

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA AGROBIOLOGIE, POTRAVINOVÝCH A PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ

KATEDRA OBECNÉ ZOOTECHNIKY A ETOLOGIE



**Analýza celosvětového chovu hrabáče *Orycteropus afer* (Pallas, 1766)
a možnosti zajištění genetické variability u následných generací**

**Analysis of worldwide's breeding of aadvark *Orycteropus afer* (Pallas, 1766)
and facilities for assuring of genetic variability in next generations**

DISERTAČNÍ PRÁCE

DOKTORAND: ING. RENATA MASOPUSTOVÁ

ŠKOLITEL: DOC. ING. LUKÁŠ JEBAVÝ, CSc.

© 2014 ČZU v Praze

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem doktorskou disertační práci na téma “Analýza celosvětového chovu hrabáče *Orycteropus afer* (Pallas, 1766) a možnosti zajištění genetické variability u následných generací“ vypracovala samostatně a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31. 07. 2014

Ing. Renata Masopustová

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych na tomto místě poděkovala svému školiteli doc. Ing. Lukáši Jebavému, CSc. za odborné vedení mé práce. Rovněž děkuji svému manželovi za jeho tichou podporu a pochopení, které mi projevoval po celou dobu mého studia. Velmi děkuji mé dceři Ing. Tereze Masopustové za nekonečně trpělivou pomoc při vypracování odborné části práce a synovi Janu Paukemu za dlouholetou podporu a zajišťování servisu mého počítačového zázemí, bez kterého bych nemohla tuto práci napsat.

Chci také poděkovat svým dlouholetým přátelům a kolegům – Ing. Adéle Dokoupilové, Ph.D., Ing. Daně Šmídové, doc. Ing. Luboši Vostrému, Ph.D. a Ing. Libuši Pobudové - za jejich nezměrnou morální podporu a odbornou pomoc, čehož si velmi vážím. Dále děkuji paní Aleně Hofrichterové a Ing. Lucii Vágnerové z knihovny Zoo Praha, které mi byly vždy rychle a nezištně nápomocny při vyhledávání potřebných informací ve speciálních databázích, pro mě nedostupných. Můj dík patří také RNDr. Janu Robovskému Ph.D. a Mgr. Ludmile Pohlové z Přírodovědecké fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích za skvělou spolupráci při genetických analýzách evropské populace hrabáčů. V neposlední řadě také děkuji Ing. Pavlovi Tománkovi za odborné překlady do anglického jazyka.

Závěrem patří můj dík koordinátorce evropského chovu hrabáčů Drs. Wineke Schoo z Burger's Zoo Arnhem z Nizozemska a také koordinátorům amerického chovu - Diane Gierhahn a Joan Daniels Tantillo ze Zoo Brookfield v Illinois za jejich vstřícnost a laskavý přístup, s jakým mi po dlouhou dobu poskytovali velmi cenné materiály.

Analýza celosvětového chovu hrabáče *Orycteropus afer* (Pallas, 1766) a možnosti zajištění genetické variability u následných generací

SOUHRN

Současný výskyt hrabáče *Orycteropus afer* ve volné přírodě je vymezen územím subsaharské Afriky, avšak v posledních letech dochází i u některých hojných populací, zejména ve východních, středních a západních oblastech, k devastaci původních stanovišť, proto zde mohou jejich počty v důsledku ztráty potravních zdrojů klesat. Příčinou ústupu z původních lokalit může být expanze zemědělství a pastevectví. Podle aktuálních informací z Červeného seznamu IUCN byl v roce 2012 hodnocen stav volně žijící populace hrabáčů jako „Not evaluated - neznámý“, protože skutečné populační trendy druhu nejsou známy. Komplexní výzkum volně žijících populací hrabáčů je velmi náročný a prozatím těžko uskutečnitelný. Povědomí odborné chovatelské veřejnosti o stavu volně žijících populací hrabáčů je důležité, nejen v souvislosti s ochranou druhu *in situ*, ale také s ochranou druhu *ex situ*, jejíž součástí je kvalitní osvěta.

Světový chov hrabáčů probíhá se všemi problémy a nesmírnou náročností bez přerušení již více jak 100 let, je však do něj zapojeno jen několik desítek zoo. Zásadní podmínkou zachování kvalitních chovů se zdravými a reprodukce schopnými jedinci je vhodně nastavený management a trvalá spolupráce světových institucí, protože pro chov je k dispozici poměrně malá základna, která je navíc ohrožena nebezpečím nárůstu inbreedingu a nedostatečnou reprodukcí. Osvětlení této problematiky a zdůvodnění nutnosti propojení chovů na obou kontinentech bylo hlavní myšlenkou této práce.

Proto byly v práci stanoveny tři cíle, zabývající se analýzou chovů hrabáčů v evropských a amerických zoo, se zaměřením na věkovou strukturu populace žijící v lidské péči, na problematiku rozmnožování a na odhad inbreedingu pro výchozí i následné populace. Finálním cílem bylo založení funkční elektronické databanky pro evropské a americké chovy a sestavení komplexních rodokmenů pro celou evropskou i americkou populaci. Do analýzy chovu bylo zařazeno, jako výchozí soubor, 180 jedinců z evropských chovů a 169 jedinců z Ameriky. Vytýčené okruhy analýzy byly zpracovány popisnou statistikou. Výpočty koeficientu F_x lze rozdělit do pěti vzájemně na sebe navazujících okruhů, které tvořily podklady pro budoucí chovné plány. Pro výpočty byl zvolen statistický program SAS/STAT® 9.3 (procedura IINBREED). Elektronická databanka a rodokmeny byly modelovány pomocí speciálního programu GenoPro ® 2007, version 2.0.0.4.

Z analýzy je zřejmé, že ve světovém chovu bylo k dispozici k 31. 12. 2012 celkem 75 zvířat (48 v Evropě a 28 v Americe). I přes rozdílnou chovnou základnu, se vývoj v počtu porodů a úspěšnosti odchovu mláďat odvíjel na obou kontinentech podobně. Při sledování závislosti mezi způsobem odchovu matky a způsobem odchovu jejího mláďete byla zjištěna střední závislost (0,353). Sledovaná závislost mezi věkem samice a přežitím mláďete do jednoho roku věku byla podle očekávání statisticky neprůkazná.

Inbreeding je páření jedinců s jedním nebo více společnými předky, od nichž mají původově identické alely na lokusech. Hodnota inbreedingu je většinou vyjadřována pomocí koeficientu inbreedingu (F_x), což je procentuální vyjádření pravděpodobnosti, že jedinec nese alelu, která je identická svým původem.

Ve výchozí populaci 180 jedinců v evropských chovech byla zjištěna průměrná hodnota F_x 0,781 %, pro výchozí americkou populaci 169 žijících i nežijících jedinců byl zjištěn průměrný F_x 1,09 %.

U 540 případných evropských potomků z následných páření 47 žijících rodičů byl odhad F_x velmi vysoký 5,77 %. Odhad F_x v amerických chovech byly zjištěny pro 196 možných potomků po 28 žijících rodičích. Zde vyšly nižší než v Evropě (2,942 %).

Při případné spolupráci obou sledovaných kontinentů by průměrný F_x všech rodičů činil 2,95 % a odhad F_x pro následnou generaci potomků 3,289 %. Společné chovy by výrazně snížily nárůst inbreedingu zejména v Evropě. V Americe, kde se sledované hodnoty pohybovaly v nižších hodnotách, by chovatelé získali možnost efektivnějšího využití genetického potenciálu nepříbuzných jedinců, které oba kontinenty mezi roky 1999 až 2012 získaly z volné přírody. Kompletní soubor kombinací případných potomků tvořil současně finální chovný plán. Výsledky analýzy celosvětových chovů hrabáče potvrdily malou chovatelskou základnu s velkým výskytem příbuzenské plemenitby, která má přímý dopad na úspěšnost chovu. Při odhadu vývoje světového chovu hrabáčů v nejbližších letech lze konstatovat, že se předpokládá udržení populace hrabáčů v lidské péči po určitou dobu bez importu zvířat z volné přírody. Zajištění dlouhodobého chovu bude však s velkou pravděpodobností import zvířat z přírody vyžadovat. Z hlediska genetické variability se jedná o velmi malou populaci, proto je zřejmé, že bez důsledného společného chovného plánu hrabáčů se v následujících generacích budou rodit inbreední jedinci, populační růst se z důvodu nízké porodnosti zpomalí a může vyústit až v zánik chovu.

KLÍČOVÁ SLOVA: hrabáč, *Orycteropus afer*, Tubulidentata, chov, reprodukce, inbreeding.

Analysis of worldwide's breeding of aardvark *Orycteropus afer* (Pallas, 1766) and facilities for assuring of genetic variability in next generations

SUMMARY

The simultaneous occurrence of Aardvark *Orycteropus afer* in wild is defined in the territory of sub-Saharan Africa, but in recent years, the strong populations destroys natural areas especially in the eastern, central and western areas, so their numbers may go down due to loss of food resources. The cause of the decline on the original sites may be the expansion of agriculture and pastoralism. According to current informations from the IUCN Red List of the year 2012 was evaluated the status of wild populations aardvarks as "Not Evaluated - unknown" because the actual population trends of the species are unknown. Comprehensive research of wild populations of aardvarks is very challenging, and very hardly feasible.

The issue of protecting the species ex situ is essential for breeders aardvarks , is important for quality breed and necessary education. Worldwide breeding of aardvarks is taking place with all the problems of breeding is very difficult , takes place without interruption for more than 100 years, is now involved in it only a few dozen zoo. The essential condition for maintaining quality breeding with healthy individuals capable of reproduction is quality future management and continuous cooperation of global institutions, because breeding has a relatively small base, which is also potentially threatened by the increase in inbreeding and also potential lack of reproduction. Lighting of problem and justification need to link breedings on both continents is the main idea of this work.

Therefore,we have three objectives in the thesis dealing with the analysis of breeding aardvarks in European and American zoos, focusing on the age structure of the population living under human care, issues of reproduction and on the estimate the inbreeding coefficient for the initial and subsequent population. The ultimate aim was to create functional electronic databank for European and American breedings and build a comprehensive lineages for the entire European and American population. For analyze of breedings has been used 180 individuals of European breeds and 169 individuals from America as default file. Results of analysis were processed by the descriptive statistics, individual dependencies were measured using the coefficient of association. Calculations of the coefficient F_x were divided into five consecutive

circuits and providing basis of final form of the breeding plan. For calculations due to large volume of data was chosen statistical program SAS/STAT ® 9.3 (IINBREED procedure). Electronic data banks and lineages were modeled by using a special program GenoPro ® 2007, version 2.0.0.4. The analysis shows that the global breeding was 31 12th 2012 available 75 animals (48 in Europe and 28 in America).

Despite the differences in breeding base, the evolution of the number of births and rearing success unfolded on both continents like. While watching the dependence between the way mothers rearing and breeding way of her young was above the mean dependence (0.353). The observed relationship between age of young females and survival of youngs to one year of age was expected statistically inconclusive.

Inbreeding is the mating of individuals with one or more common ancestors from which they have originally identical alleles per locus. The value of inbreeding is usually expressed in terms of coefficient inbreeding (F_x). This is a percentage of the probability that the individual carries the allele that is identical to its origin.

In the initial population of 180 individuals in European breeds, the mean value of F_x 0.781 %, for the default American population of 169 living and deceased individuals was found to average F_x 1.09 %.

In 540 possible European descendants from subsequent mating of 47 living parents was estimate F_x very high 5.77 %. F_x values in American breeds were collected for 196 possible descendants of 28 living parents. The estimate for the whole population of potential offspring is lower here than in Europe 2.942 %.

