

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav chovu a šlechtění zvířat**

---



**Vyhodnocení vlivu příbuzenské plemenitby  
na životaschopnost a dlouhověkost koní Převalského**  
Diplomová práce

*Vedoucí práce:*  
doc. Ing. Iva Jiskrová, Ph.D.

*Vypracovala:*  
Bc. Barbara Nogová

---

Brno 2015

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci Vyhodnocení vlivu příbuzenské plemenitby na životaschopnost a dlouhověkost koní Převalského vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 26. 4. 2015

.....

podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala vedoucí mé diplomové práce, paní doc. Ing. Ivě Jiskrové, Ph.D., za účinnou pomoc a odborné rady, které mi vždy ochotně poskytla.

Děkuji také panu doc. Ing. Tomáši Urbanovi, Ph.D. za pomoc se statistickým zpracováním dat.

Dále si dovoluji poděkovat panu RNDr. Evženu Kůsovi za ochotu, důležité informace a také čas, který mi věnoval.

Velké díky patří také mé rodině a příteli za podporu a trpělivost během celého studia.

## **ABSTRAKT**

### **Vyhodnocení vlivu příbuzenské plemenitby na životaschopnost a dlouhověkost koní Převalského**

Literární přehled se v první kapitole zaměřuje na výskyt a objevení koně Převalského. Dále se zabývá charakteristikou těchto koní. Jsou zde uvedeny informace o délce života koní Převalského a jednotlivých chovných linií. Pozornost byla také věnována tématu příbuzenské plemenitby a inbrední depresi. Poslední kapitola literárního přehledu pojednává o současném stavu chovu.

Cílem práce bylo zpracovat data z plemenné knihy koně Převalského a zhodnotit vliv příbuzenské plemenitby na délku života těchto koní.

Data potřebná k statistickému vyhodnocení byla získána z mezinárodní plemenné knihy koní Převalského z roku 2008 a z veřejně dostupné internetové verze plemenné knihy. Databáze obsahovala informace o pohlaví, datu narození, datu úmrtí, délce života a hodnotě koeficientu inbreedingu. Takto získané údaje byly zpracovány pomocí programu Microsoft Excel 2010 a statisticky vyhodnoceny v programech UNISTAT 6.5 a SAS 9.1.4. Použité byly základní statistické funkce, Tukey-B test, zobecněný lineární model a Pearsonova korelace.

Vyhodnocením výsledků statistiky byl zjištěn vysoce průkazný vliv pohlaví, roku narození a hodnoty koeficientu inbreedingu na délku života koní Převalského. Pouze u hříbat koní Převalského, která nežila déle než dva roky, byl prokázán výhradně vliv pohlaví na délku života.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Kůň Převalského, chov, dlouhověkost, životaschopnost, koeficient inbreedingu.

## **ABSTRACT**

### **Evaluation of the impact of inbreeding to longevity and viability of Przewalski Horses**

The literary overview in the first chapter focuses on the occurrence and discovery of the Przewalski horse. It also deals with their own characteristic. Information about the lifespan of Przewalski horses and individual breeding lines are specified too. Attention was also engaged to the topic of inbreeding and inbreeding depression. The last chapter of a literary overview discusses the current state of the breed.

The aim of these theses was to process the data from the general studbook of the Przewalski horses and to evaluate the effect of inbreeding on the length of life of these horses.

Data required to statistical evaluation was obtained from the International studbook of Przewalski horse from 2008 and from publicly available internet version of these book. The database contained informations about a sex, date of birth, date of death, lifespan, and the value of the coefficient of inbreeding. Thus obtained data were processed using the program Microsoft Excel 2010 and statistically evaluated in the programs of the UNISTAT 6.5 and SAS 9.1.4. Used to be a basic statistics functions, the Tukey-B test, generalized linear model and Pearson's correlation.

Assessing the results of the statistics was detected highly significant effect of sex, year of birth, and the values of the coefficient of inbreeding on the lifespan of Przewalski horses. However, for foals of Przewalski horses, that lived more than two years, has been demonstrated only effect of sex on the lifespan.

## **KEYWORDS**

Przewalski Horse, breeding, longevity, viability, inbreeding coefficient.

## OBSAH

1 ÚVOD.....	9
2 CÍL.....	10
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	11
3.1 Výskyt a objev koně Převalského .....	11
3.2 Charakteristika koně Převalského .....	12
3.2.1 Exteriérové vlastnosti .....	12
3.2.2 Délka života.....	13
3.3 Historie chovu .....	15
3.3.1 Chovné linie.....	17
3.4 Příbuzenská plemenitba a její význam.....	19
3.4.1 Koeficient inbreedingu a jeho stanovení .....	20
3.4.2 Inbrední deprese .....	21
3.5 Současný stav chovu .....	23
4 MATERIÁL A METODIKA.....	25
4.1 Přehled jedinců využitých pro zhodnocení vlivu koeficientu inbreedingu.....	25
4.2 Výběr statistických metod.....	28
5 VÝSLEDKY A DISKUSE .....	30
5.1 Popisná statistika.....	31
5.1.1 Skupina 1 .....	32
5.1.2 Skupina 2 .....	35
5.1.3 Skupina 3 .....	37
5.2 Pearsonova korelace délky života .....	39
5.3 Vyhodnocení GLM .....	41
5.3.1 GLM pro pohlaví.....	42
5.3.2 GLM pro koeficient inbreedingu.....	44

5.3.3 GLM pro rok narození.....	45
5.3.4 Výsledky regresní rovnice.....	46
6 ZÁVĚR.....	47
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	49
8 SEZNAM TABULEK.....	56
9 SEZNAM GRAFŮ.....	57
10 SEZNAM ZKRATEK.....	58
11 SEZNAM PŘÍLOH.....	59
12 PŘÍLOHY.....	60



# 1 ÚVOD

Kůň Převalského je dnes jediným žijícím druhem divokého koně. Populaci koní Převalského hrozilo reálné nebezpečí vyhynutí, před kterým byla zachráněna na poslední chvíli. Přesto byl tento druh ve volné přírodě zcela vyhuben.

Dnešní populace žijících koní Převalského vznikla pouze ze 13 zakladatelů, chovaných v zoologických zahradách a chovných stanicích. V průběhu let vznikaly chovné linie s odlišnou chovatelskou praxí a jiným šlechtitelským cílem. Selekcí některých jedinců z chovu navíc docházelo k dalšímu snižování již tak omezené genetické variability v populaci. Blízká příbuzenská plemenitba byla však v dobách s nízkým počtem žijících jedinců jediným řešením záchrany tohoto druhu.

V poslední době atraktivita koně Převalského v zoologických zahradách poklesla, ale díky relativně vysokému počtu žijících jedinců bylo možné provést jejich reintrodukcí na území Mongolska a Číny. Pro tamější obyvatele je kůň Převalského posvátné zvíře a jejich návrat do původní vlasti byl vítán s nadšením. Tím ovšem opět vyvstává problém křížení jedinců v omezeně velké populaci na daném místě reintrodukce.

Negativní dopad křížení příbuzných jedinců byl již v minulosti mnohokrát zkoumán. Většina autorů se shoduje, že největší vliv má inbreeding na délku života, reprodukční a produkční znaky a na fitness zvířat celkově.

Díky své bakalářské práci na téma Chov koně Převalského, která měla sloužit jako podklad pro práci diplomovou, jsem měla možnost se seznámit s panem RNDr. Evženem Kúsem, který je pověřený vedením mezinárodní plemenné knihy koní Převalského. Po konzultaci s ním, bylo navrženo toto téma diplomové práce, jejíž výsledky by mohly přinést nové poznatky o vlivu příbuzenské plemenitby na délku života koní Převalského.

## 2 CÍL

Hlavním cílem této diplomové práce je vyhodnocení vlivu příbuzenské plemenitby na délku života koní Převalského. Další dílčí cíle zahrnují:

- stručnou charakteristiku koně Převalského
- zpracování přehledu vývoje chovu
- zjištění informací o délce života koní Převalského
- sestavení databáze koní Převalského s údaji o pohlaví, datu narození a úmrtí, hodnotách koeficientu inbreedingu a délce života jednotlivců
- výběr vhodných statistických metod pro zpracování vztahu mezi životaschopností a dlouhověkostí a mírou příbuzenské plemenitby
- vyhodnocení vztahu mezi délkou života a pohlavím, rokem narození a příbuzností u koní Převalského

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Výskyt a objev koně Převalského

Fylogeneze koní byla složitým a dlouhodobým procesem, který však v období čtvrtohor dal vznik ustálené živočišné formě. Z ní se historicky vyvinuly tři typy divokého koně. Avšak západní evropský kůň (*Equus robustus*) a tarpan (*Equus ferus*) vyhynuli a tak jediným dosud žijícím divokým koněm je kůň Převalského (*Equus przewalskii*) (VOLF, 2002). V této souvislosti je nutno podotknout, že se nejedná o plemeno koně, ale o samostatný druh, který je v současné době kriticky ohrožený a je zapsán na seznamu The IUCN Red List of Threatened Species (NOGOVÁ, 2013).

Výskyt koně Převalského v západní Evropě v době kamenné dokazují nejen dochované malby, rytiny a plastiky, ale také nálezy kosterních pozůstatků. Koncem středověku byl již jeho areál výskytu omezen na Asii a část východní Evropy (VOLF, 2002) a od poloviny 19. století obýval pouze oblast pohraničí Mongolska a Číny (VOLF, 1972).

V těchto místech byl objeven ruským cestovatelem a zoologem Nikolajem Michaljovičem Převalským, který do této oblasti podnikl několik významných výprav, během kterých objevil množství nových druhů. První exemplář koně Převalského, který následně zaslal do zoologického muzea Akademie věd v Petrohradu, získal darem od velitele pohraniční vojenské stanice A. K. Tichonova. Původně byla lebka a kůže zaslaná Převalským do Petrohradu považována za ostatky tarpana, ale v roce 1881 Ivan Semjovič Poljakov zjistil, že se jedná o zcela nový druh a pojmenoval ho po známém cestovateli a jeho objeviteli (NOGOVÁ, 2013).

Poslední volně žijící koně Převalského byli v oblasti Mongolska a Číny pozorováni v roce 1969. Následovalo sice ještě několik hlášení o jejich spatření, žádné z nich se však nepodařilo ověřit (KŮS, 2009). Konečné vyhynutí koně Převalského v přírodě má mnoho příčin. Patří mezi ně významné politické a kulturní změny, vojenské aktivity, klimatické změny, nutnost soubojů o zdroje pitné vody s jinými živočišnými druhy a změna životního prostředí celkově (MOEHLMAN, 2002) Další příčinou vymizení posledních koní z volné přírody byla také pravděpodobně krutá zima na přelomu let 1968 až 1969. Šlo o prudké sněhové bouře, mongolsky nazývané *dzud*, které se periodicky opakují a způsobily také velké ztráty v reintrodukované populaci v roce 2010 (BOBEK *et al.*, 2011).

## 3.2 Charakteristika koně Převalského

### 3.2.1 Exteriérové vlastnosti

Přesná charakteristika typického exteriéru koní Převalského se mezi jednotlivými autory díky značné variabilitě zbarvení a celkového vzhledu koní do jisté míry liší. Příčinou této exteriérové diverzity je existence kříženců s domácími koňmi (JAKUBEC *et al.*, 2012)

Obecně je však kůň Převalského ideálně uzpůsobený tvrdým podmínkám Mongolska. Jedná se o koně menšího rámce s kohoutkovou výškou od 120 do 140 cm. Délka těla je 220 až 240 cm. Hmotnost dospělých jedinců kolísá mezi 200 a 380 kg.

Základní barva těla je plavá s bílým břichem, tmavě hnědou hřívou a ocasem. K dalším znakům patří tmavý úhoří pruh táhnoucí se přes páteř, krátká stojatá hříva a typické utváření ocasu (KŮS, 2008b). Někteří jedinci mají také tmavě hnědě zbarvené končetiny. Tmavá srst může sahát až ke karpu. Dnes se však již nejedná o podmínku k zařazení do plemnitby, jako tomu bylo v minulosti (KARDOVÁ, 2012).

V chovech koní Převalského se však vyskytují i jedinci s netypickým zbarvením. Jedná se zejména o ryzáky, u nichž je barva srsti geneticky podmíněna částečnou nebo úplnou absencí tmavého pigmentu. Tito jedinci, nositelé tzv. fox genu, jsou evidováni již od samého počátku chovu, avšak v prvních generacích byli považováni za zvláštní světlou formu nebo dokonce poddruh (KŮS, 1997). Až později bylo zjištěno, že dominantní alela „E“ umožňuje tvorbu melaninu, zatímco recesivní alela „e“ tvorbě melaninu zabraňuje. To se u recesivních homozygotů projeví rezavým zbarvením celého těla (JAKUBEC *et al.*, 2012). Doposud však není plně zodpovězena otázka, zda se tato recesivní fox alela vyskytuje u koní Převalského přirozeně, nebo je v důsledku křížení s domácími koňmi do populace zavedena (KŮS, 1997).

Fox gen se v populaci relativně rychle rozšířil. Vlivem chovu v uzavřených chovných liniích s větším počtem homozygotů se pravděpodobnost jeho exprese poměrně zvýšila (KŮS, 1997). Množství takto postižených koní s klesající genetickou variabilitou a variabilitou genetických kombinací vzrůstalo (VODIČKA, 2008). Jako problematické se z tohoto hlediska ukázaly chovy ve francouzských a anglických zoologických zahradách. Chovatelé sdružení v Evropském programu záchranných chovů projeví snahu vyřadit z chovu nejen rezavě zbarvené jedince „ee“, ale také nositele tohoto genu „Ee“. Tím by se zabránilo dalšímu šíření recesivní alely do genomu dalších generací koní Převalského (KŮS, 1997).

Zjistit, zda je jedinec nositelem recesivní fox alely je dnes poměrně jednoduché. Test se provádí analýzou DNA vlasové cibulky žíní z hřívky nebo ocasu (VODIČKA, 2008).

V historii chovu koní Převalského v pražské zoologické zahradě byla chována pouze jedna klisna s tímto zbarvením (KŮS, 2008a) avšak minimálně 3 z 13 koní, kteří jsou zakladateli celé nynější populace koní Převalského, byli nositeli tohoto genu.

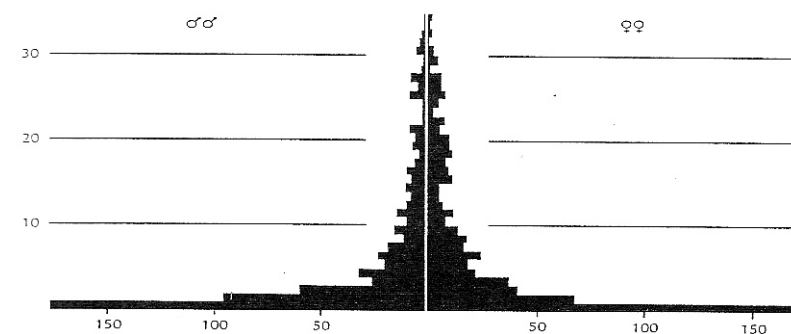
Další problematika zbarvení u koní Převalského se týká tzv. tmavonosích jedinců. Ani v této otázce nejsou odborníci zcela jednotní. Za standardní znak se obecně pokládá bílý, tzv. moučný nos. Ačkoli je tmavý nos pokládán za netypický, tmavonosí jedinci se běžně objevovali již v prvních transportech koní Převalského do Evropy. Dnes se tmavý nos vyskytuje hlavně u koní z Askania Nova. Selektce tmavonosích jedinců z chovu však není tak razantní jako je tomu v případě fox genu a záleží na uvážení chovatele, zda bude takové zvíře zahrnuto do plemenitby (KŮS, 1997).

