

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA PEDAGOGICKÁ
CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**Odhad věku posledního divokého koně - koně
Převalského (*Equus przewalskii*)**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Nicola Rollingerová

Biologie se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: RNDr. Jan Robovský, Ph.D.

Plzeň 2020

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Plzeň 25. dubna 2020

.....

vlastnoruční podpis

Chtěla bych poděkovat vedoucímu práce RNDr. Janu Robovskému, Ph. D. za trpělivost a ochotu při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Jiřímu Koutovi, Ph. D. za zprostředkování kontaktu s vedoucím práce, díky čemuž jsem se mohla této problematice věnovat, a za rady a pomoc v nejasných situacích. Také bych chtěla poděkovat Bc. Davidu Horákovi za rady a trpělivost a svým rodičům za podporu.

Obsah

1	Úvod	1
2	Určování věku savců	2
2.1	Určování věku v závislosti na růstu	2
2.1.1	Tělesná hmotnost	2
2.1.2	Lineární rozměry.....	3
2.1.3	Bakulum.....	3
2.1.4	Váha vysušených očních čoček	3
2.2	Určování věku v závislosti na strukturální degradaci	4
2.2.1	Obrus chrupu.....	4
2.2.2	Ztráta pružnosti kolagenových vláken	4
2.3	Odhady věku v závislosti na změnách během růstu.....	4
2.3.1	Nahrazení chrupu	4
2.3.2	Kostní dřev.....	4
2.3.3	Srůst epifýzy	4
2.3.4	Vnější rysy	5
2.4	Stanovení absolutního růstu z přímých linií „růstových kroužků“	5
2.4.1	Zuby - cement a zubovina.....	5
2.4.2	Kosti.....	5
2.4.3	Ušní kůstky	6
2.4.4	Rohy a drápy	6
2.4.5	Pevné ušní zátky kosticovců	6
2.4.6	Kostice	6
2.5	Metodiky determinace věku podle chrupu aplikovatelné na koňovité.....	7
2.5.1	Erupce a nahrazení zubů	7
2.5.2	Opotřeбенí permanentních zubů	8
2.5.3	Počet linií v cementu zubu.....	9
2.6	Stanovení chronologického věku u koňovitých	9
3	Modelový organismus - kůň Převalského	12
3.1	Taxonomie.....	12
3.2	Areál a preferované prostředí.....	12
3.3	Extinkce.....	14
3.4	Záchranné programy a chovy v zajetí	15
3.5	Rozdíly mezi koněm Převalského a koněm domácím	16

3.5.1	Vizuální.....	16
3.5.2	Genetické	17
3.6	Koňský chrup	17
3.6.1	Struktura zubu	18
3.6.2	Morfologie zubu	19
3.6.3	Fyziologie zubu.....	19
4	Materiál a metodika	20
4.1	Určení erupce	21
4.2	Určení přítomnosti jamkové stopy	21
4.3	Určení mizení zubní hvězdy.....	21
4.4	Určení změny tvaru dolních řezáků	22
4.5	Určení klešťovitého skusu.....	22
5	Výsledky.....	23
5.1	Erupce	23
5.2	Přítomnost jamkové stopy.....	25
5.3	Mizení zubní hvězdy	25
5.4	Změny tvaru dolních řezáků.....	25
5.5	Klešťový skus.....	26
6	Diskuse	28
6.1	Porovnání s jinými pracemi podobného typu.....	28
6.2	Spolehlivost vizuálních metod	28
6.3	Využití zvířat v lidské péči pro srovnání věku.....	29
7	Závěr.....	31
8	Literatura	33
8.1	Internetové zdroje:	37
9	Resumé	38
10	Seznam tabulek.....	39
11	Přílohy	40

1 Úvod

Cílem této práce je předložit literární rešerší metod na určování absolutního a relativního věku savců, se zvláštní pozorností ke koňovitým, a dále studovanému druhu (*Equus przewalskii*). Rešerše umožní vybrat metodiku použitelnou pro osteologický materiál koně Převalského, který je k dispozici ve světových zoologických sbírkách. U něho se pokusit vytvořit protokol na určování věku a celkově pak zasadit zjištěné poznatky do kontextu publikovaných studií. Tento záměr by mohl mít praktické využití pro tento druh při monitoringu v terénu nebo odhadu vlivu lidské péče na morfologické parametry tohoto druhu. V rámci kapitoly "Modelový organismus" se pokusím obecně charakterizovat koně Převalského. Mimo jiné zde zmiňuji také místa jeho výskytu a preferované prostředí, extinkci ve volné přírodě a jeho záchranu před vymřením, a nakonec také rozdíly mezi koněm Převalského a koněm domácím jak z vizuálního, tak genetického hlediska. U metodiky se krátce zmiňuji o jednotlivých metodách, které se dají při určování věku v rámci celé skupiny savců využít, a kdo se jimi zabýval v rámci čeledi koňovitých. Dále se více zaměřuji na již používané metodiky aplikovatelné přímo u určování stáří koňovitých, s následnou aplikací pro koně Převalského. V diskuzi a v závěru porovnávám výhody a nevýhody jednotlivých znaků a metodických přístupů a vhodnost jejich využití v určitých situacích.

2 Určování věku savců

Správné určení věku savců je užitečný nástroj pro pochopení základních aspektů života zvířat. Některé změny jsou přímo spjaté například s dosažením pohlavní dospělosti. Určování věku může být využito například při sledování populační dynamiky ohroženého druhu (Saltz et Rubenstein 1995), při mapování úspěšnosti záchranných programů (Wakefield et al. 2002), nebo v chovných programech (Muylle 1997; Luszczynski et Pieszka 2011). Snahy jsou buď to o přesné určení věku, nebo alespoň relativního, což má také význam např. při porovnávání velikostí pro určité věkové kohorty (např. v taxonomii pro srovnávání různých populací, druhů nebo poddruhů), růstových parametrů dílčích pohlaví nebo opět populací za určitých podmínek (např. prostředí, ve kterém žijí). Při porovnávání těchto parametrů pro divoká zvířata a zvířata v lidské péči můžeme zlepšit kvalitu chovu tak, aby se podobala podmínkám v přírodě. V případě obrusu dentice můžeme soudit i na kvalitu/přirozenost potravy v podmínkách chovu v lidské péči.

Určování věku u savců se pochopitelně setkává hned s několika problémy, což je třeba vést v patrnosti při hodnocení použitelnosti různých metod.

První problém vyvstává při pokusu o určení zvířete z divoké přírody, jehož věk není známý. Je proto vhodné ho porovnat se zvířetem, u něhož známe datum narození, což může být někdy obtížné. Pokud chceme využít na porovnání jedince v lidské péči, musíme mít na paměti, že se podmínky v přírodě od podmínek v zajetí mohou výrazně lišit (O'Regan et Kitchener 2005).

Druhým problémem bývá variabilita. U některých druhů může rychlost růstu záviset na pohlaví, a též na lokálních podmínkách, ve kterých určité populace žijí. V průběhu 20. století se vyprofilovala celá řada metod určování věku savců (Morris 1972), tyto metody jsou zmíněné níže. Dělení metod odpovídá zcela práci Morris (1972).

2.1 Určování věku v závislosti na růstu

Tato metoda se odvíjí od toho, že jak zvíře stárne, stává se také větší, až dokud nedosáhne dospělosti. To může sloužit k přibližnému určení věku.

2.1.1 Tělesná hmotnost

Váha je nejmarkantnějším ukazatelem růstu, a pokud narůstající váha je přímo úměrná stárnutí zvířete, můžeme ji použít jako ukazatel věku. Hmotnost se ukázala jako

jednoduchý ukazatel, jehož přesnost je všeobecně vyšší u menších zvířat s kratší maximální délkou života. Oproti rozměrům je nevýhoda při chřadnutí starých jedinců, kdy dochází k propadu váhy (Morris 1972).

2.1.2 Lineární rozměry

Růst zvířete je úměrný věku (do určité hodnoty), a tak se může odrážet v celkové délce zvířete. Tato metoda je použitelná tedy do určitého věku, kdy se rozměr s věkem mění. Další komplikací může být variabilní prodloužitelnost svalů a měkkých tkání. Technickým problémem je přesnost měření zvířat (porovnatelnost mezi různými autory, přesnost měření). Za nejpřesnější měření se proto považuje délka lebky a dlouhých kostí. Mladá zvířata mají zpravidla zakulacené obličejce a s narůstajícím věkem dochází k prodloužení lebky, obzvláště v nosní oblasti. U této metody, na rozdíl od porovnávání váhy, stoupá přesnost společně s celkovými rozměry zvířete, tj. čím je zvíře větší, tím přesněji se dá jeho věk určit. Od určitého věku se ale rozměry zvířete nemění (Morris 1972).

2.1.3 Bakulum

Bakulum (penisová kost) hraje výraznou roli v reprodukčním procesu některých savců, a tak vykazuje změny v délce, šířce a tvaru ve vztahu s pohlavním dospíváním zvířat. Tato metoda může být tedy využita k rozlišení do čtyř základních věkových skupin: velmi mladý, nezralý, mladý dospělý a dospělý, především s ohledem k délce a rozsahu osifikace (Friley 1949; Morris 1972). Nevýhodou je, že bakulum mají jen některé skupiny savců. Konkrétně se jedná o hlodavce, hmyzožravce, šelmy, letouny a primáty kromě člověka (Schultz et al. 2016).

2.1.4 Váha vysušených očních čoček

Metoda využívá toho, že během života nedochází k opotřebením očních čoček. Díky absenci cév totiž nejsou ovlivněny většinou fyziologických procesů. Čočky tedy pouze přibývají na váze a velikosti v závislosti na věku jedince. Pro porovnávání se využívají celé oči fixované pomocí formalínu, ze kterých se poté vyjme pouze čočka, a následně opatrně vysuší. Každá fáze zpracování ovšem může přinést chybu, která zkreslí konečný výsledek. Další zkreslení může nastat, pokud oči už prošly určitým stádiem rozkladu, tedy se část jejich váhy ztratila. Tato metoda také není vhodná pro drobné savce (Dapson et Irland 1972; Morris 1972; Read et al. 2013).

2.2 Určování věku v závislosti na strukturální degradaci

Mnoho struktur v těle s postupujícím věkem podléhá postupné degradaci. Na základě toho vzniklo mnoho lékařských studií, nicméně tyto metody nemají příliš velké uplatnění mezi biology studujícími divoká zvířata. Výjimkou je porovnávání obrusu zubů a elasticita kolagenu s vzrůstajícím věkem (Morris 1972).

2.2.1 Obrus chrupu

Velmi užitečnou metodou je porovnání chrupu, resp. jeho obrusu. Na základě druhu jsou stanovena dvě měření. U masožravců a hmyzožravců dochází k zakulacení špičky zubů. U býložravců dochází k oplošťování (Morris 1972). Této metodě se podrobněji věnuji v dalších kapitolách.

2.2.2 Ztráta pružnosti kolagenových vláken

Ačkoli při stárnutí dochází všeobecně k degeneraci měkkých tkání, ztráta pružnosti kolagenových vláken se zdá být použitelnou metodou. S rostoucím věkem kromě ztráty pružnosti dochází u kolagenu také k vyšší fluorescenci (Morris 1972).

2.3 Odhady věku v závislosti na změnách během růstu

2.3.1 Nahrazení chrupu

Savci se rodí s tzv. "mléčným chrupem", který je později nahrazen za chrup permanentní. Věk zvířete může být proto snadno určen v závislosti na přítomnosti mléčných nebo naopak permanentních zubů, což může být komplikované u savců s modifikovaným typem erupce zubů (např. řada afrotérií - typicky sloni) (Morris 1972).

2.3.2 Kostní dřev

S narůstajícím věkem je červená kostní dřev postupně nahrazována tukem. Mladí jedinci jsou schopni tvořit nové krevní elementy ve všech kostech. V dospělosti však tvorba probíhá pouze v dlouhých a plochých kostech (Morris 1972).

