat v populaci. Dále z těchto výsledků vyplývá, že použití tříznakového modelu poskytuje oproti jednoznakovému modelu přesnější výběr jedinců pro plemenitbu, zejména v nejvyšších obtížnostních stupních, kdy podíl genetické proměnlivosti na celkové fenotypové proměnlivosti je nejvyšší ($h^2 = 0,14$). Díky tomu mohou mít chovatelé a chovatelské organizace při rozhodování k dispozici u mladých jedinců předpovězenou plemennou hodnotu i v nejvyšších obtížnostních stupních, kde je genetický podíl na sportovním výsledku již značný.

3.

Genetické hodnocení koní v ČR je závislé na vstupních údajích z ústřední evidence koní (údaje o rodokmenech zvířat) a z centrály České jezdecké federace (výsledky výkonnosti v soutěžích) a dalších hodnocení (např. kritéria mladých koní, výkonnostní zkoušky klisen, hodnocení exteriéru). Pro řádné a včasné genetické hodnocení je třeba zajistit efektivní tok dat v rámci platné legislativy. V podmínkách České republiky je možné vypracovat následující postup předpovědi plemenných hodnot se zapojením následujících institucí a s cílem rutinních výpočtů a periodického zveřejňování:

- Pro potřeby výběru jedinců do plemenitby a organizaci plemenitby bude hodnocení prováděno v pravidelném a dohodnutém termínu 1 – 2 x ročně.
- V těchto určených termínech dojde pro účely předpovědi plemenných hodnot k nahrání údajů z Ace gallop (soukromá firma, která zaznamenává a spravuje sportovní výsledky) na úložiště Plemdat s.r.o. a bude o tom elektronickou poštou informován programátor databáze ústřední evidence koní (ÚEK), případně Plemdat s.r.o.

- Programátor databáze ÚEK zkontroluje a upraví výstupy z ÚEK do formátu domluveného s Plemdat s.r.o. a nahraje tyto údaje na úložiště Plemdat s.r.o.
- Programátor databáze ÚEK upozorní elektronickou poštou Plemdat s.r.o. na uložení připravených údajů pro předpověď plemenných hodnot a to všech potřebných databází
- Plemdat s.r.o. provede na základě naprogramovaných metod rutinní předpověď plemenných hodnot.
- Po dokončení výpočtu plemenných hodnot nahraje Plemdat s.r.o. výsledky na výše jmenované úložiště a elektronickou poštou oznámí zúčastněným osobám (zvláště pak osobě zodpovědné za správu databází) dokončení výpočtů.
- Osoba zodpovědná správou databází převezme výsledky z úložiště a předá je chovatelským svazům. Ty by měly zajistit rozbor výsledků, jejich zápis do příslušných PK a jejich zveřejnění chovatelům. Rozbor výsledků a zápis do PK by mohla eventuálně zajistit i zodpovědná osoba.

4.

Byly sestaveny žebříčky plemenných hřebců. Vyhodnocení je možné dvěma způsoby. Tím prvním je sestavovat žebříčky plemenných hřebců podle předpovězených plemenných hodnot u SK3, a to z toho důvodu, že jedním z cílů chovatelských organizací sportovních koní je produkce kvalitních jedinců do nejvyšších soutěží. Jediným negativem je to, že plemenná hodnota u SK3 je u většiny hodnocených koní jen korelovaná plemenná hodnota (jen 4 % záznamů je skutečně naměřeno v nejvyšších obtížnostních stupních). Korelovaná plemenná hodnota může být tak ovlivněna chybou odpovídající hodnotě korelace. Druhou možností je vytvořit z předpovězených tří plemenných hodnot index, čímž by se určitým způsobem zjednodušila interpretace, ale na druhou stranu by pozbýval smysl víceznakového hodnocení. Index by bylo vhodnější zavést až v případě, že plemenné hodnoty by se předpovídaly z více informačních zdrojů, například ze skokových soutěží, výkonnostních zkoušek klisen a hodnocení exteriéru. Index by v tomto případě nastavil parametry šlechtění tak, aby některá pozitivní vlastnost hřebce nezpůsobila jeho neoprávněné využití v plemenitbě, ačkoliv má jiné závažné nedostatky, které nedovolují hřebce využít v plemenitbě. Příkladem může být kůň s výraznou skokovou schopností, ale se zakázanými vadami v exteriéru nebo neschopností reprodukce.

Velkým problémem je nízký počet potomstva po prověřovaných rodičích a rovněž tak vysoký počet plemeníků v reprodukci s nízkým využitím. Z výsledků vyplývá, že průměrný počet potomků na otce je 4,6. Chovatelské svazy by proto měly urychleně nastavit podmínky pro vyřazování plemeníků, snížit počet nabízených plemeníků k reprodukci a tím by se i navýšil počet potomků na otce.

Důležitým ukazatelem je i schopnost reprodukce hřebce. Tento ukazatel by se měl sledovat a výsledky by měly být přístupné pro majitele klisen, stejně tak rentgenologické vyšetření končetin nabízených plemenných hřebců. Zdraví sportovních koní je důležitým hlediskem pro úspěšné absolvování parkurových soutěží. Kůň, který musí být neustále léčen, nejen že stojí mnoho peněz, ale také mnoho času. Z pohledu ekonomiky chovu se léčbou samozřejmě zvyšují náklady. Aby ekonomika chovu byla rentabilní, je nutné produkovat zdravé jedince.

Opomíjenou problematikou je i kvalita matek sportovních koní. Z výsledků předpovědi plemenných hodnot vyplývá, že matky jsou nevyrovnané a málo kvalitní, což dokazují i křivky genetického trendu matek. Z publikací zahraničních autorů vyplývá příznivý vliv na selekční pokrok v populaci, pokud se matky vybírají rovněž pomocí plemenných hodnot.

5.

Postupné rozšiřování skokové databáze o další výsledky z jezdeckých sezon umožňuje vytvořit dostatečně početný a bezchybný soubor dat se zaplněnou maticí příbuznosti. V budoucnosti by bylo vhodné kromě skokové výkonnosti vyhodnocovat i drezurní výkonnost. Kromě toho je nutností začít vyhodnocovat metodou BLUP všechny shromažďované údaje, tzn. výkonnostní zkoušky klisen, Kritéria mladých koní, hodnocení exteriéru atd. a z výsledků udělat závěry, zda současný způsob testace mladých koní je vyhovující či nikoliv.

9. Seznam použité literatury

- Aldridge, L. I., Kelleher, D. L., Reilly, M., Brophy, P. O. 2000. Estimation of the genetic correlation between performances at different levels of show jumping competitions in Ireland. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 117 (1). 65-72.
- Arnason T. 1987. Contribution of various factors to genetic evaluation of stallions. *Livestock Production Science*. 16. 407-419.
- Arnason, T. 1980. Genetic studies on Icelandic toelter horses (estimation of breeding values). In: 31st Annual Meeting of the European Association of Animal Production, 1.–4.9.1980, Munich, Germany.
- Arnason, T. 1984. Genetic studies on conformation and performance of Icelandic toelter horses. IV. Best linear unbiased prediction of ten correlated traits by use of an “animal model”. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 34. 450 – 462.
- Arnason, T., Van Vleck, L. D. 2000. Genetic Improvement of the Horse. In: *The Genetics of the Horse*. Wallingford. CABI Publishing. 527 p. ISBN 0–85199–429–6.
- Bauer, J. 2014. Genomická selekce dojeného skotu – spolehlivost genomických plemenných hodnot. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita. Fakulta agrobiologie, přírodních a potravinových zdrojů. Praha. 119 s.
- Blom, G. 1958. *Statistical Elements and Transformed Beta Variables*. Wiley. New York
- Bruns, E. 1990. Breeding values and estimation of genetic trends in riding horses. In: *Proceedings of the 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Edinburgh. United Kingdom. 23 – 27.7.1990. p. 206 – 208.
- Bruns, E., Ricard, A., Koenen, E. 2004. Interstallion – on the way to an international genetic evaluation of sport horses [online]. In: 55th Annual Meeting of the European Association of Animal Production. 5.-8.9.2004. Bled, Slovenia. [cit. 2013-09-20]. Dostupné z <http://www.biw.kuleuven.be/genlog/livgen/chgs_interstallion.html>.
- Chaigne, B. 2008. Selekcční program selle français orientovaný na produkci moderního sportovního koně. In: *Sborník referátů ze semináře Aktuální problémy chovu a šlechtění koní v ČR*. MZLU v Brně, NH Kladruby nad Labem – hřebčín Slatiňany. Brno. s. 16-23. ISBN 80-978-80-7375-241-5.
- Civišová, H. 2009. Hodnocení system zkoušek výkonnosti teplokrevných klisen. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice. 70 s.
- Civišová, H., Maršálek. M. 2012. Porovnání náročnosti zkoušek výkonnosti tříletých teplokrevných klisen v ČR a v zahraničí. In: *Sborník referátů ze semináře Aktuální problémy chovu a šlechtění koní v ČR*. Brno. Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-659-8
- Distl, O., Katona O., Krausslich, H. 1982. Vergleich der Zuchtwertschätzmethoden BLUP und CC beim Traber. *Zuchtungskunde*. 54. 157 – 164.
- Dokoupilová, P. 2013. Restringovaná (reziduální) metoda maximální věrohodnosti – REML [online]. [cit. 2014-08-05]. Dostupné z <<http://is.muni.cz/el/1431/jaro2013/M7177/REML-1.pdf>>.
- Dubois, C., Ricard, A. 2007. Efficiency of past selection of the French Sport Horse Selle

- Français breed and suggestions for the future. *Livestock Science*. 112. 161-171.
- Dubois, C., Manfredi, E., Ricard, A. 2008. Optimization of breeding schemes for sport horses. *Livestock Science*. 118. 99-112.
- Ducro, B. 2011. Relevance of test information in horse breeding. PhD thesis. Wageningen University. Wageningen. 170 p. ISBN 978-90-8585-855-3.
- Dušek, J., Misař, D., Müller, Z., Navrátil, J., Rajman, J., Tluchoř, V., Žlumov, P. 2007. Chov koní. 2. vyd. Nakladatelství Brázda. Praha. 404 s. ISBN: 80-209-0352-6.
- Foran M. K., Reilly M. P., Kelleher D. L., Langan K. W., Brophy P. O., 1995. Genetic Evaluation of Show Jumping Horses in Ireland using Ranks in Competition. In: 46th Annual Meeting of the European Association of Animal Production, 4.-7.9.1995, Prague, Czech Republic.
- Foran, M. K., Cromie, A. R., Reilly, M. P., Kelleher, D. L., Brophy, P. O: 1994. Analysis of show jumping data in the Irish sport horse population. In: 45th Annual Meeting of the European Association of Animal Production, 5.-8.9.1994, Edinburgh, United Kingdom.
- Furre, S., Heringstad, B., Vangen, O. 2010. The importance of Genetic Contributions into a small warmblood riding-horse population. In: 61th Annual Meeting of the European Association of Animal Production, 23.-27.8.2010, Heraklion, Greece.
- Gianola, D., Simianer, H. 2006. A Thurstonian model for Quantitative Genetic Analysis of Ranks: A Bayesian Approach. *Genetics*. 174. 1613-1624.
- Hassenstein, C. 1998. Genetisch Statistische Analyse von neuentwickelten Merkmalen aus Turniersportprüfungen für Reitpferde. Dissertation. Agrarwissenschaftlichen Fakultät. Schriftenreihe des Instituts für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Hassenstein, C., Roehe, R., Kalm, E. 1996. Estimation of genetic parameters of German Riding Horses ranked by their places in competition using Gibbs sampling. In: 47th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. 25.-29.8.1996. Lillehammer. Norway.
- Henderson, C. R. 1949. Estimates of changes in herd environment. *Journal of Dairy Science*. 32. 706
- Hendl, J. 2011. Bayesovská statistická analýza s podporou výpočetně intenzivních procedur[online]. In: Sborník příspěvků. MEDSOFT 2011. 23.ročník. 22-32. [cit. 2014-08-05]. Dostupné z <http://creativeconnections.cz/medsoft/2011/Medsoft_2011_Hendl_Jan.pdf>.
- Huizinga, H. A., Van der Meij, G. J.W. 1989. Estimated parameters of performance in jumping and dressage competitions of the Dutch Warmblood Horse. *Livestock Production Science*. 21. 333-345
- Interstallion: Breeding programs. Breeding programs and estimated breeding values [online]. Katholieke Universiteit Leuven. [cit. 2014-8-20]. Dostupné z <http://www.biw.kuleuven.be/GENLOG/livgen/research/interstallion/breedprograms_eng.aspx>.
- Jaitner, J., Reinhardt, F., Christmann, L. 2005. Regional genetic evaluation, including the auction horse. 4. Pferde – Workshop Uelzen. 22.-23.2.2005. 37-40.
- Jakubec, V., Říha, J., Golda, J., Majzlík, I. 1999. Odhad plemenné hodnoty hospodářských zvířat. VÚCHS Rapotín. 175 s. ISBN nevedeno