### 3.2.2 Délka života

Dle SZABLEWSKÉHO *et al.*, (2006) je délka života u divokých zvířat jedním z nejdůležitějších znaků a jejímu studiu je třeba věnovat dostatečnou pozornost. Podle současných znalostí je ovlivněna nejen životním prostředím, ale také genetickými faktory. Bylo zjištěno, že dlouhověkost je determinována v mnoha lokusech. Naproti tomu úmrtnost v útlém věku bývá často zapříčiněna chromozomálními a bodovými mutacemi. Je známo, že pravděpodobnost exprese letálního genotypu se v případě páření příbuzných jedinců zvyšuje (SZABLEWSKI *et al.*, 2006).

VOLF (2002) uvádí, že koně Převalského chovaní v zajetí se dožívají výrazně vyššího věku, než je tomu u jedinců ve volné přírodě. Příčinou je absence drsných klimatických podmínek, přirozených nepřátel (zejména vlků) a také vnitrodruhové konkurence.

V následujícím grafu je znázorněna věková pyramida koní Převalského, kde vodorovná osa představuje počet hřebců (vlevo) nebo počet klisen (vpravo) a na svislé ose je znázorněna délka života koní Převalského v letech.



Graf. 1. Věková pyramida koní Převalského (VOLF, 2002)

Z plemenné knihy je patrné, že reprodukčního věku (tedy věku dvou let) se nedožije až 43 % narozených hříbat (44 % hřebců a 42 % klisen). Výše zmíněná věková pyramida také naznačuje vyšší úmrtnost samců ve věku kolem tří let. Dr. Jiří Volf, který byl jako první pověřený vedením mezinárodní plemenné knihy koní Převalského, se domnívá, že tento fakt souvisí se stresem pramenícím z bojů o sociální postavení a že vyšší úmrtnost klisen kolem čtvrtého roku života, lze dát do spojitosti prvními porody. Jedná se však spíše o domněnky, neboť chovatelé často příčinu smrti neuvádí a nelze proto dělat jednoznačné závěry.

Obecně však mezi dlouhověkostí hřebců a klisen není průkazný rozdíl. Obě pohlaví se mohou dožít podobné věkové hranice (VOLF, 2002). Je známo několik případů, kdy koně Převalského přežili hranici 30 let. Klisna Verona (v plemenné knize je uvedena pod číslem 258) se údajně dožila až 37 let (KŮS, 2008b).

V roce 1997 byli první jedinci koní Převalského, narození v zajetí, vypuštěni do přísně chráněné krajinné oblasti v jihozápadním Mongolsku, zvané Gobi-B. Zde došlo k první úspěšné reprodukci v roce 1999. To byl podnět pro výzkum klíčových faktorů populační dynamiky a předpovězení rizika vymírání populace ve volné přírodě. Sledovány byly především faktory jako úmrtnost hříbat, maximální stáří pro úspěšnou reprodukci, plodnost jedinců, počet vypouštěných zvířat, atd.

Míra plodnosti u koní Převalského je 1 hříbě za rok (SLOTTA-BACHMAYR *et al.*, 2004). Březost trvá zhruba 49 týdnů, tj. 11 měsíců (NOGOVÁ, 2013). V zajetí jsou koně poprvé zařazováni do plemnitby ve věku od dvou do pěti let věku. U divokých koní je to v průměru ve čtyři a půl letech. Plodnost klesá od 15 roku života (BOUMAN, 1998), ačkoli hřebci jsou schopni se pářit až do věku 30 let.

Z výsledků studie vyplývá, že největší vliv na populační dynamiku má maximální stáří reprodukce, plodnost v útlém věku a úmrtnost hříbat. Zvýšení úmrtnosti hříbat a snížení maximálního věku rozmnožování může být pro růst populace kritické (SLOTTA-BACHMAYR *et al.*, 2004).

### 3.3 Historie chovu

Objevení koní Převalského ve střední Asii na konci 19. století odstartovalo sérii transportů těchto koní do Evropy, kde po nich byla velká poptávka. Do roku 1902, kdy byl uskutečněn poslední velký transport, tak bylo do Evropy dovezeno celkem 54 koní Převalského (KARDOVÁ, 2012). První chovná stanice byla založena již v roce 1898 v Askania Nova (WOLC *et al.*, 2007).

Avšak i přes relativně vysoký počet zvířat v zajetí, se celá záchrana dnešní populace koní Převalského uskutečnila pouze díky 13 zakladatelům (KŮS, 2006). Důvodů bylo více. Mnoho zvířat uhynulo následkem transportu nebo špatným snášením podmínek v zajetí. Jiní jedinci byli neplodní (VOLF, 1972). Všechna zakladatelská zvířata, krom jediné klisny pojmenované Orlica III (v plemenné knize vedená pod číslem 231), pocházela z transportů do Evropy na konci 19. a začátku 20. století. Orlica III byla odchycena v roce 1946 v západním Mongolsku a stanice Askania Nova ji získala darem. Její syn Bars byl roku 1965 dovezen do pražské zoologické zahrady a stal se zde na několik let hlavním hřebcem v chovu (BOBEK *et al.*, 2011c). V roce 2003 byl vytvořen genetický profil Orlici III a bylo zjištěno, že do chovu přispěla novými genetickými variantami, které se u jiných zakladatelů této populace nevyskytovaly (BOWLING *et al.*, 2003).

Nízký počet zakladatelů celého chovu musel nutně vést k příbuzenské plemenitbě, čímž došlo ke zvýšení homozygotnosti v následujících generacích. Takto vzniklé populace jsou obvykle silně zatíženy inbrední depresí, což vede ke snížení schopnosti přizpůsobit se prostředí a v některých případech může až k zániku celé populace.

Kritická byla zejména situace po druhé světové válce, kdy existovala pouze dvě chovná stáda a to v Praze a Mnichově. V roce 1945 dosáhl celkový počet koní chovaných v zajetí 40 žijících jedinců. Situaci se naštěstí podařilo dostat pod kontrolu a do roku 1965 se tento počet víc jak ztrojnásobil (WOLC *et al.*, 2007). Do 60. let minulého století byla však genetická variabilita koní Převalského značně omezována vyřazováním z plemenitby zvířat,

kteřá měla tmavý nos nebo poléhavou hřívu (KŮS, 2008). Dle KŮSE (2006) tak došlo k ztrátě až 65 % genetické diverzity zakladatelské linie.

V 50. letech minulého století se vyostřili spory ohledně čistokrevnosti jednotlivých linií koní Převalského. V této době začala zooložka Dr. Erna Moohrová shromažďovat data pro založení plemenné knihy a mezi chovateli a zoology se tak otevřela diskuze o čistokrevnosti původu některých jedinců a jejich potomstva (KŮS, 2015a). Dr. E. Moohrová vyjádřila názor, že eliminace pražské linie z plemenné knihy by mohla prudce ovlivnit genetickou variabilitu všech koní Převalského chovaných v zajetí a poukázala na fakt, že čistotu žádné linie nelze s jistotou potvrdit (ROBOVSKÝ, 2009).

V roce 1959 se v Praze konalo první mezinárodní sympozium na záchranu koně Převalského a při této příležitosti byla pražská zoologická zahrada pověřena vedením plemenné knihy (JAKUBEC *et al.*, 2012). Ta sehrála při záchraně koní Převalského velmi důležitou roli. Díky ní získali chovatelé přehled o celosvětovém stavu chovu a byl usnadněn výběr jedinců pro plemenitbu (VOLF, 2009).

Minimální životaschopný rozsah populace udržitelný při kontrolovaném rozmnožování chovatelem v zajetí zpravidla bývá 50 – 500 jedinců (HAMANOVÁ a HRUBAN, 2000). U velkých savců je minimální počet potřebný k zachování druhu alespoň 500 žijících kusů. Tento důležitý mezník v chovu koní Převalského byl překročen v 80. letech minulého století (KŮS, 2009). Od tohoto zlomu se poprvé začalo uvažovat o možnosti návratu divokých koní Převalského zpět do volné přírody v rámci programů jejich reintrodukce (JAKUBEC *et al.*, 2012).

V roce 1985 vznikl Evropský záchovný program (EEP), jehož cílem byla větší koordinace chovu koní Převalského. Bylo nutné vytvořit propracovaný genetický management, který by zajistil udržení počtu koní na stávající úrovni a zároveň zabránil množení nežádoucích jedinců. Vedení tohoto úkolu se ujala W. Zimmermanová z Kolína nad Rýnem. Strategie chovu měla směřovat k vyšší kvalitě populace a zamezit produkci jedinců s geneticky podobnou výbavou. To vedlo ke kvalitativnímu skoku ve vývoji populace.

Dalším přispěním byla také genetická analýza provedená odborníky z USA, Německa a Ukrajiny na počátku 90. let 20. století. Bylo zjištěno, že téměř u všech divokých koní v zajetí se nachází příměs krve domácích koní. Díky tomu již dnes není nyní náhled na problematiku čistokrevnosti chovu tak striktní a do plemenitby jsou zařazeni i jedinci, kteří



nesou geny domácích koní, ale jsou pro populaci koní Převalského vzhledem k jiným genům velmi cenní. Důležité je především udržení genetické variability a omezení blízké příbuzenské plemenitby (ZELLER, 2005).

V počátcích chovu koní Převalského se při selekci a chovných opatřeních vycházelo ze základních zootechnických postupů a principů. Později však vyšlo najevo, že k uchování populací ohrožených druhů je zapotřebí specializovaných odborníků se zaměřením na genetiku, šlechtění a demografii (JAKUBEC *et al.*, 2012). Vyhynutí v důsledku ztráty přirozeného životního prostředí hrozí stále větší škále druhů. Správný způsob řízení chovu ohrožených druhů, založený zejména na genetických postupech usilujících o zachování rozmanitosti genomu na úrovni celé populace takto ohrožených druhů je pro jejich další přežití a reintrodukci do přírody nezbytný (MILLER, 1995).

### 3.3.1 Chovné linie

Čistokrevnost je základním kritériem pro záchranu ohrožených druhů. „Nečistokrevní“ jedinci jsou eliminováni z chovu na základě znalostí o jejich původu a genetické výbavě. Stále je však nutné brát v úvahu celkový počet „čistokrevných“ jedinců aby nedošlo k ohrožení stavu populace příliš blízkou příbuzenskou plemenitbou (ROBOVSKÝ, 2009).

Karyotypy koně Převalského a domácích koní se liší počtem chromozomů ( $2n = 66$  u koně Převalského,  $2n = 64$  u domácích koní), příčinou toho je tzv. Robertsonovská translokace (KYOUNG-TAG DO *et al.*, 2014), která zapříčinila centrickou fúzi dvou akrocentrických chromozomů (APPELS *et al.*, 1998). Přesto se mezi sebou koně Převalského a domácí koně plodně kříží a jejich potomstvo nese vždy stejný počet chromozomů  $2n = 65$  (KYOUNG-TAG DO *et al.*, 2014). U hybridních klisen se nevyskytují žádné závažnější reprodukční problémy, avšak hybridní hřebci mohou mít sníženou plodnost (ROBOVSKÝ, 2009). Kříženci koní Převalského a domácích mongolských koní jsou fenotypově téměř nerozeznatelní od čistokrevných koní Převalského (KŮS, 2011).

Příměs krve domácích koní je známa nebo minimálně předpokládána u všech linií chovu. V pražské linii, která je též nazývána jako tzv. B linie, se jedná o hřebce Theodora (v plemenné knize uváděn pod číslem 56), klisny Dominu a Volgu (číslo 175 a 244). Dokonce i v mnichovské linii (označované jako tzv. A linie), která byla dlouhý čas považována za jedinou skutečně čistokrevnou, byla do plemenitby na počátku chovu zařazena hybridní

klisna, vedená v plemenné knize pod číslem 18. Dnes je tato klisna všeobecně považována za F1 hybridu (ROBOVSKÝ, 2009).

Zoologická zahrada v Praze se chovu koní Převalského věnuje nepřetržitě od roku 1932 (BOBEK *et al.*, 2011c). První hříbě se zde narodilo o rok později. V následujících 20 letech byl koeficient inbreedingu téměř na nulové hodnotě, avšak za tu dobu zde bylo registrováno pouze 5 porodů. V roce 1950 se narodila 3 hříbata s koeficientem 0,24 a jeho vzrůstající tendence pokračovala až do roku 1966, kdy dosáhl maximální hodnoty 0,39. V dalších letech jeho hodnota kolísá (WOLC *et al.*, 2007). V současné době je pražská zoologická zahrada podle údajů v mezinárodní plemenné knize vlastníkem 43 koní Převalského (ZOO PRAHA, 2000).

Obdobná situace je v Německu. Nejvyšší hodnoty koeficientu inbreedingu se objevily mezi lety 1949 a 1964. Od té doby do roku 2004 úroveň koeficientu inbreedingu klesala (WOLC *et al.*, 2007). Mnichovský chov díky přísné selekci dosáhl požadovaného fenotypu, avšak v 70. letech se zde projevila inbrední deprese a část koní (převážně hřebci) byla neplodných. Situace se tehdy podařila dostat pod kontrolu díky přilítí nové krve hřebcem Barsem. Zůstává však pouze otázkou času, kdy se bude opakovat. V dnešní době k A-linii náleží asi 25 klisen v reprodukčním věku (ZIMMERMANN, 2009). Celkově mnichovskému chovu podle mezinárodní plemenné knihy náleží 42 žijících koní Převalského (ZOO PRAHA, 2000).

BOYD a HAUPT (1994) ve své studii uvedli průměrné hodnoty koeficientu inbreedingu pro pražskou B-linii 0,18 a pro „čistokrevnou“ mnichovskou A-linii 0,29.

Díky moderním genetickým analýzám lze říct, že zahrnutí pražské linie do globální strategie záchrany koní Převalského bylo dobrým řešením, díky němuž došlo k redukci efektu inbreedingu v populaci (ROBOVSKÝ, 2009).

### 3.4 Příbuzenská plemenitba a její význam

Příbuzenskou plemenitbou (jinak označovanou také jako inbreeding) se dle jedné z mnoha definic rozumí páření dvou jedinců, jejichž příbuznost je větší, než by tomu bylo při náhodném páření jedinců v populaci (BEZDÍČEK *et al.*, 2010a). Ačkoli může být příbuzenská plemenitba v některých případech užitečná, v jiných i nezbytná, je nutné ji provádět jen omezenou dobu a pod přísnou kontrolou analýzy rodokmenů (MILLER, 1995).

Inbreeding, jako forma chovu se u koně Převalského používal především z důvodu záchrany druhu. Avšak takováto záchrana zvířat vede k hromadění genetické zátěže a k zachování genotypů, které by v přírodě nepřežily. Proto jsou tato zvířata daleko citlivější na inbreeding, který přitom mnohdy bývá jedinou možností pro uchování populace. Většina vlastností, které inbreeding nepříznivě ovlivňuje, je pod složitou genetickou kontrolou. Geny, které tyto vlastnosti řídí či ovlivňují ani interakce těchto genů navzájem však zatím nejsou zcela známi (HAMANOVÁ a HRUBAN, 2000).