The final step in the estimation F_x was to determine how developed by inbreeding, provided that the management of breeds has gone through mutual cooperation. Calculation yielded a total of 1394 coefficients F_x for all offsprings who can theoretically be born of a mating 75 parents from the whole population. In the case of a merger of European and American breeds by F_x average of all parents was 2.95 % and the estimation of F_x for the subsequent generation offspring of 3,289 %. Common breeds would significantly reduce the increase in inbreeding, particularly in Europe. In America, where they were found although lower values by breeders the opportunity to get a more efficient utilization of the genetic potential of unrelated individuals that

both continents between 1999 to 2012 were obtained from the wild. Complete set of combinations of possible descendants formed at the same time the final breeding program. The results of the analysis confirmed that there is a small breeding base that inbreeding is widespread in the global breeding and has a direct impact on the success of breeds. In the estimation of the world's breeding armadillos in the coming years, we can say that it is assumed that the population of armadillos in captivity for some time without importing animals from the wild. However, for long-term breeding is not certain whether the import of animals from the wild is not necessary. It will depend on the effectiveness of management of breeding. In terms of genetic variability is very small population, it is therefore clear that no consistent common breeding plan in subsequent generations will bear inbred individual, population growth due to low birth rate slows down and may result in the extinction of the breed.

KEYWORDS: armadillo, *Orycteropus afer*, Tubulidentata, breeding, reproduction, inbreeding.

OBSAH

1. ÚVOD	1
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	3
2.1 FYLOGENEZE ŘÁDU TUBULIDENTATA	3
2.1.1 Starší návrhy fylogenetických vztahů v řádu Tubulidentata	4
2.1.2 Nové návrhy fylogenetických vztahů v řádu Tubulidentata.....	4
2.2 SYSTEMATIKA ŘÁDU TUBULIDENTATA	6
2.2.1 Původní rozdělení řádu navržené (podle Pallas, 1766)	6
2.2.2 Klíčové přehodnocení řádu (podle Simpson, 1945).....	7
2.2.3 Doplněné rozdělení řádu (podle Patterson, 1975)	8
2.2.4 Aktuální rozdělení řádu (podle Wilson a Reeder, 2005).....	8
2.2.5 Nově navržené rozdělení řádu (podle Lehmann, 2009)	9
2.2.6 Zařazení řádu mezi Afrotheria podle novodobých genetických analýz	9
2.3 VÝSKYT HRABÁČŮ VE VOLNÉ PŘÍRODĚ	10
2.3.1 Hustota populace ve volné přírodě a ochrana druhu	10
2.3.2 Typy obývaných biotopů	11
2.4 STRUČNÝ POPIS ANATOMIE HRABÁČE	12
2.5 FYZIOLOGIE HRABÁČŮ.....	15
2.5.1 Fyziologické ochranné strategie hrabáčů	15
2.5.1.1 Ochrana těla, končetin a zranitelných částí těla	15
2.5.1.2 Hmatové chlupy	15
2.5.1.3 Tlakové body - unikátní ochranná strategie	16
2.5.2 Tělesná teplota hrabáčů a mechanismy její regulace	16
2.5.2.1 Přizpůsobení hrabáčů k nízkým teplotám prostředí	16
2.5.2.2 Přizpůsobení hrabáčů k vysokým teplotám prostředí.....	17
2.5.3 Voda - mezní faktor života hrabáčů	17

2.6	EKOLOGIE HRABÁČŮ	18
2.6.1	Ekologické faktory ovlivňující život a výskyt hrabáčů	18
2.6.2	Ekologická role hrabáčů	18
2.6.2.1	Hrabáčí nory - významný ekologický prvek	18
2.6.2.2	Hrabáči - důležitá součást africké kultury	19
2.7	ETOLOGIE HRABÁČŮ	20
2.7.1	Teritoriální chování	20
2.7.2	Stavba hrabáčích nor	21
2.7.3	Typy hrabáčích nor	21
2.7.4	Reprodukční chování hrabáčů	22
2.7.4.1	K-strategie, reprodukční typ a cyklus hrabáčů	22
2.7.4.2	Reprodukce samic	23
2.7.4.3	Reprodukce samců	23
2.7.4.4	Růst a vývoj mláďat	23
2.7.4.5	Příčiny úhynů mláďat a dospívajících jedinců ve volné přírodě	24
2.8	POTRAVNÍ STRATEGIE - MEZNÍ FAKTOR VÝSKYTU HRABÁČŮ	25
2.8.1	Složení potravy ve volné přírodě	25
2.8.2	Dostupnost potravy podle ročního období	26
2.8.3	Dostupnost potravy podle typu stanoviště	26
2.8.4	Strategie vyhledávání termitů	27
2.9	ZÁKLADNÍ GENETICKÉ ÚDAJE DRUHU	29
2.9.1	Stručný přehled molekulární genetiky hrabáčů	29
2.9.2	Karyotyp hrabáčů	30
2.10	GENETIKA POPULACE HRABÁČŮ	31
2.10.1	Genetická proměnlivost uvnitř populace hrabáčů v lidské péči	31
2.10.2	Inbreeding a příčiny jeho vzniku	31
2.10.3	Příčiny inbreedingu v populacích zvířat chovaných v zoo	32
2.11	SVĚTOVÝ CHOV HRABÁČŮ – HISTORIE, VÝVOJ A SOUČASNOST	33
2.11.1	Původ a poddruhová příslušnost hrabáčů v chovech v období 1912 až 1999	33
2.11.2	Původ a poddruhová příslušnost hrabáčů v chovech v období 2000 až 2012	33

2.11.3	Historie světového chovu hrabáčů	34
2.11.4	Vývoj světového chovu hrabáčů do roku 2000	35
2.11.4.1	Vývoj chovu v evropských zoo do roku 2000	36
2.11.4.2	Vývoj chovu v amerických zoo do roku 2000	36
2.11.5	Vývoj světového chovu hrabáčů po roce 2000	36
2.11.5.1	Vývoj v evropských chovech po roce 2000	37
2.11.5.2	Vývoj v amerických chovech po roce 2000	37
3.	VĚDECKÉ HYPOTÉZY A CÍLE PRÁCE	38
3.1	VĚDECKÉ HYPOTÉZY	38
3.2	CÍLE PRÁCE	38
4.	MATERIÁLY A METODIKA	39
4.1	MATERIÁL	39
4.1.1	Materiál pro řešení prvního cíle - analýza chovu	39
4.1.2	Materiál pro řešení druhého cíle – výpočty koeficientu F_x	39
4.1.3	Materiály pro řešení třetího cíle – databanka, rodokmeny, chovný plán	41
4.2	METODIKA	41
4.2.1	Metodika pro řešení prvního cíle - analýza chovu	41
4.2.2	Metodika pro řešení druhého cíle - výpočty koeficientu F_x	42
4.2.3	Metodika pro řešení třetího cíle – databanka, rodokmeny, chovný plán	43
5.	VÝSLEDKY	44
5.1	VÝSLEDKY PRO PRVNÍ CÍL – ANALÝZA CHOVU	44
5.1.1	Vývoj početních stavů hrabáčů	44
5.1.2	Věková struktura celosvětové populace hrabáčů v zoo	46
5.1.3	Porody mláďat	49
5.1.4	Porody dle ročního období	53
5.1.5	Věk samic při porodu	54
5.1.6	Závislost mezi věkem matky při porodu a přežitím mláděte	54
5.1.7	Odchov mláďat	55

5.1.8 Poměr úspěšně odchovaných a uhynulých mláďat na samici - celá populace	57
5.1.9 Závislost způsobu odchovu mláděte na způsobu odchovu jeho matky	61
5.2 VÝSLEDKY PRO DRUHÝ CÍL - VÝPOČTY KOEFICIENTU F_x	63
5.2.1 Výsledky prvního okruhu - individuální F_x Evropa -1912 až 2012.....	63
5.2.2 Výsledky druhého okruhu - individuální F_x Ameriku -1923 až 2012	63
5.2.3 Výsledky třetího okruhu - F_x pro následné páření -Evropa	64
5.2.4 Výsledky čtvrtého okruhu - F_x pro následné páření- Amerika	64
5.2.5 Výsledky pátého okruhu - F_x pro následné páření - Evropa a Amerika	65
5.3 VÝSLEDKY PRO TŘETÍ CÍL – DATABANKA, RODOKMENY, CHOVNÝ PLÁN.....	66
6. DISKUZE.....	67
6.1 DISKUZE K PRVNÍMU CÍLI – ANALÝZA CHOVU.....	67
6.1.1 Vývoj početních stavů hrabáčů.....	67
6.1.2 Věková struktura celosvětové populace hrabáčů v zoo.....	67
6.1.3 Porody mláďat	68
6.1.4 Příčiny úhynů mláďat v zoo	69
6.1.5 Věk samic při porodu	70
6.1.6 Závislost mezi věkem matky a přežitím mláděte do jednoho roku věku	70
6.1.7 Odchovy mláďat.....	70
6.1.8 Vztah mezi způsobem odchovu mláděte a způsobem odchovu jeho matky.....	71
6.2 DISKUZE K DRUHÉMU CÍLI - VÝPOČTY KOEFICIENTU F_x	72
6.3 DISKUZE KE TŘETÍMU CÍLI - DATABANKA, RODOKMENY, CHOVNÝ PLÁN	74
7. ZÁVĚR.....	76
7.1 ZÁVĚRY K PROBLEMATICE PRVNÍHO CÍLE - ANALÝZA CHOVU.....	76
7.2 ZÁVĚRY K PROBLEMATICE DRUHÉHO CÍLE - ODHAD INBREEDINGU V CHOVECH.....	77
7.3 ZÁVĚRY K PROBLEMATICE TŘETÍHO CÍLE - CHOVNÝ PLÁN	77
8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	79
9. PŘÍLOHY	104

SEZNAM GRAFŮ

GRAF Č. 1: VÝVOJ SVĚTOVÉHO CHOVU HRABÁČŮ - CELÁ POPULACE	44
GRAF Č. 2: VĚKOVÁ PYRAMIDA POPULACE HRABÁČŮ ŽIJÍCÍCH V EVROPSKÝCH ZOO A V ZOO TBILISI - K 31. 12. 2012	46
GRAF Č. 3: VĚKOVÁ PYRAMIDA POPULACE HRABÁČŮ ŽIJÍCÍCH V AMERICKÝCH ZOO K 31. 12. 2012	47
GRAF Č. 4: VĚKOVÁ PYRAMIDA - CELÁ POPULACE ŽIJÍCÍCH HRABÁČŮ - K 31. 12. 2012.....	48
GRAF Č. 5: POČET NAROZENÝCH MLÁĐAT - CELÁ POPULACE.....	49
GRAF Č. 6: SROVNÁNÍ POHLAVÍ MLÁĐAT UHYNULÝCH DO 1 ROKU VĚKU (98 MLÁĐAT) - CELÁ POPULACE	50
GRAF Č. 7: POČTY MLÁĐAT UHYNULÝCH DO 1 ROKU VĚKU (98 MLÁĐAT) - CELÁ POPULACE.....	50
GRAF Č. 8: MRTVĚ NAROZENÁ MLÁĐATA PODLE POHLAVÍ (45 MLÁĐAT) - CELÁ POPULACE.....	51
GRAF Č. 9: MRTVĚ NAROZENÁ MLÁĐATA PODLE KONTINENTU (45 MLÁĐAT) - CELÁ POPULACE	51
GRAF Č. 10: ÚSPĚŠNĚ ODCHOVANÁ MLÁĐATA NAD 1 ROK (112 MLÁĐAT) - CELÁ POPULACE	52
GRAF Č. 11: ČETNOST PORODŮ DLE ROČNÍHO OBDOBÍ - CELÁ POPULACE.....	53
GRAF Č. 12: ČETNOST ÚHYNŮ DLE ROČNÍHO OBDOBÍ (197) - CELÁ POPULACE	53
GRAF Č. 13: PRŮMĚRNÝ VĚK SAMICE PŘI PORODU – CELÁ POPULACE.....	54
GRAF Č. 14: ZPŮSOB ODCHOVU VŠECH JEDINCŮ V ZOO (403 JEDINCŮ) - CELÁ POPULACE.....	55
GRAF Č. 15: SROVNÁNÍ ÚSPĚŠNĚ ODCHOVANÝCH A UHYNULÝCH MLÁĐAT NAROZENÝCH V ZOO (261 MLÁĐAT) CELÁ POPULACE.....	56
GRAF Č. 16: SROVNÁNÍ ÚSPĚŠNĚ ODCHOVANÝCH A UHYNULÝCH MLÁĐAT NA SAMICI - EVROPA 1912 AŽ 2012	57
GRAF Č. 17: SROVNÁNÍ ÚSPĚŠNĚ ODCHOVANÝCH A UHYNULÝCH MLÁĐAT NA SAMICI - AMERIKA 1923 AŽ 2012	57
GRAF Č. 18: POČET MLÁĐAT NA SAMCE (CELKEM 124 MLÁĐAT) - EVROPA 1912 AŽ 2012	58
GRAF Č. 19: POČET MLÁĐAT NA SAMCE (121 MLÁĐAT) - AMERIKA 1923 AŽ 2012	58
GRAF Č. 20: ZÁVISLOST ZPŮSOBU ODCHOVU MLÁĐATE NA ZPŮSOBU OCHOVU JEHO MATKY - CELÁ POPULACE	61