- Jakubec, V., Říha, J., Golda, J., Majzlík, I. 2001. Šlechtění ovcí. VÚCHS Rapotín. 152 s. ISBN neuvedeno.
- Jakubec, V., Říha, J., Matoušek, V., Pražák, Č., Majzlík, I. 2002. Šlechtění prasat. VÚCHS Rapotín. 218 s. ISBN 80-903143-1-7
- Janssens, S., Buys, N., Vandepitte, W. 2007. Sport status and the genetic evaluation for show jumping in Belgian sport horses [online]. In: 58th Annual Meeting of the European Association of Animal Production, 26–28.8.2007, Dublin, Ireland. [cit. 2014-08-20]. Dostupné z <http://www.eaap.org/Previous_Annual_Meetings/2007Dublin/Papers/S17_5_Janssens.pdf>.
- Janssens, S., Geysen, D., Vandepitte, W. 1997. Genetic parameters for show jumping in Belgian sporthorses. In: 48th Annual Meeting of the European Association of Animal Production, 25.-28.8.1997, Vienna, Austria.
- Janssens, S., Geysen, D., Vandepitte, W. 1999. The rider effect in the genetic evaluation of show jumping horses. In: 50th Annual Meeting of the European Association of Animal Production, 22-26.8.1999, Zurich, Switzerland.
- Jiskrová, I. 2004. Odhad plemenné hodnoty sportovních koní v České republice. Habilitační práce. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Fakulta agronomická. Brno. 100 s.
- Kearsley, C. G. S., Woolliams, J. A., Coffey, M. P., Brotherstone, S. 2008. Use of competition data for genetic evaluations of eventing horses in Britain: analysis of the dressage, show jumping and cross country phases of eventing competition. *Livestock Science*. 118. 72-81.
- Koenen, E. 2002. Genetic evaluations for competition traits of warmblood sport horses. World Breeding Federation for Sport Horses seminar. 5.11.2002, Budapest, Hungary.
- Koenen, E. P. C., Alridge, L. I., Philipsson, J. 2004. An overview of breeding objectives for warmblood sport horses. *Livestock Production Science*. 88. 77-84.
- Koenen, E. P. C., Veldhuizen, A. E., Brascamp, E. W. 1995. Genetic parameters of linear scored conformation traits and their relation to dressage and show jumping performance in the Dutch Warmblood Riding Horse population. *Livestock Production Science*. 43 (1). 85-94.
- Koninklijk Warmbloed Paardenstamboek Nederland. Breeding Program. [online]. Harderwijk. The Netherlands. [cit. 2014-08-20]. Dostupné z <<http://www.biw.kuleuven.be/GENLOG/livgen/research/interstallion/breedprograms/KWPN.pdf>>.
- Křížková, J. 2011. Systém testace výkonnosti teplokrevných koní. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. 70 s.
- Langlois, B., Blouin, C. 2004. Practical efficiency of breeding value estimation based on annual earnings of horses for jumping, trotting, and galloping races in France. *Livestock Production Science*. 87. 99–107.
- Luehrs – Benke, H., Roehe, R., Kalm, E. 2002a. Genetic associations among traits of the new integrated breeding evaluation method used for selection of German warmblood horses. *Veterinarija i zootechnika*. 18. 90–93.
- Luehrs – Benke, H., Roehe, R., Kalm, E. 2002b. Estimation of genetic parameters for traits

- used in the integrated breeding evaluation of German warmblood horses. In: 53rd Annual Meeting of the European Association of Animal Production, 1-4.9.2002, Cairo, Egypt.
- Makovská Krčová, S. 2012. Evaluation of the effect of imported foreign breeds on the sports performance of warm-blood horses in the Czech Republic. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis*. 60. (6). 243-250.
- Maršálek, M. 2008. Chov koní – popis, posuzování, šlechtění. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. 109 s. ISBN 978-80-7394-101-7.
- Maršálek, M. 2010. Využití šlechtitelských opatření v chovu českého teplokrevníka. In: Sborník Mendlovy zemědělské a lesnické university v Brně. 11-20. ISBN 978-80-7375-44-1
- Meinardus, H., Bruns E. 1989. Züchterische Nutzung der Turniersportprüfung für Reitpferde. 1. Mitteilung: Selektionintensität und genetische Parameter. *Züchtungskunde*. 61. 85-99.
- Meyer, K., 2005, Random regression analyses using B-splines to model growth of Australian Angus cattle, *Genetics Selection Evolution*. 37. 473-500.
- Misař, D. 2011. Vývoj chovu koní v Čechách, na Moravě a na Slovensku. Nakladatelství Brázda. Praha. 296 s. ISBN: 978-80-209-0308-9.
- Misař, D., Jiskrová, I. 2001. Chov a šlechtění koní. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno. 170 s. ISBN 80-7157-510-0
- Misztal I., Wiggans, G. R., 1988, Approximation of Prediction Error Variance in Large-Scale Animal Models. *Journal of Dairy Science*. 71. p. 27–32
- Misztal, I., Tsuruta, S., Strabel, T., Auvray, B., Druet, T., Lee, D. H. 2002a. BLUPf90 and related programs (BGF90). In: 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. 19–23.8.2002. Montpellier, France. Communication No. 28 - 07
- Misztal, I., Tsuruta, S., Strabel, T., Auvray, B., Druet, T., Lee, D. H. 2002b. GIBBSf90 and related programs (BGF90). In: 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 23.8.2002, Montpellier. France. Commutation No. 28 - 07
- Miyake, T., Moriya, K., Sasaki, Y. 1999. Influence of initial values on estimates by mixed inheritance model with Gibbs sampling. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 116. 39-46.
- Mrode, R. A. 2005. *Linear Models for the Prediction of Animal Breeding Values*. CAB International. UK. 344 p. ISBN 0851990002.
- Novotná, A., Svitáková, A. 2014 Předpověď plemenných hodnot a jejich návaznost na šlechtění. *Jezdectví*. 62 (3). s. 58-61.
- Olsson, E. 2006. Multi-trait Evaluation of Swedish Warmblood Stallions at Station Performance Tests including Field and Competition Records. Licentiate thesis. Swedish University of Swedish Agricultural Sciences. Publication No. 144
- Olsson, E., Näsholm, A., Strandberg, E., Philipsson, J. 2008. Use of field records and competition results in genetic evaluation of station performance tested Swedish Warmblood stallions. *Livestock Science*. 117. 287-297.
- Paalman, A. 2006. Skokové ježdění. Nakladatelství Brázda. 2. vyd. Praha. 359 s. ISBN: 80-209-0277-5.

- Pejosová, A. 2011. Odhad plemenné hodnoty u sportovních koní. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita, fakulta Agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů. Praha. 58 s.
- Pejosová, A., Schmidová, J., Svitáková, A. 2013. Jak se testuje sportovní výkonnost v zahraničí? *Jezdectví*. 61 (3). s. 10-15.
- Pellarová, A., 1986: Hodnocení plemenných hřebců podle sportovní výkonnosti jejich potomstev. Dílčí zpráva výzkumného úkolu, VSCHK Slatiňany. 5 s.
- Pellarová, A., Dušek, J. 1990. Odhad dědivosti výkonnosti sportovních koní. *Bulletin VSCHK Slatiňany*. 59, 15 s.
- Posta, J., Komlósi, I., Mihók, S. 2009a. Breeding value estimation in the Hungarian Sport Horse population. *The Veterinary Journal*. 181. 19-23.
- Posta, J., Malovhr, S., Mihók, S., Komlósi, I. 2010. Random regression model estimation of genetic parameters for show-jumping results of Hungarian Sporthorses. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 127. 280-288.
- Posta, J., Mihók, S., Márkus, S., Komlósi, I. 2009b. Analysis of Hungarian sport horse show jumping results using different transformations and models. *Archiv Tierzucht*. 52 (5). 451–458.
- Příbyl, J. 1997. Šlechtění skotu a jeho vliv na jednotlivé chovy. Praha. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR. 35 s. ISBN 80–7105–155–1.
- Příbyl, J., Madsen P., Bauer J., Příbylová, J., Šimečková M., Vostrý, L., Zavadilová, L. 2013. Contribution of domestic production records, Interbull estimated breeding values, and single nucleotide polymorphism genetic markers to the single-step genomic evaluation of milk production. *Journal of Dairy Science*. 96 (2). 1865-1873.
- Příbyl, J., Příbylová, J. 2002. Výběr vhodného modelu odhadu plemenné hodnoty. In: *Biometrické metody a modely v současné vědě a výzkumu: Sborník referátů. XV letní škola biometriky. 2.-6.9.2002, Lednice*. 415 s. ISBN 80-86548-16-3.
- Quinn, K.M. 2005. Genetic evaluation of show jumping horses in Ireland, Irish Horse Board. Department of Agriculture and Food. BlockB. Maynooth Business campus. Maynooth. Kildare. Ireland. 31 s.
- Reilly, M., Foran, M.,K., Kelleher, D., L., Flanagan, M., J., Brophy, P., O. 1998. Estimation of genetic value of show jumping horses from the ranking of all performances in all competitions. *Journal of Animal Breeding and Genetic*. 115. 17-25.
- Reinhardt, F., Schmutz, M. 1997. Estimation of breeding values for sport horses in Germany. In: *48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. 25.-28.8.1997, Vienna, Austria*.
- Ricard, A. 1997. Breeding evaluations and breeding programs in France. In: *48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. 25.-28.8.1997, Vienna, Austria*.
- Ricard, A., Bruns, E., Cunningham, E. P. 2000. Genetics of Performance Traits. In: *The Genetics of the Horse*. Wallingford, CABI Publishing, 527 p. ISBN 0–85199–429–6.
- Ricard, A., Legarra, A. 2010. Validation of models for analysis of ranks in horse breeding evaluation. *Genetics Selection Evolution*. 42 (3). 1 – 10.
- Richard, A., Chanu, I. 2001. Genetic parameters of eventing horse competition in France.