Inbreeding může být pro dobře přizpůsobené populace ve stabilizovaném prostředí přínosem, protože vede k upevnění některých homozygotních znaků. Obecně však platí, že přírodní výběr upřednostňuje heterozygotní jedince, což potvrzuje negativní vztah mezi příbuzenskou plemenitbou a dlouhověkostí u mnoha druhů. Příbuzenská plemenitba vede k zvýšení homozygotnosti. To může mít za následek fenotypovou expresi recesivních alel, což může mít v některých případech letální dopad. Heterozygotní zvířata tedy mívají vyšší biologický potenciál než zvířata inbrední (WOLC *et al.*, 2007).

Inbreeding se běžně používá ve šlechtitelské praxi u hospodářských zvířat, především pro ustálení znaků, které charakterizují plemeno: typ zbarvení, strakatost, tvaru hlavy, rohatost, velikost těla atd. (BEZDÍČEK *et al.*, 2010b). Důležité je také ustálení užitkových vlastností, jako je dojivost, zmasilost, snáška vajec apod. Zatímco kvalitativní znaky se dají ustálit relativně rychle, ekonomicky důležité užitkové vlastnosti, které závisí na celkové zdatnosti (fitness), se inbreedingem oslabí (HAMANOVÁ a HRUBAN, 2000).

Inbreeding je negativním jevem z pohledu zachování genetických zdrojů. Dochází totiž k vyšší úmrtnosti mladých jedinců a napomáhá adaptaci chovu v zajetí v souvislosti se ztrátou vlastností nezbytných pro přežití ve volné přírodě. Negativní účinky inbreedingu byly rozsáhle studovány zejména na hospodářských zvířatech (WOLC *et al.*, 2007).

### 3.4.1 Koeficient inbreedingu a jeho stanovení

BEZDÍČEK *et al.* (2010a) definuje koeficient inbreedingu takto: „Koeficient, který vyjadřuje pravděpodobnost, s jakou jsou dvě alely určitého genu identické původem, jsou tedy autozygotní.“ Identické původem v tomto případě znamená, že alely pochází od jednoho společného předka.

Obecně je koeficient inbreedingu označován symbolem  $F$  a nabývá hodnot od 0 do 1. Jedinec s nulovou hodnotou koeficientu inbreedingu je tzv. outbreední, to znamená, že nevznikl křížením příbuzných jedinců (FRANHAM *et al.*, 2002). Maximální hodnota koeficientu inbreedingu je ovšem pouze teoretická. U inbreedních jedinců totiž dochází k výraznému zhoršení reprodukčních vlastností, čím je narušena schopnost dále se rozmnožovat a další příbuzenskou plemenitbou tak zvyšovat koeficient inbreedingu u následujících generací až po dosažení úplné homozygotnosti ve všech genech (BEZDÍČEK *et al.*, 2010a).

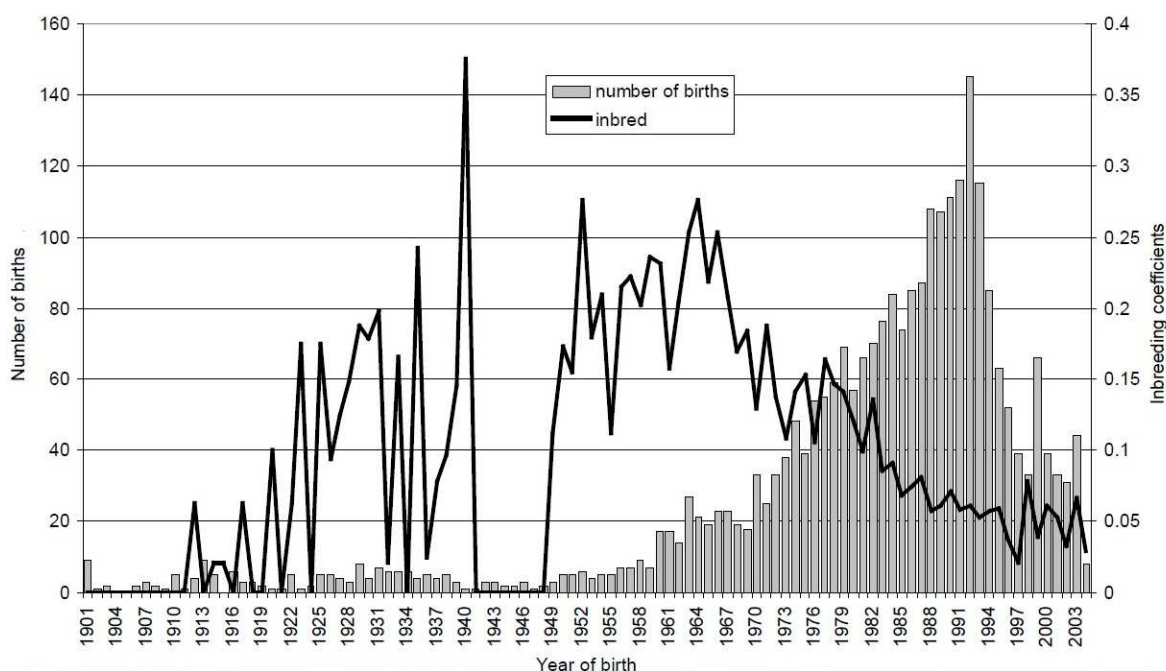
WOLC *et al.* (2007) uvádí, že koeficienty inbreedingu u koní Převalského byly získány pomocí aditivně genetické matice příbuznosti. Koeficient inbreedingu  $i$ -tého jedince ( $F_i$ ) je vyjádřen jako:

$$F_i = \frac{1}{2} a_{sidi},$$

kde  $a_{sidi}$  je aditivní příbuzenský koeficient mezi rodiči  $i$ -tého jedince (WOLC *et al.*, 2007).

V mezinárodní plemenné knize koní Převalského z roku 2008 je koeficient inbreedingu zaznamenán pouze v případech, kdy je znám celý rodokmen jedince (ZOO PRAHA, 2000). Podle slov RNDr. Evžena Kůse byl dříve koeficient inbreedingu pro koně Převalského počítán automaticky pomocí amerického a holandského programu, který však dnes již neexistuje. Později byla část koeficientů spočítána ve Francii. V současné době však není k dispozici nikdo, kdo by nová data dopočítal (KŮS, 2015b).

Následující graf znázorňuje vývoj hodnot koeficientu inbreedingu a nárůst populace koní Převalského v průběhu let.



Graf. 2. Vývoj hodnoty koeficientu inbreedingu u koní Převalského (WOLC *et al.*, 2007)

Pokles počtu porodů koní Převalského v posledních dvou desetiletích je v tomto případě zdůvodňován jako důsledek neúplné aktualizace databáze v plemenné knize. Až do roku 1940 úroveň koeficientu inbreedingu rostla. Vzhledem k omezeným možnostem páření málo příbuzných jedinců se tak jeho průměrná hodnota vyšplhala až na 0,37. V 60. letech minulého století byla situace stabilizována a vyšší počet žijících jedinců umožnil omezení blízké příbuzenské plemenitby (WOLC *et al.*, 2007).

### 3.4.2 Inbrední deprese

Inbrední deprese, jako důsledek blízké příbuzenské plemenitby, je opakem heterozního efektu a patří do neaditivní složky genotypové variance. Mezi základní negativní projevy inbreedingu patří:

- zvýšení podílu homozygotních jedinců v populaci, které vede k vyšší pravděpodobnosti projevu letálních alel
- zhoršení fenotypového projevu některých kvantitativních znaků, zejména reprodukce (JAKUBEC *et al.*, 2010).

Inbrední deprese je hlavním problémem v managementu ochrany ohrožených druhů. Efekty inbreedingu jsou velmi variabilní, protože závisí především na genetickém základu populace. V malých populacích, které jsou typické právě pro ohrožené druhy, mohou být všichni jedinci v důsledku genetického driftu zatíženi inbrední depresí (HEDRICK a KALINOWSKI, 2000).

Při vyhodnocení inbrední deprese hraje významnou roli výběr odpovídající matematicko-statistické metody zpracování dat a především jsou velmi důležité správné údaje v rodokmenech jedinců. Nepřesné nebo zavádějící data mohou mít negativní vliv na výsledné hodnoty a mohou je zkreslovat. Důležité je dbát na kompletnost a průkaznost dat (BEZDÍČEK *et al.*, 2010a).

Ve stádech koní Převalského ovlivňuje výše koeficientu inbreedingu fitness zvířat. S rostoucí příbuzenskou plemenitbou klesá počet porodů na klisnu. Koně s vyšší hodnotou koeficientu inbreedingu se také dožívají nižšího věku. Před druhou světovou válkou dosáhlo celkem 41 jedinců z celkového počtu 191 (tedy 21 %) věku 20 let, zatímco v poválečném období se tohoto věku dožilo sotva 11 jedinců (6,7 %) ze 163 koní. Existenci významného vztahu mezi individuální hodnotou koeficientu inbreedingu, plodností a délkou života dokázali ve svém výzkumu FRANKEL a SOULÉ (1981). Ke stejným závěrům také došli BOUMAN a BOS (1979) a BOS (1982), kteří uvádí, že blízká příbuzenská plemenitba má negativní vliv na životaschopnost, délku života a reprodukci koní Převalského.

Většina výzkumů také naznačuje, že inbreeding má vliv na snížení kvality spermatu, zejména na morfologii spermií a integritu jejich DNA. Informací o vlivu nízké genetické rozmanitosti na reprodukci samic je méně. Výzkumy některých studií však naznačují, že inbreeding u koní Převalského je zodpovědný za změny ve funkci vaječnicků, včetně produkce estrogenu. To ve svém důsledku poškozuje plodnost klisen (COLLINS *et al.*, 2012).

Nevyhnutelný důsledek inbreedingu je redukce genetické variability v inbrední populaci. Dle RNDr. Evžena Kůse, který od roku 1990 vede plemennou knihu těchto koní, se však naštěstí příznaky inbrední deprese u koní Převalského neprojevíly ve větší míře. Jiné ohrožené druhy neměly tolik štěstí a došlo tak k trvalému snížení životaschopnosti mláďat (KŮS, 2006).

### 3.5 Současný stav chovu

Kůň Převalského je dnes jediným žijícím druhem divokého koně, který je také nejbližší příbuzný domácích koní. Otázkou dlouho dobu zůstává, zda se jedná o přímého předka dnešních plemen domácích koní.

Výsledky sekvenování genomu koně Převalského nepřímo naznačují, přítomnost genů domácích koní v genomu koně Převalského. To zpochybňuje teorii, že je třeba oddělit „čistokrevné“ linie (Mnichovský chov) od „nečistokrevných“, u nichž je známo, že jejich předci se křížili s domácími koňmi. Kromě toho, křížení s domácími koňmi mohlo vést k zvýšení genetické rozmanitosti u koní Převalského.

Díky sekvenování genomu koně Převalského bylo také zjištěno, že existují dvě velmi odlišné mitochondriální haploskupiny u koní Převalského. Je nezbytně nutné, aby bylo zajištěno přežití obou těchto haplotypů v rostoucích populacích koní Převalského. Analýza také ukazuje na podstatnou genetickou rozmanitost přetrvávající v současné populaci. Nicméně inbreeding by měl být stále držen na minimální úrovni, aby bylo zajištěno i další uchování této variability.

Výsledky sekvenování mají přímé důsledky pro strategii chovu koní Převalského, z nichž jsou stovky jedinců původně držených v zajetí vypouštěni do volné přírody v rámci reintrodukčních programů. Hlavním cílem řízeného chovu populace koní Převalského je udržet její velikost a dostatečnou genetickou variabilitu. K dosažení tohoto cíle je třeba provádět pečlivou analýzu genetických charakteristik minulých, současných i budoucích populací (GOTO *et al.*, 2011).

U některých živočišných či rostlinných druhů, u nichž došlo k inbreedingu vlivem izolace skupiny jedinců trvající delší dobu, lze negativní dopady inbreedingu z populace odstranit díky obohacení omezené genetické variability novými alelami od nepříbuzných jedinců z jiné populace (WESTREMEIER *et al.*, 1998). Jelikož se však kůň Převalského jako druh již ve volné přírodě přirozeně nevyskytuje, nové zdroje genetické variability neexistují (BOWLING *et al.*, 2003). Přesto BOWLING *et al.*, (2003) ve své studii uvádí, že distribuce alelové frekvence je taková, že u koní Převalského se teoreticky může heterozygotnost vyskytovat ve stejné míře, jako je tomu u domácích koní. U konkrétních jedinců, vzniklých blízkou příbuzenskou plemenitbou, může být variabilita značně omezena, ale správným managementem řízení chovu s minimalizováním příbuzenské plemenitby by mělo být

dosaženo relativně vysoké míry heterozygotnosti (BOWLING *et al.*, 2003). To potvrzují i výsledky sekvenování genomu koní Převalského (GOTO *et al.*, 2011).

K lednu letošního roku bylo registrováno celkem 2002 žijících jedinců (889 hřebců a 1113 klisen ve 172 chovných zařízeních). Přibližně 480 koní již žije volně nebo polodivoce v chráněných územích Mongolska a Číny (KŮS, 2015b), zbytek se nachází v zoologických zahradách a chovných stanicích po celém světě (JAKUBEC *et al.*, 2012). Většina zoologických zahrad však v poslední době chov koně Převalského omezila, neboť o hřbata už není takový zájem, jako tomu bylo dříve (KŮS, 2015a). Programy reintrodukce koní Převalského na území Mongolska nyní probíhají na třech různých místech – Takhiin Tal, Hustain National Park a Khomiin Tal (XIANG *et al.*, 2014)

Kůň Převalského je dnes považován nejen za cenný zdroj volně žijících živočichů, ale je také slibným modelem pro další studium populační genetiky (HUANG *et al.*, 2014). Co se týče dalších postupů ve šlechtění koně Převalského jakožto genetického zdroje, je důležité rozpracovat přesný šlechtitelský program, který by zahrnoval jak koně chované v zoologických zahradách, případně chovných stanicích, tak i jedince reintrodukované. Je však nutné brát na tyto izolované subpopulace reintrodukovaných jedinců zřetel a zabránit v nich blízké příbuzenské plemenitbě. Dnešní počty koní Převalského již umožňují účinnou selekci, kterou dříve vzhledem k nízkému počtům chovaných jedinců nebylo možné provádět (JAKUBEC *et al.*, 2012)



## **4 MATERIÁL A METODIKA**

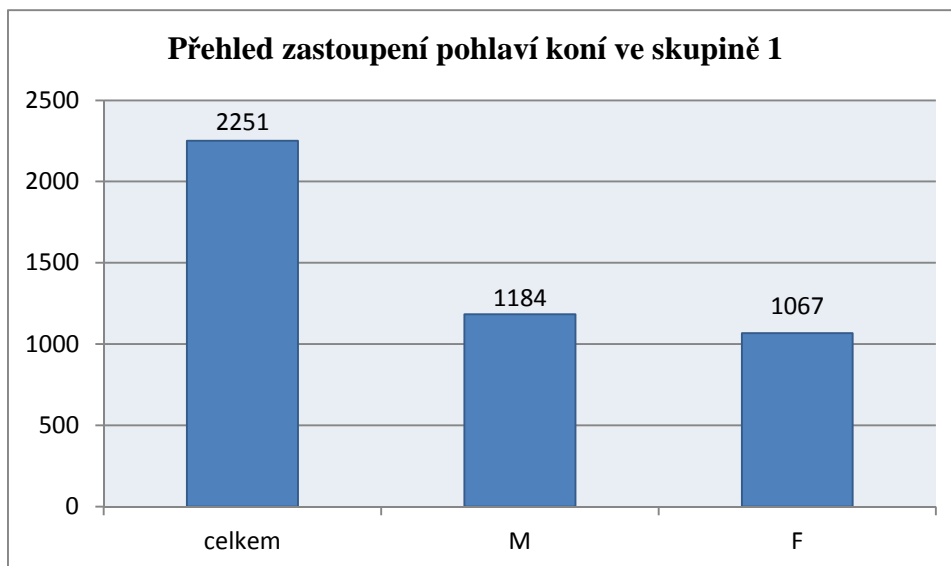
Metodika této diplomové práce byla navržena roku 2013 jako součást bakalářské práce na téma Chov koní Převalského. Téma diplomové práce a zpracování dat bylo konzultováno s panem RNDr. Evženem Kůsem, který je pověřený vedením plemenné knihy koní Převalského.