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK Č. 1: ZÁPADNÍ MIGRACE TUBULIDENTAT (PODLE JEPSEN, 1932).....	I
OBRÁZEK Č. 2: GEOLOGICKÁ ČASOVÁ OSA (UPRAVENO PODLE FEJFAR, 2005).....	III
OBRÁZEK Č. 3: SROVNÁNÍ VELIKOSTI VYHYNULÉHO A RECENTNÍHO DRUHU HRABÁČE.....	V
OBRÁZEK Č. 4: <i>LEPTORYCTEROPUS GUILIELMI</i>	V
OBRÁZEK Č. 5: ČASOVÁ OSA TUBULIDENTAT S VYZNAČENÝM POČTEM POPSANÝCH DRUHŮ	XI
OBRÁZEK Č. 6: ČASOVÁ OSA GEOGRAFICKÉHO ROZŠÍŘENÍ TUBULIDENTAT.....	XII
OBRÁZEK Č. 7; OBRÁZEK Č. 8: SPORNÝ PODDRUH HRABÁČE.....	XV
OBRÁZEK Č. 9: NÁVRH NOVÝCH FYLOGENETICKÝCH VAZEB UVNITŘ ŘÁDU TUBULIDENTATA	XVII
OBRÁZEK Č. 10: ORIGINÁLNÍ KOSTRA RECENTNÍHO DRUHU <i>ORYCTEROPUS AFER</i>	XVIII
OBRÁZEK Č. 11; OBRÁZEK Č. 12: DETAIL KOSTRY PŘEDNÍ A ZADNÍ KONČETINY	XVIII
OBRÁZEK Č. 13: MIKROSTRUKTURA CHRUPU DOSPĚLÉHO HRABÁČE.....	XIX
OBRÁZEK Č. 14: TLAKOVÉ BODY NA HŘBETĚ MLÁDĚTE HRABÁČE	XX
OBRÁZEK Č. 15. OBRÁZEK Č. 16: DETAIL HMATOVÝCH CHLUPŮ NA BOCÍCH A V OKRUŽÍ NOSNÍCH OTVORŮ.....	XX
OBRÁZEK Č. 17, OBRÁZEK Č. 18: TVRDÉ ŠTĚTINATÉ CHLUPY NA HRANÁCH PŘEDNÍCH A ZADNÍCH KONČETIN	XXI
OBRÁZEK Č. 19: PÁSOVÁ PLACENTA HRABÁČE S PATRNÝMI LOKÁLNÍMI HEMATOMY	XXII
OBRÁZEK Č. 20: DONOŠENÝ MRTVÝ PLOD HRABÁČE V PLODOVÝCH OBALECCCH	XXII
OBRÁZEK Č. 21; OBRÁZEK Č. 22: NOVOROZENÉ MLÁDĚ V ZOO PRAHA UKRYTÉ MEZI SAMCEM A SAMICÍ.....	XXII
OBRÁZEK Č. 23: PEVNÉ SOCIÁLNÍ VAZBY MEZI CHOVNÝM PÁREM V ZOO PRAHA.....	XXIII
OBRÁZEK Č. 24: PRVNÍ KOJENÍ MLÁDĚTE V ZOO PRAHA	XXIII
OBRÁZEK Č. 25: MAPA ROZŠÍŘENÍ 17 (18?) PODDRUHŮ <i>ORYCTEROPUS AFER</i>	XXIV
OBRÁZEK Č. 26: TRAVNATÁ STANOVIŠTE HRABÁČŮ V PŘÍRODNÍ REZERVACI MASAI MARA	XXVI
OBRÁZEK Č. 27: KŘOVINATÝ BIOTOP HRABÁČŮ V PŘÍRODNÍ REZERVACI MASAI MARA V KENI.....	XXVI
OBRÁZEK Č. 28: HLOUBENÍ NORY; OBRÁZEK Č. 29: DOČASNÁ KRÁTKÁ NORA.....	XXVII
OBRÁZEK Č. 30: DOČASNÁ NORA OBYDLENÁ HRABÁČEM	XXVII
OBRÁZEK Č. 31: DOČASNÁ NORA V MASAI MARA; OBRÁZEK Č. 32: OPUŠTĚNÁ HLAVNÍ NORA.....	XXVIII
OBRÁZEK Č. 33: KOMPLEX TUNELŮ A VĚTRACÍCH OTVORŮ V HLAVNÍ CHOVNÉ NORĚ	XXVIII
OBRÁZEK Č. 34: VYSVĚTLIVKY SE SYMBOLIKOU K RODOKMENŮM PRO JEDINCE ŽIJÍCÍ V EVROPSKÝCH ZOO.	XLII
OBRÁZEK Č. 35: VYSVĚTLIVKY SE SYMBOLIKOU K RODOKMENŮM PRO JEDINCE ŽIJÍCÍ V AMERICKÝCH ZOO.....	LIX

SEZNAM TABULEK

TABULKA Č. 1: POČET MLÁDAT - CELÁ POPULACE.....	49
TABULKA Č. 2: SROVNÁNÍ PŘEŽITÍ MLÁDAT NA SAMICI - CELÁ POPULACE	60
TABULKA Č. 3: ZÁVISLOST ZPŮSOBU ODCHOVU MLÁDĚTE NA ZPŮSOBU ODCHOVU JEHO MATKY	61
TABULKA Č. 4: CELKOVÝ PŘEHLED HODNOT INDIVIDUÁLNÍHO F_x PRO VÝCHOZÍ POPULACI 180 JEDINCŮ - EVROPA....	63
TABULKA Č. 5: CELKOVÝ PŘEHLED HODNOT INDIVIDUÁLNÍHO F_x PRO VÝCHOZÍ POPULACI 169 JEDINCŮ - AMERIKA..	63
TABULKA Č. 6: PŘEHLED F_x PRO POTOMKY Z NÁSLEDNÉHO PÁŘENÍ (540 POTOMKŮ) - EVROPA	64
TABULKA Č. 7: PŘEHLED F_x PRO POTOMKY Z NÁSLEDNÉHO PÁŘENÍ (PRO 196 POTOMKŮ) - AMERIKA	64
TABULKA Č. 8: PŘEHLED ODHADU F_x PRO POTOMKY Z NÁSLEDNÉHO PÁŘENÍ (1394 POTOMKŮ) - CELÁ POPULACE.....	65
TABULKA Č. 9: ODHAD INBREEDINGU PŘÍPADNÝCH POTOMKŮ V ŽIJÍCÍCH CHOVNÝCH SKUPINÁCH - EVROPA	73
TABULKA Č. 10: ODHAD INBREEDINGU PŘÍPADNÝCH POTOMKŮ V ŽIJÍCÍCH CHOVNÝCH SKUPINÁCH - AMERIKA	74
TABULKA Č. 11: PŘEHLED UZNANÝCH PODDRUHŮ <i>ORYCTEROPUS AFER</i> (PODLE WILSON A REEDER, 2005).	XIV
TABULKA Č. 12: HODNOTY INDIVIDUÁLNÍHO F_x - PRVNÍ OKRUH - EVROPA	XXX
TABULKA Č. 13: HODNOTY INDIVIDUÁLNÍHO F_x - PRVNÍ OKRUH - AMERIKA.....	XXXIII
TABULKA Č. 14: ZOO ANTVERPY, BELGIE, EVROPA	XXXV
TABULKA Č. 15: ZOO RANDERS, DÁNSKO, EVROPA	XXXV
TABULKA Č. 16: ZOO BUDAPEŠŤ, MAĎARSKO, EVROPA.....	XXXV
TABULKA Č. 17: ZOO GYÖR, MAĎARSKO, EVROPA.....	XXXV
TABULKA Č. 18: ZOO ARNHEM, NIZOZEMSKO, EVROPA.....	XXXVI
TABULKA Č. 19: ZOO VARŠAVA, POLSKO, EVROPA.....	XXXVI
TABULKA Č. 20: ZOO MADRID, ŠPANĚLSKO, EVROPA.....	XXXVI
TABULKA Č. 21: BIOPARK VALENCIE, ŠPANĚLSKO, EVROPA.....	XXXVI
TABULKA Č. 22: ZOO BERLÍN, NĚMECKO, EVROPA	XXXVI
TABULKA Č. 23: ZOO FRANKFURT N./M., NĚMECKO, EVROPA	XXXVII
TABULKA Č. 24: ZOO SAARBRÜCKEN, NĚMECKO, EVROPA	XXXVII
TABULKA Č. 25: ZOO PRAHA, ČESKÁ REPUBLIKA, EVROPA.....	XXXVII
TABULKA Č. 26: ZOO CHESTER, BRITÁNIE, EVROPA	XXXVII
TABULKA Č. 27: ZOO COLCHESTER, BRITÁNIE, EVROPA	XXXVII
TABULKA Č. 28: ZOO BLACKPOOL, BRITÁNIE, EVROPA	XXXVIII
TABULKA Č. 29: ZOO LONDÝN, BRITÁNIE, EVROPA	XXXVIII
TABULKA Č. 30: ZOO KESSINGLAND, BRITÁNIE, EVROPA	XXXVIII
TABULKA Č. 31: ZOO TBILISI, GRUZIE, ASIE	XXXVIII
TABULKA Č. 32: BUSCH GARDENS TAMPA BAY, FLORIDA, USA	XXXIX
TABULKA Č. 33: ZOO CHICAGO BROOKFIELD, ILLINOIS, USA.....	XXXIX
TABULKA Č. 34: ZOO LINCOLN PARK, CHICAGO, USA.....	XXXIX
TABULKA Č. 35: ZOO CINCINNATI, OHIO, USA	XXXIX
TABULKA Č. 36: ZOO DETROIT, MIAMI, USA.....	XL

TABULKA Č. 37: ZOO HONOLULU, HAVAJ, USA	XL
TABULKA Č. 38: ZOO MEMPHIS, TENNESSEE, USA	XL
TABULKA Č. 39: ZOO NEW YORK BRONX, NEW YORK, USA	XL
TABULKA Č. 40: ZOO OMAHA, NEVADA, USA	XL
TABULKA Č. 41: ZOO PHILADELPHIA, PENSYLVÁNIE, USA	XLI
TABULKA Č. 42: ZOO ROLLING HILLS, KANSAS, USA	XLI
TABULKA Č. 43: ZOO TACOMA, WASHINGTON, USA	XLI
TABULKA Č. 44: PŘEHLED KOEFICIENTU Fx PRO VŠECHNY POTOMKY Z NÁSLEDNÉNO PÁŘENÍ - EVROPA	LXXI
TABULKA Č. 45: PŘEHLED KOEFICIENTU Fx PRO VŠECHNY POTOMKY Z NÁSLEDNÉNO PÁŘENÍ - AMERIKA	LXXIII
TABULKA Č. 46: FINÁLNÍ TABULKA PRO CHOVNÝ PLÁN	LXXIV
TABULKA Č. 47: CELKOVÝ RODOKMEN HRABÁČŮ V EVROPSKÝCH ZOO (1912 AŽ 2012)	LXXIV
TABULKA Č. 48: CELKOVÝ RODOKMEN HRABÁČŮ V AMERICKÝCH ZOO (1923 AŽ 2012)	LXXIV