- Genetics Selection Evolution. 33. 175-190.
- Saastamoinen, M., Barrey, E. 2000. Genetics of Conformation, Locomotion and Physiological Traits. In: The Genetics of the Horse. Wallingford, CABI Publishing, 527 p. ISBN 0-85199-429-6.
- Schaefer, L. R. 2009. Contemporary groups are always random [online]. [cit. 2014-8-20]. Dostupné z <<http://www.aps.uoguelph.ca/~lrs/LRSsite/ranfix.pdf>>.
- Schaeffer, L. R. 2004. Application of random regression models in animal breeding. Livestock Production Science. 86. 35-45
- Silvestrelli, M., Pieramati, C., Cavalucci, C., Bonanzinga, M. 1995. The current breeding plans for saddle horse, trotter and thoroughbred in Italy. 46th Annual Meeting of the European Association of Animal Production, 4.-7.9.1995, Prague, Czech Republic.
- Stewart, I. D., Woolliams, J. A., Brotherstone, S. 2010. Genetic evaluation of horses for performance in dressage competitions in Great Britain. Livestock Science. 128. 36-45.
- Stock, K.F, Distl, O., Hoeschele, I. 2007. Bayesian estimation of genetic parameters for multivariate threshold and continuous simulated horse populations using Gibbs sampling [online]. BMC Genetics. 8. 1-10. [cit. 2014-08-20]. Dostupné z <<http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1471-2156-8-19.pdf>>.
- 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.
- Stud-book Français du Cheval Selle Français. Breeding program. [online]. Paris. France. [cit. 2014-08-20]. Dostupné z <<http://www.biw.kuleuven.be/GENLOG/livgen/research/interstallion/breedprograms/SF.pdf>>.
- Svaz chovatelů českého teplokrevníka. Šlechtitelský program a zkušební řád [online]. Česká republika. [cit. 2014-08-20]. Dostupné z <<http://www.schct.cz/chov.php3>>.
- Swedish Warmblood Association. Breeding program. [online]. Flyinge. Sweden. [cit. 2014-08-20]. Dostupné z <<http://www.biw.kuleuven.be/GENLOG/livgen/research/interstallion/breedprograms/SWB.pdf>>.
- Tavernier, A. 1986. Donnes nouvelles sur les performances des chevaux de sport: précocité, effets meternels, influence du type gégétique. In: 12ème Journée de la Recherche Chevaline organisée par le Cereopea, 12.5.1986, Paris, France.
- Tavernier, A. 1988. Advantages of BLUP animal model for breeding value estimation in horses. Livestock Production Science. 20. 149-160.
- Tavernier, A. 1991. Genetic evaluation of horses based on ranks in competitions. Livestock Production Science. 23. 159-173.
- Tavernier, A. 1992. Is the performance at 4 years in jumping informative for later results? In: 43rd Annual Meeting of the European Association for Animal Production. 13-17.8.1992, Madrid, Spain.
- Thören Hellsten, E., Philipsson, J. 2009. Efficient young horse testing procedures in Europe – but further improvements possible! [online]. Uppsala. Sweden [cit. 2014-08-20]. Dostupné z <http://www.biw.kuleuven.be/genlog/livgen/chgs_interstallion.html>.
- Thören Hellsten, E., Viklund, A., Koenen, E. P. C., Richard, A., Bruns, E., Philipsson, J.

2006. Review of genetic parametres estimated at stallion and young horse performance tests and their correlations with later results in dressage and show-jumping competition. *Livestock Science*. 103. 1-12.
- Verband der Züchter des holsteiner Pferdes E.V. Breeding program. [online]. Kiel. Germany. [cit. 2014-08-20]. Dostupné z <<http://www.biw.kuleuven.be/GENLOG/livgen/research/interstallion/breedprograms/HOLST.pdf>>.
- Verband der Züchter des oldenburger Pferdes E.V. Breeding program. [online]. Vechta. Germany. [cit. 2014-08-20]. Dostupné z <<http://www.biw.kuleuven.be/GENLOG/livgen/research/interstallion/breedprograms/OLDDBG.pdf>>.
- Verband hannoverscher Warmblutzüchter E.V. Breeding program. [online]. Verden. Germany. [cit. 2014-08-20]. Dostupné z <<http://www.biw.kuleuven.be/GENLOG/livgen/research/interstallion/breedprograms/HANN.pdf>>.
- Viklund, A. 2010. Genetic Evaluation of Swedish Warmblood Horses. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. p. 57. ISBN: 978-91-576-7461-6.
- Viklund, A., Näsholm, A., Strandberg, E., Philipsson, J. 2011. Genetic trends for performance of Swedish Warmblood horses. *Livestock Science*. 141. 113-122.
- Wallin, L., Strandberg, E., Philipsson, J. 2003. Genetic correlations between field test results of Swedish Warmblood Riding Horses as 4 – year - olds and lifetime performance results in dressage and show jumping. *Livestock Production Science*. 82 (1). 61–71.
- Wang, CS, Quaas, RL, Pollak, EJ. 1997. Bayesian analysis of calving ease scores and birth weights. *Genetics Selection Evolution*. 29. 117-143
- Zurovacová, B. 2009. Odhad plemenných hodnot parkurových koní metodou BLUP – Animal model. Disertační práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Agronomická fakulta. Brno. 82 s.

10. Seznam zkratek

AM – animal model

AP – akcelerační program

ASH – absolutní sportovní hodnota

BIC – Bayesian information criterion

BLUP – best linear unbiased prediction

CC – Cycle Classique, Francie, Belgie

CG – conformation and gaits, Francie

CJ – competition jumping, Francie

ČJF – Česká jezdecká federace

ČR – Česká republika

ČT – český teplokrevník

DIC – deviance information criterion

EPTM – Mare performance test, Nizozemí

FSI – First Stallion Inspection, Nizozemí

GBLUP – genomic best linear unbiased prediction

GLM – general linear model

GWS – genom wide selection

HANN – hannoverský kůň

HLP – Hengstleistungsprüfung, Německo

HOLST – holštýnský kůň

IBOP – Individual suitability test for horses, Nizozemí

ISO – Indice de saut d'obstacle

KMK – Kritérium mladých koní

KWPN – Koninklijk Warmbloed Paarden Nederland – holandský teplokrevník

MAS – marker assisted selection

MCMC – Markov chain Monte Carlo

OLDBG – oldenburský kůň

PH – plemenné hodnoty

PK – plemenná kniha

PPB – přepočítané pomocné body

REML – Restricted maximum likelihood

RHQT – Riding Horse Quality Test, Švédsko

RPH – relativní plemenná hodnota

RPH1 – relativní plemenná hodnota u skupiny 1

RPH2 – relativní plemenná hodnota u skupiny 2

RPH3 – relativní plemenná hodnota u skupiny 3

RSH – relativní sportovní hodnota

RSH1 – relativní sportovní hodnota u skupiny 1

RSH2 – relativní sportovní hodnota u skupiny 2

RSH3 – relativní sportovní hodnota u skupiny 3

SCHČT – svaz chovatelů českého teplokrevníka

SF – Selle Français

SK1 – obtížnostní skupina 1

SK2 – obtížnostní skupina 2

SK3 – obtížnostní skupina 3

SNP – single nucleotide Polymorphism

SPT – Station Performance Test, Švédsko

SWB – Swedish warmblood

TB – trestné body

TT – third trait, Francie

YHT – test pro 3leté koně, Švédsko

11. Seznam použitých tabulek

Tabulka č. 1: Dosažené pořadí náhodného vzorku 21 koní a přiřazený počet bodů pomocí Blomovy transformace	8
Tabulka č. 2: Kategorie obtížnostních stupňů skokových soutěží	31
Tabulka č. 3: Základní statistické údaje pro předpověď PH a pro odhad genetických parametrů.....	39
Tabulka č. 4: Rozdělení stáří koní do věkových skupin	40
Tabulka č. 5: Počet startů na koně	40
Tabulka č. 6: Počty soutěží podle počtu koní v soutěži	41
Tabulka č. 7: Počty zaznamenaných výsledků v soutěžích podle pohlaví	41
Tabulka č. 8: Počty startů na jezdce	42
Tabulka č. 9: Skupiny neznámých předků v rodokmenu	43
Tabulka č. 10: Počty potomků na otce	44
Tabulka č. 11: Charakteristika závisle proměnných pro odhad genetických parametrů	44
Tabulka č. 12: Relativní proměnlivost náhodných efektů, koeficient dědivosti a opakovatelnosti u různých modelových rovnic	46
Tabulka č. 13: Počty pozorování v jednotlivých obtížnostních skupinách u různých modelových rovnic pro odhad genetických parametrů a předpověď plemenných hodnot.....	48
Tabulka č. 14: Relativní počet koní v jednotlivých skupinách podle délky sportovní kariéry koně	50
Tabulka č. 15: Genetické korelace u víceznakových modelů	53
Tabulka č. 16: Předpovězené plemenné hodnoty pro vybrané plemeníky s použitím jednoznakového modelu s náhodnou regresí	56
Tabulka č. 17: Předpovězené plemenné hodnoty pro vybrané plemeníky s použitím tříznakového modelu	56
Tabulka č. 18: Rozdělení četností spolehlivostí PH	57