2.3.3 Srůst epifýzy

Růst u mladých zvířat probíhá v chrupavčité zóně blízko konců dlouhých kostí. Když jedinec dosáhne maximální velikosti, tato zóna zkostnatí, a terminální část kosti

(epifýza) pevně sroste se zbytkem kosti. Nesrostlé epifýzy jsou tedy indikací pokračujícího růstu (Morris 1972).

2.3.4 Vnější rysy

Mnoho savců vykazuje, kromě celkového růstu, i jiné vnější znaky, jako například srst. Délka, společně se změnou barvy, zbarvení a struktury srsti může být užitečným vodítkem při určování věku zvířat. Dalším vodítkem mohou představovat parametry rohů (viz též níže) či parohů např. velikost, počet růstových linií a u paroží počet výsad (Morris 1972; Read et al. 2013) nebo tělesné proporce a celková konstituce těla.

2.4 Stanovení absolutního růstu z přímých linií „růstových kroužků“

2.4.1 Zuby - cement a zubovina

Ačkoli zubovina a cement jsou dvě rozdílné tkáně, princip a metody studie jejich růstu jsou takřka identické. Jak cement, tak zubovina přirůstá kolem již existujícího zubního materiálu. Zubní tkáň je silně mineralizovaná a během života, ani po smrti, se její struktura téměř nemění, je tak vhodným materiálem na určování věku. Podmínky prostředí, ve kterém se zvíře nachází, pak zapříčiňují, že přírůstová místa jsou spíše vrstvená, než že by se jednalo o homogenní strukturu. Změny byly přisuzovány sezónním přechodům jako například potrava, vitamín D a hormonální aktivita (Morris 1972; Spinage 1973; Read et al. 2013).

2.4.2 Kostí

U kostí se podařily prokázat podobné přírůstové linie, jaké je možné pozorovat například i v cementu a zubovině. A stejně jako u zubů, i u kostí nový materiál přirůstá kolem již existujícího materiálu. V kostech budou přírůstkové linie nejnáze pozorovatelné u zvířat vystavených silným sezónním změnám, jako je například hibernace. Na rozdíl od zubů ovšem kosti mohou s vyšším věkem podléhat degradaci resorpci a změně tvaru (Morris 1972; Read et al. 2013).

2.4.3 Ušní kůstky

Díky tomu, že v ušních kůstkách nedochází k žádné, nebo pouze minimální změně, mají tyto kosti větší potenciál při určování absolutního věku, než většina jiných kostí. Stejně jako u ostatních kostí se i zde sledují roční přírůstové linie (Read et al. 2013).

2.4.4 Rohy a drápy

Rohy a drápy jsou považovány za strukturu s neukončeným růstem, které zároveň odráží i změny během roku. Nicméně může být obtížné odlišit skutečné přírůstkové linie od pravidelných struktur, které zcela jistě nevykazují roční charakter. Roční přírůstové linie jsou ovlivňovány stejnými faktory, které byly již zmíněny u zubů a kostí. Nicméně tato metoda je možná použít pouze pro zvířata mladší 8 let. Studie prokázaly, že starší vrstvy na drápech byly zcela obroušeny a nahrazeny. U rohů bývá věk rutinně určován v myslivecké praxi (Morris 1972; Read et al. 2013).

2.4.5 Pevné ušní zátky kosticovců

Epitelová výstelka vnějšího zvukovodu velryb se, stejně jako povrch těla, ztrácí v pravidelných intervalech. Nicméně protože je maso uzavřeno pod vrstvou tuku, uvolněný materiál nemůže projít ven z ušního otvoru, a tak dochází k jeho hromadění v podobě série vrstev formující kompaktní zátku. Ztráta a tedy i usazování materiálu, je ovlivňován sezónními faktory a tak může sloužit jako užitečné vodítko při určování věku. Nové vrstvy bývají občas stlačeny, což komplikuje přesné určení věku, zejména pak u starších jedinců (Morris 1972; Read et al. 2013).

2.4.6 Kostice

Kosticovci nemají zuby, ale krmí se filtrováním planktonu přes jejich kostice. Každá deska má na své bázi přírůstovou linii, která, stejně jako v případě drápů, je rychle opotřebována a nahrazována, a tak je aplikovatelná pouze pro mladší zvířata. Opět je i zde pozorován vliv sezónních změn, který může být užitečným nástrojem pro určování věku. Změny na kosticích jsou pozorovatelné pouhým okem (Morris 1972; Read et al. 2013).

2.5 Metodiky determinace věku podle chrupu aplikovatelné na koňovité

Metody determinace věku lze rozdělit na metody věnující se struktuře, růstu a vývoji zubů a na metody determinující věkové skupiny (Spinage 1973).

Všeobecně platí, že u mladých zvířat se jejich skutečné stáří určuje s menší odchylkou, než u zvířat starších. Je to zapříčiněno tím, že u mláďat nastává celá řada výrazných změn charakteristických pro určitou věkovou skupinu. U hříbat je reálné určit věk s přesností na dny. U dospívajících jedinců musíme počítat s odchylkou pár měsíců. V dospělosti může časový rozptyl dosáhnout až půl roku. S přibývajícím věkem můžeme chybovat i o celé roky (Komárek 1993).

2.5.1 Erupce a nahrazení zubů

Jedná se o metodu aplikovatelnou pouze na mladá zvířata. Metoda spočívá v dokumentaci času-věku, kdy došlo k erupci jednotlivých dočasných zubů (Spinage 1973).

Hříbata koně domácího se často rodí s již prořezanými středovými řezáky. Mezi 3. až 6. týdnem života se začínají obrušovat a eruptují druhé řezáky. V 5. - 9. měsíci se začínají prořezávat třetí řezáky, tzv. krajáky. První stolička se objevuje v rozmezí od šestého do devátého měsíce. Není ale vzácností, když se začne prořezávat až ve 14. měsíci. Druhá stolička eruptuje až ve 2-2,5 letech. Třetí poté zhruba o rok později. Kolem 2,5 let dochází k výměně centrálních řezáků a třenových zubů. Poté se vyměňují i druhé a třetí řezáky. Ve 4 letech do tlamy eruptují trvalé stoličky. U hřebců se v tomto věku objevují trvalé špičáky (Komárek 1993). Předpokládá se, že zdravé zvíře by v pěti letech věku mělo mít již všechny zuby eruptované (McMullan 1983).

Rozdíly v době erupce a nahrazení se mohou objevit v závislosti na místě výskytu, v důsledku různých úrovní výživy, které mohou mít význam v přesných studiích růstu, a produktivity. Například silná podvýživa způsobená extrémní zimou může způsobit retardaci růstu zubů. Vliv má také tělesný rámec nebo příslušnost k určitému typu plemene (Spinage 1973). Například řezáky chladnokrevných koní jsou náchylnější k rychlejšímu opotřevení, než u teplotokrevných plemen. U tažných koní také dříve dochází ke změnám v permanentním chrupu (Riesová 1986; Muylle et al. 1997).

Odhad věku v závislosti na výměně řezáků je atraktivní metoda určování, protože může být použita i na živá zvířata. Je vhodné korelovat výměnu řezáků s

nahrazením trháků a stoliček. Kompletní výměna chrupu většinou trvá první čtvrtinu jejich života (Spinage 1973).

Další oblíbenou metodou je pozorování změny tvaru a směru řezáků. O domácích koní bývá v osmi letech skusná plocha řezáků oválná a skus klešťovitý. V devíti letech se poprvé oplošťuje skus. Ve dvanácti letech třecí plochy nabývají okrouhlého až hranatého tvaru. Po patnáctém roku dochází k druhému oplošťování (Komárek 1993).

2.5.2 Opotřebení permanentních zubů

Opotřebení permanentního chrupu poskytuje nejpřesnější odhady věku u dospělých zvířat. V odhadu věku podle opotřebení je obrus porovnán se chrupem typického zástupce druhu pro daný věk nebo, pokud věk není znám, k sérii snadno oddělitelných vzorků. Determinace je možná v závislosti na stupni opotřebení korunek. Toto měření má své limitace. Navzdory odstranění subjektivity pozorovatele, nemůže korigovat opotřebení v různých stupních. Problém tedy není v neodpovídajících stupních opotřebení, ale jestli ten samý stupeň opotřebení representuje stejný věk. Přesnost určování také závisí na množství vzorku. Čím větší vzorek na porovnání, tím větší je pravděpodobnost úspěšného určení věku (Spinage 1973).

Zvířata živící se tužší stravou nebo na prašných pláních budou mít všeobecně větší obrus, než zvířata pasoucí se na travnatých loukách, a tak budou podle zubů působit starší (Spinage 1973; McMullan 1983; Komárek 1993).

Dalším určujícím faktorem může být původ, tj. zdali se jedná o zvíře divoké nebo chované v zajetí (Spinage 1973).

Obrušování dentice koňovitých má typický průběh, který popíši pro koně domácího, podle Komárka (1993). V čase prořezávání zubů se na třecí ploše nachází zubní jamka. Později, když se jamka blíží jejímu zániku, se na jejím místě na zubovině objevuje skvrna, které říkáme "hvězdička". Jedná se o nově obnaženou zubovinu, která nahradila původní dutinu. Nová zubovina se snadno barví přirozenými přírodními barvivy, která nalezneme například v rostlinách, a proto je tmavší, než stará zubovina. Nakonec se jamka zcela ztrácí a na jejím místě zůstává oválná hvězdička (Komárek 1993).

Uprostřed řezáků je znám výskyt tmavě hnědé až černé dutiny. Časem jsou řezáky obrušovány, až se dutina zcela ztrácí. V 11. až 12. roce života by měl mít kůň

dentinu zbroúšenou do plochy a objevuje se ovál cementu, který se také postupně zmenšuje, až kolem 15. roku zmizí úplně (McMullan 1983).

Za tzv. zubní hvězdu je považována tmavá zubovina vyplňující dřeň řezáku až k jeho kořenu. Hvězda se prvně objeví na spodních řezácích kolem 8 let věku koně v podobě tmavě žluté linie na vnější straně. V 13 letech nabírá podobu oválu a přesouvá se ke středu zubu. V 18 letech je hvězda kulatá (McMullan 1983).

Určení věku koní podle tvaru řezáků je možné až do dosažení 20 let. Pomocí postranního žlábků ve třetím řezáku je odhad možný až do věku 30 let. Tato drážka, známá jako Galvaynova drážka, se objevuje na vnější straně zubu u koní kolem 10. roku života. Do 15. roku se prodlouží až do středu zubu. Ve 20 letech dosáhne okraje korunky, je tedy patrná na celé délce zubu, a začíná opět mizet. Ve 25 letech se vyskytuje pouze na spodní polovině zubu, aby se následně zcela vytratila ve 30 letech (Spinage 1973; McMullan 1983). Galvaynova drážka se ovšem nedá považovat za exaktní ukazatel věku koně. S jistotou nám říká pouze to, že je zvíře starší deseti let (McMullan 1983).

2.5.3 Počet linií v cementu zubu

Věří se, že linie v cementu zubu přibývají každý rok se střídající se světlým a tmavým pruhováním a jsou obzvláště patrné u zvířat, která jsou vystavena sezónním výkyvům (u nás například zima, ale u afrických kopytníků poukazují na střídající se období sucha a dešťů). Výskyt vrstvení cementu se zdá být mezi savci téměř univerzální. Tento fenomén je vysvětlován jako, kombinace hormonální rovnováhy a nutričního stresu. Současně, pokud zub není dostatečně ukotven do dásně, aby mohlo dojít k jeho vyživení, některé linie se stávají špatně viditelné nebo zcela mizí (Spinage 1973).

2.6 Stanovení chronologického věku u koňovitých

Určení stupně opotřebení, počítání linií v cementu, měření sekundární depozice dentinu a ostatní metody nejsou v zásadě složité. Problém nastává ve chvíli, kdy se do věkových kategorií snažíme zařadit zvíře, jehož datum narození není známo.