SEZNAM RODOKMENŮ

RODOKMEN Č. 1, Č. 2: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO GYÖR A ZOO BUDAPEŠŤ, MAĎARSKO, EVROPA	XLIII
RODOKMEN Č. 3: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO ANTVERPY, BELGIE, EVROPA	XLIV
RODOKMEN Č. 4: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO MADRID, ŠPANĚLSKO, EVROPA	XLV
RODOKMEN Č. 5: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO FRANKFURT ^{N./M.} , NĚMECKO, EVROPA	XLVI
RODOKMEN Č. 6: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO LONDÝN, ANGLIE, EVROPA	XLVII
RODOKMEN Č. 7: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO BERLÍN, NĚMECKO, EVROPA	XLVIII
RODOKMEN Č. 8, Č. 9: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO TBILISI, GRUZIE, ASIE A V ZOO VARŠAVA, POLSKO, EVROPA	XLIX
RODOKMEN Č. 10: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO RANDERS, DÁNSKO, EVROPA	L
RODOKMEN Č. 11: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO VALENCIE, ŠPANĚLSKO, EVROPA	LI
RODOKMEN Č. 12: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO KESSINGLAND, ANGLIE, EVROPA	LII
RODOKMEN Č. 13: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO PRAHA, ČESKÁ REPUBLIKA, EVROPA	LIII
RODOKMEN Č. 14: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO SAARBRÜCKEN, NĚMECKO, EVROPA	LIV
RODOKMEN Č. 15: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO CHESTER, ANGLIE, EVROPA	LV
RODOKMEN Č. 16: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO BLACKPOOL, ANGLIE, EVROPA	LVI
RODOKMEN Č. 17: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO COLCHESTER, ANGLIE, EVROPA	LVII
RODOKMEN Č. 18: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO ARNHEM, NIZOZEMSKO, EVROPA	LVIII
RODOKMEN Č. 19, Č. 20: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO BUSCH TAMPA BAY (FLORIDA) A ZOO MEMPHIS, TENNESSEE, USA .	LX
RODOKMEN Č. 21: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO BROOKFIELD, ILLINOIS, USA	LXI
RODOKMEN Č. 22: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO LINCOLN PARK CHICAGO, ILLINOIS, USA	LXII
RODOKMEN Č. 23: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO CINCINNATI, OHIO, USA	LXIII
RODOKMEN Č. 24: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO HONOLULU, HAVAJ, USA	LXIV
RODOKMEN Č. 25: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO NEW YORK BRONX, NEW YORK, USA	LXV
RODOKMEN Č. 26: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO OMAHA, NEVADA, USA	LXVI
RODOKMEN Č. 27: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO PHILADELPHIA, PENNSYLVANIA, USA	LXVII
RODOKMEN Č. 28: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO TACOMA, WASHINGTON, USA	LXVIII
RODOKMEN Č. 29: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO ROLLING HILLS, KANSAS, USA	LXIX
RODOKMEN Č. 30: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO DETROIT, MIAMI, USA	LXX

1. ÚVOD

Hrabáč patří mezi tzv. myrmekofágní savce (živící se bezobratlými), s úzkou potravní specializací a s izolovaným fylogenetickým vývojem (např. Taylor, 1998; Lehmann, 2004; Wilson a Reeder, 2005) Je endemickým druhem afrického kontinentu. Jeho unikátní způsob života je, společně s úzkou potravní specializací, hlavní překážkou při adaptaci na náhradní podmínky chovu v lidské péči. Pro komplexní pochopení fylogeneze a biologie řádu Tubulidentata mají vědci k dispozici stále jen velmi málo informací, což je z velké části způsobeno nedostatkem podrobných vědeckých výzkumů *in situ* (tzn. v místě původního výskytu druhu ve volné přírodě), kterým brání zejména skrytý způsob života, související s vyhraněnou noční aktivitou, dále rozsáhlá teritoria a také přirozená plachost hrabáčů.

I když se prozatím nejedná o druh přímo ohrožený vyhubením a podle Červeného seznamu ohrožených druhů IUCN (Světový svaz ochrany přírody - International Union for Conservation of Nature) je stále zařazen v kategorii LC – Least Concern, jeho skutečné populační trendy nejsou známy (IUCN, 2014). V posledních letech dochází zejména ve východní, střední a západní Africe k devastaci původních stanovišť hrabáčů, proto zde mohou jejich počty v důsledku ztráty potravních zdrojů klesat (Cilliers, 2002). Hrabáči mají nezatupitelnou roli v místních ekosystémech, která spočívá, mimo jiné, v soustavném budování obrovského množství nor. Na opuštěných hrabáčích norách pak přímo závisí přežití a existence mnoha jiných živočišných druhů. Přítomnost hrabáčů je klíčová pro výskyt a rozšiřování tzv. „hrabáčí okurky“ *Cucumis humifructus*, důležitá je také úloha hrabáčů v komensálním vztahu s hyenkou hřivnatou *Proteles cristatus*. Proto nyní vědci uznávají, že zánik každé ohrožené subpopulace hrabáčů by měl přímý dopad na celý lokální ekosystém (např.; Melton a Daniels, 1986; Lindsey, 1999; Taylor, 1998, 2002, 2011; Taylor a Skinner, 2000, 2001, 2003, 2004; Taylor et al., 2002; WAZA, 2005; Whittington-Jones, 2006; IUCN, 2014 a jiní).

Zásadním problémem, který již mnoho let trápí světové chovy hrabáčů, je zejména zachování genetické variability. Riziko vzniku inbreedingu a inbrední deprese bývá uvnitř malých izolovaných chovů v zoo poměrně častým jevem, který je nutné pečlivě sledovat a včas předcházet rizikům (např. Shoshani et al., 1988; Madsen et al., 1997; Armason et al., 1999; Yang et al., 2003). V některých zahradách jsou drženi jedinci v individuálním chovu, bez možností zapojení do reprodukce, a skutečně se rozmnožuje jen malé procento jedinců. Množství jedinců v evropských a amerických zoo je v různé míře vzájemně příbuzných, proto jsou jejich potomci

pro budoucnost chovu z genetického hlediska velmi riziková (Masopustová, 2007). V nejbližší době je nutné rozhodnout o nezbytné spolupráci mezi evropskými a americkými zahradami a dlouhodobě naplánovat společný chovný program. V případě, že by se vzájemná výměna chovných jedinců mezi zahradami nerealizovala, bude pro snížení inbreedingu nutné zajistit geneticky nepříbuzné jedince z volné přírody, i když je geografický původ některých jedinců v lidské péči nejistý (Masopustová, 2007; Gierhahn, 2010; Schoo, 2009, 2011; ISIS, 2012).

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 FYLOGENEZE ŘÁDU TUBULIDENTATA

Mnoho autorů podporuje teorii o původu hrabáčů, odvíjejícího se od třetihorních předků dnešních kopytníků, tzv primitivních prakopytníků Condylarthra - převážně větších až velkých všežravých savců, kteří se vzhledem podobali spíše šelmám a byli známí již z období pozdní křídly (cca 145 až 65 miliónů let) (Roček, 2002). Největší význam pro vývoj hrabáčů pak měli paleocénní nástupci, protože právě mezi nimi našli paleontologové přechodné formy, které vedly od hmyzožravců až k pravým kopytníkům. Vývojová linie hrabáčů se pravděpodobně v časném paleocénu (cca 65 až 61 miliónů let) od rozsáhlé skupiny Condylarthra odštěpila a dále se již vyvíjela zcela izolovaně (např. Helmcke et al., 1969; Špínar, 1984; Brown, 1985; Grzimek, 2000; Gould a McKay, 2002) (viz příloha č. 2, 3, 8).

Přechodné znaky u tzv. kondylarthrů mají možná za následek, že hrabáč byl „identifikován“ jako zcela nový, evolučně unikátní, druh až mnohem později. Pokud by si od svého vyštěpení během evoluce po nějakou dobu udržel svoji původní morfologii, mohl zůstat ve fosilním záznamu nerozpoznatelný. Teprve s nástupem nápadně odlišných a jednoznačně přiřaditelných morfologických adaptací se v záznamu zjednodušeně řečeno "vynořil".

Hledání fylogenetických souvislostí uvnitř celého řádu Tubulidentata prošlo během minulých desetiletí složitým vývojem, v důsledku čehož se několikrát změnilo systematické zařazení a celá vnitřní struktura řádu (např. Pavlova, 1915; Jepsen, 1932; Romer, 1938; Patterson, 1975, 1978; Pickford 1975, 1978, 1996; Shoshani et al., 1988; Sen, 1994; Simpson, 1997; McKenna a Bell, 1998). Nestabilita systematického zařazení Tubulidentat byla způsobena mnoha morfologickými zvláštnostmi a také fylogenetickou izolovaností celého řádu, i když jeho druhové zastoupení a rozšíření v průběhu geologického času bylo zjevně mnohem rozsáhlejší, než se paleontologové původně domnívali (Lehmann, 2009). Podle fosilních nálezů je velmi pravděpodobné, že hrabáči museli být do jisté míry specializováni již před 20 miliony lety, protože všechny nalezené a popsání druhy vykazovaly menší či větší stupeň přizpůsobení k myrmekofágní potravě a k hrabání. Zejména vývojově nejmladší druhy již byly velmi vyhraněné a žily ve specifických ekologických nikách. Porovnání některých morfologických rozdílů je uvedeno v příloze č. 2. Pro lepší orientaci v této problematice byly v práci vytvořeny - názorná geologická časová osa, s vyznačením jednotlivých epoch a period a je uvedena v příloze č. 2 (obrázek č. 2) a přehled vzniku 14 dosud popsáných druhů hrabáčů v průběhu geologického

času, který je zakreslen v příloze č. 3 (obrázek č. 5), kde je vyznačena také časová osa vzniku Tubulidentat. Geografické rozšíření původně určených rodů je v příloze č. 4 (obrázek č. 6).

2.1.1 STARŠÍ NÁVRHY FYLOGENETICKÝCH VZTAHŮ V ŘÁDU TUBULIDENTATA

I přesto, že řád Tubulidentata je v současnosti zastoupen pouze jediným recentním druhem *Orycteropus afer* a jeho výskyt je omezen na území subsaharské Afriky, pozůstatky miocénních druhů byly objeveny před mnoha lety také mimo tento kontinent. Podle nálezů se hrabáči vyskytovali v Evropě - na jihu Francie, v Řecku, Turecku, dále v Pákistánu, Íránu a Iráku. Kompletnější fosílie našli paleontologové v Alžírsku (Colbert 1933; Lewis, 1938; Kitching, 1963; Pickford 1978) a na území Moldávie (č. 4, obrázek č. 6).

2.1.2 NOVÉ NÁVRHY FYLOGENETICKÝCH VZTAHŮ V ŘÁDU TUBULIDENTATA

Pro pochopení fylogenetického vývoje hrabáčů byly klíčovými intenzivní výzkumy, které mnoho let prováděli na tomto poli mnoho vědců (Patterson, 1975, 1978; Pickford, 1975, 1978; 1996, 2003, 2005; Skinner a Smithers, 1990; Taylor, 1998, 2002; Taylor a Skinner, 2000, 2001, 2003, 2004, Taylor et al., 2002 nebo van Aarde, 1984, 2004; van Aarde et al., 1992 a jiní).