12. Seznam použitých grafů

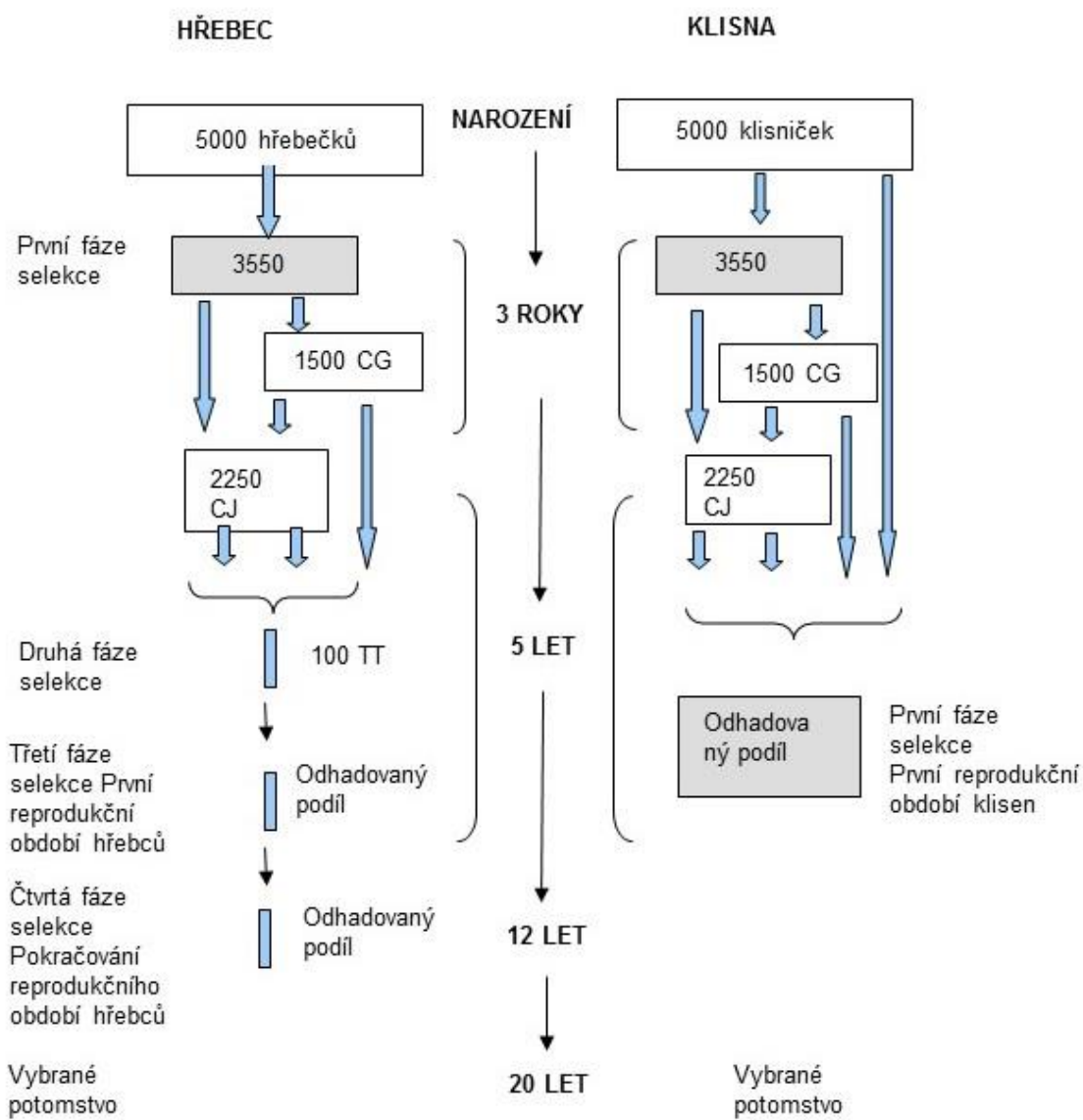
Graf č. 1: Rozdělení četností pro závisle proměnnou Blom -TB	45
Graf č. 2: Průměrné křivky směrodatných odchylek náhodných efektů a koeficientu dědivosti	47
Graf č. 3: Křivky zkušenosti koně u SK1, SK2 a SK3	49
Graf č. 4: Rozdělení četností reziduí u jednoznakového modelu	51
Graf č. 5: Rozdělení četností reziduí u tříznakového modelu – SK1	51
Graf č. 6: Rozdělení četností reziduí u tříznakového modelu – SK2	52
Graf č. 7: Rozdělení četností reziduí u tříznakového modelu – SK3	52
Graf č. 8: Rozdělení četností pro relativní plemenné hodnoty u SK1 pro všechny koně z rodokmenu	54
Graf č. 9: Rozdělení četností pro relativní plemenné hodnoty u SK2 pro všechny koně z rodokmenu	54
Graf č. 10: Rozdělení četností pro relativní plemenné hodnoty u SK3 pro všechny koně z rodokmenu	55
Graf č. 11: Výkonnostní křivky předpovězených plemenných hodnot pro vybrané plemeníky	56
Graf č. 12: Relativní zastoupení sportovních plemen	59

13. Přílohy

13.1. Přehled odhadů genetických parametrů různými autory v jednotlivých zemích.

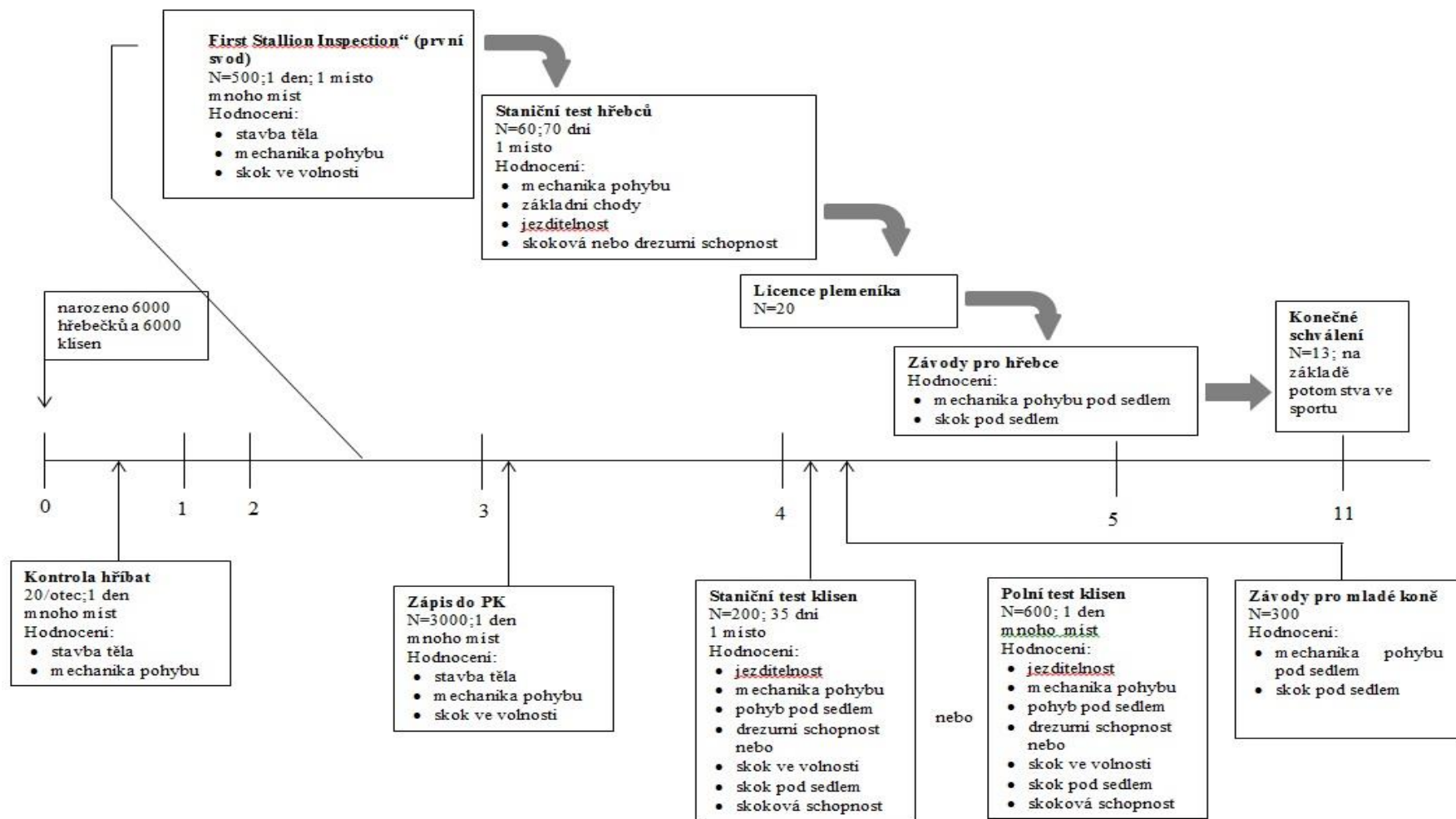
Země	Koeficient dědivosti - parkurové soutěže	Koeficient dědivosti - drezurní soutěže	Koeficient opakovatelnosti	Genetické korelace
Nizozemí	0,14 (Ducro, 2011); 0,19 (Koenen, 1995)	0,14 (Ducro, 2011); 0,17 (Koenen, 1995)		0,80 mezi parkurovými soutěžemi a testem FCI
Belgie	0,02; 0,09 (Janssens et al., 1997)		0,09; 0,25 (Janssens et al., 1997)	
Maďarsko	0,17; 0,27 (Posta et al., 2009b)			
Irsko	0,07; 0,08; 0,10 (Alridge et al., 2000)			0,69 - 0,97 (Alridge et al., 2000)
Francie	0,22 - 0,33 pro CC soutěže (Tavernier, 1992); 0,16; 0,22 (Dubois et Ricard, 2007)	0,20; 0,34 (Dubois et Ricard, 2007)	0,29; 0,49 (Dubois et Ricard, 2007)	
Velká Británie	0,08 - 0,23 (Kearsley et al., 2008)	0,09 - 0,11 (Kearsley et al., 2008)		
Švédsko	0,27 (Olsson et al., 2008)	0,17 (Olsson et al., 2008)		0,78 - 0,96 mezi parkurovými soutěžemi a testem SPT (Olsson et al., 2008)
Německo	0,11 (Luehrs - Behnke, 2002b)	0,12 (Luehrs - Behnke, 2002b)		

13.2. Testační schéma pro plemeno SF.



(Dubois et al., 2008)

13.3. Testační schéma pro plemeno KWPN.



(Ducro, 2011)

13.4. Souhrnná tabulka pro výkonnostní testy hřebců

Plemeno	STANIČNÍ TEST						POLNÍ TEST					
	ano/ ne	Průměrný věk koní (roky)	Délka trvání testu (dny)	Průměrný počet koní v testu za rok	Počet míst konání testu	Disciplína	ano/ ne	Průměrný věk koní (roky)	Délka trvání testu (dny)	Průměrný počet koní v testu za rok	Počet míst konání testu	Disciplína
KWPN	ano	3,5	70	60	1	P, D	ne	-----	-----	-----	-----	-----
Selle français	ne	-----	-----	-----	-----	-----	ano	2-3	1-2 dny	500	7	P
Hannoverský kůň	ano	3,5	70 -100, 11 měsíců	70	11	P, D	ne	-----	-----	-----	-----	-----
Holštýnský kůň	ano	3-4	30-70	18	9	P, D	ne	-----	-----	-----	-----	-----
Oldenburský kůň	ano	3	30 - 70	50	10	P, D	ne	-----	-----	-----	-----	-----
Irský sportovní kůň	ano	3	12 týdnů	5-10	1	-----	ne	-----	-----	-----	-----	-----
Český teplokrevník	ano	3	70	4-5	1	-----	ano	3	1	1-2	1	-----

P – parkurové skákání; D – drezura

(Pejosova et al., 2013)

13.5. Souhrnná tabulka pro výkonnostní testy klisen.

Plemeno	STANIČNÍ TEST						POLNÍ TEST					
	ano/ ne	Průměrný věk koní (roky)	Délka trvání testu (dny)	Průměrný počet koní v testu za rok	Počet míst konání testu	Disciplína	ano/ ne	Průměrný věk koní (roky)	Délka trvání testu (dny)	Průměrný počet koní v testu za rok	Počet míst konání testu	Disciplína
KWPN	ano	3-5	5 týdnů	200	2	P, D	ano	<6	1	600	18	P,D
Selle français	ne	-----	-----	-----	-----	-----	ano	2-3	1-2	500 i více	7	P,D
Hannoverský kůň	ano	3	4 týdny	1000*	2	P, D	ano	3	1	1000*	35	P,D
Holštýnský kůň	ano	3-4	14	95	2	P, D	ano	3	1	392	8	P,D
Oldenburský kůň	ne	-----	-----	-----	-----	-----	ano	3-4	1	300	1	P,D
Český teplokrevník	ne	-----	-----	-----	-----	-----	ano	3	1	250-300	1	x