### **4.1 Přehled jedinců využitých pro zhodnocení vlivu koeficientu inbreedingu**

Na základě údajů dostupných v poslední tištěné verzi mezinárodní plemenné knihy koní Převalského obsahující koeficienty inbreedingu z roku 2008 a elektronické verze mezinárodní plemenné knihy, byla v programu Microsoft Excel 2010 vytvořena databáze pro účel statistického zpracování. Obsahovala údaje o všech jedincích, u nichž bylo známo datum narození, úmrtí, pohlaví a hodnota koeficientu inbreedingu. Každý jedinec v databázi musel mít přiřazené všechny tyto informace.

Jako primární zdroj dat sloužila tištěná verze mezinárodní plemenné knihy koní Převalského z roku 2008 pro její přehlednost a snadnou orientaci v datech. Ačkoli se nejedná o poslední verzi tištěné podoby plemenné knihy, k dalším aktualizacím a dopočítání koeficientu inbreedingu v následných letech nedošlo a mohla být proto využita tato starší verze. Aktuálnost dat (zejména data úmrtí) byla kontrolována a doplňována pomocí elektronické verze plemenné knihy koní Převalského, která je na internetu volně přístupná pro veřejnost.

Do statistiky byla zahrnuta zvířata narozená od roku 1912 do roku 2006. U později narozených jedinců nebyly k dispozici dopočítané koeficienty inbreedingu. V několika případech došlo díky kontrole k vyřazení některých jedinců z databáze. Nejčastějším důvodem byl fakt, že se data v jednotlivých plemenných knihách neshodovala nebo byla nereálná, např. datum úmrtí předcházelo datu narození. Z celkového počtu 6027 koní Převalského, kteří jsou aktuálně zapsaní v plemenné knize, bylo do základní databáze přiřazeno 2251 jedinců. Dále je tato skupina označována jako skupina 1. Podíly pohlaví v této skupině byly poměrně rovnoměrné, což je doloženo následujícím grafem.



Graf 3. Přehled zastoupení pohlaví koní ve skupině 1

V programu Microsoft Excel 2010 byl vytvořen přehledný seznam těchto jedinců, kde bylo u každého jedince uvedeno jeho nezaměnitelné číslo v plemenné knize, pohlaví, hodnota koeficientu inbreedingu a pomocí funkce datum byl vložen rok, měsíc a den narození a též úmrtí. Z těchto dvou dat program Microsoft Excel 2010 vypočítal délku života ve dnech u všech koní.

Do databáze byla zahrnuta i živě narozená mláďata, která však ještě týž den uhynula a jejichž délka života tak činila 0 dní. Naopak někteří z nejdéle žijících jedinců přesáhly hranici 13 000 dní. Koeficient inbreedingu jedinců zařazených v databázi dosahoval hodnot od 0,012 do 0,597 včetně.

Dále byly pro koně Převalského zařazené v databázi vytvořeny kategorie dle hodnoty koeficientu inbreedingu a roku narození a zvířata do nich byla roztříděna. Toho bylo dosaženo v programu Microsoft Excel 2010 pomocí funkce podmíněného formátování.

Tab. 1. Přehled kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu

kategorie	koeficient inbreedingu
A	< 0,999
B	0,100 – 0,199
C	0,200 – 0,299
D	0,300 – 0,399
E	0,400 – 0,499
F	> 0,500

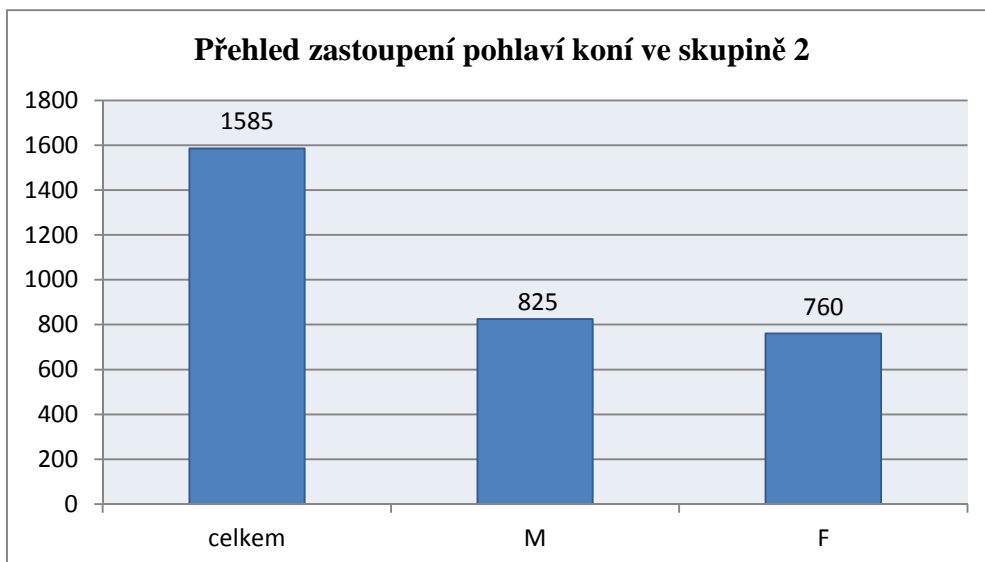
Tab. 2. Přehled kategorií podle roku narození koní

kategorie	rok narození
1	< 1938
2	1939 – 1945
3	1946 – 1958
4	1959 – 1979
5	> 1980

Kategorie roku narození byly vybrány na základě významných událostí, které ovlivnily chov koní Převalského:

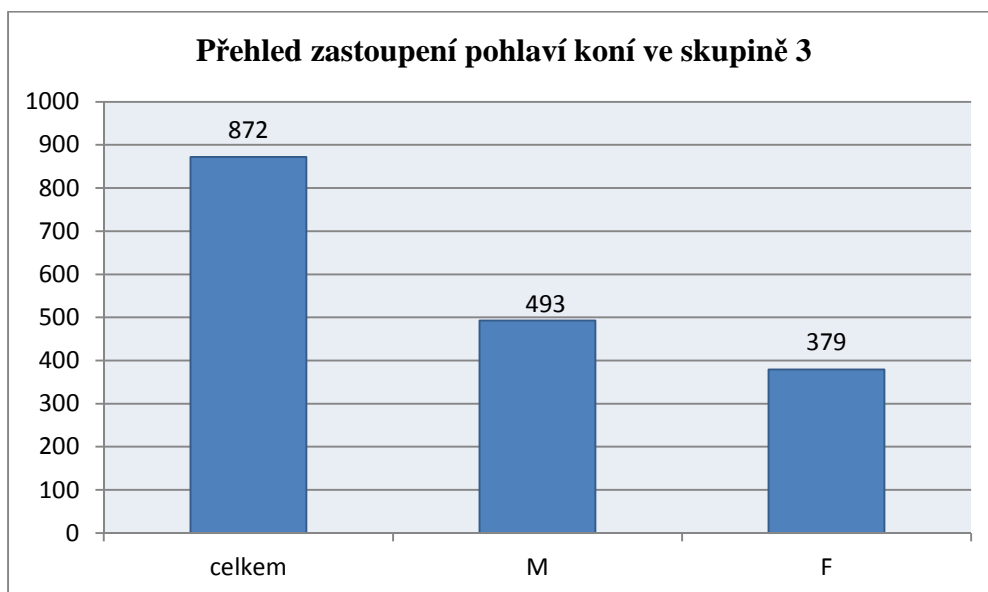
- kategorie 1 je obdobím počátku chovu koní Převalského v zajetí až do propuknutí druhé světové války
- v období druhé světové války, tedy v časovém intervalu kategorie 2, byl chov značně omezen
- kategorie 3 představuje období od konce druhé světové války do vzniku plemenné knihy koní Převalského
- kategorii 4 je z historického hlediska ohraničena z jedné strany datem vzniku plemenné knihy a z druhé strany počátkem 80. let, kdy bylo dosaženo minimálního počtu žijících jedinců z hlediska zachování populace
- do poslední kategorie, tedy do kategorie 5, byli zařazeni koně, narození od roku 1980 do roku 2006, kdy byly vypočítány poslední hodnoty koeficientu inbreedingu pro koně Převalského.

Ze skupiny 1, obsahující 2251 koní, byly vytvořeny ještě další dvě skupiny koní. První z nich vylučovala ze seznamu jedince, kteří žili méně než jeden rok. O této skupině dále hovořím jako o skupině 2. I přes vyřazení značné části koní, zůstaly poměry pohlaví rozděleny rovnoměrně, což znázorňuje graf 4. Celkem bylo do této skupiny zahrnuto 1585 koní.



Graf 4. Přehled zastoupení pohlaví koní ve skupině 2

Poslední skupina, určená k statistické analýze, zahrnovala pouze mladé jedince, kteří nežili déle než dva roky a nedožili se tedy ani období pohlavní dospělosti. Tato skupina obsahovala celkem 872 jedinců a dále je označována jako skupina 3.



Graf 5. Přehled zastoupení pohlaví koní ve skupině 3

## 4.2 Výběr statistických metod

Dále byla data zpracována pomocí statistických programů UNISTAT 6.5 (Ref: Felix Grant, Scientific Computing World, 21 April 2011) a SAS 9.1.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC). Pro každou ze tří skupin koní Převalského byla provedena popisná statistika. Díky tomu byly

získány informace o počtech koní v jednotlivých kategoriích, jejich procentuálním zastoupení, o průměrné délce života a hodnotě koeficientu inbreedingu.

Dále byly pro všechny skupiny vypočítány Pearsonovy korelace. Na data byl také použit zobecněný lineární model, který je pro různě velké soubory, jako je tomu v tomto případě, vhodnější než analýza rozptylu. Nezávisle proměnné představovalo pohlaví, rok narození a hodnota koeficientu inbreedingu a závisle proměnnou představovala délka života. Jako vhodnější se ukázalo využití Tukey-B testu, který je méně přísný než Scheffe test.

Z výsledků byly v programu Microsoft Excel 2010 vytvořeny přehledné tabulky a grafy a ty byly následně vyhodnoceny.

## 5 VÝSLEDKY A DISKUSE

Před vyhodnocením výsledků získaných pomocí statistických programů, je důležité si uvědomit, že databáze koní Převalského, která sloužila jako podklad pro tuto diplomovou práci, nezahrnovala všechny jedince zapsané v mezinárodní plemenné knize, ale pouze ty, u nichž bylo známo pohlaví, datum narození, datum úmrtí a hodnota koeficientu inbreedingu. Do databáze tak nebyli zahrnuti dosud žijící koně, dále jedinci, u nichž není znám celý rodokmen a také zvířata narozená po roce 2006, u nichž zatím nebyl koeficient inbreedingu dopočítán.

Mezinárodní plemenná kniha koní Převalského (její tištěná i elektronická verze) také obsahovala chyby, kvůli nimž muselo dojít k vyřazení některých jedinců z databáze. U některých koní nebylo zaznamenáno pohlaví nebo datum úmrtí předcházelo datu narození.

Podle mého názoru je přesná evidence koní Převalského v plemenné knize velmi důležitá a bylo by dobré ji dodržovat důsledněji. To se týká i dalších dat, která lze najít v elektronické verzi plemenné knihy, jako je například důvod úhynu. Někteří chovatele hlásí změny v chovu s velkým opožděním nebo dokonce vůbec, což komplementaci dat rozhodně neusnadňuje.

Dopočet koeficientu inbreedingu u koní Převalského narozených po roce 2006 komplikuje několik faktorů. Jedním z nich je i vypouštění koní do volné přírody, kde u nově narozených hříbat nemusí být znám otec. Pražská zoologická zahrada, která vede plemennou knihu koní Převalského od roku 1959, tuto problematiku v současnosti řeší, avšak dosud neúspěšně. Dříve byl koeficient inbreedingu počítán automaticky pomocí amerického a holandského programu, který však již neexistuje. Později byla část koeficientů spočítána ve Francii (KŮS, 2015a).

Přesto základní databáze vytvořená pro účel zpracování této diplomové práce obsahovala dostatečný počet jedinců, aby bylo možné statistické zhodnocení dat a vyhodnocení vlivu koeficientu inbreedingu na životaschopnost mláďat a délku života koní Převalského. Je však nutné upozornit na možné zkreslení výsledků, neboť se stále jedná o výběr určité množiny koní z celkového stavu populace.

## 5.1 Popisná statistika

Základní databáze zahrnovala všechny koně Převalského bez ohledu na délku života a hodnotu koeficientu inbreedingu. Jednou z podmínek zařazení daného jedince do databáze však bylo uvedení hodnoty koeficientu inbreedingu v mezinárodní plemenné knize. Jak lze vyčíst z následující tabulky rozmezí hodnot koeficientu inbreedingu v databázi kolísalo od 0,012 do 0,597 ve všech testovaných skupinách koní Převalského.

Tab. 3. Průměrné hodnoty koeficientu inbreedingu v jednotlivých skupinách

kategorie	průměrná hodnota koeficientu inbreedingu	minimální hodnota	maximální hodnota
skupina 1	0,2190	0,012	0,597
skupina 2	0,2194	0,012	0,597
skupina 3	0,2176	0,012	0,597

Minimální hodnota koeficientu inbreedingu, která byla v databázi obsažena (tedy hodnota 0,012) je v současné populaci koní Převalského považována za velmi nízkou. Naopak u jedinců, s hodnotou koeficientu inbreedingu vyšší než je 0,4, je očekáván výrazný projev inbrední deprese (BOYD a HOUP, 1994).

Zajímavá je že, průměrná hodnota koeficientu inbreedingu byla u všech skupin velice podobná. Nejnižší (tj. 0,2176) byla ve skupině 3, tedy skupině koní, kteří se nedožili více jak dvou let. To může být dáno tím, že postupem času dochází u nově narozených hříbat k snižování hodnoty koeficientu inbreedingu a že se každoročně rodí více hříbat koní Převalského, čímž se zvýšil i jejich úhyn. Zatímco část hříbat narozených v několika posledních letech, již uhynula, velká část jejich vrstevníků je stále naživu a nebyla tak do databáze vůbec zahrnuta a nemohla tedy ovlivnit průměrnou hodnotu koeficientu inbreedingu v jiných skupinách koní.

K odlišným výsledkům, co se týče vývoje hodnoty koeficientu inbreedingu, došli vědci zabývající se efektem úrovně inbreedingu a genetických faktorů na délku života u přimorožce arabského. I v jejich případě nejnižší hodnota koeficientu inbreedingu pozorována ve skupině zvířat, která žila déle než 500 dní. Dle SZABLEWSKÉHO *et al.*, (2006) by měl mít koeficient inbreedingu u koní Převalského podobný trend. To ovšem tato studie nepotvrdila.