Avšak pro objasnění mnoha zásadních fylogenetických vztahů byly po roce 2000 zásadní početné vědecké výzkumy a práce, které prováděl profesor Lehmann (Lehmann, 2004, 2006a, 2006b, 2007, 2008a, 2008b, 2009; Lehmann et al., 2004, 2005, 2006)..

Nejednotnost v názorech panuje nejen v oblasti vzniku a rozdělení řádu, ale rozporuplné jsou také teorie o tom, na kterém kontinentě vlastně Tubulidentata vznikla (viz příloha č. 1; obrázek č. 1). Zatímco Jepsen (1932) zastával teorii tzv. západní migrace, mnoho nových výzkumů utvrdilo vědce v názoru, že hrabáči vznikli spíše na africkém kontinentě a odtud se šířili do Evropy a Asie (trasa z jihu Afriky směrem na sever do střední a východní Evropy a odtud na východ do Asie). Tím definitivně vyloučili příbuzenské vazby mezi hrabáči a americkým rodem *Tubulodon*, jehož fosílie byly nalezeny na území Wyomingu v USA (Alroy, 2002; Lehmann, 2009). Na základě nové srovnávací studie všech dostupných fosilních nálezů Tubulidentat nyní vědci stanovili, že vznik nejstarších forem rodu *Orycteropus* a *Myorycteropus* byl potvrzen původně v Africe, odkud se posléze dostali hrabáči do Euroasie (DeBonis et al., 1994). V období pozdního miocénu vznikl třetí rod *Leptorycteropus* a hrabáči tak dosáhli na obou kontinentech

největšího rodového a druhového zastoupení. Jak uvádí Lehmann (2009), bylo prozatím určeno 13 fosilních druhů hrabáčů a jeden druh recentní (viz příloha č. 3, obrázek č. 5). Během následujícího pliocénu (5,3 až 1,8 miliónů let) však postupně euroasijské druhy zanikly a do pleistocénu zůstal zachován již jen jeden africký rod *Orycteropus* s jedním recentním druhem *Orycteropus afer* (MacInnes, 1956; Patterson, 1978; Pickford, 1975; 2003; 2004; Lehmann, 2004, 2008b, 2009; van der Made, 2003; Lehmann et al., 2004, 2005, 2006).

Podle nových výzkumů, jejichž výsledky zveřejnil v roce 2009 Lehmann, se zásadní změny ve fylogenezi a systematice týkají problematiky vyloučení sporného rodu *Plesiorycteropus* z řádu Tubulidentata (Robovský, 2005) a jeho umístění do nového řádu Bibymalagasia podle návrhu MacPhee (1994), a dále přeřazení některých druhů z rodu *Orycteropus* do nově navrženého rodu *Amphiorhycteropus* (viz příloha č. 5).

2.2 SYSTEMATIKA ŘÁDU TUBULIDENTATA

První věrohodnou zprávu o existenci hrabáče přivezl již v roce 1587 portugalský mnich João dos Sanctos, který kotvil při své misi u břehů Mozambiku a který sledované zvíře popsal velmi věrohodně (von Zimmermann, 1778; Lehmann, 2009). Na tyto základní informace navázala až po 400 letech prozatím nejpodrobnější třídílná anatomická a morfologická studie hrabáče (Sonntag, 1925; Sonntag a Woolard, 1925; Le Gros Clark a Sonntag, 1926).

Pro vědu však byl hrabáč oficiálně popsán v roce 1766 jako druh s taxonomickou unikátností (Pallas, 1766). V té době byl ovšem chybně zařazen do rodu *Myrmecophaga*, společně s jihoamerickými mravenečníky (Pallas, 1766; 1780). Později bylo toto taxonomické zařazení přehodnoceno a od roku 1945 je tedy hrabáč *Orycteropus afer* jediným zástupcem čeledi Orycteropodidae v řádu Tubulidentata se 17 nebo 18 v současnosti uváděnými poddruhy, i když opodstatněná existence poddruhů nebyla morfologickými studiemi prozatím potvrzena (Shoshani et al., 1988; Lehmann, 2006a, 2006b, 2008a, 2008b) (viz příloha č. 5, 6).

V souvislosti s výše uváděnými fylogenetickými nejasnostmi prošlo systematické zařazení hrabáčů od počátku jejich vědeckého poznání poměrně složitým vývojem a v řádu Tubulidentata stále panuje dlouholetá nestabilita, která je způsobena dosud nevyjasněnými fylogenetickými vztahy (Clark, 1951; Patterson, 1978; Pickford, 1975, 2003, 2004; van der Made, 2003). Hlavní příčinou je trvalý nedostatek hodnotných fosilních nálezů, se kterými by bylo možné vzájemné vztahy věrohodně objasnit a doplnit tak chybějící články (např. Beaumont, 1970; Milledge, et al., 2003; Asher et al., 2005). Proto také fylogenetický vývoj Tubulidentat nemohl projít nikdy důkladnou analýzou, a jak uvádí Lehmann (2009), jediná jeho revize proběhla před více než 30 lety. Teprve Lehmann (2009) provedl kompletní rekonstrukci všech fosilních nálezů a na základě nových poznatků navrhl nové systematické vazby uvnitř řádu.

2.2.1 PŮVODNÍ ROZDĚLENÍ ŘÁDU NAVRŽENÉ (PODLE PALLAS, 1766)

Hrabáče popsal již Pallas v roce 1766, ovšem nikoli jako jeden druh, ale v důsledku neznalosti fylogeneze jako osm samostatných žijících druhů (1. *Myrmecophaga afro*; 2. *Orycteropus senegalensis*; 3. *Orycteropus aethiopicus*; 4. *Orycteropus wertheri*; 5. *Orycteropus haussanus*; 6. *Orycteropus erikssoni*; 7. *Orycteropus leptodon*; 8. *Orycteropus afer*).

Skutečné pojmenování rodu *Orycteropus* provedl v roce 1798 Cuvier, i když Shoshani et al. (1988) uvádí, že první zmínka o návrhu rodového pojmenování *Orycteropus* pochází od C. Geoffroy, 1796 (nikoli E. Geoffroy), který hrabáče uváděl již jen s jedním recentním druhem, ovšem ještě s nesprávným názvem *Myrhecophaga afra* nebo také *Myrmecophaga capensis* (Pallas, 1780). Geoffroy byl totiž přesvědčen o vývojové příbuznosti hrabáčů a jihoamerických mravenečníků rodu *Myrmecophaga*. K této domněnce jej vedly tzv. konvergentní znaky, které u řady savců se zcela odlišným evolučním původem a prostřednictvím přirozeného výběru, ovlivnily vznik zdánlivě shodných tělesných forem a podobných vzorců chování (Špinar, 1984; MacPhee, 1994). Jak uvádí Beddard (1909) byla právě tato konvergence příčinou spojení hrabáčů s luskouny, pásovci, mravenečnickými a lenochody do společné skupiny Edentata (starší název pro skupinu chudozubých savců). Cuvier (1817) řadil do Edentat kromě několika fosilních skupin také recentní zástupce ptakořitných (řád Monotremata) - ježuru australskou *Tachyglossus aculeatus* a ptakopyska *Ornithorhynchus anatinus* (Fejfar a Major, 2005).

2.2.2 KLÍČOVÉ PŘEHODNOCENÍ ŘÁDU (PODLE SIMPSON, 1945)

V roce 1945 uvedl Simpson do praxe novou taxonomii savců, ve které se již poprvé samostatně vyskytuje zmiňovaný řád Tubulidentata. Toto rozdělení podpořil později také Patterson (1978). Hrabáči byli ze skupiny chudozubých savců Edentata definitivně vyloučeni a od té doby již zůstávají až do současnosti samostatným řádem (Simpson, 1945, 1997). Rozhodnutí, které udělal Simpson (1945), potvrdilo o několik desítek let později mnoho vědců, kteří se shodli, že nejen hrabáči, ale také luskouni, se skutečně podle mnoha morfologických znaků zcela odlišují, proto bylo nutné takto nesourodou skupinu rozdělit. Skupina Edentata byla tedy rozčleněna na několik vzájemně nepříbuzných řádů – luskouni (řád Pholidota), chudozubí (řád Xenarthra - v užším smyslu – lenochodi, mravenečníci, pásovci) a samotní hrabáči (řád Tubulidentata) (např.; Simpson, 1948; Patterson, 1978; McKenna a Bell, 1998). Hrabáči byli uznáni za příbuzné „kopytníků“, případně jako žijící představitelé prakopytníků (Condylarthra) (např. Helmcke et al., 1969; Špinar 1984; Brown, 1985; Grzimek, 2000; Gould a McKay, 2002; Roček, 2002). V následujících letech docházelo postupně nejen k podrobnému přezkoumání fylogenetického vývoje nejen hrabáčů, ale také mnoha dalších savčích řádů a systematici zavedli podrobnější klasifikaci (Shoshani et al., 1988; Lehmann, 2004; Roček, 2002, Robovský, 2005; Lehmann et al. 2004, 2005; Wilson a Reeder, 2005).

2.2.3 DOPLNĚNÉ ROZDĚLENÍ ŘÁDU (PODLE PATTERSON, 1975)

V návaznosti na Simpson (1945) sestavil v roce 1975 první podrobnou systematiku Tubulidentat Patterson a doplnil ji v roce 1978. Až do konce 20. století tedy vědci vycházeli z jeho navržené struktury, podle které byl řád **Tubulidentata** složen z jedné čeledi **Orycteropodidae**, dvou podčeledí - **Orycteropodinae** a **Plesiorycteropodinae** a ze čtyř rodů – **Leptorycteropus**, **Myorycteropus**, **Plesiorycteropus** a **Orycteropus**, z nichž první tři již vyhynuly a čtvrtý rod **Orycteropus** byl zastoupen pouze jediným recentním druhem **Orycteropus afer** (např.; Patterson, 1975, 1978; Shoshani et al., 1988; Kostopoulos et al., 2003; Lehmann, 2006a, 2006b, 2009) (viz příloha č. 5).

Příčemž do první podčeledi **Plesiorycteropodinae** byl zařazen jeden fosilní rod **Plesiorycteropus** (Filhol, 1895) se dvěma druhy pocházejícími z odlišných nalezišť Madagaskaru (např. La Baume, 1943; Lamberton, 1946; Pickford, 1975; Pickford a Andrews, 1981; MacPhee, 1994; Kostopoulos et al., 2003). Tento pleistocénní rod byl však v budoucnu z Tubulidentat vyřazen do samostatného řádu **Bibymalagasia** (McPhee, 1994; Robovksý, 2005; Lehmann, 2006a). Do druhé podčeledi **Orycteropodinae** byly začleněny dva fosilní rody z nálezů v Keni - rod **Myorycteropus**, datovaný pravděpodobně do počátku miocénu (cca 23 milionů let) a rod **Leptorycteropus** z konce miocénu (cca 5 milionů let). Třetím rodem je **Orycteropus**, existující zhruba od miocénu do současnosti (např. Filhol, 1895; Allison, 1947; Frick, 1956; Lehmann, 2006a, 2009). Pro lepší přehlednost relativně složitých fylogenetických vazeb je v příloze č. 3. k dispozici podrobný systematický přehled řádu Tubulidentata, který navrhl Patterson (1975).