P – parkurové skákání; D – drezura; * souhrnné číslo za oba výkonnostní testy

(Pejosova et al., 2013)

13.6. Charakteristika efektů v proceduře GLM.

Efekt	Úrovně	Charakteristika efektu (pevný/lineární)	Popis efektu
Pohlaví	3	pevný	hřelec, klisna, valach
Věk	9	pevný	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11-15, 16-25
Soutěž	21918	pevný	1 ... 21 918
Jezdec	2501	pevný	1 ... 2 501
Kůň	6209	pevný	1 ... 6 209
Zkušenost koně	18	lineární	1 ... 18
Stáří koně	19	lineární	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25
Obtížnostní skupina (trait)	3	pevný	SK1, SK2 (dvouznačový model) nebo SK1, SK2, SK3 (tříznačový model)

**13.7. Žebříček prvních 50 plemeníků podle RPH3 (nejvyšší úroveň)
se spolehlivostí > 30 % a rokem narození ≥ 1989**

Pořadí	Jméno plemeníka	Číslo	Rok narození	RPH3	Spolehlivost RPH3	RPH1	Spolehlivost RPH1	Počet potomků
1	Cento	5189	1989	158,9	0,61	152,7	0,68	24
2	Aristo Z	2997	2001	157,0	0,69	151,5	0,75	30
3	Padinus	5146	1997	154,9	0,46	151,3	0,54	12
4	Contact Me		2002	151,8	0,51	146,5	0,57	7
5	Eibisch II	2890	2001	151,7	0,63	142,7	0,71	14
6	Concerto II		1997	151,3	0,43	149,8	0,48	9
7	Al Campo	2920	2002	149,3	0,56	138,9	0,67	20
8	Jersey	2629	1991	148,3	0,70	143,8	0,80	32
9	Caruso	1475	1996	148,1	0,60	139,9	0,69	9
10	Montender		1994	147,8	0,39	142,2	0,44	2
11	Manillon Rouge	1028	2000	147,4	0,37	151,9	0,48	13
12	Harley VDL		2001	147,0	0,34	142,7	0,40	2
13	Cartano		2001	146,5	0,33	143,2	0,37	1
14	Spring Time HB - II		1999	146,5	0,35	145,7	0,38	1
15	Kannan		1992	146,0	0,54	141,1	0,62	12
16	Le Patron	2805	1997	145,7	0,79	142,6	0,87	79
17	Con Air	5111	1997	145,7	0,59	143,8	0,69	19
18	Levisto		1997	145,2	0,35	138,8	0,40	6
19	Mylord Carthago		2000	145,0	0,39	141,1	0,42	1
20	Baloubet du Rouet	5134	1989	144,6	0,47	143,0	0,56	18
21	Mermus R		1994	144,4	0,40	143,0	0,45	4
22	Lombard - 3 (Agent)	2623	1991	144,2	0,71	148,3	0,81	28
23	Genius - 11	2559	1989	144,2	0,55	143,1	0,66	10
24	Autonom	2779	1994	143,8	0,69	150,3	0,77	29
25	Cassini II	5095	1994	143,6	0,66	134,8	0,72	24
26	Catoki		1998	143,6	0,53	147,2	0,57	11
27	Color of Love	1003	1999	143,3	0,49	139,7	0,59	11
28	Beethoven	1069	1999	143,2	0,63	135,7	0,73	27
29	Orlando	5104	1996	143,1	0,46	141,9	0,54	10
30	Lancer III		1990	143,0	0,47	140,1	0,52	7
31	Lancelot	2901	2002	142,8	0,62	148,3	0,72	20
32	Laptop		1992	142,7	0,45	142,3	0,50	5
33	Catrick	913	1993	142,1	0,62	139,0	0,70	9
34	Escudo I	5131	1991	142,1	0,45	134,3	0,53	13
35	Upgrade		2001	141,8	0,32	137,5	0,36	2

Pořadí	Jméno plemníka	Číslo	Rok narození	RPH3	Spolehlivost RPH3	RPH1	Spolehlivost RPH1	Počet potomků
36	Aramis	2684	1993	141,6	0,65	142,2	0,75	16
37	Con Capitol	5098	1999	141,5	0,43	135,1	0,47	2
38	Cool Man		1993	141,4	0,44	139,6	0,46	3
39	Araconit		1993	141,4	0,32	134,8	0,36	2
40	Cicero van Paemel Z		2000	141,4	0,43	139,2	0,47	3
41	Casco		1997	141,2	0,40	137,4	0,46	5
42	Cardenio		1997	141,1	0,36	143,6	0,42	4
43	Landos	5055	1989	141,0	0,84	149,8	0,91	96
44	Catango Z	814	1989	140,9	0,83	143,1	0,92	153
45	Chellano Z		1995	140,8	0,55	139,7	0,60	10
46	Calvinos		1991	140,7	0,42	137,1	0,45	1
47	Cardino		1993	140,4	0,43	137,4	0,47	4
48	Indoctro	5114	1990	140,3	0,70	137,8	0,74	35
49	Contendro II		2001	140,1	0,43	138,9	0,48	3
50	Cancara		2004	140,0	0,35	133,6	0,39	2

13.8. Žebříček prvních 50 plemeníků podle indexu RPH se spolehlivostí > 30 % a rokem narození ≥ 1989

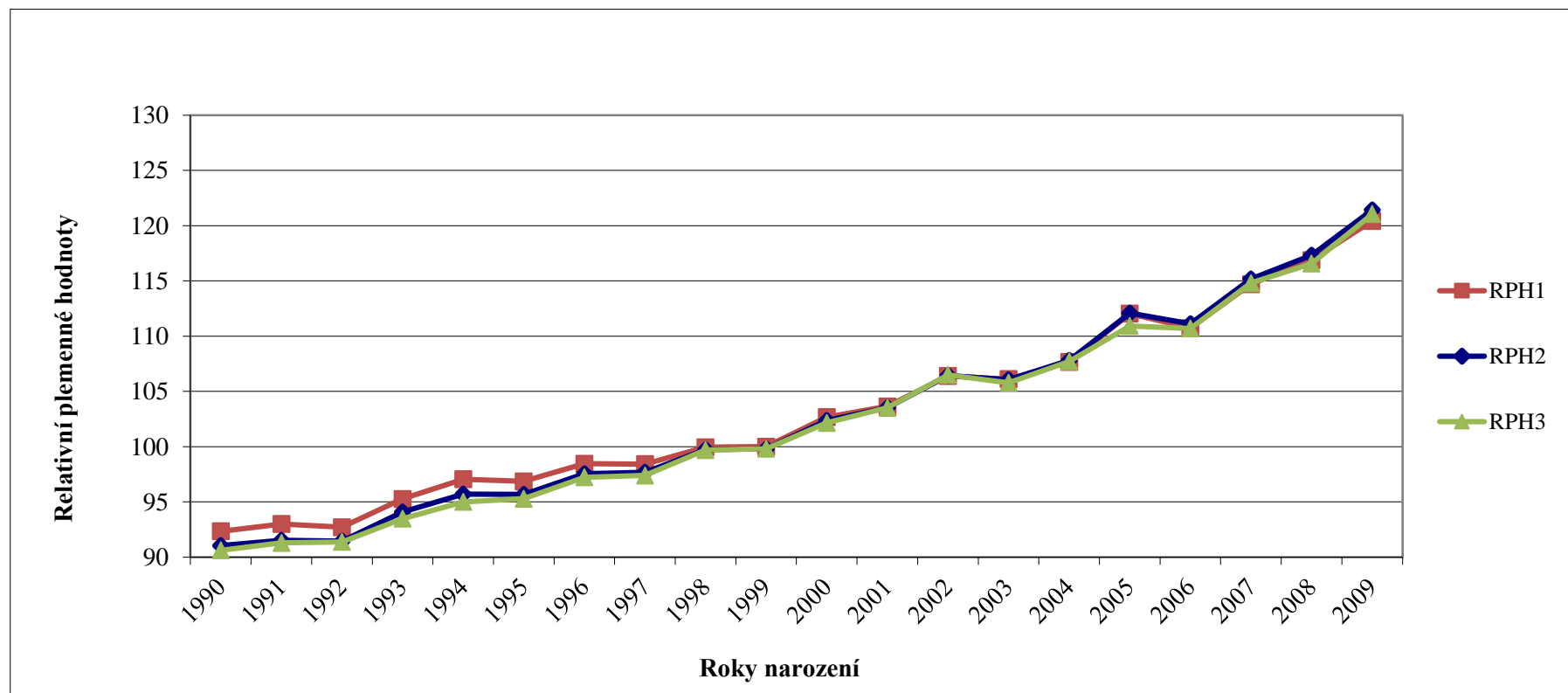
Pořadí	Jméno plemeníka	Číslo	Rok narození	index RPH	Spolehlivost indexu RPH	Počet potomků
1	Cento	5189	1989	157,2	0,65	24
2	Aristo Z	2997	2001	155,6	0,72	30
3	Padinus	5146	1997	154,1	0,50	12
4	Concerto II		1997	151,7	0,46	9
5	Contact Me		2002	150,7	0,54	7
6	Manillon Rouge	1028	2000	149,6	0,42	13
7	Eibisch II	2890	2001	149,2	0,67	14
8	Cartagene		1990	147,2	0,31	1
9	Jersey	2629	1991	146,8	0,75	32
10	Spring Time HB II		1999	146,8	0,37	1
11	Autonom	2779	1994	146,6	0,73	29
12	Lombard - 3 (Agent)	2623	1991	146,1	0,76	28
13	Montender		1994	146,1	0,42	2
14	Cartano		2001	146,1	0,35	1
15	Al Campo	2920	2002	146,1	0,61	20
16	Harley VDL		2001	145,9	0,37	2
17	Caruso	1475	1996	145,6	0,65	9
18	Catoki		1998	145,5	0,55	11
19	Con Air	5111	1997	145,4	0,64	19
20	Lancelot	2901	2002	145,2	0,67	20
21	Le Patron	2805	1997	145,1	0,83	79
22	Baloubet du Rouet	5134	1989	144,8	0,51	18
23	Kannan		1992	144,8	0,58	12
24	Landos	5055	1989	144,7	0,87	96
25	Mylord Carthago		2000	144,3	0,41	1
26	Mermus R		1994	144,3	0,42	4
27	Genius - 11	2559	1989	143,4	0,60	10
28	Orlando	5104	1996	143,4	0,50	10
29	Levisto		1997	143,3	0,38	6
30	Laptop		1992	143,1	0,48	5
31	Cardenio		1997	142,8	0,39	4
32	Color of Love	1003	1999	142,6	0,54	11
33	Lancer III		1990	142,4	0,50	7
34	Aramis	2684	1993	142,1	0,70	16
35	Catango Z	814	1989	142,0	0,88	153

Pořadí	Jméno plemeníka	Číslo	Rok narození	index RPH	Spolehlivost indexu RPH	Počet potomků
36	Untouchable Z		2001	141,9	0,31	3
37	Catrick	913	1993	141,6	0,67	9
38	Cool Man		1993	141,2	0,46	3
39	Cicero (Cicero van Paemel Z)		2000	141,1	0,46	3
40	Cassini II	5095	1994	141,0	0,69	24
41	Beethoven	1069	1999	140,8	0,68	27
42	Chellano Z		1995	140,7	0,58	10
43	Upgrade		2001	140,5	0,34	2
44	Quality		1999	140,5	0,40	7
45	Lupicor	5116	1995	140,5	0,49	13
46	Lordanos	5180	1993	140,4	0,65	15
47	Gran Corado		1993	140,3	0,37	3
48	Casco		1997	140,1	0,43	5
49	Contendro II		2001	140,0	0,45	3
50	Calvinos		1991	140,0	0,44	1