### 5.1.1 Skupina 1

Koně byli zařazováni do jednotlivých kategorií dle jejich hodnoty koeficientu inbreedingu. Značení kategorií i početní rozdělení koní ve skupině 1, která zahrnovala všechny koně z databáze, znázorňuje následující tabulka a graf.

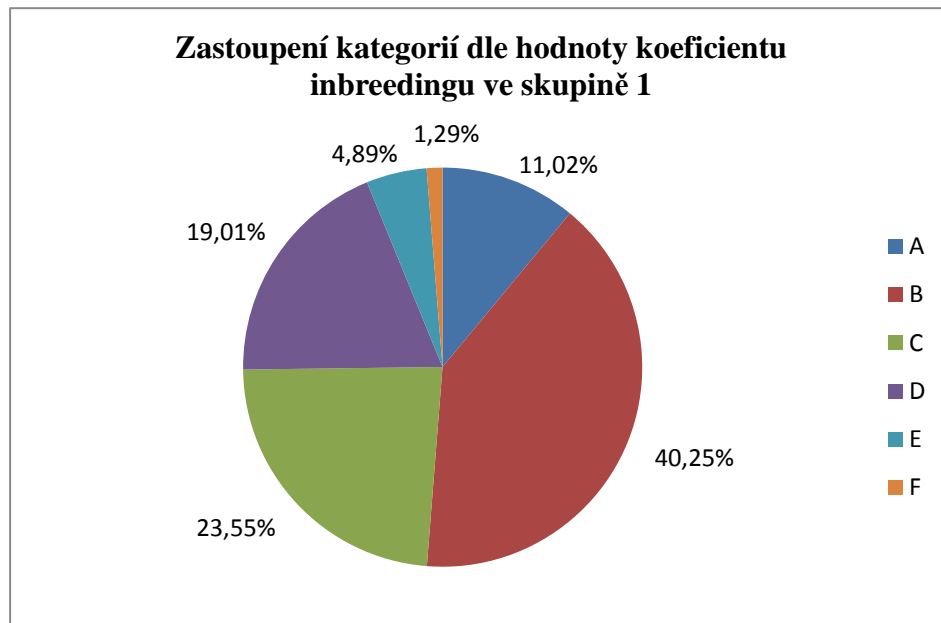
Tab. 4. Přehled kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu pro skupinu 1

kategorie	koeficient inbreedingu	absolutní četnost	%	průměrná délka života (dny)
A	< 0,999	248	11,02	3542
B	0,100 – 0,199	906	40,25	1966
C	0,200 – 0,299	530	23,55	3071
D	0,300 – 0,399	428	19,01	2897
E	0,400 – 0,499	110	4,89	2780
F	> 0,500	29	1,29	2231

Nejdelší průměrná délka života (tj. 3542 dní) připadá koním z kategorie A, tedy z kategorie s nejnižší hodnotou koeficientu inbreedingu, což by mohlo potvrzovat domněnku, že čím je nižší průměrná hodnota koeficientu inbreedingu, tím může být průměrná délka života koní vyšší.

Nečekaná je ovšem nejkratší průměrná délka života pro kategorii B (tj. 1966 dní). Dá se předpokládat, že zdůvodnění bude pravděpodobně obdobné jako v případě průměrné hodnoty koeficientu inbreedingu. Tedy, že se jedná o vliv většího množství koní narozených v několika posledních letech, kdy se ještě dopočítával koeficient inbreedingu. Tito koně měli relativně nízkou hodnotu koeficientu inbreedingu a vyšší porodnost způsobila jejich větší počet. Do databáze k této diplomové práci však byli zařazeni pouze již uhynulí jedinci. Mnozí jejich vrstevníci, kteří by mohli ovlivnit průměrnou délku života, jsou ještě živí a nebyli tak do databáze zahrnuti.





Graf 6. Zastoupení kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu ve skupině 1

Z grafu je jasně patrné, že procentuálně nejvíce je zastoupena kategorie B, tedy u 40,25 % koní se koeficient inbreedingu pohyboval v rozmezí hodnot 0,100 až 0,199. To potvrzuje předchozí domněnku. Naopak nejméně početná je kategorie F (pro hodnoty koeficientu inbreedingu od 0,500). Do této kategorie bylo zařazeno 1,29 % koní.

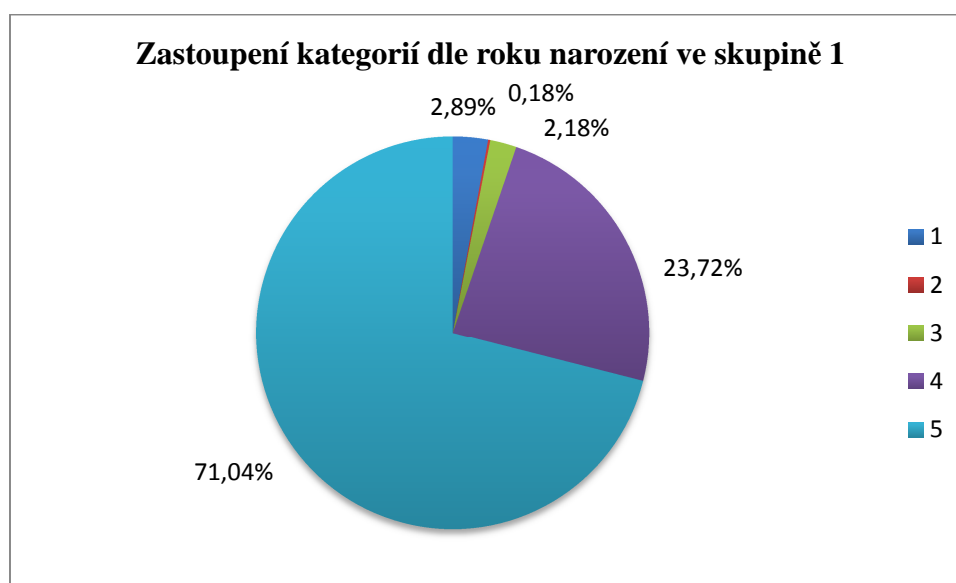
Obecně by tedy bylo možné (s výjimkou kategorie B) tvrdit, že vyšší hodnota koeficientu inbreedingu má negativní dopad na průměrnou délku života koní Převalského.

Velice podobné procentuální zastoupení kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu uvádí i WOLC *et al.*, (2007). Do této dřívější studie však byli zahrnuti i koně Převalského bez vypočítané hodnoty koeficientu inbreedingu. U těchto jedinců pak byla uvažována nulová úroveň koeficientu inbreedingu, což ovlivnilo výsledky a byl tak vypočítán nižší průměrný koeficient inbreedingu než je u populace koní Převalského předpokládán (WOLC *et al.*, 2007).

Následující tabulka a graf znázornují roztrídění všech koní Převalského z databáze do kategorií dle roku narození. Zde je ovšem důležité podotknout, že v kategorii 2 (tedy v období druhé světové války) jsou celkem zahrnuti pouze 4 jedinci. Druhá světová válka ochromila chov koní Převalského a počet porodů hříbat byl opravdu minimální. Situace se změnila až kolem roku 1950 (WOLC *et al.*, 2007). V tomto případě je tedy nutné upozornit na nižší vypovídající hodnotu.

Tab. 5. Přehled kategorií dle roku narození pro skupinu 1

kategorie	rok narození	absolutní četnost	%	průměrná délka života (dny)
1	< 1938	65	2,89	3714
2	1939 – 1945	4	0,18	1470
3	1946 – 1958	49	2,18	5371
4	1959 – 1979	534	23,72	4303
5	> 1980	1599	71,04	1933



Graf 7. Zastoupení kategorií dle roku narození ve skupině 1

Tabulka a graf přehledně znázorňují růst populace koní Převalského v průběhu let. Zřejmý je zde i dopad druhé světové války, kdy došlo k výraznému snížení počtu chovů. Vzhledem k nízkému zastoupení koní v této kategorii (pouze 0,18 %) však nelze průkazně tvrdit, že průměrná délka života koní Převalského narozených v období let 1939 až 1945 byla oproti ostatním kategoriím prokazatelně nejnižší. Oproti tomu, nejdelší průměrnou délku života (5371 dní) vykazují koně z kategorie 3, tedy koně narození v rozmezí let 1946 až 1958.

Za zmínku také stojí relativně nízká průměrná délka života koní narozených po roce 1980 (tj. 1933 dní). Jak již bylo zmíněno výše, lze se domnívat, že je tento fakt zapříčiněn vyřazením dosud žijících koní z databáze.

### 5.1.2 Skupina 2

Skupina 2 vylučovala koně, kteří uhynuli dříve, než dosáhli věku jednoho roku. To znamená, že zahrnovala pouze jedince, kteří uhynuli ve věku vyšším než jeden rok.

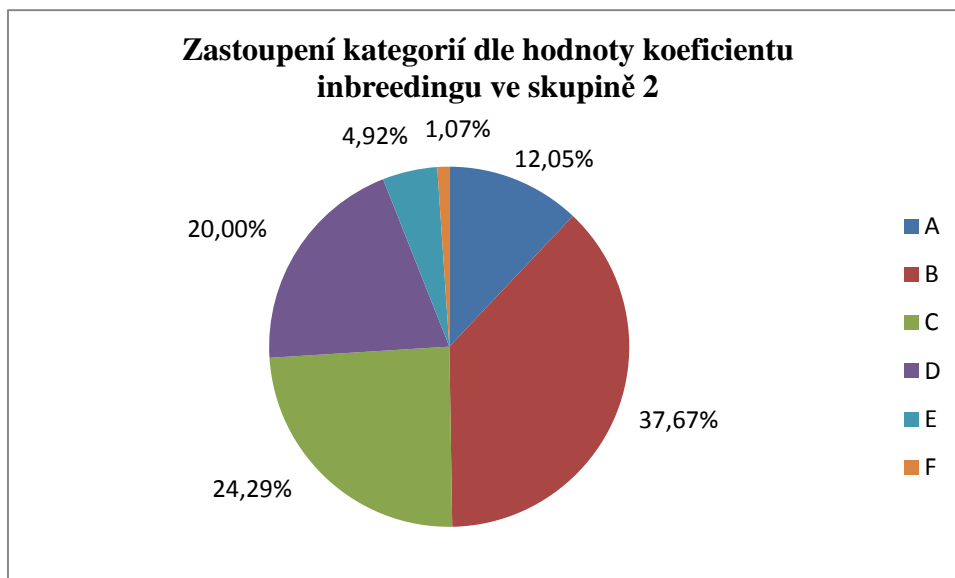
Tato skupina vznikla za účelem porovnání se skupinou 1, která obsahovala všechny jedince, tedy i hříbata, která se narodila jako živá, ale v průběhu prvního dne uhynula. Očekávalo se, že v těchto případech nehrála nejdůležitější roli výše hodnoty koeficientu, ale předpokládán byl spíše vliv porodu a prostředí. Skupina 2 by tedy mohla mít vyšší vypovídací hodnotu.

Také v tomto případě došlo k rozřazení koní do kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu a dle roku narození, vytvoření tabulek a grafů. Celkem podkategorie zahrnovala 1585 zvířat.

Tab. 6. Přehled kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu pro skupinu 2

kategorie	koeficient inbreedingu	absolutní četnost	%	průměrná délka života (dny)
A	< 0,999	191	12,05	4577
B	0,100 – 0,199	597	37,67	2950
C	0,200 – 0,299	385	24,29	4200
D	0,300 – 0,399	317	20,00	3886
E	0,400 – 0,499	78	4,92	3908
F	> 0,500	17	1,07	3755

Jak znázorňuje tabulka a níže i graf procentuální zastoupení koní v jednotlivých kategoriích je velice podobné zastoupení koní v kategoriích pro skupinu 1 (viz Tab. 5). Výraznější rozdíly lze zaznamenat v průměrné délce života. U všech kategorií došlo k jejímu navýšení a zhruba o 1000 a více dní, což představuje téměř tři roky života. Stále nejnižší průměrnou délku života (2950 dní) má kategorie B, tedy kategorie zahrnující koně s hodnotou koeficientu inbreedingu od 0,100 do 0,199.



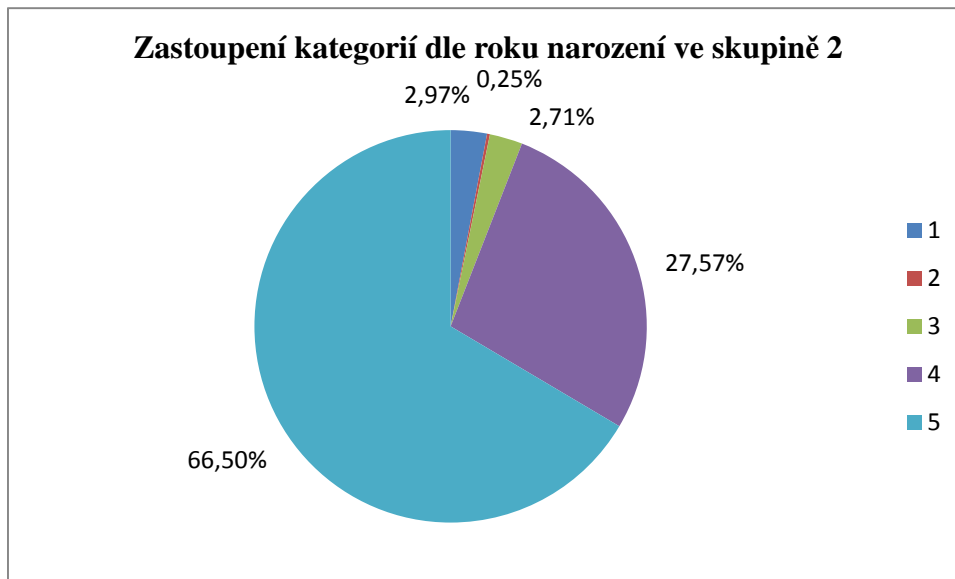
Graf 8. Zastoupení kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu ve skupině 2

Procentuálně nejméně je zastoupena opět kategorie F (1,07 %). Při srovnávání s předchozí skupinou 1, obsahující všechny koně Převalského z databáze si lze povšimnout, že zatímco u všech ostatních kategorií došlo k mírnému procentuálnímu vzrůstu, u kategorie F je tomu naopak. Z původních 1,29 % klesla na 1,07 %. Tento mírný pokles si vysvětlují vyšším procentuálním zastoupením kategorie F u skupiny 3 (viz níže). Teoreticky by tedy bylo možné soudit, že zvířata s hodnotou koeficientu 0,500 a více umírala relativně brzy po narození a nebyla tedy do skupiny 2 vůbec zařazena.

I ve skupině 2, byli koně rozděleni do kategorií dle roku narození. Zastoupení jednotlivých kategorií dle roku narození znázorňuje následující tabulka a graf.

Tab. 7. Přehled kategorií dle roku narození pro skupinu 2

kategorie	rok narození	absolutní četnost	%	průměrná délka života (dny)
1	< 1938	47	2,97	5109
2	1939 – 1945	4	0,25	1470
3	1946 – 1958	43	2,71	6111
4	1959 – 1979	437	27,57	5248
5	> 1980	1054	66,5	2895



Graf 9. Zastoupení kategorií dle roku narození ve skupině 2

Počty koní klesly ve všech kategoriích kromě kategorie 2, tedy období druhé světové války, zde zůstali i nadále zařazeni celkem 4 koně. K výraznějšímu procentuálnímu poklesu došlo v případě koní narozených po roce 1980. To potvrzuje moji domněnku, že je v této kategorii zařazeno více jedinců, kteří uhynuli poměrně mladí, než je tomu v jiných kategoriích.