Pro tuto skutečnost se doporučuje pro kontrolu a zvýšení přesnosti použití jedné z následujících metod:

- (1) Jedinci se známým věkem. Spočívá v označení co největšího počtu divokých mláďat.
- (2) Otisk zubu. Tato metoda spočívá v každoročním odchytu označeného zvířete, kdy mu bude udělán otisk zubů.
- (3) Vitální barvení. Může se využít k determinaci množství uloženého sekundárního dentinu za jednotku času. Případně počítání linií v cementu, které přibyly za jednotku času (Spinage 1973).

O určování věku koňovitých se již pokusilo několik studií. Tyto metody byly různě použité pro různé koňovité. Podle taxonomického review Willson (2005), je rozlišováno do deseti druhů a 24 poddruhů koňovitých. Různé metody určování věku byly použité pro 5 druhů koňovitých, v detailu je zmíním níže.

Určováním věku asijských divokých oslů, konkrétně džigetajů a směsné populace onagerů a kulanů (v Izraeli), se zabývaly v posledních dekádách tři studie; Ansorge et al. (2007), Lkhagvasuren et al. (2013) a Saltz et Rubenstein (1995). V různém rozsahu používali erupci zubů a přírůstkové linie v zubním cementu a v dlouhých kostech. V kontextu těchto studií si autoři pochvalují především metodu počítání přírůstkových linií zubního cementu.

Studiem zeber, konkrétně šlo ve čtyřech případech o zebra kapskou (*Equus zebra zebra*), ve třech případech o zebra Böhmovu (*Equus quagga boehmi*), v jednom případě o zebra Hartmannové (*Equus zebra hartmannae*) a v jednom případě o zebra Burchellovu (*Equus burchelli antiquorum*) se za posledních padesát let dohromady zabývalo devět studií Klingel et Klingel (1966), Spinage (1972), Joubert (1972), Smuts (1974), Penzhorn (1982, 1984, 1987), Penzhorn et Grimbeek (1987), Kaiser et Schulz-Kornas (2006). Většina kombinovala metodiky erupce, nahrazení a obrusu řezáků. Spinage (1972) se také pokusil o určování věku pomocí výšky první horní stoličky (značené jako M1). Jeho netradiční metoda reagovala na skutečnost, že většina lebek nalezených v divoké přírodě částečně nebo zcela postrádá řezáky, a tak se pokusil o metodiku použitelnou právě na tento materiál.

Domácími koňmi se zabývala celá řada studií, např. McMullan (1983), Komárek (1993), Walmsley (1993), Richardson et al. (1994, 1995), Muylle et al. (1996, 1997, 1998), Hillson (2005), Łuszczynski et Pieszka (2011), z nichž jsem vybrala ty

nejkomplexnější, ať už přístupem, nebo rozsahem použitých znaků, nebo volbou více plemen pro srovnání robustnosti pro rámcově odlišné domácí koně (Muyllé et al. 1997; Muyllé et al. 1998; Łuszczzyński 2011). Je vidět, že řada prací je staršího data, ale objevují se i relativně nové práce např. Łuszczzyński et Pieszka (2011), které většinou uplatňují nové analytické metody pro často stejné charakteristiky (erupce zubů, obrus – zvláště u řezáků, skus a Galvaynova drážka). Logicky se nejvíce studií týká koně domácího. Důvody byly často velmi pragmatické (tj. koupě co nejkvalitnějšího koně, přičemž někteří prodávající se snažili vek tajit či zkreslovat).

Jinému hospodářsky využívanému koňovitému - oslu (*Equus asinus*) se věnovalo jen několik studií, (například Arsenos et al. 2010). Nepodařilo se mi najít studie věnované hospodářsky produkovaným hybridům (mula, mezek).

3 Modelový organismus - kůň Převalského

3.1 Taxonomie

Kůň Převalského je znám také pod lokálními jmény Take, Tachi, Statur nebo Dzurlik Adu (Mongolsky), Syrtach nebo Kertag (Kyrgyzsky) nebo Jauwat či Takky (Turfansky) (Boyd et Houpt 1994).

Kůň Převalský patří do rodu *Equus*, který spadá pod řád lichokopytníků (Perissodactyla) čeledi koňovití (Equidae)^[1]. Čeleď Equidae obsahuje čtyři hlavní vývojové větve. Jedná se o divoké koně (*Equus ferus*), asijské osly (*Equus kiang* a *Equus hemionus*), africké osly (*Equus africanus*) a zebry (*Equus zebra*, *Equus grevyi* a *Equus quagga*)^[2].

Do vývojové linie *Equus ferus* v současnosti spadá kůň domácí (*Equus caballus*) a kůň Převalského (*Equus przewalskii*). Kdysi sem spadal i tarpan (*Equus ferus*), který je ale dnes považován za vyhynulého^[3]. Fylogenetická návaznost je patrně taková, že předkem domácího koně a koně Převalského byl tarpan a kůň domácí představuje domestikovanou a fenotypově odchýlenou západní linii tarpana, zatímco kůň Převalského jeho východní linii, která si udržela znaky divokých koní (Gaunitz et al. 2018). Podle téže studie se ukazuje, že byly domestikovány obě tyto linie. Ferální povaha koně Převalského navržená touto studií stojí za evidencí, kterou autoři předložili^[3].

3.2 Areál a preferované prostředí

Na základě nástěnných maleb z jeskynní ze západní Evropy někteří autoři (Wakefield et al. 2002) předpokládají, že se zvířata podobná koním Převalského se zřejmě vyskytovala na stepích centrální Asie, Číny a západní Evropy. Zoologická a paleontologická evidence hovoří pro rozsáhlejší (na východ od Volhy po východ Číny) nebo omezenější (Džungarská pánev) asijský výskyt (Robovský 2009).

Až do pozdních let 18. století byl areál koně Převalského poměrně rozsáhlý. Zahrnoval většinu území ve střední Asii, konkrétně se jednalo o území Kazachstánu, Ruska, Ukrajiny, Mongolska a Číny. V poledních dekáдах byl po vymření v přírodě navrácen do Mongolska, Číny a Kazachstánu, a je pozorován nárůst počtu jedinců ve volné přírodě^[4].

Ze všech divokých koní byl v historické době kůň Převalského rozšířen nejvýchodněji a tak se předpokládá vysoká adaptace na prostředí aridní stepi v Džungarské poušti (Wakefield et al. 2002).

Ačkoli koně Převalští dokáží přežít v aridních oblastech, optimální pro ně jsou spíše travnaté louky, ze kterých byli postupně vytlačováni nomádskými pastevcí (Van Dierendonck et Wallis de Vries 1996).

Prostředí, které obývali, není písčité ani kamenité poušť, ale spíše polopoušť, soudě alespoň podle historicky známého rozšíření tohoto druhu. Vegetace je v některých regionech překvapivě hustá. Skládá se ze saxaulů (*Haloxylon ammodendron*), pelyňku (*Artemisia incana*), tamaryšků (*Salicornia herbacea*) a různých travin. Jinde se naopak vyskytuje zřídka pouze s izolovanými chomáčky slané trávy (*Sassola*). Teploty se v těchto oblastech standardně pohybují mezi -15° až -18°C v zimních měsících a mezi $+20^{\circ}$ až $+25^{\circ}\text{C}$ v letních měsících. Naměřená minima dosahují až -35°C zatímco maxima v létě mohou přesáhnout i 40°C . Podobné podmínky vyhovují i ostatním větším kopytníkům, mezi které se řadí například džigetaj (*Equus hemionus hemionus*), antilopa saiga (*Saiga tatarica mongolica*), divocí velbloudi (*Camelus ferus*) a řada gazel. Vrcholovým predátorem zdejší oblasti je vlk obecný (*Canis lupus*) a medvěd hnědý (*Ursus arctos*), ovšem pouze vlk je významným predátorem koňovitých (Boyd et Houpt 1994).

Alternativní úhel pohledu naznačuje, že ačkoliv jsou koně Převalští přizpůsobeni životu v polopouštních podmínkách, kde se dokáží úspěšně rozmnožit, jejich reprodukce zde, v porovnání s jinými druhy divokých koní, obývající spíše travnaté pastviny, není optimální (Wakefield et al. 2002).

Poslední místo vyššího výskytu koně Převalského se nacházelo v poušti Gobi. I když s největší pravděpodobností to nebylo ohnisko jejich původního rozšíření. Tím důvodem, proč zde byla populace zachována, byly nehostinné podmínky v této oblasti, a tedy zpočátku minimální lidské zásahy (Van Dierendonck et Wallis de Vries 1996).

Někteří experti se domnívají, že místa na periferii historického rozšíření druhu (včetně ostrovů) mohou být ve skutečnosti reprezentovány refugii mnoha ohrožených druhů. Většina existujících populací byla lokalizována podél periferie, nikoli v centru jejich historického rozšíření. Studie to připsali dvěma charakteristikám periferních populací: (i) izolace od (především antropogenních) disturbancí; a (ii) odlišnosti ekologické i genetické od sebe navzájem a od populace v centru výskytu. Jedna z

mnoha periferních populací mohla být tedy lépe adaptovaná na disturbance, což vedlo k tomu, že většina centrálních populací vymizela (Wakefield et al. 2002).

3.3 Extinkce

V 19. století existence koně Převalské upoutala pozornost mnoha západních zoologických zahrad a parků, které měly zájem divoké koně chovat. Byla vypravena řada expedic, které měly za úkol zvířata odchytit. Ukázalo se ale, že polapit dospělého koně je velmi obtížný úkol, a tak se považoval odchyt hříbat, při kterém byla zdecimována dílčí stáda, hlavně hřebci (Wakefield et al. 2002).

V letech 1897 a 1902 bylo odchyceno větší množství hříbat, z nich bohužel pouze 54 zvířat přežilo přesun za západ. Mezi lety 1930 až 1940 byly do Mongolska vedeny i další expedice, na nichž se podařilo odchytit jen několik málo jedinců. Většina zvířat odchycena na těchto výpravách později zahynula. Ovšem i z těchto přeživších zvířat se do reprodukce a chovu zapojil jen zlomek, konkrétně je chov všech dnes žijících koní Převalského odvozen od 13 zakladatelů (Wakefield et al. 2002).

Druhá světová válka znamenala katastrofu i u koní chovaných v zajetí. Ukrajinská chovná stanice Askania Nova přišla za německé okupace o všechny své koně a další zahynuli při bombardování Německa. Po roce 1954 tedy na světě zůstalo pouze 31 koní Převalského. Z toho byla poslední dvě stáda v Mnichově a v Praze (Kůs 2008b).

Kůň Převalského v divoké přírodě zcela vyhynul ke konci 60. let 20. století (Van Dierendonck et Wallis de Vries 1996). Poslední divoký kůň byl ve volné přírodě zaznamenán v roce 1969 mongolským vědcem N. Dovchinem, který pozoroval hřebce poblíž pramene Gun Tanga, severně od Tachin-Sara-Nuru v Džungarské Gobi. Na dalších expedicích vedených do oblasti se nepodařil výskyt koní prokázat (Wakefield et al. 2002).

Extinkce byla nejspíše zapříčiněna kombinací jejich lovu pro maso, nebo jako způsob, jak zabránit odvádění klisen domácích koní k hřebci koně Převalského, vojenských aktivity, klimatických změn, kompetice s hospodářskými zvířaty a zvyšujícím se nátlakem na využití půdy v kombinaci s dalšími faktory, jako například tuhé zimy v letech 1945 a 1956 a právě v 60. letech 20. století. Z posledního stanoviště v poušti Gobi vymizely nejspíše kvůli nedostatku vody způsobeného nárůstem lidské

populace a dobytka, která spotřebovávala dostupnou vodu. To nakonec vedlo k úplnému vymizení koní z volné přírody (Van Dierendonck et Wallis de Vries 1996).

3.4 Záchranné programy a chovy v zajetí

V oblasti Mongolska dnes volně žije kolem 450 jedinců. Dalších zhruba 300 obývá rezervace vzniklé na území kontinentální Evropy (Kůs 2008b). Zbytek populace, dohromady čítajících přes 2150 jedinců^[5] je umístěn v zoologických zahradách po celém světě. Jedná se například o zoologické zahrady v nacházející se Austrálii, na Srí Lance, Kubě i Jihoafrické republice. Mezi největší chovatele se řadí Askania Nova, Bekesbourne, Dubbo, Kolín nad Rýnem, Calgary, Front Royal, Mnichov, Praha, Marwell a San Pasqual (Volf 2002).