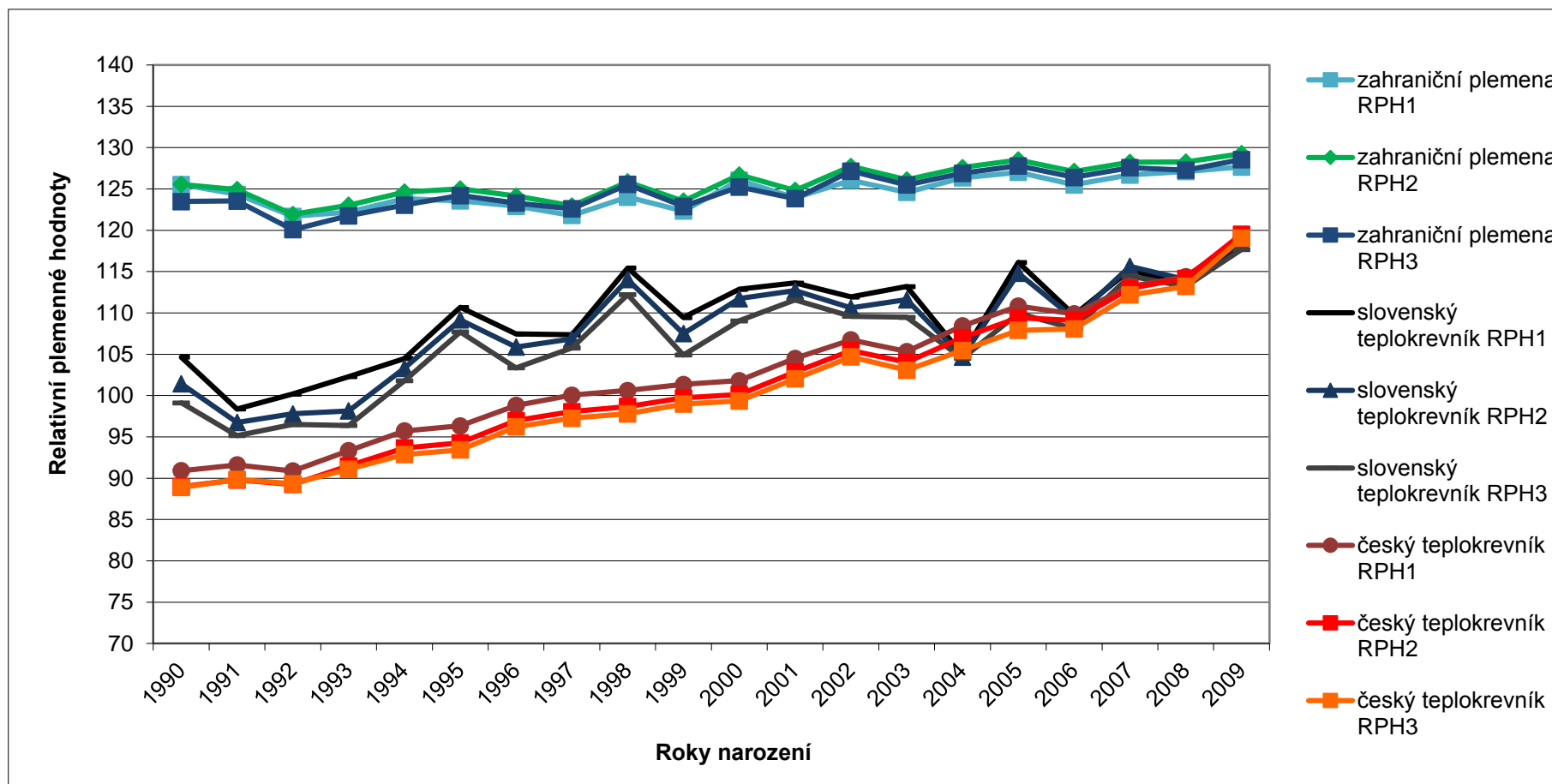
13.9. Plemeníci s počtem potomků vyšším než 100.

Jméno plemeníka	Rok narození	RPH1	Spolehlivost RPH1	Počet potomků
Langraf I	1966	120,2	0,89	201
Lopez	1978	118,8	0,94	180
Silvio II	1990	96,9	0,94	174
Catango Z	1989	143,1	0,92	153
Ramiro Z	1965	126,3	0,85	152
Quoniam II-69	1971	111,3	0,93	152
Rock'n Roll	1990	128,2	0,92	147
Renomee Z	1981	103,8	0,93	146
Ramiro - 47 s.v.	1978	104,2	0,93	142
Carismo	1993	108,4	0,91	131
Cor de la Bryere	1968	124,1	0,86	124
Amon s.v.	1979	104,8	0,91	124
Great Pleasure	1992	126,1	0,91	110
Quoniam II-238 s.v.	1983	130,5	0,91	109
Watergatte	1983	118,4	0,91	108
Lord	1967	133,2	0,82	108
Contender	1984	136,2	0,86	104
Obvod	1974	81,6	0,88	104
Palisco	1981	129,9	0,90	102
Masis	1952	60,8	0,84	102
Przedswit X-80	1977	108,8	0,90	101

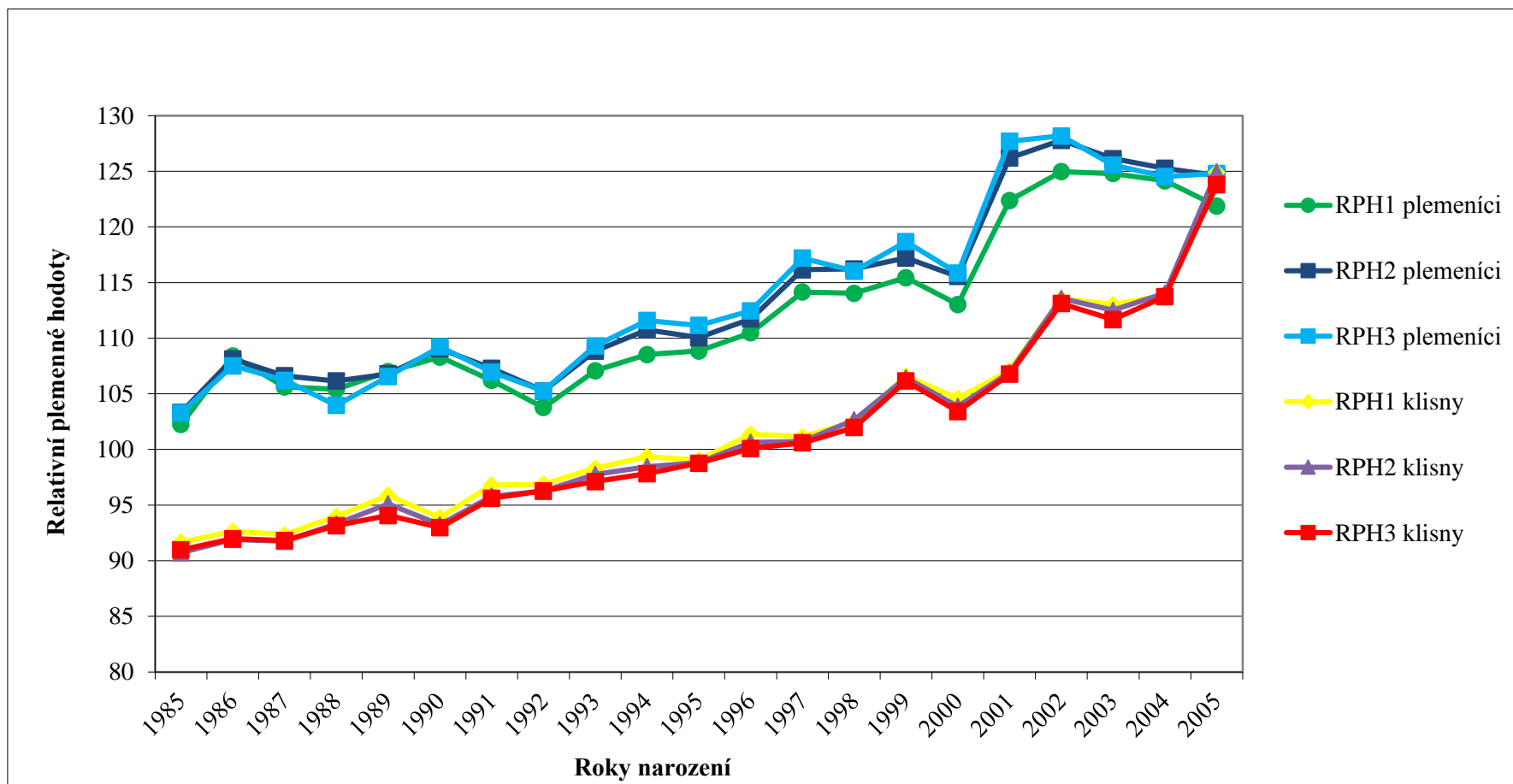
13.10. Genetický trend u SK1, SK2 a SK3 pro celou populaci.



13.11. Genetický trend pro českého teplokrevníka, slovenského teplokrevníka a zahraniční sportovní plemena.



13.12. Genetický trend pro plemeníky a chovné klisny.



13.13. Žebříček prních 50 koní se sportovním záznamem vhodných do chovu (hřebci a klisny) plemene český teplokrevník (seřazeno podle RPH1)

Pořadí	Jméno koně	Rok narození	Pohlaví	RPH1	RPH2	RPH3	Spolehlivost RPH1	Spolehlivost RPH2	Spolehlivost RPH3	Maximální dosažená výkonnost	Otec
1.	Arisco-M	2009	hr	150,2	150,8	149,9	0,58	0,63	0,59	ZL	Aristo Z
2.	Bacardi	2004	hr	149,3	148,4	141,9	0,49	0,51	0,45	S**	Veneur du Luc
3.	Lombard - 3 (Agent)	1991	hr	148,3	147,9	144,2	0,81	0,81	0,71	ZM	Lombard
4.	Malina	2005	kl	147,7	145,8	141,4	0,33	0,31	0,25	ST**	Manillon Rouge
5.	Annie	1994	kl	147,4	146,8	141,6	0,55	0,54	0,47	T**	Ascot
6.	Ascot - T	1994	hr	146,7	145,9	140,7	0,50	0,50	0,44	ZL	Ascot
7.	Kréda (Q III-6)	1988	kl	146,5	142,9	142,6	0,58	0,57	0,49	S	Quoniam II-238 s.v
8.	Scarface	2009	kl	145,8	146,3	143,6	0,53	0,53	0,47	ZL	Aristo Z
9.	Antarktida	2003	kl	145,7	143,1	138,3	0,44	0,46	0,41	ST*	Catango Z
10.	Kreace	1998	kl	145,6	141,8	137,7	0,68	0,72	0,66	T	Landos
11.	Viola	1996	kl	145,5	144,3	145,8	0,58	0,58	0,50	ST**	Topas - 23 (Démon)
12.	Garista	2009	kl	145,4	147,9	149,6	0,49	0,49	0,43	ZL	Aristo Z
13.	Gartana	1994	kl	145,3	143,1	139,1	0,65	0,65	0,57	ST*	Ascot
14.	Fabienne	1999	kl	145,1	147,7	148,2	0,56	0,56	0,48	T*	Jersey
15.	Lopez - 11	1991	hr	144,6	137,6	131,6	0,73	0,75	0,68	L	Lopez
16.	Anglie	1993	kl	143,8	135,0	129,8	0,62	0,61	0,52	L	Dietward - 7
17.	Laura	2003	kl	143,8	143,6	141,9	0,56	0,56	0,49	T**	Autonom
18.	Dietward - 7	1984	hr	143,7	133,9	127,7	0,85	0,84	0,74	L	Dietward II
19.	Cara Mia	2003	kl	143,7	142,5	140,0	0,60	0,61	0,54	S**	Catango Z
20.	Queen C	2005	kl	143,6	146,8	145,4	0,49	0,50	0,43	T*	Catrick