Co se týče průměrné délky života koní ve dnech, je sice vyšší, ale její trend zůstává obdobný jako u skupiny 1.

### 5.1.3 Skupina 3

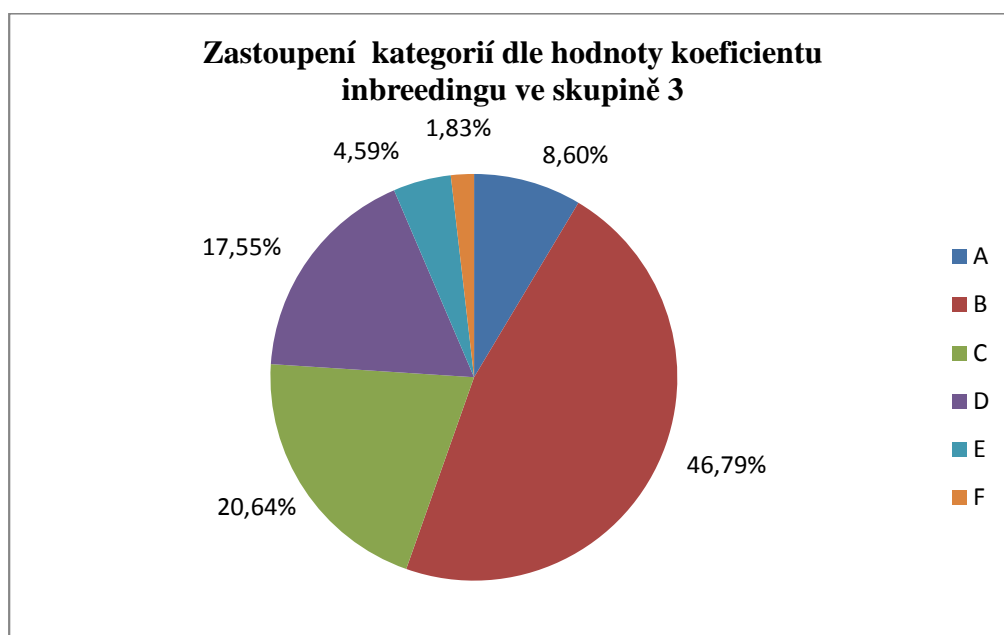
Do této poslední skupiny koní Převalského (tj. skupiny 3), byli zařazeni jedinci, kteří uhynuli dříve, než dosáhli období pohlavní dospělosti, tedy věku dvou let.

Tato skupina koní Převalského byla vytvořena se záměrem zjistit, zda existuje závislost mezi životaschopností mláďat a hodnotou koeficientu inbreedingu.

Celkem bylo do této skupiny zařazeno 872 koní. Jejich roztržení do kategorií dle hodnoty inbreedingu a roku narození znázorňují následující tabulky a grafy.

Tab. 8. Přehled kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu pro skupinu 3

kategorie	koeficient inbreedingu	absolutní četnost	%	průměrná délka života (dny)
A	< 0,999	75	8,6	189
B	0,100 – 0,199	408	46,79	184
C	0,200 – 0,299	180	20,64	165
D	0,300 – 0,399	153	17,55	202
E	0,400 – 0,499	40	4,59	129
F	> 0,500	16	1,83	190



Graf 10. Zastoupení kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu ve skupině 3

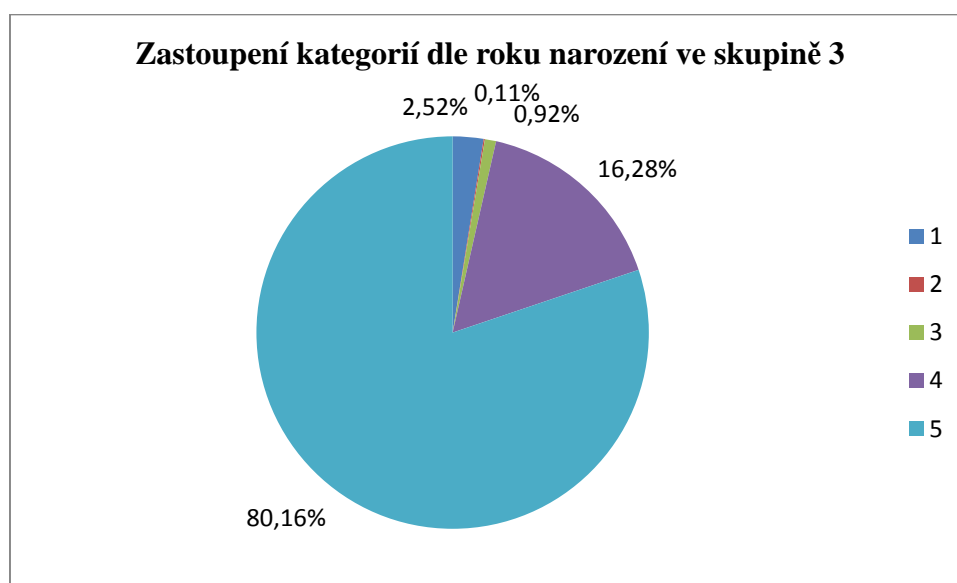
Zde bych ráda upozornila, na procentuálně vysoké zastoupení kategorie B (tj. 46,79 %). Oproti předchozím dvěma skupinám koní došlo k jejímu navýšení (40,25 % a 37,67 %, nyní 46,79 %). To znamená, že skupina 3, tedy skupina koní, kteří uhynuli dříve než ve dvou letech, obsahovala procentuálně nejvíce koní s hodnotou koeficientu inbreedingu od 0,100 do 0,199.

K jistému navýšení došlo také v kategorii F (z 1,29 % a 1,07 % na 1,83%). Tuto problematiku jsem však již diskutovala u skupiny 2, tedy skupiny bez jedinců, kteří žili kratší dobu než jeden rok.

Vliv roku narození na délku života je ve skupině 3 dosti těžké komentovat a to zejména z důvodu velmi nerovnoměrného zastoupení kategorií, což dokládá tabulka i graf.

Tab. 9. Přehled kategorií dle roku narození pro skupinu 3

kategorie	rok narození	absolutní četnost	%	průměrná délka života (dny)
1	< 1938	22	2,52	159
2	1939 – 1945	1	0,11	456
3	1946 – 1958	8	0,92	171
4	1959 – 1979	142	16,28	208
5	> 1980	699	80,16	176



Graf 11. Zastoupení kategorií dle roku narození ve skupině 3

I přes velmi nízkou vypovídající hodnotu kategorií této skupiny koní bych zejména ráda upozornila na procentuálně velmi vysoké zastoupení koní v poslední kategorii. Jedná se o koně narozené po roce 1980. Tvoří až 80,16 % z celkového množství. To svědčí o nejen o vyšší porodnosti v posledním období, ale také s tím spjaté vyšší úmrtnosti hříbat v relativně nízkém věku.

## 5.2 Pearsonova korelace délky života

Pearsonův korelační koeficient popisuje lineární závislost dvou veličin. Při zvýšení hodnoty jedné z nich, dojde ke změně hodnoty druhé veličiny.

Korelační koeficient nabývá hodnot od - 1 do + 1. V případě, že jedna veličina klesá, zatímco druhá roste, je znaménko záporné. Pokud obě veličiny zároveň klesají nebo rostou, je

výsledné znaménko kladné. Korelační koeficient roven nule znamená, že mezi danými veličinami neexistuje závislost.

Hodnocení výše korelačního koeficientu se provádí dle následujících hodnot:

- $r = 0,1$  malý efekt
- $r = 0,3$  střední efekt
- $r = 0,5$  velký efekt

Pearsonova korelace byla provedena pro každou skupinu koní zvlášť. Porovnávána byla závislost mezi délkou života ve dnech a hodnotou koeficientu inbreedingu nebo rokem narození či pohlavím. Následně byly výsledky zpracovány do tabulek a výsledky interpretovány.

Jako první byla testována skupina 1, tedy skupina zahrnující všechny koně Převalského.

Tab. 10. Korelace pro skupinu 1

	Pearsonova korelace	jednostranná pravděpodobnost
délka života-koeficient inbreedingu	-0,0273	0,0013
délka života-rok narození	-0,2719	0,0000
délka života-pohlaví	-0,1421	0,0000

Výsledky Pearsonovy korelace pro délku života a rok narození vykazují sice pouze nízkou míru korelace ( $r = -0,27$ ) jsou ovšem statisticky vysoce průkazné. Z toho plyne, že čím vyšší hodnotu měl rok narození koní Převalského, tím kratší byla délka života. Toto si vysvětlují vyšším počtem narozených koní v posledních letech, přičemž někteří z nich uhynuli mladí a byli tedy zařazeni do databáze, zatímco jiní jejich vrstevníci jsou ještě živí, tudíž z databáze vyřazení. Zajímavé je, že podobné výsledky měla studie FRANKELA a SOULÉHO (1981), ze které vyplynulo, že koně narození před druhou světovou válkou žili déle než koně narození až po roce 1945.

Také mezi délkou života a pohlavím byla zjištěna nízká negativní korelace ( $r = -0,14$ ) s vysokou průkazností. Tento fakt je potvrzen i výsledky GLM. U samic je vysoce průkazně potvrzena vyšší průměrná délka života, než je tomu u samců.



Tab. 11. Korelace pro skupinu 2

	Pearsonova korelace	jednostranná pravděpodobnost
délka života-koeficient inbreedingu	-0,0342	0,0001
délka života-rok narození	-0,3000	0,0000
délka života-pohlaví	-0,1923	0,0000

V případě skupiny 2, ve které nejsou obsaženi jedinci, kteří nežili déle než jeden rok, jsou výsledky i jejich zdůvodnění velmi podobné.

Tab. 12. Korelace pro skupinu 3

	Pearsonova korelace	jednostranná pravděpodobnost
délka života-koeficient inbreedingu	-0,0121	0,3601
délka života-rok narození	-0,0169	0,3087
délka života-pohlaví	-0,1130	0,0004

U skupiny 3, tedy u mláďat, která se nedožila ani věku pohlavní dospělosti, nebyl statisticky průkazně dokázán vliv hodnoty koeficientu inbreedingu ani roku narození na délku života. Do této problematiky by mohly vnést světlo informace o úhynu jedinců z plemenné knihy. Lze se domnívat, že spíše než hodnota koeficientu inbreedingu, může mít vliv na úhyn v nízkém věku porod, roční období a působení prostředí celkově. Statisticky vysoce průkazný je u této skupiny pouze vliv pohlaví ( $r = -0,11$ ).

Ve všech případech byl potvrzen statisticky vysoce průkazný vliv pohlaví na délku života. Tyto výsledky potvrzuje i GLM (viz níže). Rok narození a hodnota koeficientu inbreedingu korelují s délkou života pouze u prvních dvou skupin koní, kteří se dožili vyšší průměrné délky života, než tomu bylo u skupiny 3.

### 5.3 Vyhodnocení GLM

GLM (Generalized Linear Model) neboli zobecněný lineární model vychází z metody nejmenších čtverců. Pomocí této metody byl u všech skupin koní Převalského zpracován přehled statisticky vysoce průkazně rozdílných dvojic kategorií pohlaví, hodnoty koeficientu inbreedingu a roku narození.

V případě skupiny 3, tedy skupiny koní, kteří uhynuli dříve, než dosáhli věku dvou let, nebyla zjištěna žádná průkaznost mezi dvojicemi kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu ani roku narození. To dokazuje i následující tabulka.

Tab. 13. Vliv pohlaví, koeficientu inbreedingu a roku narození na délku života

proměnná	významnost		
	skupina 1	skupina 2	skupina 3
pohlaví	0,0000	0,0000	0,0007
koeficient inbreedingu	0,0000	0,0000	0,4397
rok narození	0,0000	0,0000	0,3276

Z hodnot uvedených v tabulce vyplývá, že pohlaví, rok narození a hodnota koeficientu inbreedingu má vysoce průkazný vliv na délku života pro skupinu 1 a skupinu 2. Pro skupinu 3 byl statisticky vysoce průkazný pouze vliv pohlaví na délku života. Hodnota koeficientu inbreedingu a rok narození neměla na délku jejich života majoritní vliv. Tyto výsledky se shodují s výsledky Pearsonovy korelace.

### 5.3.1 GLM pro pohlaví

Počty pohlaví v jednotlivých skupinách, které byly testovány, byly poměrně rovnoměrné. Pomocí GLM byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi délkou života klisen a hřebců. Výsledky jsou znázorněny v následujících tabulkách. Hvězdička znázorňuje vysoce průkazný rozdíl v délce života mezi kategoriemi.

Tab. 14. Statisticky významné rozdíly v délce života klisen a hřebců u skupiny 1

pohlaví	počet koní	průměrná délka života (dny)	M	F
M	1184	2223		*
F	1067	3060	*	

Jak vyplývá z tab. 14. Byl prokázán statisticky významný rozdíl v délce života klisen (s průměrnou délkou života 3060 dní) a hřebců (průměrná délka života 2223 dní). Rozdíl v délce života mezi pohlavími je tedy větší jak dva roky.

WOLC *et al.*, (2007) ve své studii uvádí, že průměrné hodnoty koeficientu inbreedingu jsou pro obě pohlaví koní Převalského podobné a neexistuje mezi nimi průkazný

rozdíl. To dokazuje, že pokud je u klisen zjištěna vyšší průměrná délka života, není to důsledkem nižší úrovně koeficientu inbreedingu oproti hřebcům.

Tab. 15. Statisticky významné rozdíly v délce života klisen a hřebců u skupiny 2

pohlaví	počet koní	průměrná délka života (dny)	M	F
M	825	3160		*
F	760	4271	*	

Také u skupiny 2, tedy skupiny koní, kteří žili déle než jeden rok, byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi délkou života samců a samic. I v tomto případě bylo prokázáno, že klisny se dožívají vyššího věku. Rozdíl mezi průměrnými délkami života jednotlivých pohlaví činil něco málo přes tři roky.

Tab. 16. Statisticky významné rozdíly v délce života klisen a hřebců u skupiny 3

pohlaví	počet koní	průměrná délka života (dny)	M	F
M	493	153		*
F	379	204	*	

Jak již naznačili výsledky Pearsonovy korelace i v případě skupiny hříbat, která se nedožila věku vyššího než dva roky, byly nalezeny vysoce průkazné rozdíly.

Pokud bychom uvažovali, že základní skupina (skupina 1), která zahrnovala všechny jedince z databáze, by představovala celou populaci koní Převalského, pak by bylo možné tvrdit, že reprodukčního věku (dvou let) se z této skupiny nedožilo 38 % hříbat (tj. 56,5 % hřebců a 43,5 % klisen). To by se blížilo číslům, která uvádí i VOLF (2002). Vyšším úhyn samců v tomto případě připisuje stresu z prvních soubojů o sociální postavení.