2.2.4 AKTUÁLNÍ ROZDĚLENÍ ŘÁDU (PODLE WILSON A REEDER, 2005)

Současně platná taxonomie savců od Wilson a Reeder (2005) (viz příloha č. 6) nadále respektuje zařazení hrabáčů podle Patterson (1975), ale ve svém přehledu neuvádí vyhynulé druhy. Soustřeďuje se pouze na stručnou systematiku recentního druhu - řád Tubulidentata, jediná čeleď Orycteropodidae hrabáčovití a jeden rod **Orycteropus** s jedním druhem **Orycteropus afer**- hrabáč. Navíc však popisuje všechny poddruhy. Problematikou přesného stanovení počtu poddruhů recentního hrabáče se zabývalo více vědců, nicméně do dnešního dne není v této oblasti jasno. V průběhu 20. století bylo zveřejněno pouze několik prací, zabývajících

se morfologií a rozšířením poddruhu *Orycteropus afer aethiopicus* (Fossati, 1937; Frick, 1951) a popisu habitatu hrabáčů (Bigourdan, 1950).

2.2.5 NOVĚ NAVRŽENÉ ROZDĚLENÍ ŘÁDU (PODLE LEHMANN, 2009)

Lehmanova rekonstrukce z roku 2009 představuje v současnosti nejrozsáhlejší práci, zabývající se evoluční historií řádu Tubulidentata, a poskytuje nový rámec pro budoucí studium. Podle této teorie má být tedy zachována v rámci tohoto řádu stále jedna čeleď Orycteropodidae, avšak původní rod *Orycteropus* Lehmann nově rozdělil na dvě samostatné linie – *Orycteropus* a *Amphiorhycteropus*, přičemž nový rod *Amphiorhycteropus* vytvořil právě pro lepší sladění taxonomie a fylogeneze. Fosilní rody *Leptorycteropus* a *Myorycteropus* byly ověřeny a potvrzeny, čímž byl počet rodů v řádu Tubulidentata stanoven na čtyři.

2.2.6 ZAŘAZENÍ ŘÁDU MEZI AFROTHERIA PODLE NOVODOBÝCH GENETICKÝCH ANALÝZ

Velmi zajímavá vazba tohoto řádu k jiným placentálům nabídly na základě analýzy DNA první robustní (tj. dobře rozlišené a jednoznačně podpořené velkým počtem znaků) pohledy na vztahy recentních savců, které jsou dnes všeobecně přejímané, protože klasická morfologie a paleontologie nedokázaly některé otázky zodpovědět, což je právě případ „chudozubých savců“. Molekulární analýzy rozdělily placentální savce do čtyř velkých nadřádů – Afrotheria, Xenarthra, Laurasiatheria a Euarchontoglires (Graur, 1993; Murphy et al., 2007; Robinson a Seifert, 2004; Lindsey et al., 2008). Hrabáči jsou tedy dle analýzy DNA příslušníky starobylého nadřádu afrických placentálních savců Afrotheria, společně s damany, chobotnatci, sirénami, bodlíný a bércouny, zatímco mravenečníci, pásovci a lenochodi představují svébytnou skupinu Xenarthra. Luskouni potom patří do odvozené skupiny Euarchontoglires do bezprostřední blízkosti k šelmám.

2.3 VÝSKYT HRABÁČŮ VE VOLNÉ PŘÍRODĚ

Podle aktuálních informací Červeného seznamu IUCN (Redlist IUCN) je hrabáč *Orycteropus afer* rozšířen v rámci svých 17 (18?) poddruhů v Angole, Burkina Faso, Burundi, v Kamerunu, ve Středoafričské republice, Čadu, Kongu a Konžské demokratické republice. Dále je populace potvrzena v Džibutsku, Eritrei, Etiopii, Gabunu, Ghaně a v republice Guinea-Bissau. Jeho existence byla také zaznamenána v republice Mali, v Mozambiku a v Namíbi. Dalšími státy s výskytem hrabáčů jsou Niger, Nigérie, Rwanda, Senegal, Sierra Leone, Somálsko, stejně jako Súdán, Svazijsko, Uganda, Zambie a (Taylor a Skinner, 2003; IUCN, 2014).

Mapa rozšíření jednotlivých poddruhů s popisem lokalit je uvedena v přílohách č. 12 a č. 13.

2.3.1 HUSTOTA POPULACE VE VOLNÉ PŘÍRODĚ A OCHRANA DRUHU

Komplexní výzkum jednotlivých volně žijících subpopulací hrabáčů je velmi náročný a prozatím těžko uskutečnitelný. Základním předpokladem správného pochopení situace uvnitř volně žijící populace hrabáčů je výborná znalost jejich biologie - poměr pohlaví v lokálních populacích (subpopulacích), rozmnožovací cyklus během roku, velikost vrhu, či úmrtnost v prenatalním, novorozeneckém a dospělém věku. Je rovněž nezbytné znát všechny biotické a abiotické faktory prostředí, které zásadním způsobem ovlivňují početnost populace. Dílčí poznatky v této oblasti jsou k dispozici, ale pro seriózní závěry je to stále ještě málo (Pathak et al., 1980; Shoshani et al., 1988; Lehmann, 2009). Příčinou je nedostatek terénních výzkumů, obtížné sledování volně žijících populací, plachost a skrytý způsob života hrabáčů. Účinnému sledování v mnoha stanovištích brání navíc nepřehledný terén a velká teritoria. Dalším důvodem je vyhraněná noční aktivita a samotářský způsob života hrabáčů, čímž se, na rozdíl od jiných sociálně žijících savců, v terénu velmi špatně sledují (Shoshani et al., 1988; Taylor et al., 2002; WAZA, 2005; IUCN, 2014).

Podle aktuálních informací z Červeného seznamu IUCN byl stav volně žijící populace hrabáčů v roce 2012 charakterizován jako Not evaluated - „neznámý“, protože skutečné populační trendy druhu nejsou známy. Uvádí se, že i přesto, že hrabáči nejsou ve svých stanovištích často k vidění, jsou ve vhodných lokalitách s ochranou a dostatečnými potravními zdroji poměrně hojní, zejména ve většině velkých a dobře řízených chráněných oblastech Afriky (IUCN, 2014).

Z těchto uvedených příčin je situace v zařazení hrabáče do Červeném seznamu IUCN již od roku 1996 neměnná a druh je uveden v kategorii Least Concern - LC (IUCN, 2014).

Whittington-Jones (2006) ve své studii uvádí hustotu sledované populace osmi zvířat na 1 000 ha. Hrabáči zde využívali teritorium o velikosti jen asi 2,0 až 4,6 km². Z těchto hodnot vyplývá, že hustota populace není příliš vysoká a je přímo závislá na množství potravních zdrojů, na členitosti terénu a na kvalitě substrátu. K přesnějším závěrům však zatím není k dispozici dostatek pozorování. Z těchto důvodů již několik let soustřeďuje profesor Lehmann aktuální informace pro aktualizaci údajů o hrabáčích v Červeném seznamu ohrožených druhů IUCN (Lehmann, 2009).

2.3.2 TYPY OBÝVANÝCH BIOTOPŮ

Hrabáči byli nuceni se během svého evolučního vývoje vyrovnávat s velkými změnami klimatu, s měnícími se podmínkami životního prostředí a s výkyvy v nabídce potravních zdrojů (IUCN, 2014).

Ve všech oblastech svého rozšíření jsou striktně vázáni na výskyt potravních zdrojů – několika druhů termitů a mravenců, které jsou pro ně vymezujícím biotickým faktorem. Poměrně dlouho se ve vědeckých kruzích uvádělo, že dalším důležitým limitem pro existenci hrabáčů v daných stanovištích je nízká hladina spodní vody, která jim umožňuje hrabat nory (Coaton, 1948; Verheyen, 1951; Melton, 1976; van Aarde, 1984; Melton a Daniels, 1986; Shoshani et al, 1988; Skinner, 1986; Skinner a Smithers, 1990 a jiní). Avšak zkušenosti posledních let tuto doměnkou vyvracejí Taylor a Skinner (2004) a IUCN (2012) uvádějí, že ve vlhkých deštných oblastech Konžské pánve byl pozorován výskyt poddruhu hrabáče *Orycteropus afer leptodon*, ačkoli dříve nebylo jisté, zda se hrabáči v západoafrických deštných pralesích skutečně vyskytují (Shoshani et al. 1988). V posledních letech však byla jejich přítomnost v tropických deštných lesích potvrzena, i když tato stanoviště jsou ve velkém kontrastu s výše uváděnými savanovými oblastmi. Přesto zřejmě mohou poskytnout hrabáčům vyhovující životní podmínky (Knöthig et al., 2005).

Nejvíce jsou osídleny savanové biomy se suchými nebo vlhkými biotopy, s typickými rozlehlými travnatými plochami bez stromů, nebo jen s řídkým porostem malých stromů

(viz příloha č. 14, obrázek č. 26), kde hrabáči patří jen k několika málo tzv. „rezidentním vertebratofágním savcům“ (živících se bezobratlými) (IUCN, 2014).

Další výskyt hrabáčů byl potvrzen v houštinatých stanovištích, ačkoli tato patří k chudším oblastem s omezenější nabídkou potravních zdrojů a s vyhraněnými podmínkami prostředí (IUCN, 2014) (viz příloha č. 14, obrázek č. 26).

Hrabáči naopak neobývají biotopy lužních lesů, extrémně suchá stanoviště a skalnaté terény, proto není možné je spatřit ve východní části poušti Namib, stejně tak se vyhýbají pouštím a močálům (Whittington-Jones, 2006). Podle některých pramenů (Lindsey, 1999; Taylor et al., 2002; Taylor a Skinner, 2004) nemohou hrabáči žít v nadmořských výškách nad 2 000 m n. m., avšak Yalden et al. (1996) potvrdil jejich výskyt v etiopských vysočinách ve výšce nad 3 200 m n. m. Stručný přehled lokalit s rozšířením jednotlivých poddruhů je uveden v příloze č. 13.

2.4 STRUČNÝ POPIS ANATOMIE HRABÁČE

Podle Goldman (1986) je většina prvních informací o anatomii a morfologii hrabáčů datována do první poloviny 20. století. Mezi první studie, přinášející dílčí informace o anatomii a morfologii hrabáče, lze zařadit práce Jäger (1837), Duvernoy (1853), Galton (1869), Humphrey (1869) a Smith (1898). V roce 1890 napsal Oldfield studii o zvláštní struktuře mléčného chrupu hrabáčů a Ballowitz napsal v roce 1912 práci, zaměřenou na morfologii pohlavního aparátu samce hrabáče. Heuser (1913) zveřejnil studii o vývoji mléčného chrupu hrabáčů a Pavlova (1915) sepsala poznatky o evoluci savců, kde se již zmiňuje také o hrabáči. Menší práce o morfologii hrabáčů vytvořili Fitzsimons (1920), Pocock (1925) nebo Lydekker (1926) a Krumbiegel (1934), avšak jejich studie měly spíše stručný informativní charakter. Dílčí monografie napsali Wollard (1925); Shortridge (1934), Simpson (1948) nebo Urbain (1954). V roce 1931 popsal život hrabáčů Flower, a o pár let později, v roce 1934, vysvětlil Shortridge některé extrémní znaky hrabáčů.

Skutečně podrobný atlas anatomie a fyziologie samce hrabáče však byl vydán v roce 1925, kdy vyšly první dva díly trilogie (Sonntag, 1925; Sonntag a Woolard, 1925), v následném roce vydali Le Gros Clark a Sonntag (1926) třetí díl. Tato práce je pouze s drobnými opravami, aktuální i v současnosti. Velký podíl ve výzkumech v oblasti etologie, ekologie a genetiky

přinesly také poznatky ze zoo, které hrabáče chovají (Thewissen, 1985; van Aarde, 1984; Thewissen a Badoux, 1986; Taylor a Skinner, 2003, 2004; Gierhahn, 2010; Schoo, 2011 a jiní).

Mezi nejdůležitější morfologické adaptace hrabáčů patří jednoznačně zvláštní struktura zubů a jisté konvergentní znaky, směřující k myrmekofágii (úzká protáhlá hlava, dlouhý jazyk se zvláštním jazylkovým aparátem, mohutné slinné žlázy, redukce počtu zubů, silné hrabavé končetiny, přeměna drápů na předních i zadních končetinách na tzv. kopýtko, dále stavba žaludku, a další morfologické odlišnosti (McNab, 1984) (viz příloha č. 10).