V posledních dekádách je snaha o návrat druhu do původních oblastí jeho výskytu a udržení tamtéž s ohledem k populačně-genetickým parametrům (Van Dierendonck et Wallis de Vries 1996).

Koně Převalského byli v přírodě považováni za vyhynulé, ale přežívali v lidské péči a díky tomu mohli být od úplného vymření zachráněni. Z celkového počtu 54 zvířat v západních zoologických sbírkách pouze 12 zvířat předalo své geny současné žijící populaci. 11 z těchto zvířat pocházelo z expedic mezi lety 1899 - 1902. Další z divokých koní, který se zasloužil o zachování druhu, byla klisna 231 Orlica III, která byla v roce 1947 odchycena jako hříbě. Třináctým zakladatelem je hřebec 56 Halle 1 narozen v roce 1906 ve městě Halle v Německu divoce odchycenému hřebci a domácí mongolské klisně. Navzdory tomu, že původních 12 zakladatelů odchycených v přírodě jsou oficiálně vedeni jako skutečně divokého původu, ohledně jednoho z nich, klisny 18 Bijsk 8, se vedou spekulace. Podle některých je 18 Bijsk 8 považována za F1-hybrida koně Převalského x domácího (Wakefield et al. 2002). Nicméně jiné zdroje uvádí, že neexistuje žádná evidence dokazující, že se nejedná o čistokrevného koně Převalského (Groves 2009).

Situace nabrala pozitivní vývoj po roce 1950, kdy byla vytvořena plemenná kniha zahrnující 228 zvířat držených v zajetí mezi lety 1899-1958. Aktualizovaná plemenná kniha byla každoročně vydávána na pražskou Zoo (Volf 1960-1990; Volf a Kůs 1991; Kůs 1995, 1997).

V roce 1986 byl chovný program zahrnut do exkluzivních tzv. Evropských záchovných programů (EEP). A navíc byla vytvořena strategie pro produkci zvířat, které je možné reintrodukovat do volné přírody (Wakefield et al. 2002).

3.5 Rozdíly mezi koněm Převalského a koněm domácím

3.5.1 Vizuální

Mezi koněm Převalského a koněm domácím můžeme pozorovat rozdíly v celkovém vzezření. Divoký kůň Převalského má nízko položenou hlavu, robustní stavbu těla s nápadně silným, kratším krkem. Nohy jsou relativně krátké a štíhlé. Končetiny jsou robustní se silnými kostmi, zatímco u domácích koní můžeme pozorovat nohy delší s jemnějšími kostmi. Čenich je krátký s rovným okrajem spodní čelisti tak, aby linie profilu čelisti nasedala na horní linii profilu hlavy v úhlu 16°- 18°30' (21°u subadultních jedinců.) Na rozdíl od 25-32°u domácích koní. Interorbitální vzdálenost by měla být relativně úzká a oči vyčnívat laterálně. Příliš široké čelo a vpřed-směřující oči indikují koně domácí (Boyd et Houpt 1994, Groves 2009).

Hříva koně Převalského je vzpřímená s absencí čupřiny na čele. Hřbet koně Převalského lemuje typický pruh tmavé srsti táhnoucí se od hřívy až po ocas (Wakefield et al. 2002). Ocasní žíně Převalských koní jsou silnější a kratší, dosahují maximálně 20 cm (Kůs 2008a). Divocí koně obměňují jejich ocas a hřívu pravidelně jednou do roka, což je rychleji, než můžeme pozorovat u koní domácích. Ocas tedy ani nemá možnost dorůst do větších délek (Wakefield et al. 2002; Kůs 2008a). Osrstění ocasu koně Převalského je považováno za skutečně typický určující znak. Zatímco u koní domácích vyrůstají žíně pouze v jednom pramenu těsně u kořene ocasu, u koní Převalského je kořen ocasu porostlý krátkými žíněmi světlejší barvy, jejichž prostředkem se táhne, již zmíněný, úhoří pruh, který vyúsťuje ve svazek dlouhých tmavých žíní (Kůs 2008a).

Koně Převalského se vyskytují ve dvou barevných variacích; světle šedo-žlutá a světle žlutá s nádechem červeno-hnědé. Hlava a krk jsou tmavší než tělo. Tento znak je u tmavší varianty méně patrný (Boyd et Houpt 1994). Čenich divokých koní bývá většinou bílé a ostře odlišené (Kůs 2008a). Spodní strana těla je světlejší, než boky. Nohy jsou tmavší hnědé až černé. Pro další znaky viz review Robovský (2009).

3.5.2 Genetické

Ačkoli kůň Převalského může zplodit fertilní mláďata s koněm domácím, existence $2n=66$ chromozomů v genetické informaci koně Převalského se ukázala být od koně domácího odlišná ($2n = 64$) (Wakefield et al. 2002; Groves 2009).

Na rozdíl od hybridizace mezi jinými koňovitými, kůň domácí a Převalský spolu dokáží mít plodné potomky. Hříbata nejčastěji mívají chromozomové číslo $2n = 65$. U hybridních klisen bývá normální ovogeneze, sexuální cykly, ovulace i vývoj plodu, ale u některých hřebců byla pozorována snížená fertilita. Konkrétně se jednalo o 6 hřebců z celkového počtu 12 zkoumaných hybridních samců (Bowling et Ryder 1987; Robovský 2009).

Oba koně jsou si geneticky velmi blízcí, nikoli však identičtí. Oba koně byli studováni pro spoustu genetických markerů a vzájemné vazby často závisí na použitých metodách a typu dat (Robovský 2009).

Podle doposud nejkomplexnějších genomických dat je zřejmé, že se linie domácího koně od linie koně Převalského od svého předka, palearktického divokého koně, oddělily před 45 tisíci lety a po této době docházelo k určitým genetickým kontaktům, dominantnější však byl vliv linie koně Převalského na linii domácího koně (Der Sarkissian et al. 2015).

3.6 Koňský chrup

Koňský chrup se sestává ze čtyř typu zubů. Jsou jimi; řezáky, špičáky, třenové zuby a stoličky (Komárek 1993). Třenáky a stoličky horní čelisti spadají do selenodontního typu chrupu, zatímco zuby spodní čelisti jsou označovány jako chrup lofodontní. Všechny zuby, s výjimkou špičáků a vlčích zubů, ukončují svůj růst až v druhé polovině života zvířete (Červený et al. 1999).

Řezáky jsou používány k ukusování trávy a koně jich mají dohromady 12 (6 ve spodní čelisti, 6 v horní čelisti). Řezáky jsou snadno pozorovatelné, protože jsou umístěné vpředu v čelisti. Nejpřesnější odhady věku koní jsou založeny právě na pozorování obrusu spodních řezáků. Řezáky se sestávají ze tří párů; centrální, středové řezáky, druhé řezáky a třetí řezáky, kterým se jinak říká také klíšťky, středáky a krajáky. Permanentní chrup postupně nahrazuje chrup mléčný. Je důležité umět oba chrupy od sebe rozeznat. Permanentní řezáky jsou větší, delší, tmavší a o něco více

ploché. Mléčné zuby jsou oproti tomu úzké, měkké a mají kratší kořen (McMullan 1983; Komárek 1993).

Mezi ostatní určující zuby patří špičáky, trháky a stoličky. V pěti letech by měl kůň mít "plný chrup" tedy všechny zuby už by měly být eruptované z čelisti. První zuby za řezáky se označují jako špičáky. U samic se tyto zuby příliš nevyskytují. U samců v 60-70% případů dojde k prořezání spodních i horních špičáků, v asi 30% dojde k prořezání pouze ve spodní čelisti a ve vzácných případech, odhaduje se asi 6%, se špičáky objeví pouze v horní čelisti (McMullan 1983).

Dalším typem zubů, který má mléčnou a trvalou variantu, jsou tzv. třenové zuby. První pár se vyvíjí pouze neúplně. Vzácně se vyskytují v horní čelisti jako tzv. "vlčí zuby". Následuje druhý až čtvrtý třenový zub, který je již v chrupu běžný. Stoličky se v mléčném chrupu neobjevují, protože rostou jen jednou za život (Komárek 1993). Stoličky eruptují do tlamy postupně, a proto se zpravidla využívají k determinaci věku do 5 let (McMullan 1983).

3.6.1 Struktura zubu

Koňský chrup se skládá ze tří tvrdých substancí; skloviny, dentinu a cementu.

Sklovina se vytváří před erupcí zubů a po jejich prořezání už se žádná nová nepřidává. Ve struktuře zubu můžeme pozorovat dvě linie světlých a tmavých pruhů: Hunter-Schregerovy linie - které mají za úkol zpevnit sklovinu, a Retziusovy strie - které jsou považovány za skutečné přírůstkové linie (Spinage 1973).

Majoritní zubní substancí je dentin. Stejně jako u skloviny i zde můžeme vidět rytmické přírůstkové linie. Před erupcí je vytvořena koronální část a je zahájen i sekundární proces tvorby dentinu, který posléze vyplní celou dutinu. Kompletní kořenová formace se vytváří až později. Pokud dojde k nadměrnému opotřebením zubní skloviny formuje se tzv. "nepravidelný sekundární dentin". Jedná se o nouzovou reakci na kaz nebo nadměrné opotřebením. Ve vysokém věku se od vrcholu kořene směrem vzhůru dentin stává průsvitným v důsledku okluze dentinových tubulů s vápenatými usazeninami. Rozsah průhledné sekce může být využit při determinaci věku. Průsvitné pásy se zdají být oblastmi aktivního růstu, zatímco tmavé linie jsou považovány za regiony se sníženým růstem (Spinage 1973).

Cement se většinou vyskytuje u kořene zubu, ale u některých zvířecích druhů sahá až do korunky. Šířka pokrývající kořen zubu se mění v závislosti na druhu zvířete; kopytníci mají silnou vrstvu, zatímco primáti, hlodavci a masožravci mají vrstvu

tenkou. Oba typy vykazují postupné vrstvení, které začíná po erupci a pokračuje po celý život (Spinage 1973).

Ve stáří dochází k resorpci, která začíná u vrcholku kořene. U velmi starých zvířat se může rozšířit i do spodní části dentinu. Jakmile je tento proces zahájen, postupuje velmi rychle. Zřejmě se tak jedná v důsledku nerovnováhy iontů vápníku mezi krví a kalcifikovaným tkáněmi (Spinage 1973).

3.6.2 Morfologie zubu

Na zubu můžeme pozorovat čtyři směry; anteriorní (přední), posteriorní (zadní), bukální (k tváři) a linguální (k jazyku). Zub samotný je rozdělen do tří majoritních částí; korunka, krček a kořen. Kořen může být pouze jeden, což pozorujeme u většiny řezáků a špičáků, přes dva kořeny na spodních třenových zubech a stoličkách, až po tři v jejich horním protějšku. Kořen nemá krycí vrstvu skloviny a jedná se o místo uchycení do kosti čelisti (Spinage 1973).

3.6.3 Fyziologie zubu

Po celý život pokračují dva spolu související procesy pohybu a růstu zubů. Jedním je erupce do ústní dutiny tak, že protilehlé korunky zůstanou vždy ve vzájemném kontaktu. Druhým procesem je mesiální drift - nepřetržitý pohyb zubů směrem ke střední linii, který slouží k udržení kontaktu mezi korunkami. To má za následek zkrácení zubů v průběhu života kvůli jejich opotřebení. Jelikož masožravci nezažívají stejnou míru opotřebení jako býložravci, nemusí tolik udržovat sjednocenou skusnou plochu, není u nich mesiální drift pozorovatelný. Výjimku tvoří pouze velmi stará zvířata (Spinage 1973).

4 Materiál a metodika

Materiál byl poskytnut školitelem, ten jej získal během metrického zhodnocování dílčích linií koně Převalského.