Pořadí	Jméno koně	Rok narození	Pohlaví	RPH1	RPH2	RPH3	Spolehlivost RPH1	Spolehlivost RPH2	Spolehlivost RPH3	Maximální dosažená výkonnost	Otec
21.	Dona	1999	kl	143,6	142,9	140,8	0,55	0,55	0,48	ST**	Aramis
22.	Lotus	2009	hr	143,5	148,2	148,3	0,34	0,34	0,30	Z	Aristo Z
23.	Oklahoma	1996	kl	143,1	138,0	133,9	0,50	0,50	0,44	S	Lombard - 3 (Agent)
24.	Atlanta	1996	kl	143,0	140,6	137,1	0,61	0,62	0,54	S	Lombard - 3 (Agent)
25.	Wailanda	2007	kl	142,9	148,0	149,4	0,58	0,58	0,50	S**	Beethoven
26.	Holčina	2009	kl	142,9	144,0	143,7	0,45	0,46	0,41	ZL	Aristo Z
27.	Duel	1996	hr	142,5	139,5	135,9	0,56	0,57	0,49	ST*	Lombard - 3 (Agent)
28.	Merci	2002	kl	142,5	139,9	136,7	0,48	0,50	0,44	ST*	Corsár
29.	Dione	2006	kl	142,3	143,6	142,1	0,59	0,60	0,53	ST**	Catango Z
30.	Scala B	2006	kl	142,3	138,3	133,0	0,47	0,47	0,41	L**	Ballast
31.	Dietward - 23	1985	hr	142,3	136,4	132,7	0,89	0,89	0,79	L	Dietward II
32.	Aramis	1993	hr	142,2	142,8	141,6	0,75	0,75	0,65	ZM	Arras
33.	Pikola	2001	kl	142,0	139,7	133,0	0,49	0,51	0,45	S	Great Pleasure
34.	Lombardino	1999	hr	142,0	141,0	135,3	0,64	0,66	0,58	L	Lombard
35.	Anonym	2008	hr	141,7	142,6	137,4	0,59	0,61	0,54	L**	Autonom
36.	Lucius	2005	hr	141,7	143,6	142,2	0,59	0,59	0,51	S**	Le Patron
37.	Agáta	2000	kl	141,6	141,4	139,0	0,68	0,72	0,66	T**	Lombard
38.	Vanilla Rose-H	2009	kl	141,5	140,4	139,0	0,51	0,51	0,43	ZL	Cesano II
39.	Sosefa	2009	kl	141,3	141,6	139,2	0,54	0,55	0,48	ZL	Aristo Z
40.	Autonom	2003	hr	141,1	139,5	135,0	0,51	0,50	0,43	S**	Autonom

Pořadí	Jméno koně	Rok narození	Pohlaví	RPH1	RPH2	RPH3	Spolehlivost RPH1	Spolehlivost RPH2	Spolehlivost RPH3	Maximální dosažená výkonnost	Otec
41.	Ori Flame	2008	kl	141,0	141,5	138,6	0,48	0,47	0,40	ZL	Orido
42.	Kira	2001	kl	141,0	136,8	133,4	0,45	0,45	0,39	ST**	Dantes
43.	Šaringán	2009	hr	141,0	141,8	140,9	0,46	0,45	0,39	ZL	Aristo Z
44.	Chelan	1998	kl	141,0	139,4	136,6	0,48	0,50	0,45	T	Landos
45.	Zara	2002	kl	140,9	139,6	138,9	0,52	0,52	0,45	T**	Przedswit XVI - 6
46.	Faith	2004	kl	140,7	136,3	126,3	0,47	0,48	0,43	ST**	Veneur du Luc
47.	Colet	2005	hr	140,6	138,9	135,5	0,57	0,57	0,50	ST**	Corsár
48.	Guliver	2000	hr	140,5	139,1	135,4	0,66	0,68	0,61	S**	Lombard
49.	Furlana	2003	kl	140,4	138,6	134,3	0,58	0,60	0,54	S**	Faraday
50.	Vidina	2000	kl	140,3	138,8	131,9	0,49	0,50	0,44	ST**	Lombard

13.14. Žebříček prvních 50 koní se sportovním záznamem vhodných do chovu (hřebci a klisny) plemene slovenský teplokrevník (seřazeno podle RPH1)

Pořadí	Jméno koně	Rok narození	Pohlaví	RPH1	RPH2	RPH3	Spolehlivost RPH1	Spolehlivost RPH2	Spolehlivost RPH3	Maximální dosažená výkonnost	Otec
1.	Kadyma	2006	kl	154,3	152,2	150,3	0,53	0,53	0,46	ST**	Corrado II
2.	Atomic	2003	hr	153,1	153,1	151,9	0,53	0,53	0,46	ST**	Arras
3.	Sarah Sun	2005	kl	147,1	148,3	145,7	0,64	0,64	0,56	T**	Corrado II
4.	Irras	2001	hr	146,4	142,4	136,7	0,52	0,51	0,44	ST**	Arras
5.	Emma	2005	kl	145,8	147,0	144,8	0,49	0,50	0,44	S**	Edminton
6.	Arida	2003	kl	145,3	145,2	142,5	0,54	0,54	0,47	ST**	Arras
7.	Piña Coladada IS	2002	kl	145,0	142,4	139,0	0,63	0,64	0,56	S*	Corsár
8.	Lordina	2007	kl	143,2	140,6	136,6	0,45	0,45	0,40	S**	Lordano
9.	Calleda	2001	kl	141,9	142,6	139,4	0,35	0,34	0,29	T**	Candillo
10.	Odena	2002	kl	141,8	141,2	140,0	0,51	0,50	0,43	S**	Topas - 23 (Démon)
11.	Kamejka	2004	kl	141,3	143,2	142,9	0,46	0,47	0,41	S**	Le Patron
12.	Crux	2007	hr	141,2	145,0	145,3	0,61	0,63	0,56	S**	Carthago Z
13.	Borgio	2000	hr	141,1	139,8	134,9	0,50	0,50	0,44	ST*	Carthago Z
14.	Cesmína	2005	kl	140,7	140,8	138,3	0,48	0,48	0,42	S**	Corrado II
15.	Caledano	2004	hr	140,4	140,6	137,2	0,60	0,62	0,56	S**	Caledo
16.	Atlanta	2001	kl	140,3	140,3	135,6	0,53	0,53	0,46	T**	Arras
17.	Dancing Queen - M	2005	kl	140,1	140,1	137,4	0,62	0,63	0,56	S**	Atlas
18.	Itar	2002	hr	140,1	137,2	132,9	0,61	0,61	0,53	ST**	Arras
19.	Andromeda	2003	kl	139,9	139,1	139,0	0,55	0,55	0,48	ST**	Corsár
20.	Pamír	2004	hr	139,8	141,3	138,6	0,58	0,59	0,52	ZL	Atlas

Pořadí	Jméno koně	Rok narození	Pohlaví	RPH1	RPH2	RPH3	Spolehlivost RPH1	Spolehlivost RPH2	Spolehlivost RPH3	Maximální dosažená výkonnost	Otec
21.	Censor	2008	hr	139,5	142,6	142,5	0,55	0,55	0,48	L**	Carthago Z
22.	Mapali	2003	kl	139,4	135,3	130,4	0,48	0,48	0,42	S**	Palisco
23.	Cassius	2006	hr	139,1	136,5	132,5	0,50	0,49	0,43	L*	Corrado II
24.	Alabama	2002	kl	137,8	138,5	136,7	0,62	0,64	0,57	S**	Atlas
25.	Havaj	2000	kl	137,3	136,2	133,7	0,63	0,64	0,56	ST**	Comero
26.	Armen	2007	kl	137,0	139,9	138,4	0,46	0,45	0,38	S**	Lordano
27.	Toro	1998	hr	136,8	137,6	135,9	0,50	0,49	0,42	T**	Carthago Z
28.	Phill	1999	hr	136,3	134,4	128,9	0,68	0,68	0,60	ST**	Aquilas s.v.
29.	Alegra	2009	kl	136,3	134,8	133,1	0,44	0,44	0,37	ZL	Argon
30.	James	2003	hr	136,3	133,1	129,4	0,52	0,52	0,45	S*	Acros
31.	Legion	2005	hr	136,2	130,8	127,4	0,50	0,49	0,41	S**	Sinuhet
32.	Corsár	1997	hr	135,9	134,3	131,3	0,90	0,90	0,81	ST*	Carthago Z
33.	Acoradia-MX	2006	kl	135,7	135,8	132,0	0,59	0,59	0,52	ST**	Corrado II
34.	Pikola	2009	kl	135,7	133,0	129,2	0,25	0,24	0,21	Z	Němen
35.	Paradox	2002	hr	135,7	136,6	133,6	0,44	0,44	0,38	Z	Acros
36.	Sacardo	2004	hr	135,3	129,7	127,1	0,36	0,36	0,31	ZL	Ramzes
37.	Corsa	2005	kl	135,2	132,3	127,1	0,62	0,63	0,55	ZL	Corsár
38.	Libra	2005	kl	135,1	134,1	133,1	0,54	0,54	0,47	S**	Corrado II
39.	Cincinnati	2002	hr	135,0	135,1	130,8	0,54	0,54	0,47	L*	Coriano
40.	Neretva	2006	kl	134,9	136,0	134,4	0,42	0,43	0,37	S*	Calato

Pořadí	Jméno koně	Rok narození	Pohlaví	RPH1	RPH2	RPH3	Spolehlivost RPH1	Spolehlivost RPH2	Spolehlivost RPH3	Maximální dosažená výkonnost	Otec
41.	Ilusive Queen	2004	kl	134,9	128,9	125,8	0,49	0,51	0,46	S**	Quoniam II-23
42.	Candy Pa	2009	kl	134,5	136,5	136,7	0,40	0,42	0,37	ZL	Padinus
43.	Venela	2004	kl	134,5	132,3	125,1	0,56	0,57	0,50	S**	Veneur du Luc
44.	Indoctra	2008	kl	134,4	136,3	136,4	0,57	0,63	0,59	L**	Indoctro
45.	Sangria	1997	kl	134,2	131,2	128,9	0,59	0,59	0,52	L**	Ascot
46.	Novela	2007	kl	133,8	130,6	113,1	0,28	0,28	0,25	L*	Coriall
47.	Mandy	1990	kl	133,5	131,4	126,4	0,59	0,60	0,52	S	Konzulent - 3
48.	Francie	1998	kl	133,5	129,9	126,1	0,62	0,63	0,55	ST*	Carol
49.	Wavo Charlie	2009	hr	133,5	133,3	132,4	0,55	0,56	0,50	ZL	Aristo Z
50.	Athéna	2004	kl	133,2	134,3	131,3	0,59	0,59	0,51	ST**	Phill