Při hodnocení výsledků jsem si povšimla, že v každé skupině koní mají vyšší procentuální zastoupení hřebci. Nejedná se o významný rozdíl, ale tento fakt je poněkud zarážející. Obecně platí, že frekventovanější je početí samčího embrya, ovšem v důsledku embryonální mortality, je o něco málo vyšší porodnost mláďat samičího pohlaví. Je ovšem nutné brát v úvahu, že pro účely této diplomové práce, bylo pracováno jen s vybranou množinou koní Převalského a do databáze nebyli zahrnuti všichni jedinci. Přesto by pro další výzkum mohlo být zajímavé, zda jsou poměry pohlaví v celé populaci opravdu vyvážené

a pokud by bylo prokázáno vyšší zastoupení samců, mohlo by studium příčiny tohoto jevu přinést nové poznatky.

VOLF (2002) uvádí, že mezi dlouhověkostí klisen a hřebců není u koní Převalského průkazný rozdíl a obě pohlaví se mohou dožít podobné věkové hranice. Tato studie nevyvrací možnost dožití hřebců vysokého věku, ale výsledky naznačují, že skupina klisen se v průměru dožívá prokazatelně vyššího věku, než skupina hřebců.

### 5.3.2 GLM pro koeficient inbreedingu

V následujících tabulkách uvedeny kategorie hodnot koeficientu inbreedingu s prokazatelnými rozdíly mezi délkou života koní Převalského.

Tab. 17. Statisticky významně rozdílné dvojice kategorií dle hodnot koeficientu inbreedingu u skupiny 1

kategorie	A	B	C	D	E	F
A		*		*	*	*
B	*		*			
C		*		*		*
D	*		*			
E	*					
F	*		*			

Z tab. 17. vyplývá zejména statisticky vysoce průkazný rozdíl mezi délkou života koní zařazených v kategorii A a koní z jiných kategorií. Koně zařazení v této kategorii se dožívají prokazatelně vyšší průměrné délky života než koně z ostatních kategorií (kromě kategorie C).

Tab. 18. Statisticky významně rozdílné dvojice kategorií dle hodnot koeficientu inbreedingu u skupiny 2

kategorie	A	B	C	D	E	F
A		*		*	*	
B	*		*			
C		*		*		
D	*		*			
E	*					
F						

Při porovnání obou tabulek si lze povšimnout, že v tab. 18. na rozdíl od tab. 17. nenajdeme u kategorie F žádné průkazné rozdíly s ostatními kategoriemi. To může být způsobeno procentuálně nižším zastoupením jedinců (pouze 1,07 %) s hodnotou inbreedingu odpovídající kategorii F (tedy hodnotou od 0,100 do 0,199) v této skupině.

U skupiny koní, kteří se nedožili vyššího věku než dvou let (tj. skupiny 3), nebyly nalezeny žádné statisticky významné rozdíly v délce života mezi jednotlivými kategoriemi. To potvrzuje domněnku, že pro tuto skupinu koní neexistuje průkazný vztah mezi délkou života a hodnotou koeficientu inbreedingu.

### 5.3.3 GLM pro rok narození

U všech skupin koní Převalského byla také provedena analýza rozdílů délky života u kategorií roku narození. Výsledky jsou zaznamenány níže v příslušných tabulkách.

Tab. 19. Statisticky významně rozdílné dvojice kategorií dle roku narození u skupiny 1

kategorie	1	2	3	4	5
1			*		*
2			*		
3	*	*		*	*
4			*		*
5	*		*	*	

Tab. 19. znázorňuje statisticky vysoce průkazné rozdíly v délce života koní v jednotlivých kategoriích dle roku narození u všech koní z databáze (tj. skupiny 1). Vysoce průkazné rozdíly v délce života ve srovnání s ostatními kategoriemi jsou především v kategorii 3, která představuje období mezi lety 1946 až 1958. Zároveň se jedná se o kategorii, s nejvyšší průměrnou délkou života (5371 dní). Domnívám se, že tato poměrně vysoká průměrná délka života by mohla být zapříčiněna poměrně nízkým procentuálním zastoupením koní (2,18 %), kteří měli možnost dožít se relativně vysokého věku a zároveň být zařazeni do databáze k této diplomové práci. Část koní narozených v pozdějších letech, zejména v kategorii s rokem narození 1980 a víc, prozatím nemusela uhynout. Jejich potenciálně vyšší věk, tak zatím nemohl dostatečně ovlivnit průměrnou délku života kategorií, do níž by příslušeli.

Tab. 20. Statisticky významně rozdílné dvojice kategorií dle roku narození u skupiny 2

kategorie	1	2	3	4	5
1			*		*
2			*	*	
3	*	*			*
4					*
5	*		*	*	

U skupiny 2, tedy u skupiny koní, ze které byli vyloučeni jedinci žijící kratší dobu než jeden rok, je situace s průkazným rozdílem délky života mezi jednotlivými kategoriemi dle roku narození koní Převalského velice obdobná.

### 5.3.4 Výsledky regresní rovnice

Regresní koeficient vyjadřuje, o kolik se změní závislost proměnné, pokud se nezávisle proměnná změní o jednu jednotku. Testovány byly opět všechny skupiny koní. Pevný efekt představovala v tomto testu délka života ve dnech a proměnnou byla hodnota koeficientu inbreedingu.

Výsledky regresní rovnice získané pomocí zobecněného lineárního modelu jsou uvedeny v tabulce.

Tab. 21. Výsledky regresní rovnice

skupiny	odhad	významnost
skupina 1	-1533	0,0034
skupina 2	-1522	0,0110
skupina 3	-68	0,3489

Ve skupině koní, která zahrnovala všechny jedince z databáze (tj. skupině 1), byly výsledky statisticky vysoce průkazné. Lze podle nich tvrdit, že pokud dojde ke zvýšení koeficientu inbreedingu o jednotku, zkrátí se délka života v průměru o 1533 dní. Podobně je na tom skupina 2, u které byli vyloučeni jedinci, kteří uhynuli dříve, než dosáhli věku jednoho roku.

U koní, žijících méně než dva roky, tedy u skupiny 3, nebyla regrese ani korelace mezi délkou života a hodnotou koeficientu inbreedingu prokázána.

## 6 ZÁVĚR

Populaci koní Převalského nelze považovat za přirozenou. Vznikla pouze díky 13 jedincům, někdy nejistého původu. Jejich potomci byli selektováni dle různých chovných postupů (zejména na základě fenotypových vlastností) a byly tak uměle vytvořeny odlišné chovné linie. Důsledkem toho došlo k omezení genetické rozmanitosti a zvýšení homozygotnosti. V některých liniích se toto projevilo somatickými defekty a poruchami plodnosti.

Při rekapitulaci a shrnutí výsledků je důležité si opět uvědomit, že databáze sloužící jako podklad pro tuto diplomovou práci, je pouze vybranou množinou koní Převalského a výsledky nemusí zcela odpovídat stavu celé populace.

Výsledky statistického zpracování dat byly ovlivněny zejména vyšším počtem koní, kteří se narodili v posledních několika letech. Do databáze byli však zahrnuti pouze ti z nich, kteří se dožili jen relativně nízkého věku. Jejich zatím žijící vrstevníci byli z důvodu absence data úmrtí z databáze vyřazeni, čímž došlo ke snížení průměrné délky života koní narozených po roce 1980.

Průměrné hodnoty koeficientu inbreedingu byly pro jednotlivé skupiny koní velice podobné. Nejvyšší hodnota (tj. 0,2190) byla zjištěna u skupiny 1, tedy skupiny zahrnující všechny jedince. Naopak nejnižší hodnotu (tj. 0,2176) měla skupina 3 zahrnující hříbata, která se nedožila vyššího věku než dva roky.

U všech skupin koní Převalského byly poměry pohlaví téměř rovnoměrné. Zajímavé však je, že vždy o něco málo početně převládali hřebci nad klisnami.

Tab. 22. Shrnutí všech výsledků

	statisticky průkazný vliv		
	pohlaví	hodnoty koeficientu inbreedingu	roku narození
skupina 1	*	*	*
skupina 2	*	*	*
skupina 3	*		

Byl dokázán vysoce průkazný rozdíl v délce života samic a samců u všech skupin koní. V případě skupiny 3, zahrnující hříbata, která se nedožila vyššího věku než dvou let, se jedná o relativně zanedbatelný rozdíl zhruba 50 dní. U základní skupiny 1 je už rozdíl

výraznější. Klisny v této skupině žijí téměř o 2 roky déle. U skupiny 2 s jedinci, kteří žili déle než jeden rok, se rozdíl v délce života klisen a hřebců lišily až o 3 roky.

Oproti tomu u hodnoty koeficientu byl zjištěn vysoce průkazný vliv na délku života pouze u prvních dvou skupin. Výsledky regresní rovnice naznačují, že při zvýšení hodnoty koeficientu inbreedingu o jednotku, dojde ke zkrácení délky života zhruba o 4 roky. To potvrzuje, že vyšší hodnota koeficientu inbreedingu má na délku života koní Převalského negativní dopad. Podle výsledků statistiky lze soudit, že na životaschopnost mláďat nemá hodnota koeficientu inbreedingu majoritní vliv. Zde bych doporučovala další výzkum se zaměřením na hodnocení obtížnosti porodu klisen a vlivu prostředí na délku života hříbat.

I přes velmi nízké procentuální zastoupení některých kategorií roku narození (jako v případě období druhé světové války) byl prokázán vliv roku narození na délku života u skupiny 1 a 2. V obou případech měl korelační koeficient záporné hodnoty a dle jeho absolutní hodnoty lze hovořit o středně silné korelaci. Výsledky tedy naznačují, že později narození koně Převalského žili kratší dobu, než tomu bylo u jejich předchůdců. To lze opět vysvětlit zkreslením databáze, na které jsem již upozorňovala.

Nebylo by vhodné vyvozovat jednoznačné závěry pouze na základě této studie. Některé výsledky by však mohly sloužit jako podklad nebo srovnání pro další studium, které by bylo možné zaměřit například na vliv a vývoj hodnoty koeficientu inbreedingu v jednotlivých chovných liniích koní Převalského.



## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

APPELS, Rudi, MORRIS, R., GILL, Brikram, MAY, C.E. *Chromosome biology*. New York: Springer Science+Business Media, 1998. ISBN 1461554098.

BEZDÍČEK, Jiří, František LOUDA a Jan ŠUBRT. *Vliv inbrední deprese na znaky reprodukce*. Rapotín: Agrovýzkum Rapotín, 2010a, 37 s. ISBN 978-80-260-0701-2.

BEZDÍČEK, Jiří, Jan ŠUBRT a František LOUDA. *Projev inbrední deprese u znaků mléčné užitkovosti*. Rapotín: Agrovýzkum Rapotín, 2010b, 46 s. ISBN 978-80-260-0700-5.

BOBEK, Miroslav, PTAČÍNSKÁ JIRÁTOVÁ Jana, BRANDL Pavel, KOLÁČKOVÁ Karolína, KŮS Evžen, ŠIMEK Jaroslav, VAIDL Antonín a VELENSKÝ Petr. *Pomáháme jim přežít: We help them to survive = Nous les aidons à survivre = Pomogajem im vyžit'*. 1. vyd. Praha: ZOO, 2011, 253 s. ISBN 978-80-85126-16-7.

BOUMAN, I. *The reintroduction of Przewalski horses in the Hustain Nuruu Mountain forest steppe reserve in Mongolia*. Netherlands Commission for International Nature Protection, Mededelingen 32, 1998.

BOUMAN, J.G. 1982. *The history of breeding the Przewalski horse in captivity*. Pages 17-64 in: Bouman, J.G., I. Bouman, and A. Groeneveld (eds.). *Breeding Przewalski Horses in Captivity for Release into the Wild*. Foundation for the Preservation and Protection of the Przewalski Horse, Rotterdam, The Netherlands

BOUMAN, J.G., a H. BOS. 1979. *Two symptoms of inbreeding depression in Przewalski horses living in captivity*. Pages 111-117 in: de Boer, L.E.M., J.G. Bouman, and I. Bouman (eds.). *Genetics and Hereditary Diseases of the Przewalski Horse*. Foundation for the Preservation and Protection of the Przewalski Horse, Rotterdam, The Netherlands

BOWLING, A.T., ZIMMERMANN, W., RYDER, O., PENADO, C., PETO, S., CHEMNICK, L., YASINETSKAYAD, N., and T. ZHARKIKHD 2003. *Genetic variation in Przewalski's horses, with special focus on the last wild caught mare, 231 Orlitza III*. *Cytogenetic and Genome Research*, 102, pp.226–234.

BOYD, Lee a Katherine A HOUP. *Przewalski's horse: the history and biology of an endangered species*. Albany: State University of New York Press, c1994, xvii, 313 p. ISBN 0791418901-.

COLLINS, W. C., SONGSASEN, M. M., VICK, B., WOLFE, B., WEISS, B. R. KEEFER, C. L. MONFORT, S. L. *Abnormal reproductive patterns in Przewalski mares are associated with a loss in gene diversity*. *Biol. Reprod.* 2012.

GRANT, Felix. *Program UNISTAT v 6.5*. Scientific Computing World, 21 April 2011.

FRANKHAM, Richard, BALLOU Jonathan D., BRISCOE David A. *Introduction to conservation genetics*. 2nd ed. New York [N.Y.]: Cambridge University Press, 2010, xxiii, 618 s. ISBN 9780521878470.

FRANKEL, O a Michael E SOULÉ. *Conservation and evolution*. New York: Cambridge University Press, 1981, viii, 327 p. ISBN 05-212-9889-X

GOTO, Hiroki, RYDER A. Oliver, FISHER R. Allison, SCHULTZ Bryant, POND S. L. Kosakovsky, NEKRUTENKO Anton a MAKOVA D. Kateryna. *A Massively Parallel Sequencing Approach Uncovers Ancient Origins and High Genetic Variability of Endangered Przewalski's Horses*. [online]. s. 1096-1106 [cit. 2015-03-23]. 2011

HAMANOVÁ, Kateřina a Vojtěch HRUBAN. Incest a genetické zatížení: příbuzenské křížení u zvířat. *Vesmír*. 2000, č. 79, s. 85-87.

HEDRICK, Philip a Steven T. KALINOWSKI. *Inbreeding depression in conservation biology*. IN: Annual review of Ecology and Systematics Vol. 31, (2000), pp. 139-162  
Published by: Annual Reviews.

HUANG, Jinlong, Yiping ZHAO, Wunierfu SHIRAIKOL, Bei LI, Dongyi BAI, Weixing YE, Dorjsuren DAIDIKHUU, Lihua YANG, Burenqiqige JIN, Qinan ZHAO, Yahan GAO, Jing WU, Wuyundalai BAO, Anaer LI, Yuhong ZHANG, Haige HAN, Haitang BAI, Yanqing BAO, Lele ZHAO, Zhengxiao ZHAI, Wenjing ZHAO, Zikui SUN, Yan ZHANG, He MENG a Manglai DUGARJAVIIN. Analysis of horse genomes provides insight into the diversification and adaptive evolution of karyotype. *Scientific Reports* [online]. 2014, vol. 4 [cit. 2015-04-26]. DOI: 10.1038/srep04958.

JAKUBEC, Václav, František LOUDA a Jiří BEZDÍČEK. *Šlechtění a management genetických zdrojů zvířat*. 1. vyd. Rapotín: Agrovýzkum, 2012, 410 s. ISBN 978-80-87592-10-6.

KARDOVÁ, Lenka. *Rozšíření koně Převalského v České republice* [online]. České Budějovice, 2012 [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: [http://theses.cz/id/3mgpu3/Historie\\_kon\\_Pevalskho\\_v\\_esk\\_republice.pdf](http://theses.cz/id/3mgpu3/Historie_kon_Pevalskho_v_esk_republice.pdf). Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce doc. Ing. Miroslav Maršálek.