Práce zahrnuje dohromady 164 koní, u kterých je znám věk, (z nichž 76 pocházelo ze zoologických zahrad a 88 z volné přírody) ve věkovém rozmezí od 6 měsíců do 34 let (viz příloha 1 a příloha 2). V některých kategoriích někdy zcela chybí zástupci konkrétního věku jak u zvířat ze zoologických zahrad, tak u jedinců z divoké přírody. Pro soupis zvířat viz tabulku soupisu divokých a zoo zvířat v příloze. Kvůli rozdílným podmínkám, ve kterých zvířata žila, byli koně z divoké přírody a koně z lidské péče rozděleni do dvou datasetů. Tento postup by mohl též ukázat, jestli se zoo-zvířata nápadně liší od zvířat žijících ve volné přírodě.

Dále používám terminologické značení zubů; Id 1-3 pro mléčné řezáky, Pd 2-4 pro mléčné třenové zuby. I 1-3 pro trvalé řezáky, C pro špičáky, P 1-4 pro trvalé třenové zuby a M 1-3 pro stoličky.

Pro určování věku byly využity metody pozorování erupce stoliček horní čelisti a obrusu řezáků horní i spodní čelisti podle vybraných studií. Dané metody byly metody vizuální a srovnávací, kdy jsem vycházela ze známého stáří zvířat a pozorovala jsem zmiňované znaky ve vztahu ke stáří daných zvířat. Následně jsem, s již zmíněnými publikacemi, srovnávala svá zjištění.

Pro metody pozorování erupce a nahrazení jsem vycházela z prací - Spinage (1973), McMullan (1983), Komárek (1993) a Muylleet al. (1997).

Pro metody pozorování obrusu jsem vycházela z prací - Spinage (1973), McMullan (1983) a Komárek (1993).

Data byla získána v osteologických sbírkách následujících institucí:

Národní muzeum Praha (Česká republika)

Hipologické muzeum ve Slatiňanech (Česká republika)

Museum für Naturkunde v Berlíně (Německo)

Zoologische Staatssammlung v Mnichově (Německo)

Museum für Haustierkunde "Julius Kühn" v Halle (Německo)

Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz (Německo)

Zoological Museum of M. V. Lomonosov Moscow State University v Moskvě (Rusko)

Zoological Museum of the Zoological Institute of Russian Academy of Science v Petrohradě (Rusko)

F- E- Faltz-Fein Biosphere Reserve "Askania Nova" (Ukrajina)

Naturalis Biodiversity Center v Leidenu (Nizozemí)

National Museum of Scotland v Edinburghu (Spojené království)

4.1 Určení erupce

Při pozorování erupce jsou zde z celého vzorku zvířat zahrnuta ta zvířata, u nichž erupce teprve započala, až po jedince s téměř dokončenou erupcí. Jedince s kompletně dokončenou erupcí a obrušovaným chrupem jsem již nezahrnula, jelikož hlavním cílem bylo obsáhnout ty jedince, u kterých se daný znak objevuje poprvé, nebo se teprve vyvíjí. Získaná data jsem poté srovnávala s pracemi Riesové (1986) a Komárka (1993), spolu s již známými daty, abych zjistila jejich přesnost při určování stáří neznámých zvířat.

4.2 Určení přítomnosti jamkové stopy

Přítomnost jamkové stopy byla určována na mléčných a hlavně trvalých řezácích ve spodní i horní čelisti. Jednotlivé zuby byly rozděleny do své vlastní kategorie v závislosti na typu zubu a věku, kdy by se měla jamková stopa poprvé objevit. Riesová (1986), tvrdí, že k prvnímu objevení jamkové stopy u trvalých horních řezáků dochází kolem věku 10 let na I1, 12 let na I2 a 14 let na I3. Ve spodní čelisti pak uvádí přítomnost jamkové stopy od 7 let na I1, od 8 na I2 a od 9 na I3. Z těchto publikací jsem tedy vycházela při popisování daného znaku a s nimi jsem poté srovnávala získaná data, abych zjistila zda odchylka při vizuálním určení stáří nabývá přijatelných hodnot.

4.3 Určení mizení zubní hvězdy

Přítomnost zubní hvězdy byla pozorována na trvalých řezácích horní i spodní čelisti koní. Podle Riesové (1986), by mělo docházet k mizení zubní hvězdy u zvířat ve věku nad 25 let v horní čelisti, a nad 23 let ve spodní čelisti. Komárek (1993), se o mizení zubní hvězdy nezmiňuje. Proto jsem při pozorování daného znaku vycházela z práce podle Riesové (1986). Znak jsem posuzovala poté podle jeho vhodnosti k určování stáří zvířat, u kterých byl daný údaj známý.

4.4 Určení změny tvaru dolních řezáků

Ke změně tvaru trvalých řezáků ve spodní čelisti by, podle Riesové (1986), mělo docházet dohromady čtyřikrát. Do 12 let věku by měly zuby mít příčně oválný tvar. Od 14 do 20 let by se měly proměnit do okrouhlého tvaru. Od 21 do 27 let by měl být patrný spíše trojúhelníkový tvar, a nad 28 let by měly zuby dosáhnout posledního přechodu a protáhnout se v podélný ovál.

Komárek (1993), popisuje u domácího koně přechod do okrouhlého až hranatého tvaru od 12. roku života, od 14. roku vykazuje spíše podélně oválný tvar a po 20. roce by se měl tvar zubu opět podobat spíše oválu.

Při pozorování tvaru dolních řezáků jsem se zaměřovala na výše uvedené změny v jejich tvarech. Získaná data jsem porovnávala s již zmíněnými publikacemi a vyhodnotila do tabulky. Cílem bylo posoudit vhodnost znaku k přesnému určení stáří zvířete.

4.5 Určení klešťovitého skusu

Podle Riesové (1986), by mělo docházet ke změně směru růstu řezáků. Od 19 let by měla být tendence ke klešťovému skusu. Přechod ke klešťovému skusu je plynulý a jeho projev je velmi individuální, protože ve vysokém věku se již plně projeví rozdílné podmínky a zvláštnosti za života zvířete.

Při pozorování klešťovitého skusu jsem vycházela z dat podle Riesové (1986), která je zmíněná výše. A na základě získaných dat jsem chtěla posoudit, zda se jedná o vhodný znak k určení stáří zvířete.

5 Výsledky

5.1 Erupce

Determinace chrupu podle erupce se ukázala být nejpřesnější a nejméně subjektivní metodou pro určování věku koní. Porovnávala jsem naše zjištění s výsledky Riesové (1986) a Komárkem (1993) a v mnoha ohledech jsme se shodovali nebo těsně blížili.

Bohužel v našem vzorku zcela chybí nejmladší kategorie "Narození nebo krátce nato". Nejmladší zvíře, které máme k dispozici, je 6 měsíců staré, a tak nebylo možné určit první erupci u mléčných řezáků a třenových zubů. Jmenovitě se jednalo o mléčné řezáky Id1 a Id2. U mléčných třenových zubů pak chybí údaje u Pd2 a Pd3. U mléčného třenového zubu Pd4 je pouze jeden zástupce.

Trvalý řezák I1 má podle Riesové (1986) eruptovat ve 2 letech, což se podařilo prokázat i nám, protože zvířata z našeho vzorku se pohybují ve věkové kategorii od 2 do 3 let. Trvalý řezák I2, podle Riesové (1986), začíná svoji erupci o rok později, což se shoduje i s našimi zjištěními. Rok na to následuje poslední trvalý řezák I3, který se má poprvé objevovat ve 4 letech. U našich zvířat došlo k malé odchylce, kdy u nejmladších jedinců se zub vyskytoval v počátečních stádiích erupce již u zvířat, která překročila 3. rok věku. Nejstarší kůň dokončoval erupci I3 v 5 letech.

Trvalý špičák je přítomen pouze u hřebců, a podle Riesové (1986) se má začít objevovat ve 4 letech. I zde se se zjištěními Riesové shodujeme, neboť naše zvířata započala erupci nejčastěji ve čtvrtém roce života, a ukončovala ji zhruba v 5 letech.

K erupci prvního třenového zubu P1 by mělo docházet v 7 měsících, ale tento zub poměrně rychle zaniká a je náchylný i na ztrátu při manipulaci, a tak u řady koní zcela chyběl. V našem vzorku nejmladší kůň s tímto zubem dosahoval věku 6 měsíců, nejstarší pak 12 měsíců. Zajímavostí bylo, že P1 se častěji nacházel u zvířat z divoké přírody, kdežto u zvířat z lidské péče byl jeho výskyt relativně vzácný.

Druhý trvalý třenový zub P2 eruptuje, podle Riesové (1986), ve stejném čase, jako třetí trvalý třenový zub P3, a to mezi 2-3 rokem života. Ke stejným závěrům jsem došla i s našimi vzorky. Poslední trvalý třenový zub, P4, se má objevovat o rok později ve věku 3 let. I u našich koní jsme pozorovali počátek erupce kolem 3. roku života, a její ukončení poté zhruba ve 4 letech.

Riesová (1986) uvádí, že první trvalá stolička se poprvé objevuje mezi 10-15 měsícem věku hříbat. U našeho vzorku jsem pozorovala první náznaky erupce již ve věku 6 měsíců, kdy zub ještě ani neprorazil do čelisti. Nejvíce zástupců však máme ve věku 12 měsíců, což se shoduje se zjištěními Riesové. Druhá trvalá stolička (M2) se má objevoval kolem 18 měsíců věku koně. U našeho vzorku jsem počínající erupci pozorovala již ve věku 12 měsíců. Nejčastější byla její právě probíhající erupce u koní ve věku 24 měsíců. Poslední trvalá stolička, M3, počíná podle Riesové (1986) erupovat ve věku 3 let. V našem vzorku nejmladší jedinec, u kterého erupce započala, dosahoval věku 2 let. Nejčastěji se však objevovala mezi 3. a 4. rokem života.

Tabulka níže je vytvořena na základě zjištění Riesové (1986) a doplněna o náš vzorek. Obsahuje označení jednotlivých zubů, věk, kdy podle Riesové poprvé eruptuje do čelisti, a zvířata, která byla pro tuto práci využita (tab. 1.).

Tab. 1. Tabulka erupce, upraveno podle Riesové (1986).

Označení zubů	Věk erupce	Jedinci v této kategorii
Id1	narození nebo krátce nato	XXX
Id2	7 týdnů	XXX
Id3	4 1/2 - 7 měsíců	7-11[12]-12 (7) m
Pd2	narození nebo krátce nato	XXX
Pd3	narození nebo krátce nato	XXX
Pd4	narození nebo krátce nato	6-6[6]-6 (1) m
I1	2 1/3 r	2-2,2[2]-3 (5) r
I2	3 1/3 r	3-3,7[4]-4 (6) r
I3	4 - 4 1/4 r	3-3,9[4]-5 (12) r
C	4 1/4 - 4 1/2 r	4-4,7[5]-5 (6) r
P1	7 měsíců	6-8,3[7]-12 (3) m
P2	2 1/3 - 2 3/4 r	2-2,4[2]-3 (7) r
P3	2 1/3 - 2 3/4 r	2-2,5[2,5]-3 (2) r
P4	3 1/2 r	3-3,6[4]-4 (8) r
M1	10 M - 1 3/4 r	6-11,5[12]-15 (17) m
M2	1 1/2 r	12-21[24]-30 (16) m
M3	3 1/2 r	2-3,8[4]-5 (17) r

První sloupec obsahuje označení zubu; Id 1-3 pro mléčné řezáky, Pd 2-4 pro mléčné třenové zuby. I 1-3 pro trvalé řezáky, C pro špičáky, P 1-4 pro trvalé třenové zuby a M 1-3 pro stoličky. Prostřední sloupec jsou zjištění zcela převzatá z práce Riesové (1986). Poslední sloupec "Jedinci v této kategorii" obsahuje věkové rozmezí zvířat, u kterých je konkrétní zub přítomen. Zápis v tomto sloupci je zleva: minimální věk výskytu zubu-průměrná hodnota věku[medián jejich věků]-maximální věk výskytu zubu (počet jedinců v této kategorii) m/r - věk zvířat uveden v měsících nebo rocích.