Zcela unikátní stavba dentice dala hrabáčům latinský název Tubulidentata a zkoumání její struktury zaměstnalo v minulosti velké množství vědců (Thomas, 1890; Broom, 1909a; Heuser, 1913; Eugworth, 1924; Sonntag, 1925; Sonntag a Woolard, 1925; Le Gros Clark a Sonntag, 1926; Colbert, 1933; Shortridge, 1934; Houvelmans, 1939; Sokolov, 1979; Špinar, 1984; Shoshani, et al., 1988). Zubní vzorec hrabáčů je tvořen obvykle 20 zuby: 0 0 2 3/ 0 0 2 3, ovšem někdy se mohou v horní čelisti vyskytovat i drobné špičáky, které jsou však zakrnělé. Tyto špičáky lze nalézt pouze u některých fosilních miocénních druhů rodu *Orycteropus* a *Leptorycteropus* (viz příloha č. 2, obrázek č. 3, 4).

Žaludek hrabáčů je svalnatý a slepé střevo je mnohem větší než u většiny hmyzožravých savců (Melton, 1976). Slinné žlázy jsou extrémně velké, s velkým množstvím silně lepkavých slin. Jedná se o další konvergentní znak, společný s mravenečnickými, luskouny a ježurami. S chudozubými a luskouny mají také zdánlivě podobnou stavbu chrupavčitého jazylkového aparátu a prodloužené rostrum (Sonntag, 1925; Sonntag a Wollard, 1925; Shoshani et al., 1988).

U hrabáčů se vyvinula velmi komplikovaná stavba čichového bludiště (Kingdom, 1971; Smithers, 1971), ve kterém je umístěno až devět čichových závitů, což je nejvíce mezi savci (Shoshani et al., 1988). Mozek má výrazně velké části čichového mozku (čichová oblast), mozkové polokoule jsou rovněž velké, ale mají malé nevýrazné závitě. Dominantními smysly hrabáčů jsou sluch a čich (Broom, 1909b; Hunt a Korth, 1980; Shoshani et al., 1988). Chrupavky Jakobsonova orgánu jsou primitivní. Jacobsonův orgán hrabáčů (jinak nazývaný vomeronazální orgán) je dutina s chemoreceptorickým epitelem, která umožňuje přijímání pachů ústní dutinou a v rudimentární podobě se vyskytuje i u některých dalších savců (Broom, 1909b; Sonntag, 1925; Sonntag a Wollard, 1925; Shoshani et al., 1988).

Přizpůsobení těla k častému a intenzivnímu hrabání si vyžádalo zmožutnění tělesné stavby (Vaughan, 1986; Vaughan, et al., 2000). Za zmínku stojí prstochodectví předních končetin a ploskochodectví zadních končetin. Mezi druhým, třetím a čtvrtým prstem vyrůstají hrabáčům blány, které při hrabání napomáhají účinnějšímu vyhrnování zeminy na povrch (Eugworth, 1924; Helmcke et al., 1969; Vaughan, 1986; Shoshani, et al., 1988; Endo et al., 2002) (viz příloha č. 9, obrázek č. 10, 11, 12).

2.5 FYZIOLOGIE HRABÁČŮ

2.5.1 FYZIOLOGICKÉ OCHRANNÉ STRATEGIE HRABÁČŮ

U hrabáčů se v průběhu evoluce vyvinuly zcela zvláštní fyziologické mechanismy úzce související s jejich potravní specializací a s osobitým způsobem života (Savage a Long, 1986). Později byly zveřejněny studie podrobnější a více vypovídající (van Aarde, 1984; 2004; Thewissen, 1985; Goldman, 1986; Thewissen a Badoux, 1986; van Aarde et al., 1992; Taylor a Skinner, 2003 a jiní).

2.5.1.1 OCHRANA TĚLA, KONČETIN A ZRANITELNÝCH ČÁSTÍ TĚLA

Kůži na bocích a hřbetních partiích mají hrabáči pevnou, protože musí dobře chránit tělo před pokousáním termity a mravenci, avšak v oblasti břicha a třísel je kůže zdánlivě velmi jemná. Někteří autoři uvádějí, že hrabáči jsou extrémně odolní vůči chemickým látkám, vylučovaným termity při obraně své stavby (Buys a Keogh, 1984; McNab, 1984; Shoshani et al., 1988). Pokousání termity jim nevadí, i když jsou při jejich vybírání potravy hluboce vnořeni do termitiště (např. Gould a McKay, 2002). Zcela ojedinělou strukturu mají chlupy, tvořící povrch těla, které vyrůstají v několika typech a mají odlišnou funkci. Jednotlivé chlupy jsou v průřezu oválné bez chlupové dřeně (Buys a Keogh, 1984; Skraba, 2004).

Zvláštní tvrdá štětinatá srst vyrůstá v podobě tuhých „kartáčů“ v několika souběžných řadách na hranách chodidel předních i zadních končetin, avšak jejich funkce je prozatím neznámá (viz příloha č. 10, obrázek 15, 16). Pravděpodobně ochraňují jemnou kůži chodidel před prvním náporům kousajících termitů (viz příloha č. 10, obrázek 17, 18).

2.5.1.2 HMATOVÉ CHLUPY

Unikátní jsou tzv. tmavé hmatové chlupy, které hrabáčům narůstají v řídkém, pravidelném „rozsevu“ po celém těle, nejvíce na hřbetních a bočních partiích těla a jako jediný porost pokrývají také tělo novorozence (viz příloha č. 10). Později tyto hmatové chlupy překryje hustější stálá srst, přesto jsou však při bližším ohledání stále patrné a dorůstají zvířeti po celý život. Jejich funkce není přesně známá, literatura se jejich funkcí prozatím nezabývala. Lze se jen domnívat, že mohou hrabáčům při hloubení nory pomáhat k lepšímu vnímání správné rozteče vyhrabávaného otvoru (Masopustová, 2007). Hmatové chlupy vyrůstají také kolem očí a ve vnitřním okruží nosních dírek, kde jsou jemnější, hustější a plní také ochrannou funkci proti pronikání termitů a prachu (Masopustová et al., 1992; Masopustová, 2007) (viz příloha č. 10,

obrázek 16). Pocock (1925) a Gierhahn (2010) uvádějí, že tyto chlupy mohou být rovněž hmatové a pomáhají zvířatům při vyhledávání termitů a mravenců v tmavých trhlinách termitišť a mravenišť.

2.5.1.3 TLAKOVÉ BODY - UNIKÁTNÍ OCHRANNÁ STRATEGIE

Hrabáči jsou vybaveni unikátní ochrannou strategií, která jim pomáhá chránit se proti zavalení sutí z rozhrabaného termitiště. V bederní oblasti se u nich vyvinuly tzv. „tlakové body“. Jakmile zvíře ucítí v této partii menší tlak, přimáčkne se břichem k zemi a začne rychle couvat, ve snaze se uvolnit. Tento reflex je pozorovatelný již u novorozených hrabáčů (Masopustová et al., 1995; Masopustová, 2007) (viz příloha č. 10, obrázek č. 14).

2.5.2 TĚLESNÁ TEPLOTA HRABÁČŮ A MECHANIZMY JEJÍ REGULACE

Hrabáči patří do skupiny tzv. endotermních živočichů, jejichž tělesná teplota je udržována na stabilní úrovni téměř výlučně metabolismem a mechanizmy, které regulují teplotní spád mezi jejich organizmem a prostředím. Podle teploty těla je lze zařadit mezi tzv. homoiotermní savce - se stálou tělní teplotou (Shoshani et al., 1988; Flegr, 2005; Tkadlec, 2008; Townsend et al., 2010). Endotermie je u hrabáčů podmíněna poměrně vysokými metabolickými nároky a jejich tělesná teplota se podle většiny autorů pohybuje v rozmezí od 34,5 °C do 36,1 °C (Eugworth, 1924; Colbert, 1933; Thewissen, 1985; Taylor a Skinner, 2003, 2004). McNab (1984) a Shoshani, et al. (1988) zaznamenali nižší teplotu těla hrabáčů - jen 32,2°C až 34°C. V lidské péči způsobuje nedodržení hranice teplotního komfortu hrabáčů stress a různá respirační onemocnění, které mohou vést až k úhynu (Masopustová, 2007; Kleiman et al., 2010). Výrazný chladový třes celého těla byl občas pozorován u zvířat v zoo ve fázi hlubokého spánku (Masopustová, 2007).

2.5.2.1 PŘÍZPŮSOBNÍ HRABÁČŮ K NÍZKÝM TEPLOTÁM PROSTŘEDÍ

Stanoviště některých subpopulací hrabáčů ve volné přírodě leží v poměrně odlišných klimatických zónách (Shoshani et al., 1988), kde dochází v průběhu roku ke střídání období dešťů a sucha, a k větším teplotním výkyvům. Ke zmírnění tepelné ztráty v chladnějších obdobích pomáhá hrabáčům pobyt v dobře izolovaných norách, kde je stálá teplota v rozmezí 24°C až 25°C, což platí také v chovech v zoo (Goldman, 1986; Masopustová a Masopust, 1990; Masopustová a kol., 1992, 1995, Masopustová, 2007; Shoshani et al., 1988).

2.5.2.2 PŘIZPŮSOBENÍ HRABÁČŮ K VYSOKÝM TEPLOTÁM PROSTŘEDÍ

Ke zvládnutí teplotního diskomfortu v případě vysoké okolní teploty se vyvinuly u hrabáčů určité chladící mechanismy. O tom, zda hrabáči využívají systém částečného ochlazování svého těla pomocí periferního cévního systému pod povrchem velkých ušních boltců, jako je tomu u některých pouštních a polopouštních druhů savců, však dosud nebyly nalezeny žádné informace. U zvířat v chovaných v lidské péči byly při přehřátí sledovány naběhlé cévy pod pokožkou boltců, proto se lze domnívat, že tento "ochlazovací" mechanismus bude u hrabáčů funkční (Shoshani et al., 2008; Masopustová, 2007; Kleiman et al., 2010).

2.5.3 VODA - MEZNÍ FAKTOR ŽIVOTA HRABÁČŮ

Hrabáči patří mezi tzv. pravidelně pijící savce, kteří musejí mít stálý přístup ke zdroji vody. Velmi účinným mechanismem hospodaření s vodou je u hrabáčů jejich noční aktivita, která výrazným způsobem omezuje ztrátu tekutin a při větší zátěži snižuje respirační frekvenci organismu. Dalším důležitým regulačním mechanismem je pobyt v chladnějších norách během dne, kdy teplota ovzduší na povrchu dosahuje vysokých hodnot, zatímco v noře je teplota stálá a odpar z těla velmi omezen (Shoshani et al., 1988; Kleiman et al., 2010).

2.6 EKOLOGIE HRABÁČŮ

2.6.1 EKOLOGICKÉ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ŽIVOT A VÝSKYT HRABÁČŮ

Ekologické faktory, které mají přímý či nepřímý vliv na život a výskyt hrabáčů, lze v obecné rovině posuzovat podle čtyř vzájemně se ovlivňujících oblastí – podle počasí, potravy, podle výskytu jiných živočichů (včetně jedinců vlastního druhu a patogenních organizmů) a podle lokality, ve které hrabáči žijí. Zjednodušeně řečeno, tyto parametry mají z hlediska dlouhodobého sledování zásadní vliv nejen na stabilitu a kolísání početnosti jejich populace, ale také na hodnocení její životaschopnosti (Andrewartha et al., 1974; Adams, 1985; Vlasák, 1986).