KŮS, Evžen. *Chovné linie koní Převalského*. Osobní sdělení, cit. 10. 3. 2015a.

KŮS, Evžen. *Generální plemenná kniha koně Převalského: General studbook of the Przewalski horse*. [reedice 4. vyd.]. Praha: Zoologická zahrada Praha, 1997, 239 s. ISBN 80-851-2602-8.

KŮS, Evžen. *Koeficienty inbreedingu u koní Převalského*. Osobní sdělení, cit. 3. 4. 2015b.

KŮS, Evžen. *Mezinárodní plemenná kniha koně Převalského: International studbook of the Przewalski horse*. Praha: Zoologická zahrada Praha, 2008a, 202 s. ISBN 978-80-85126-03-7.

KŮS, Evžen. *Odborné články v časopise Trojský koník, kůň Převalského*, vydává Zoologická zahrada hlavního města Prahy, ročník 2008b, 63s.

KŮS, Evžen. *Reintrodukce koní Převalského*. Osobní sdělení, cit. 19. 10. 2011.

KŮS, Evžen. *Úvodem*. In: Equus: Praha 2009. Praha: Prague Zoo, 2009, s. 3. ISBN 978-80-85126-07-5.

KŮS, Evžen. *Zoologické zahrady a záchrana ohrožených druhů na příkladu koně Převalského (Equus Przewalskii)*. In: *Úloha botanických a zoologických zahrad při ochraně a reintrodukcí ohrožených druhů*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2006, s. 9. ISBN 80-7212-440-4.

KYOUNG-TAG, Do, HONG-SIK, Kong, JOON-HO, Lee, HAK-KYO, Lee, BYUNG-WOOK, Cho, HEUI-SOO, Kim, KUNG, Ahn, KYUNG-DO, Park. *Genomic characterization of the Przewalski's horse inhabiting Mongolian steppe by whole genome re-sequencing*. Department of Equine Sciences, Sorabol College, Gyeongju 780-711, South Korea, 2014.

MOEHLMAN, Patricia Des Roses. *Equids--zebras, asses, and horses: status survey and conservation action plan*. Gland, Switzerland: IUCN-the World Conservation Union, 2002, ix, 190 p. ISBN 2831706475.

NOGOVÁ, Barbara. *Chov koně Převalského*. Brno: Bakalářská práce 2013.

MILLER, P. S. *Selective Breeding Programs for Rare Alleles: Examples from the Przewalski's Horse and California Condor Pedigrees*. *Conservation Biology*, 9: 1262–1273. doi: 10.1046/j.1523-1739.1995.9051244.x-i1, 1995.

ROBOVSKÝ, Jan. Przewalski horse: a review of controversies over its taxonomy, phylogeny and full-bloodedness. In: *Equus*. Praha: Prague Zoo, 2009, s. 56. ISBN 978-80-85126-07-5.

SAS Institute Inc., *program SAS v. 9.1.4*, SAS Campus Drive, Cary, NC, North Carolina 27513, January 2004.

SLOTTA-BACHMAYR, Leopold, BOEGEL Ralf, KACZENSKY Petra, STAUFFER Christian a WALZER Christian. *Use of population viability analysis to identify management priorities and success in reintroduction Przewalski's horses to southwestern Mongolia*. [online]. s. 790-798 [cit. 2015-03-23]. DOI: 10.2193/0022-541x, 2004.

SZABLEWSKI, Paweł, WOLC, Anna, SZWACZJKOWSKI, Tomasz. *The effect of inbreeding level and genetic factors on longevity in Arabian oryx (Oryx leucoryx)*. Institute of Genetics and Animal Breeding, Jastrzębiec, Poland. *Animal Science Papers and Reports* vol. 24 (2006) no. 4, 279-287

VOLF, Jiří. *Odysea divokých koní*. 1. vyd. Praha: Academia, 2002, 142 p. ISBN 80-200-0965

VOLF, Jiří. *Po stopách koní: populárně naučná četba pro žactvo základních a středních všeobecně vzdělávacích škol doplňující učivo ze zoologie a paleontologie*. 1.vyd. Praha: SPN, 1972, 226s.

VOLF, Jiří. Půlstoletí mezinárodní spolupráce na záchraně koně Převalského – jak jsme začínali (Half a century of international cooperation in the preservation of the Przewalski horse). In: *Equus*. Praha: Prague Zoo, 2009, s. 56. ISBN 978-80-85126-07-5.

VODIČKA, Roman. Veterinární péče o koně Převalského. In: *Trojský koník*, kůň Převalského, vydává Zoologická zahrada hlavního města Prahy, ročník 2008b, 63 s.

WESTEMEIER, Ronald, BRAWN, Jeffrey, SIMSON, Scott, ESKER, Terry, JANSEN, Roger, WALK, Jeffery, KERSHNER, Eric, BOUZAT, Juan, PAIGE, Ken. *Tracking the Long-Term Decline and Recovery of an Isolated Population* Science. 282, November 1998.

WOLC, Anna, JOZWIAKOWSKA-NITKA Martyna, SZABLEWSKI Paweł, SWACZKOWSKI Tomasz. *Inbreeding in captive bred Przewalski horses from local populations*. [online]. s. 300-307 [cit. 2015-03-20]. DOI: 10.1017/s001667230500772x.

XIA, Canjun, CAO, Jie, ZHANG, Hefan, GAO, Xingyi, YANG, Weikang, BLANK, David. 2014. Reintroduction of Przewalski's horse (*Equus ferus przewalskii*) in Xinjiang, China: The status and experience. *Biological Conservation*, 177, pp.142–147.

ZELLER, Daniel. *Kůň Převalského: symbol záchrany druhů*. ZOO report Profi [online]. 2005, roč. 2005, č. 3, s. 6 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <http://www.zoobrno.cz/cs/o-nas/zoo-report/>

ZIMMERMANN, Waltraut. *The domestic trait(s) in the A-line of Przewalski horses (Equus ferus przewalskii)* In: *Equus*. Praha: Prague Zoo, 2009, s. 56. ISBN 978-80-85126-07-5.

ZOO PRAHA. *General studbook of the Przewalski horse*. [online]. 2000 [cit. 2015-03-8].  
Dostupné z: <http://przwhorse.pikeelectronic.com/>

## 8 SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Přehled kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu .....	26
Tab. 2. Přehled kategorií podle roku narození koní .....	27
Tab. 3. Průměrné hodnoty koeficientu inbreedingu v jednotlivých skupinách.....	31
Tab. 4. Přehled kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu pro skupinu 1 .....	32
Tab. 5. Přehled kategorií dle roku narození pro skupinu 1 .....	34
Tab. 6. Přehled kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu pro skupinu 2 .....	35
Tab. 7. Přehled kategorií dle roku narození pro skupinu 2 .....	36
Tab. 8. Přehled kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu pro skupinu 3 .....	38
Tab. 9. Přehled kategorií dle roku narození pro skupinu 3 .....	39
Tab. 10. Korelace pro skupinu 1 .....	40
Tab. 11. Korelace pro skupinu 2 .....	41
Tab. 12. Korelace pro skupinu 3 .....	41
Tab. 13. Vliv pohlaví, koeficientu inbreedingu a roku narození na délku života .....	42
Tab. 14. Statisticky významné rozdíly v délce života klisen a hřebců u skupiny 1 .....	42
Tab. 15. Statisticky významné rozdíly v délce života klisen a hřebců u skupiny 2.....	43
Tab. 16. Statisticky významné rozdíly v délce života klisen a hřebců u skupiny 3.....	43
Tab. 17. Statisticky významně rozdílné dvojice kategorií dle hodnot koeficientu inbreedingu u skupiny 1 .....	44
Tab. 18. Statisticky významně rozdílné dvojice kategorií dle hodnot koeficientu inbreedingu u skupiny 2 .....	44
Tab. 19. Statisticky významně rozdílné dvojice kategorií dle roku narození u skupiny 1.....	45
Tab. 20. Statisticky významně rozdílné dvojice kategorií dle roku narození u skupiny 2.....	46
Tab. 21. Výsledky regresní rovnice .....	46
Tab. 22. Shrnutí všech výsledků .....	47



## 9 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Věková pyramida koní Převalského .....	14
Graf 2. Vývoj hodnoty koeficientu inbreedingu u koní Převalského.....	21
Graf 3. Přehled zastoupení pohlaví koní ve skupině 1 .....	26
Graf 4. Přehled zastoupení pohlaví koní ve skupině 2.....	28
Graf 5. Přehled zastoupení pohlaví koní ve skupině 3 .....	28
Graf 6. Zastoupení kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu ve skupině 1 .....	33
Graf 7. Zastoupení kategorií dle roku narození ve skupině 1 .....	34
Graf 8. Zastoupení kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu ve skupině 2 .....	36
Graf 9. Zastoupení kategorií dle roku narození ve skupině 2 .....	37
Graf 10. Zastoupení kategorií dle hodnoty koeficientu inbreedingu ve skupině 3 .....	38
Graf 11. Zastoupení kategorií dle roku narození ve skupině 3 .....	39

## 10 SEZNAM ZKRATEK

GLM	Generalized Linear Model (zobecněný lineární model)
EEP	Evropský záchovný program
SKUPINA 1	skupina koní Převalského, zahrnující všechny jedince z databáze
SKUPINA 2	skupina koní Převalského, zahrnující z databáze pouze koně, kteří žili déle než jeden rok
SKUPINA 3	skupina koní Převalského, zahrnující z databáze pouze koně, kteří žili méně než dva roky
M	male (samec)
F	female (samice)

## **11 SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1. Ukázka internetové verze mezinárodní plemenné knihy koní Převalského

Příloha 2. Ukázka mezinárodní plemenné knihy koně Převalského z roku 2008



St. Nr.	Sex	Studbook name	House name 1/2	Date of Birth	Date of Death	Sire Nr. Name	Dam Nr. Name	Site since / locations	F	Rem.
907	M	SAN DIEGO/31	BOLTON	31.05.1980	04.03.1990	638 SAN DIEGO/10	339 CATSKILL/29	31.05.1980 / SAN PASQUAL 10.06.1980 / SAN DIEGO 27.07.1982 / SAN PASQUAL 07.05.1987 / BEKESBOURNE L.		0,341
908	F	BERLIN-OST/14	BEATRIX	01.06.1980	08.02.1989	265 CATSKILL/9	515 BERLIN-OST/5	01.06.1980 / BERLIN-OST 29.07.1985 / URUMQI-XINJIANG		0,312
909	M	MINNESOTA/2	ADOLPH	01.06.1980	13.01.1989	615 LONDON/30	700 MARWELL/27	01.06.1980 / MINNESOTA		0,046
910	M	HOWLETTS/29		02.06.1980	01.01.1986	499 HOWLETTS/2	290 PRAHA/54	02.06.1980 / BEKESBOURNE L.		0,376
911	F	CHESTER/3	OLGA	02.06.1980	14.06.1981	613 MARWELL/19	598 LONDON/29	02.06.1980 / CHESTER		0,165
912	M	MARWELL/46	BEN	02.06.1980	18.12.1996	293 CATSKILL/17	400 PRAHA/93	02.06.1980 / MARWELL 19.03.1981 / ROTTERDAM 12.04.1991 / ST.PHILIPSLAND		0,039 ee, d
913	M	LONDON/59	NUREYEV	04.06.1980	15.07.2006	517 MARWELL/3	389 LONDON/14	04.06.1980 / WHIPSNADÉ 14.03.1981 / TOKYO		0,105 at
914	F	HOWLETTS/30		07.06.1980	01.01.1986	499 HOWLETTS/2	414 PRAHA/96	07.06.1980 / BEKESBOURNE L.		0,210
915	M	KÖLN/10	APOLL	07.06.1980	18.01.1993	607 HELLABRUNN/70	462 PRAHA/97	07.06.1980 / KÖLN 07.06.1980 / KÖLN		0,054
916	M	MARWELL/47	BILL	09.06.1980	31.05.1987	293 CATSKILL/17	508 MARWELL/2	09.06.1980 / MARWELL 07.05.1981 / PAIGNTON 16.09.1982 / WOBURN		
917	F	CATSKILL/69	RODY	14.06.1980	06.02.1991	470 CATSKILL/45	275 CATSKILL/12	14.06.1980 / CATSKILL		0,241
918	M	MARWELL/48	BAMI	16.06.1980	26.05.1981	293 CATSKILL/17	234 PRAHA/33	16.06.1980 / MARWELL		
919	F	OBERWIL/12	FILONA	17.06.1980	14.01.1983	478 HELLABRUNN/65	486 PRAHA/104	17.06.1980 / OBERWIL 29.06.1982 / HILVARENBEEK		0,057
920	M	MARWELL/49	HASIL	18.06.1980	13.02.2004	293 CATSKILL/17	393 PRAHA/89	18.06.1980 / MARWELL 07.05.1981 / PAIGNTON 16.09.1982 / WOBURN		0,039 Ee
921	F	CATSKILL/70	SICCA	20.06.1980	31.01.1988	505 CATSKILL/51	278 HELLABRUNN/52	20.06.1980 / CATSKILL		0,352
922	F	OBERWIL/13	FASA	25.06.1980	12.01.1983	661 OBERWIL/2	641 OBERWIL/1	25.06.1980 / OBERWIL 29.06.1982 / HILVARENBEEK		0,225
923	M	HOWLETTS/31		29.06.1980	29.06.1980	499 HOWLETTS/2	506 HOWLETTS/3	29.06.1980 / BEKESBOURNE L.		0,120
924	F	ARNHEM/9	URUNGA	30.06.1980		523 PRAHA/110	344 PRAHA/75	30.06.1980 / ARNHEM 26.11.1991 / HILVARENBEEK		0,242
925	M	WIEN/4	SCHONBRUNN	30.06.1980	01.06.1981	543 NURNBERG/3	644 KÖLN/7	30.06.1980 / WIEN 02.04.1981 / NEUKIRCHEN		0,185
926	M	LEIPZIG/27	RONDO	02.07.1980	06.02.1983	383 HELLABRUNN/61	358 HELLABRUNN/58	02.07.1980 / LEIPZIG 14.07.1981 / AMSTERDAM 02.06.1982 / DE OOUJ		0,414
927	M	MARWELL/50		02.07.1980	02.07.1980	293 CATSKILL/17	238 BLIJDOORP/4	02.07.1980 / MARWELL		
928	F	LONDON/60	NADIA	03.07.1980	19.06.1981	517 MARWELL/3	530 LONDON/24	03.07.1980 / WHIPSNADÉ 14.03.1981 / TOKYO		0,105
930	F	LENINGRAD/4	VICHRA	05.07.1980	04.06.1987	571 MARWELL/13	554 MARWELL/9	05.07.1980 / LENINGRAD		0,246
931	F	NURNBERG/24	MIRANDA	07.07.1980		397 HELLABRUNN/63	311 PRAHA/61	07.07.1980 / NURNBERG		0,029
932	F	HELLABRUNN/84	SITKA	08.07.1980	22.11.2004	411 HELLABRUNN/64	173 HELLABRUNN/46	08.07.1980 / MÜNCHEN 06.08.1987 / KÖLN 03.11.1988 / MÜNCHEN 14.08.2001 / GRAFENWÖHR 14.01.2004 / MÜNCHEN		0,410

Příloha 2. Ukázka mezinárodní plemenné knihy koně Převalského z roku 2008 (KÚS, 2008a)