5.2 Přítomnost jamkové stopy

Metody nástupu jamkové stopy a mizení zubní hvězdy se ukázaly být příliš náchylné na subjektivní chyby (vyzkoušeli jsme nezávislé skórování dvěma poučenými kolegy), že byly nakonec vyřazeny. Na rozdíl od menších odchylek, ke kterým docházelo například u erupce, u detailnějších znaků, jako je zubní hvězdička nebo právě jamková stopa, hrozí velká míra subjektivní chyby. Mizení zubní hvězdy je rozebráno v následující podkapitole.

Riesová (1986) rozdělila koně do kategorií podle věku, kdy by se měla jamková stopa poprvé objevit, a typu zubu, na kterém je výskyt patrný. Tvrdila, že u trvalých horních řezáků dochází kolem věku 10 let na I1, 12 let na I2 a 14 let na I3. Ve spodní čelisti pak uvádí přítomnost jamkové stopy od 7 let na I1, od 8 na I2 a od 9 na I3.

Komárek (1993) naopak popisuje první objevení jamkové stopy na I1 v horní čelisti od věku 6 let zvířete. Na našem vzorku jsme přítomnost jamkové stopy na stejném zubu pozorovali již od věku 4 let u zvířat ze zoologických zahrad, a již od 3 let u zvířat z volné přírody.

5.3 Mizení zubní hvězdy

K mizení zubní hvězdy má podle Riesové (1986) docházet u koní nad 25 let v horní čelisti, a nad 23 let ve spodní čelisti. Komárek (1993) mizení zubní hvězdy vůbec nepopisuje. V našem vzorku jsem pozorovala výskyt zubní hvězdy i u koní nad 30 let věku, kdy už ale byla hvězdička hůře patrná, zejména pak u zvířat pocházejících z lidské péče. Došli jsme tedy k závěru, že u detailnějších znaků, jakými jsou právě zubní hvězda nebo jamková stopa, dochází k velké míře subjektivních chyb.

5.4 Změny tvaru dolních řezáků

Změny tvaru dolních řezáků stejně jako změna směru řezáků se ukázaly být značně individuální, zejména pak ve vyšším věku koní. Jelikož změna tvaru závisí na opotřebení, při porovnávání různých zvířat musíme vzít v úvahu prostředí, ve kterém žila, a stravu, kterou se živila. Také je kvůli plynulosti přechodu obtížné stanovit pevnou hranici, kdy dochází ke změně, a je zde větší prostor pro subjektivní chyby v určování tvaru řezáků.

Riesová (1986) popisuje dohromady 4 přechody od příčně oválného tvaru, který mají koně do 12 let, přes okrouhlý (14-20), trojúhelníkový (21-27) až po podélně oválný u zvířat nad 28 let.

U našich zvířat byl přechod velmi rozdílný. Příčně oválný tvar jsem pozorovala u zvířat od narození do věku 10 let. Okrouhlý nejčastěji u zvířat ve 13 letech do 20 let. Nejmladší jedinec však vykazoval okrouhlý tvar již v 6 letech. Tendenci k dřívějšímu nástupu okrouhlého tvaru byla pozorována u zvířat z divoké přírody. Trojúhelníkový tvar jsme pozorovali od 20 do 26 let věku koní, a od 27. roku jsme zaznamenali přechod spíše k podélně oválnému tvaru (tab. 2.).

Tab. 2. Tabulka změny tvaru dolních řezáků, upraveno podle Riesové (1986).

Tvar zubů	Věk	Jedinci v této kategorii
příčně oválný	do 12 let	1-4,7[5]-10 (85) r
okrouhlý	14 - 20 let	6-13,1[13]-20 (41) r
trojúhelníkový	21 - 27 let	20-22,5[21,5]-26 (10) r
podélně oválný	nad 28 let	27-28,6[28]-32 (9) r

První sloupec obsahuje označení tvaru zubu spodního řezáku. Prostřední sloupec jsou zjištění zcela převzatá z práce Riesové (1986). Poslední sloupec "Jedinci v této kategorii" obsahuje věkové rozmezí zvířat, u kterých je konkrétní zub přítomen. Zápis v tomto sloupci je zleva: minimální věk výskytu zubu-průměrná hodnota z věku[medián z jejich věků]-maximální věk výskytu zubu (počet jedinců v této kategorii) r - věk zvířat uveden v rocích.

5.5 Klešťový skus

Klešťový skus by se měl, podle Riesové (1986), začít objevovat po 19. roce života. I zde jsme zaznamenali větší rozptyl, kdy nejmladšímu koni vykazující klešťovitý skus bylo 17 let (tab. 3.). Opět zde tendenci k dřívějšímu nástupu změny směru řezáků vykazovala divoká zvířata. Tento znak se nejeví jako vhodný znak k určení přesného stáří zvířete z důvodu velké proměnlivosti ve vztahu k životu a individualitám zvířete.

Tab. 3. Tabulka změny směru řezáků

Změna směru řezáků	Jedinci v této kategorii
Klešťovitý skus	17-23,9[24]-34 (33) r

První sloupec obsahuje označení změny směru řezáků do tzv. „klešťového skusu“ typického pro starší koně. Druhý sloupec „Jedinci v této kategorii“ obsahuje věkové rozmezí zvířat, u kterých je konkrétní zub přítomen. Zápis v tomto sloupci je zleva: minimální věk výskytu zubu-průměrná hodnota z věku[medián z jejich věků]-maximální věk výskytu zubu (počet jedinců v této kategorii) r - věk zvířat uveden v rocích.

Zajímavostí, se kterou jsem se při popisování našeho materiálu setkala, bylo, že divoká zvířata často měla rovnoměrně obroušenou a relativně dobře zachovalou dentici i po 20. roku života, zatímco koně ze zoologických zahrad často vykazovali daleko horší stav chrupu. Další zajímavostí je, že mladí divocí koně měli častěji, než jejich protějšci z lidské péče, zabarvenou skusnou plochu řezáků do odstínů tmavě hnědé barvy, což znesnadňovalo pozorování zubní hvězdy.

6 Diskuse

6.1 Porovnání s jinými pracemi podobného typu

Mezi nejčastěji používané metody patří pozorování erupce, kterou využívali autoři u studií týkajících se asijských oslů (*Equus hemionus*), například Ansorge et al. (2007) nebo Lkhagvasuren et al. (2013). U zeber metody pozorování erupce v kombinaci s obrusem využil Joubert (1972), Smuts (1974) nebo Penzhorn (1987).

Oblíbenou metodou je také pozorování ročních přírůstových linií v zubním cementu, kterým se u asijských oslů zabývali opět Ansorge et al. (2007) nebo Lkhagvasuren et al. (2013). U zeber se o to pokusil Penzhorn (1982). Tato metoda je aplikovatelná spíše na divoce žijící zvířata, vyskytujících se v prostředí se střídajícími se podmínkami (období sucha a dešťů nebo v mírném pásu střídání léta a zimy). Jedná se ale o destruktivní metodu vyžadující specifické vybavení (a zkušenosti) a tudíž nevhodnou pro okamžité použití v terénu.

U domácích koní se kromě obrusu a erupce hojně využívali i metody pozorování hvězdy nebo Galvaynovy linie, což se týká například studií Richardson et al. (1995) nebo Muylle et al. (1997, 1998).

6.2 Spolehlivost vizuálních metod

Studie prováděná na huculech, všech zvířatech chovaných za stejných podmínek a na stejném místě, odhalila procentuální chybovost v závislosti na věku. Pro kontrolu byly k dispozici záznamy o narození jednotlivých zvířat, kterým byl navíc pro jejich snazší identifikaci aplikován mikročip. Ke studii bylo použito 173 koní, kteří byli rozděleni do pěti věkových skupin (Łuszczynski et Pieszka 2011).

Věková skupina 0-0,5 roku, za využití metodiky pozorování erupce mléčného chrupu, se setkala s 12% chybovostí. Skupina od 0,5-2,5 roku, využívající metodu pozorování mizení jamky na mléčném chrupu, prokázala o něco větší chybovost - 38%. Prostřední skupina od 2,5 - 6 let, u které byla použita metoda pozorování erupce permanentních řezáků, vykazovala opět menší chybovost; asi 19%. Na jedince od 6-11 let byla využita metoda pozorování mizení jamek v permanentním chrupu a ta se setkala s chybovostí kolem 56%. Nejvyšší chybovost, konkrétně 81%, byla zjištěna u skupiny nad 11 let věku využívající metodu pozorování změny tvaru řezáků (Łuszczynski et Pieszka 2011).

Erupce mléčných řezáků společně s jejich výměnou za trvalý chrup se tedy prokázala být nejpřesnější metodou pro určování věku koní. Chybovost u hříbat do půl roku byla nejčastěji zapříčiněna předčasnou erupcí u mlád'at. Chyby v pozorování obrusu byly často zapříčiněny různými časy, kdy došlo k výměně či erupci zubů. Autoři studie došli k závěru, že starší koně jsou nejtěžší na přesnou determinaci (Łuszczynski et Pieszka 2011).

S podobnými výsledky jsme se setkali i v případě našeho vzorku koní Převalského, kdy největší chybovost byla zaznamenána při pozorování zubních jamek, jamkových stop a zubních hvězdiček. Metodu erupce mléčného chrupu jsme nebyli schopni posoudit, neboť jsme neměli k dispozici zvířata nejmladší věkové kategorie. Nicméně u erupce trvalých zubů jsme, stejně jako Łuszczynski et Pieszka, 2011, zaznamenali vysokou míru přesnosti. Detailnější analýza rozdílů mezi zoo-zvířaty a zvířaty z volné přírody nebylo možné pro velikost vzorku. Celkově tedy mohou doporučit pro hodnocení věku u koně Převalského znaky spojené s erupcí, nápadná podobnost našich výsledků s Riesovou (1986) a Komárkem (1993) naznačuje, že dřívější pokusy o určování věku u koně Převalského s protokolem pro domácího koně zřejmě poskytovaly vcelku přesný odhad.

U starších koní můžeme pozorovat daleko větší variabilitu mezi dentálním věkem a skutečným věkem a to zejména po 11. roku života. Mizení zubní jamky není pevně vázáno k žádné věkové kategorii, a tak se nezdá být jako vhodná metoda pro určování věku koní (Richardson et al. 1994).

I v naší práci jsme se setkali s nesouladem určování věku podle přítomnosti zubní jamky, a ani nám se nepodařilo tuto metodu spolehlivě aplikovat na náš vzorek. Jedná se tedy o subjektivní metodu ovlivněnou nejen úsudkem pozorovatele, ale i prostředím, ve kterém se zvíře nachází, a stravou, kterou se živí. Richardson et al (1994) také zmiňuje statisticky dřívější objevení zubní hvězdy a změnu tvaru řezáků. Naznačuje tak, že i v tomto případě jde o variabilnější znaky.

6.3 Využití zvířat v lidské péči pro srovnání věku

Kvůli absenci dat o věku z volné přírody, resp. obtížnosti jejich získávání, se pracovníci často uchylují k porovnávání se zvířaty chovanými v lidské péči. I když týž badatelé tuší, že dotyční jedinci pravděpodobně budou vykazovat poněkud jiné hodnoty,

například kvůli krmení měkčí stravou, což vede k menšímu obrusu (O'Regan et Kitchener 2005).

Ačkoli to může být částečně pravda, fyziologie růstu zubu nepodporuje tuto hypotézu. Proces erupce pokračuje po celý život, takže pokud by se zuby neobrušovaly jejich ontogenetickým vývojem, můžeme předpokládat, že se erupce buď zpomalí, nebo budou vlivem erupce čelisti tlačeny nadále od sebe. Pokud by byla rychlost opotřebení vyšší než nárůst sekundárnímu dentinu, mohl by být uložen interně, což by mohlo vést k citlivosti a nakonec ke kazu. Nakonec by se zvíře mohlo zdráhat žvýkat. V konečném důsledku tedy můžeme předpokládat, že je nepravděpodobné, že by se obrus velmi odchýlil od střední hodnoty, která se nachází v přírodě. Zub je komplexní orgán, který vytváří povrch korunky před tím, než vůbec přijde do kontaktu se zubem opačným, přičemž okluze není vytvářena odíráním (Spinage 1973).