13.15. Žebříček nejlepších koní se sportovním záznamem vhodných do chovu (hřebci a klisny) plemene kůň Kinsky (seřazeno podle RPH1)

Pořadí	Jméno koně	Rok narození	Pohlaví	RPH1	RPH2	RPH3	Spolehlivost RPH1	Spolehlivost RPH2	Spolehlivost RPH3	Maximální dosažená výkonnost	Otec
1.	Sarkon Kinský	1998	hr	110,1	106,6	105,2	0,61	0,62	0,54	S**	DAF Ondráš
2.	Maillisko	1999	hr	108,3	107,1	103,2	0,34	0,33	0,28	S	Fazur Mail
3.	Ticiana - K	2008	kl	106,8	104,5	103,0	0,38	0,37	0,31	L*	Sinuhet-K
4.	Montana Kinská	1998	kl	103,7	101,0	101,5	0,51	0,54	0,51	S	DAF Ondráš
5.	Orpheus Kinský	2008	hr	101,7	98,2	92,9	0,41	0,40	0,34	L*	Alois
6.	Nuria Kinská	2009	kl	98,8	95,3	91,2	0,44	0,43	0,36	Z	Alois
7.	Sokrates Kinský	2008	hr	98,0	95,9	90,7	0,29	0,28	0,24	Z	Sinuhet-K
8.	Čita Kinská	1992	kl	95,4	92,1	81,4	0,48	0,46	0,38	ZM	Garut 10
9.	Ornela Kinská	1998	kl	91,0	89,2	87,9	0,41	0,40	0,34	ZM	Lokaj
10.	Miami	2001	kl	90,7	89,1	89,5	0,61	0,69	0,68	Z	DAF Ondráš
11.	Eaerl	2002	hr	90,7	88,3	87,6	0,54	0,54	0,46	ZL	DAF Ondráš
12.	Atea Kinská	1996	kl	90,6	88,9	90,6	0,60	0,67	0,65	ZL	DAF Ondráš
13.	Normen	2004	hr	90,0	88,8	88,4	0,64	0,66	0,59	Z	Lopez
14.	Jenny Kinská	1997	kl	87,3	87,6	88,0	0,46	0,46	0,40	ZM	Almhirt týnský
15.	Daisy	1996	kl	80,6	78,2	73,1	0,54	0,53	0,45	Z	Lokaj
16.	Čabrona	1991	kl	78,2	76,9	77,6	0,56	0,55	0,47	ZL	Burbon
17.	Mimika	2007	kl	78,0	76,0	74,5	0,62	0,63	0,55	Z	Mineral
18.	Manka	1995	kl	73,6	73,9	74,9	0,49	0,51	0,46	ZM	Almhirt týnský
19.	Perla Kinská	1994	kl	72,6	72,8	72,6	0,56	0,55	0,46	Z	Almhirt týnský
20.	Marilin	2007	kl	69,8	70,4	71,3	0,38	0,36	0,30	ZL	Maillisko

Pořadí	Jméno koně	Rok narození	Pohlaví	RPH1	RPH2	RPH3	Spolehlivost RPH1	Spolehlivost RPH2	Spolehlivost RPH3	Maximální dosažená výkonnost	Otec
21.	Nugeta Kinská	1990	kl	67,8	66,7	69,6	0,53	0,52	0,44	Z	Burbon
22.	Mitra Kinská	1991	kl	67,6	66,2	70,1	0,61	0,61	0,53	ZM	Burbon
23.	Mija Kinská	2001	kl	67,3	68,1	70,3	0,58	0,59	0,52	Z	Almhirt týnský
24.	Porta Kinská	2001	kl	66,5	66,1	69,6	0,46	0,46	0,39	ZL	Burbon
25.	Atlanta Kinská	1992	kl	64,7	65,2	69,6	0,53	0,54	0,47	ZM	Burbon
26.	Ariana	2000	kl	63,6	63,9	67,7	0,46	0,46	0,39	Z	Burbon

13.16. Žebříček prvních 50 sportovních koní za rok 2013 (seřazeno podle RSH1)

Pořadí	Jméno koně	Rok narození	Pohlaví	RSH1	RSH2	RSH3	Spolehlivost RSH1	Spolehlivost RSH2	Spolehlivost RSH3	Dosažená výkonnost v roce 2013	Otec
1.	Emma	2005	kl	169,3	172,0	169,6	0,49	0,50	0,44	S**	Edminton
2.	Gréta	1999	kl	156,0	155,9	155,1	0,57	0,57	0,49	S*	Genius - 11
3.	Eiflorri	2007	kl	154,6	160,2	160,7	0,33	0,32	0,28	S**	Eibisch II
4.	Minela	2005	kl	154,1	148,0	141,6	0,46	0,46	0,39	S**	Flipper
5.	Sarah Sun	2005	kl	152,7	162,7	163,6	0,64	0,64	0,56	T**	Corrado II
6.	Philadelphia	2006	kl	152,5	167,7	170,7	0,29	0,29	0,24	ST**	Balou du Rouet
7.	Calleda	2001	kl	151,7	160,6	155,7	0,35	0,34	0,29	T**	Candillo
8.	Arisco-M	2009	hr	151,5	152,4	152,7	0,58	0,63	0,59	ZL	Aristo Z
9.	Aquito	2005	val	151,0	154,7	158,7	0,35	0,34	0,29	T**	Padinus
10.	Uniek	2001	val	150,5	154,4	152,3	0,34	0,33	0,27	ST**	Goodtimes
11.	Grant's	1994	kl	150,5	141,9	138,0	0,51	0,51	0,44	S**	Quoniam II-238 s.v.
12.	Chin	2003	val	150,3	160,3	161,2	0,32	0,30	0,25	S**	Chin Chin
13.	Radox	2005	val	149,6	144,3	144,5	0,55	0,58	0,52	S**	Radegast
14.	Connor	2004	val	149,5	160,4	160,8	0,57	0,58	0,51	ST**	Contact Me
15.	Mapali	2003	kl	149,5	147,1	143,1	0,48	0,48	0,42	L*	Palisco
16.	Lolla	2008	kl	149,4	158,3	162,5	0,23	0,22	0,18	L**	Obourg
17.	Dancing Queen-M	2005	kl	149,2	148,3	146,3	0,62	0,63	0,56	S**	Atlas
18.	Femina	2007	kl	148,8	156,4	158,9	0,49	0,48	0,41	S*	Federweisser
19.	Outsider de Grandry	2002	val	148,7	155,7	152,4	0,53	0,54	0,47	T*	Verdi
20.	ABC Cataro	2000	val	148,6	156,2	156,1	0,36	0,35	0,30	T**	Caribik

Pořadí	Jméno koně	Rok narození	Pohlaví	RSH1	RSH2	RSH3	Spolehlivost RSH1	Spolehlivost RSH2	Spolehlivost RSH3	Dosažená výkonnost v roce 2013	Otec
21.	Piña Colada IS	2002	kl	148,4	148,0	146,0	0,63	0,64	0,56	L**	Corsár
22.	Kadyrna	2006	kl	148,3	156,2	157,1	0,53	0,53	0,46	ST**	Corrado II
23.	Kohanuy	1998	hr	148,3	147,9	148,7	0,22	0,20	0,16	S*	Cholars
24.	Ebel	2004	kl	148,0	157,4	162,5	0,51	0,51	0,44	ST**	Cartier vd Heffinck
25.	Cassinis Son-T	1997	hr	147,9	160,0	170,1	0,62	0,64	0,58	T*	Cassini I
26.	Curley Sue	2005	kl	147,6	156,3	159,5	0,21	0,21	0,18	ST**	Caretello B
27.	Amberleigh Fortuna	2005	val	147,6	150,6	150,5	0,26	0,25	0,21	S*	Quasimodo Z
28.	Bacardi	2004	hr	147,6	155,6	152,1	0,49	0,51	0,45	L**	Veneur du Luc
29.	Faith	2004	kl	147,6	154,9	146,7	0,47	0,48	0,43	ST**	Veneur du Luc
30.	Libertina	2004	kl	147,1	148,1	144,4	0,26	0,26	0,22	ST**	Lipton
31.	Casio Karsit	1998	val	147,0	155,8	164,6	0,42	0,42	0,37	T*	Contender
32.	Beldarlo	2001	kl	146,9	156,4	158,9	0,42	0,40	0,33	T**	Sheyenne de Baugy
33.	Extreme Chaos	2004	kl	146,4	159,0	164,7	0,5	0,50	0,43	T*	Sheyenne de Baugy
34.	Carmen Arcus	2002	kl	146,3	158,7	166,4	0,39	0,38	0,31	T**	Cordobes I
35.	Neva	2006	kl	146,2	136,9	133,1	0,41	0,42	0,38	S**	Catango Z
36.	Chvála	2001	kl	146,2	142,9	139,8	0,51	0,50	0,44	S*	Dietward - 23
37.	Lordina	2007	kl	146,1	141,4	138,6	0,45	0,45	0,40	S**	Lordano
38.	Malina	2005	kl	146,0	151,1	147,9	0,33	0,31	0,25	ST**	Manillon Rouge
39.	Chester 91	1997	val	146,0	150,7	150,1	0,55	0,55	0,48	S**	Carthago Z
40.	Elegance du Luc	2006	val	145,9	129,4	121,3	0,64	0,66	0,58	S*	Veneur du Luc

Pořadí	Jméno koně	Rok narození	Pohlaví	RSH1	RSH2	RSH3	Spolehlivost RSH1	Spolehlivost RSH2	Spolehlivost RSH3	Dosažená výkonnost v roce 2013	Otec
41.	Dorca	2004	kl	145,8	146,7	145,9	0,46	0,46	0,39	S**	Catrick
42.	Aron	2002	val	145,6	150,9	146,9	0,57	0,57	0,49	T*	Autonom
43.	Jazz Jazz	2006	val	145,6	145,2	144,0	0,38	0,37	0,30	L**	Jerome-E
44.	Scarface	2009	kl	145,5	146,6	145,5	0,53	0,53	0,47	ZL	Aristo Z
45.	Dumol	1999	val	145,5	152,1	150,7	0,18	0,16	0,13	ST**	Derwisch
46.	Odyssea	2002	kl	145,4	149,9	152,2	0,6	0,65	0,6	L**	Couleur-Rubin
47.	Ultimo de Carmel Z	2008	val	145,2	153,8	153,9	0,51	0,52	0,45	L*	Udarco van Overis
48.	Bjerglunds Choping	1998	val	145,0	149,5	149,0	0,35	0,36	0,32	S**	Corrado I
49.	Carcason	2005	val	144,9	142,6	138,8	0,63	0,65	0,57	ST**	Corrado II
50.	Irras	2001	hr	144,8	143,4	137,7	0,52	0,51	0,44	ST**	Arras