V našem vzorku jsme pozorovali rozdíly mezi divokými koňmi, a zvířaty v lidské péči. Počátek erupce byl u obou typů zvířat více méně srovnatelný. Rozdíly byly pozorovatelné spíše v konečném stádiu erupce, kdy se zdá, že zvířata z volné přírody všeobecně dokončují erupci o trochu déle. Obrus se pak zdá být velmi variabilní, neboť například zvířata z Halle vykazují vyšší míru (bohužel nelze statisticky ověřit) opotřebení, než průměrní koně z jiných zoologických zahrad a dokonce volné přírody. U těchto zvířat byly pozorovány i výrazné změny na síle čelistí/čelistní svaloviny (Volf 1967).

Známý maximální věk zvířat je odhadován pouze na základě zvířat držených v lidské péči. Kritici často podotýkají, že tyto rekordy nejsou relevantní pro divoce žijící zvířata. To ovšem přehlíží fakt, že chov v lidské péči nemůže prodloužit život zvířat za jejich fyziologické maximum, které je stejné jako u divoce žijících zvířat (Spinage 1973).

Zajímavostí, se kterou jsme se setkali v naší práci je, že maximální věk u obou skupin je velice podobný. U zvířat z lidské péče nejstarší jedinec dosáhl věku 34 let, zatímco z volné přírody 32 let. Věkové rekordy jsou tedy, za správných podmínek, možné i v divoké přírodě. Faktem ale zůstává, že z divoké přírody máme větší procento jedinců, kteří uhynuli v relativně mladém věku, na neznámé příčiny.

Nesporná výhoda využití zvířat v lidské péči pro určování věku spočívá v tom, že se veškeré životní situace, nemoci a případná zranění přesně zaznamenávají, takže se tyto události mohou porovnat s konkrétními změnami v chrupu (Read et al. 2013).

7 Závěr

Ve své práci jsem se zaměřovala na rešerši metod určování absolutního a relativního věku savců, se zvláštní pozorností ke koňovitým, a dále studovanému druhu (*Equus przewalskii*). Zmiňuji jednotlivé autory, kteří se pokoušeli o určování věku u různých koňovitých. Jmenovitě šlo o studie zaměřující se na asijské osly (*Equus hemionus*), zebra kapskou (*Equus zebra zebra*), zebra Böhmovu (*Equus quagga boehmi*), zebra Hartmannové (*Equus zebra hartmannae*), zebra Burchellovu (*Equus burchelli antiquorum*), koně domácího (*Equus caballus*) a osla domácího (*Equus asinus*). Kůň Převalského (*Equus przewalskii*) byl zhodnocen jen v jedné nepublikované disertační práci.

V rámci kapitoly “Modelový organismus” obecně charakterizují koně Převalského společně se zvláštnostmi společnými pro všechny koňovité, jako je například jejich unikátní chrup. Zmiňuji zde také preferované prostředí, jejich extinkci ve volné přírodě, záchranu před úplným vyhynutím, a nakonec rozdíl mezi koněm domácím (*Equus caballus*) a právě koněm Převalského (*Equus przewalskii*) a to jak na úrovni morfologické, tak genetické.

Na základě rešerše jsem vybrala metodiku použitelnou pro osteologický materiál koně Převalského, který je k dispozici ve světových zoologických sbírkách, a vytvořila jsem protokol na určování věku pro koně Převalského.

V praktické části porovnávám náš vzorek, z materiálu poskytnutým školitelem, se zjištěními Riesové (1986), která se pokoušela rozdělit koňovité (koně Převalského a domácího koně) do věkových kategorií na základě erupce, přítomnosti jamkové stopy a zubní hvězdy, tvaru řezáků, u starších koní se pak zaměřovala na přítomnost klešťového skusu. Data jsem pro kontrolu porovnávala i se zjištěními Komárka (1993), který se věnoval domácím koním.

Determinace věku podle erupce a nahrazení se ukázala být nejpřesnější. Došlo zde k největší shodě s oběma autory a to s pouze malými odchylkami. Tyto odchylky ale mohly být zapříčiněny i nesjednoceně stanoveným počátkem a koncem měření, tj. Riesová mohla za počátek erupce označit moment, kdy zub již prorazil kost a je vidět nad dásní, kdežto naše měření někdy začíná již ve chvíli, kdy zub teprve prorázel kost. Této odchylce se tedy v budoucnu dá vyvarovat sjednocením počátku měření. U většiny mléčných řezáků jsme nebyli schopni data porovnat, protože v našem vzorku je nedostačující počet zvířat mladších jednoho roku, a koně mladší 6 měsíců ve vzorku

zcela chybí. Nejpřesněji se naše data shodovala s literaturou u výměny mléčného chrupu na trvalý. Naopak největší odchylku a také vysoký rozptyl ve věku počátku erupce jsme zaznamenali u erupce první trvalé stoličky (M1).

Odchylky v měření pomocí metod nástupu jamkové stopy a mizení zubní hvězdy byly příliš vzdálené od zjištění obou autorů, Riesové i Komárka, a tak byly označeny za příliš náchylné k chybám zapříčiněným subjektivním hodnocením, a nebyly nakonec využity.

Změna tvaru dolních řezáků vykazovala větší variabilitu a možnou častou neshodu na přechodných tvarech zubů, na základě subjektivní chyby. Riesová popisuje dohromady 4 přechody (příčně oválný, okrouhlý, trojúhelníkový a podélně oválný), které jsou zhruba uprostřed věkových kategorií jasně vidět. Ovšem na přechodu mezi jednotlivými tvary se dané tvary stávají nejasnými a je na každém pozorovateli, zda li tvar na přechodu bude považovat např. ještě za okrouhlý nebo již trojúhelníkový. I díky tomu jsme zřejmě na našem vzorku pozorovali odchylky od Riesové (1986) i Komárka (1993). Tendence k dřívějšímu přechodu, zejména u přechodu do okrouhlého tvaru, vykazovala zvířata z volné přírody, kdy nejmladší jedinec vykazoval známky okrouhlého tvaru již v 6 letech.

Rozptyl jsem pozorovala i u nástupu klešťového skusu, který by se podle Riesové (1986) měl začít objevovat kole 19. roku života. V našem vzorku jsme pozorovali nástup již v dřívějších letech a to opět zejména u zvířat z volné přírody. Nejmladším koním, u kterých byl klešťovitý skus pozorován, bylo 17 let. Podle Komárka (1993) dochází k pozvolnému protažení skusu již od 15 let, takže stejně jako metoda tvaru řezáků i metoda klešťového skusu záleží na pozorovateli, zda li daný skus již hodnotí jako klešťový, nebo ještě ne, takže se i zde vyskytuje riziko subjektivní chyby.

Zajímavostmi, kterých jsme si u našeho vzorku všimli, bylo, že koně z divoké přírody měly častěji rovnoměrně obroušenou a relativně dobře zachovalou dentici i po 20. roku života, zatímco koně ze zoologických zahrad a chovných programů všeobecně vykazovali daleko horší stav chrupu.

8 Literatura

Ansorge, H., Stubbe, A., Batsaikhan, N., Samjaa, R., Stubbe, M. 2007. Assessment of non-metric skull characters and age determination in the Asiatic Wild Ass *Equus hemionus*: A methodological approach. *Erforschung biologischer Ressourcen der Mongolei*, **10**, 133-142.

Arsenos, G., Gelasakis, A. I., Papadopoulos, E. I. 2017. The status of Donkeys (*Equus asinus*) in Greece. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. **61**(3), 212-219

Bowling, A. T., Ryder, O. A. 1987. Genetic studies of blood markers in Przewalski's horses. *Journal of Heredity*. **78**(2), 75-80.

Boyd, L., Houpt K. A. 1994. *Przewalski's Horse: The History and Biology of an Endangered Species*. State University of New York Press, 313 s. New York.

Červený, Č., Komárek V., Štěrbá O. 1999. *Koldův atlas veterinární anatomie*. Grada, 248-266 s. Praha.

Dapson, R. W., Irland, J. M. 1972. An accurate method of determining age in small mammals. *Journal of Mammalogy*. **53**(1), 100-106.

Der Sarkissian C., Ermini L., Schubert, M., et al. 2015. Evolutionary genomics and conservation of the endangered Przewalski's horse. *Current Biology*. **25**(19), 2577-2583.

Schultz, N. G., Lough-Stevens, M., Abeu, E., Orrm T., Dean, M. D. 2016. The Baculum was Gained and Lost Multiple Times during Mammalian Evolution. *Integrative and Comparative Biology*. **56**(4), 644-656

Friley, Ch. E. 1949. Age determination, by use of the baculum, in the river otter, *Lutra c. canadensis* Schreber. *Journal of Mammalogy*. **30**(2), 102-110.

Gaunitz, Ch., Fages A., Hanghøj K., et al. 2018. Ancient genomes revisit the ancestry of domestic and Przewalski's horses. *Science*. **360**(6384), 111-114.

- Groves, C. 2009. The A-line Przewalski horse. *News Biosphere Reserve "Askania Nova"*. 97-103.
- Hillson, S. 2005. *Teeth*. 2. vyd. Institute of Archaeology, Cambridge University Press, 373 s. London.
- Joubert, E. 1972. Tooth development and age determination in the Hartmann zebra *Equus zebra hartmannae*. *Madoqua*. **1**(6), 5-16.
- Kaiser, T., Schulz-Kornas, E. 2006. Tooth wear gradients in zebra as an environmental proxy – A pilot study. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*. 103, 187-210.
- Klingel, H., Klingel, U. 1966. Tooth development and age determination in Plains Zebra. *Der Zoologische Garten*, **33**(3), 34-54.
- Komárek, V. 1993. *Odhad věku koně*. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 40 s. Praha.
- Kůs, E. 2008a. Kůň Převalského. *Trojský koník* mimořádné číslo, 61 s. Zoo Praha.
- Kůs, E. 2008b. Mezinárodní plemenná kniha koně Převalského. Zoologická zahrada Praha, 202 s. Praha.
- Lkhagvasuren, D., Ansorge, H., Samiya, R., Schafberg, R., Stubbe, A., Stubbe, M. 2013. Age determination of the Mongolian wild ass (*Equus hemionus* Pallas, 1775) by the dentition patterns and annual lines in the tooth cementum. *Journal of Species Research*. **2**(1), 85-90.
- Łuszczynski, J., Pieszka, M. 2011. Usefulness of selected incisor characteristics for determining the age of Hucul horses. *Annals of Animal Science*. **11**(4), 569-575.

- McMullan, W. C. 1983. Dental criteria for estimating age in the horse. *Equine Practice*, 5, 36-43.
- Morris, P. 1972. A review of mammalian age determination methods. *Mammal Review*. 2(3), 69-104.
- Muyllé, S., Simoens, P., Lauwers, H. 1996. Ageing horses by an examination of their incisor teeth: an (im)possible task? *Veterinary Record*. 138(13), 295-301.
- Muyllé, S., Simoens, P., Lauwers, H., Van Loon, G. 1997. Ageing draft and trotter horses by their dentition. *Veterinary Record*. 141(1), 17-20.
- Muyllé, S., Simoens, P., Lauwers H., Van Loon, G. 1998. Ageing Arab horses by their dentition. *Veterinary Record*. 142(24), 659-662.
- Nacarino-Meneses, C., Jordana, X., Köhler M. 2016. First approach to bone histology and skeletochronology of *Equus hemionus*. *Comptes Rendus Palevol*. 15(1-2), 267-277.
- O'Regan, H. J., Kitchener, A. C. 2005. The effects of captivity on the morphology of captive, domesticated and feral mammals. *Mammal Review*. 35(3-4), 215-230
- Penzhorn, B. L. 1982. Age determination in Cape mountain zebras *Equus zebra zebra* in the Mountain Zebra National Park. *Koedoe*. 25(1), 89-102.
- Penzhorn, B. L. 1984. Dental abnormalities in free-ranging Cape mountain zebras (*Equus zebra zebra*). *Journal of Wildlife Diseases*. 20(2), 161-166.
- Penzhorn, R. 1987. Descriptions of incisors of known-age Cape mountain zebras, *Equus zebra zebra*, from the Mountain Zebra National Park. *The Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 54, 135-141.
- Penzhorn, R. J., Grimbeek, B. L. 1987. Incisor wear in free-ranging Cape mountain zebras. *South African Journal of Wildlife Research*. 17(3), 99-102.

- Read, F. L., Hohn A. A., Lockyer, Ch. H. 2013. A review of age estimation methods in marine mammals with special reference to monodontids. *NAMMCO Scientific Publications*. **10**, 67 s.
- Ries, M. 1986. Die Zahnaltersbestimmung beim Przewalski-Pferd. 107 s., Disertace, Veterinární fakulta, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Richardson, J., Cripps, P., Lane, J. 1995. An evaluation of the accuracy of ageing horses by their dentition: changes of dental morphology with age. *Veterinary Record*. **137**(5), 117-121.
- Richardson, J., Lane, J., Waldron, K. 1994. Is dentition an accurate indication of the age of a horse? *Veterinary Record*. **135**(2), 31-34.
- Robovský, J. 2009. Przewalski horse: a review of controversies over its taxonomy, phylogeny and full-bloodedness. *Equus (Zoo Praha)*, **3**(1), 57-112.
- Saltz, D., Rubenstein, D. I. 1995. Population dynamics of a reintroduced Asiatic Wild Ass (*Equus hemionus*) Herd. *Ecological Applications*. **5**(2), 327-335.
- Smuts, G. L. 1974. Age determination in Burchell's zebra (*Equus burchelli antiquorum*) from the Kruger National Park. *South African Journal of Wildlife Research*. **4**(2), 103-115.
- Spinage, C. A. 1972. Age estimation of zebra. *African Journal of Ecology*. **10**(4), 273-277.
- Spinage, C. A. 1973. A review of the age determination of mammals by means of teeth, with especial reference to Africa. *African Journal of Ecology*. **11**(2), 165-187.
- Van Dierendonck, M. C., Wallis de Vries, M. F. 1996. Ungulate reintroductions: Experiences with the takhi or Przewalski Horse (*Equus ferus przewalskii*) in Mongolia. *Conservation Biology*. **10**(3), 728-740.

Volf, J. 1967. Der Einfluss der Domestikation auf die Formentwicklung des Unterkiefers beim Pferd. *Equus* 1(2): 401-406.

Volf, J. 2002. Odysea divokých koní. 1. vyd. Academia, 142 s. Praha.

Wakefield, S., Knowles, J., Zimmermann, W., Dierendonck, M. 2002. Status and Action Plan for the Przewalski's Horse (*Equus ferus przewalskii*). *Equids: zebras, asses and horses: status survey and conservation action plan*. 82-92, IUCN, Gland.

Walmsley, J. P. 1993. Some observations on the value of ageing 5-7-year-old horses by examination of their incisor teeth. *Equine Veterinary Education*. 5(6), 295-298.

Willson, D. E., Reeder, DA. M. 2005. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Johns Hopkins University Press, 2142 s. Baltimore.

8.1 Internetové zdroje:

[1] BIOLIB [online]. [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id33464/>

[2] ULTIMATE UNGULATE [online]. [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <http://www.ultimateungulate.com/Perissodactyla/Equidae.html>

[3] ULTIMATE UNGULATE [online]. [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: http://www.ultimateungulate.com/Perissodactyla/Equus_caballus.html

[4] IUCN RED LIST [online]. [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://www.iucnredlist.org/species/7961/97205530>

[5] ZOO PRAHA. General studbook of the Przewalski horse. [online]. [cit. 2020-04-23]. Dostupné z: <https://przwhorse.zoopraha.cz/>

9 Resumé

This thesis deals with the last still living truly wild horse - Przewalski horse (*Equus przewalskii*) and methods being used in age determination of equids based on morphological characteristics. Specifically I've tried to establish a protocol for age determination in this species that could be useful for the age determination in the field or specimens in museum collections. This thesis includes a review of methods being used for an age determination in mammals and equids. The chapter "Model organism" specifies basic characteristics of Przewalski horse including its physical description, preferred area, their extinction in the wild and rescue programs which saved their species, and also morphological and genetic difference between this species and domestic horse (*Equus caballus*). I compared the obtained results with literature and could confirm that methods of eruption and replacement can be used in age determination with a high certainty. Methods as "incisor shape" and "pincer bite" can provide useful additional information if they are used together with other characters. Characters as "cup" and "dental star" are subject of significant intraspecific variability and they could be moreover scored differently by independent persons.

10 Seznam tabulek

Tab. 1. Tabulka erupce, upraveno podle Riesové (1986).	24
Tab. 2. Tabulka změny tvaru dolních řezáků, upraveno podle Riesové (1986).	26
Tab. 3. Tabulka změny směru řezáků	27

11 Přílohy

Příloha 1: Soupis zvířat chovaných v zoologických zahradách

Příloha 2: Soupis zvířat z volné přírody

Příloha 1: Soupis zvířat chovaných v zoologických zahradách

Tab. 4. Tabulka zahrnuje soupis všech zvířat použitých v této práci, konkrétně zvířat chovaných v zoologických zahradách. Je zde uvedeno známé stáří zvířete, inventarizační číslo a název instituce, kde je materiál uložen.

Věk	Inventarizační číslo	Instituce
7 měsíců	27092	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
10 měsíců	5211	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
10 měsíců	51795	Museum für Naturkunde v Berlíně
1 rok	24370	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
1 rok	27090	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
1 rok	19486	Naturalis Biodiversity Center v Leidenu
1 rok	22771	Národní muzeum Praha
1 rok	24095	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
13 měsíců	47169	Národní muzeum Praha
14 měsíců	47168	Národní muzeum Praha
15 měsíců	512	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
1,5 roku	47162	Národní muzeum Praha
2 roky	19522	Naturalis Biodiversity Center v Leidenu
2 roky	47170	Národní muzeum Praha
2 - 2,5 roku	K216	Hipologické muzeum ve Slatiňanech
2 roky 7 měsíců	5798	Národní muzeum Praha
2 roky 8 měsíců	5789	Národní muzeum Praha
3 roky	60606	Museum für Naturkunde v Berlíně
3 roky	47164	Národní muzeum Praha
3 roky	47163	Národní muzeum Praha
4 roky	10649	Národní muzeum Praha
4 roky	S-115391	Zoo. Museum of M. V. Lomonosov v Moskvě
4 roky	S-133806	Zoo. Museum of M. V. Lomonosov v Moskvě
5 let	48278	Národní muzeum Praha
5 let	47161	Národní muzeum Praha
5 let	1973/237	Zoologische Staatssammlung v Mnichově
5 let	32050	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
6 let	46585	Národní muzeum Praha
6 let	47173	Národní muzeum Praha
6 let	27089	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
6 let	32578	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
6 let	S-95921	Zoo. Museum of M. V. Lomonosov v Moskvě
7 let	47171	Národní muzeum Praha
8 let	IC105	Hipologické muzeum ve Slatiňanech
8 let	49009	Národní muzeum Praha
9 let	5214	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
9 let	27031	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
9 let	E.wld 2	Museum für Haustierkunde "Julius Kühn" v Halle
9 let	E.wld 4	Museum für Haustierkunde "Julius Kühn" v Halle
10 let	90195	Národní muzeum Praha
12 let	60363	Museum für Naturkunde v Berlíně
13 let	359	Naturalis Biodiversity Center v Leidenu
13 let	26082	Naturalis Biodiversity Center v Leidenu
14 let	1991/34	Zoologische Staatssammlung v Mnichově
14 let	E.wld 6	Museum für Haustierkunde "Julius Kühn" v Halle
14 let	S-158572	Zoo. Museum of M. V. Lomonosov v Moskvě

15 let	E.wld 7	Museum für Haustierkunde "Julius Kühn" v Halle
16 let	48198	Národní muzeum Praha
16 let	1953/147	Zoologische Staatssammlung v Mnichově
16 let	S-161599	Zoo. Museum of M. V. Lomonosov v Moskvě
17 let	90194	Národní muzeum Praha
18 let	1980/242	Zoologische Staatssammlung v Mnichově
18 let	5216	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
18 let	17591	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
19 let	S-187005	Zoo. Museum of M. V. Lomonosov v Moskvě
20 let	E.wld 5	Museum für Haustierkunde "Julius Kühn" v Halle
21 let	90200	Národní muzeum Praha
21 let	47165	Národní muzeum Praha
21 let	1951/173	Zoologische Staatssammlung v Mnichově
21 let	7201	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
21 let	S-945335	Zoo. Museum of M. V. Lomonosov v Moskvě
21,5 let	S-169682	Zoo. Museum of M. V. Lomonosov v Moskvě
22 let	47160	Národní muzeum Praha
23 let	47167	Národní muzeum Praha
23 let	1829	Národní muzeum Praha
25 let	1135	Národní muzeum Praha
25 let	35675	Museum für Naturkunde v Berlíně
26 let	1980/233	Zoologische Staatssammlung v Mnichově
26 let	S-188899	Zoo. Museum of M. V. Lomonosov v Moskvě
28 let	22772	Národní muzeum Praha
28 let	48756	Národní muzeum Praha
28 let	48351	Národní muzeum Praha
28 let	1981/580	Zoologische Staatssammlung v Mnichově
29 let	27088	Zoo. M. of the Zoological Institute v Petrohradě
30 let	24688	Národní muzeum Praha
34 let	15687	Národní muzeum Praha

Příloha 2: Soupis zvířat z volné přírody

Tab. 5. Tabulka zahrnuje soupis všech zvířat použitých v této práci, konkrétně zvířat z volné přírody. Je zde uvedeno známé stáří zvířete, inventarizační číslo a název instituce, kde je materiál uložen.

Věk	Inventarizační číslo	Instituce
6 měsíců	M8097	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
1 rok	M8071	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
1 rok	M8069	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
1 rok	M8067	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
1 rok	M8066	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
1 rok	M8084	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
2 roky	M8098	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
2 roky	M8083	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
2 roky	M8062	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
2 roky	M8096	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
2 roky	M8228	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
2 roky	M8230	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
2,5 roku	M8234	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
2,5 roku	M8225	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
3 roky	871	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
3 roky	255	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
3,5 roku	M8079	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
4 roky	M8220	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
4 roky	M8081	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
4 roky	M8233	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
4,5 roku	M8231	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
4,5 roku	M8226	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
5 let	19_20	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
5 let	85	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
5 let	1053	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
5 let	1154	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
5 let	1120	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
5 let	1117	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
6 let	M8227	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
6 let	1036	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
6 let	1037	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
6 let	1032	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
6 let	692	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
6 let	317	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
6 let	1447	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
6 let	1637	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
6 let	M8076	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
7 let	M8215	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
7 let	M8080	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
7 let	M8077	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
7 let	M8070	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
7 let	39a	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
7 let	1225	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
7 let	1268	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
8 let	M8224	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
8 let	M8086	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz

8 let	M8078	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
8 let	1195	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
8 let	424	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
8 let	M8065	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
8 let	M8074	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
9 let	M8229	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
9 let	M8075	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
9 let	1460	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
9 let	1383	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
9 let	1357	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
9 let	1304	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
9 let	M8063	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
10 let	M8064	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
10 let	1159	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
10 let	1158	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
10 let	1054	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
10 let	3852	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
11 let	M8082	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
11 let	M8068	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
11 let	1528	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
11 let	313	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
11 let	1106	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
11 let	M8073	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
12 let	M8072	Senckenberg Museum für Naturkunde Görlitz
13 let	1216	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
13 let	416	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
13 let	1067	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
14 let	173	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
16 let	1111	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
17 let	955	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
17 let	954	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
17 let	288	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
18 let	417	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
18 let	378	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
19 let	1683	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
20 let	1208	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
23 let	2012	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
25 let	2412	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
25 let	588	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
27 let	1747	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
27 let	1265	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"
32 let	1821	F. E. Faltz-Fein Bio. Reserve "Askania Nova"