2.6.2 EKOLOGICKÁ ROLE HRABÁČŮ

Důležitá a nezaměnitelná úloha hrabáčů v souvislosti se stabilitou daných stanovišť, je známá již mnoho desítek let. V minulosti však nebyla plně doceněna. Na velké riziko, které by mohlo mít případné oslabení nebo zánik lokální hrabáčí populace, upozorňovali v souvislosti s výzkumy místních ekosystémů již dříve například Daniels (1984), Dean a Milton (1991; 1995), Melton a Daniels (1986) nebo Lindsey (1999). Teprve v posledních letech vědci skutečně nezastupitelnou roli hrabáčů v místních ekosystémech potvrdili (např. Taylor et al., 2002; Wright et al., 2002, 2006; Whittington-Jones, 2006).

2.6.2.1 HRABÁČÍ NORY - VÝZNAMNÝ EKOLOGICKÝ PRVEK

Hrabáči tvoří malou skupinu savců, jejichž početnost a rozšíření jsou úzce vázány na typ substrátu a podloží. Nadměrným budováním nor vytvářejí velké množství nových stanovišť a úkrytů pro mnoho jiných živočišných druhů, kterým tak přímo poskytují vhodné životní podmínky a udržují v rámci tzv. stanovištní niky jejich lokální populace zdravé a vitální (van Aarde et al., 1992; Wright et al., 2002, 2006). Z tohoto důvodu jsou právem nazýváni tzv. „ekosystémovými inženýry“. Podle stop, otištěných v měkké zemi v okolí vstupního otvoru do nory, lze velmi snadno poznat, zda je nora obydlena hrabáčem nebo jiným živočichem (viz příloha č. 15, obrázek č. 30). Je prokázáno, že populace mnoha nižších i vyšších obratlovců jsou přímo závislé na existenci hrabáčích nor (Shoshani, et al., 1988; Tree of Life Web Project. 2000; Taylor a Skinner, 2003; Knöthig et al., 2005; Whittington-Jones, 2006).

2.6.2.2 HRABÁČI - DŮLEŽITÁ SOUČÁST AFRICKÉ KULTURY

Hrabáči jsou také důležitou a nedílnou součástí některých afrických kultur, kde úhyny vznikají jednak pro rituální využití, v některých lokalitách jsou hrabáči ohrožováni, stejně jako jiní velcí afričtí savci, lovem na maso, tzv. buschmeatem (Yalden, 1996; Taylor et al., 2002). Maso hrabáčů je mezi domorodci velmi ceněno, z kůže, drápů a zubů se vyrábějí náramky či přívěsky, různé části těl používají šamani k léčebným účelům a zaříkávání (Carpaneto a Germi 1989). V Zambii byl vybrán motiv hrabáče na zadní stranu mince, s prvním prezidentem Kennethem Kaundou je vypořádán hrabáč na bankovce s hodnotou 1000 zambijkých kwacha (5000 ZMK/1 USD). V Mozambiku jsou zase hrabáči oblíbeným motivem na poštovních známkách.

2.7 ETOLOGIE HRABÁČŮ

2.7.1 TERITORIÁLNÍ CHOVÁNÍ

Z pozorování v přírodě i v zoologických zahradách bylo potvrzeno, že hrabáči nejsou silně teritoriální druh i přesto, že jsou samotářsky žijící druh. K setkání s jinými jedinci svého druhu dochází pouze v období páření (Shoshani et al., 1988; Whittington-Jones, 2006). Hranice svého teritoria si hrabáči značkují výkaly, které pečlivě ukládají do stálých kališť. Po každé defekaci hrabáč výkaly i moč pečlivě zahrabe, přisedne genitálním výčnělkem na uhrabaný povrch a místo označí sekretem (Shoshani et al., 1988; Masopustová, 2007). Samice jsou z důvodu výchovy mláďate na svém teritoriu více závislé než samci. Ti naopak častěji mění svá stanoviště a jsou potulnější více než samice. Do domovských okrsků samic přecházejí pouze v rozmnožovacím období. Souboje mezi samci v přírodě nebyly popsány (Shoshani et al., 1988). V Zoo Praha byly pozorovány jen náznaky interakce mezi starým domácím samcem a nově přichozím mladým samcem, které však velice rychle ustaly (Masopustová, 2007).

Zcela odlišné projevy chování mají hrabáči v podmínkách zoologických zahrad. Je to možná proto, že jsou zde zvířata držena v párech nebo ve skupinách a vytvářejí si mezi sebou velmi silné sociální vazby bez jakýchkoli náznaků vzájemné agrese (Masopustová, 2007) (viz příloha č. 11, obrázek č. 23).

Názory na velikost teritoria a délku noční trasy, kterou ujdou hrabáči během noci při obcházení teritoria a vyhledávání potravy, se liší. Taylor a Skinner (2003) zveřejnili výsledky pozorování několika hrabáčů ve vybrané lokalitě Jihoafrické republiky. Sledovaná zvířata se průběžně pohybovala po celém teritoriu o velikosti 133 ha až 302 ha a u obou pohlaví občas docházelo k překrývání teritorií. Melton (1976) a Gierhahn (2011) uvádějí vzdálenost, kterou ušli dospělci za noc a to v rozsahu 9,6 km až 14,7 km, v průměru pouze 4,5 km. Verheyen (1951) a Shoshani et al. (1988) zmiňují maximální trasu až 30 km za noc. Jiné výzkumy ale většinou udávají průměrnou délku noční trasy jen 2 až 10 km (Knöthig et al., 2005; Gierhahn, 2010), některé oficiální zdroje podávají informace o okruhu dlouhém až 14 km (Gierhahn, 2010).

2.7.2 STAVBA HRABÁČÍCH NOR

Od okamžiku, kdy je mladý hrabáč matkou odstaven, začne si stavět své vlastní nory, kterých za celý svůj život vyhloubí obrovské množství. Jejich počet a typ jsou závislé na momentální situaci, ve které se jedinec nachází a k jakému účelu bude nora sloužit (viz příloha č. 15, obrázek č. 27). Nory obvykle poskytují úkryt jen jednomu hrabáči, případně matce s mládětem, avšak Grzimek (2000) a Knöthig et al., (2005) informují o výjimce, kdy v tzv. chovné noře byly pozorovány dvě až tři samice s mláděty (viz příloha č. 15, obrázek č. 30). Ovšem tyto údaje nebyly dalšími pozorovateli potvrzeny. Sokolov (1979) uveřejnil, že v jednom období může žít společně s matkou nejen nově narozené mládě, ale také starší neodstavená dcera, zatímco odstavení mladí samci si hledají svá vlastní teritoria. Půlroční mláděta si vyhrabávají své nory poblíž matky, ale stále jsou na ní částečně závislá (Nowak, 1999).

Vstup do nory je obvykle ukrytý pod keřem nebo ve vysoké trávě, ale lze jej objevit podle hustější vegetace v okolí otvoru, která zde hojně vyrůstá v důsledku zkyplené vyhrabané země (Shoshani et al., 1988) (viz příloha č. 15, obrázek č. 30 a č. 32). Taylor a Skinner (2003) sledovali průměrnou délku využití nory 4,9 dní, 6,9 dní a 8,6 dnů. Z jiných zdrojů je patrné, že některé nory byly obývány hrabáči až 38 dní (Knöthig et al., 2005; Whittington-Jones, 2006).

2.7.3 TYPY HRABÁČÍCH NOR

Řada autorů potvrdila, že hrabáči si budují tři různé typy nor (Smithers, 1971; Rautenbach, 1978; White et al., 1985; Shoshani et al., 1988). První typ, v podobě mělké krátké nory, si hloubí jen jako krátký tunel pro jednorázové přespání, který se soumrakem opustějí a již se do něj nevracejí (Rahm, 1961; van Aarde et al., 1992; Knöthig et al., 2005). Tunel mělké nory měří asi jeden metr (viz příloha č. 15; obrázek č. 32). Druhým typem jsou dočasné nory, které si budují hrabáči za úsvitu a slouží jako úkryt na několik dní v případě, že jsou velmi vzdáleni od hlavní obytné nory. Vyhloubí asi 1 až 3 m dlouhý tunel s průměrem 40 cm, na jehož konci vytvoří spací komoru (Shoshani, et al., 1988) (viz příloha č. 15; obrázek č. 29). Třetím typem jsou vícekomorové nory a stavějí si je dospělé samice, buď jako samostatné nory s více tunely, nebo jako složitý komplex tunelů a větracích otvorů s jedním koncovým doupětem. Tyto nory slouží pro odchov mláděat (Shoshani, et al., 1988; van Aarde et al., 1992). Tunely obvykle měří dva až tři metry, ale mohou také dosahovat délky až 10 metrů, a klesají do hloubky až 6 m (Shoshani, et al., 1988) (viz příloha č. 15; obrázek č. 33).

2.7.4 REPRODUKČNÍ CHOVÁNÍ HRABÁČŮ

2.7.4.1 K-STRATEGIE, REPRODUKČNÍ TYP A CYKLUS HRABÁČŮ

Podle mnoha ekologických, fyziologických a etologických adaptací patří hrabáči k tzv. K-stratégům. Většina života K-stratégů se odehrává v hustotě blízké nosné kapacitě prostředí, které je potom nazýváno jako K-selektující stanoviště (Townsend et al., 2010).

Hrabáči obývají stanoviště, ve kterých panuje soutěživost (kompetice) o potravní zdroje a kde jsou nejúspěšnější ti, kteří si pro sebe dokáží získat co nejvíce zdrojů. Tito jedinci mají v případě nedostatku, mnohem větší šance na přežití. Jednotlivé subpopulace jsou obvykle zhuštěné na vymezeném prostoru a nejvíce získají ti, kteří rostou nejrychleji. Proto se přírodní výběr u hrabáčů postaral o to, aby mohli energii z potravních zdrojů investovat více do růstu a přežívání, než do rozmnožování (Gierhahn, 2010).

Další evoluční adaptací hrabáčů, jako K-stratégů, je velikost, počet a zdatnost potomků, na jejichž výchovu potřebují matky mnoho energie a nemohou ji logicky dělit mezi vícečetné vrhy. Samice hrabáče odchová během svého života relativně málo potomků. Během jedné gravidity rodí jen jedno zdatné samostatné mládě, jehož odchov vyžaduje ze strany matky velké množství energie a času (Masopustová, 2007).

Rozmnožovací cyklus hrabáčů má adaptivní charakter, který se během evoluce vyvinul pod vlivem více činitelů (délka březosti, velikost vrhu, délka kojení mláďat, délka období odstavu mláďat a rychlost jejich dospívání). K těmto faktorům patří také délka života jedince, délka jeho rozmnožovacího období, ale také nabídka potravy a klimatické podmínky. Při jejich společném působení se u hrabáčů cestou přírodního výběru vyvinula reprodukční strategie, která nejlépe vyhovuje danému životnímu prostředí. Hrabáči jsou proto řazeni do skupiny savců s tzv. kontinuálním vývojem, při kterém se oplozené vajíčko během 5 až 14 dnů implantuje v děloze a jeho vývoj probíhá bez přerušení až do porodu (Shoshani et al., 1988; Townsend et al., 2010).

2.7.4.2 REPRODUKCE SAMIC

Samice hrabáčů mají dvojitou dělohu a pásovitou placentu (viz příloha č.11, obrázek č. 19). Údaje o délce březosti se u mnoha autorů liší, uvádí se rozmezí od sedmi do devíti měsíců (Young, 1966; Sampsell, 1969; Jacobi, 1972; Perry, 1974; Kisling a Sampsell, 1976; Lasley, 1977; Sokolov 1979; White et al., 1985; Goldman, 1986; Shoshani et al., 1988; Schildger, et al., 1992; Nowak, 1999). Podle zkušeností z chovu v Zoo Praha, ale také z chovů v jiných zahradách, trvala každá březost samic zhruba osm měsíců (Masopustová, 2007; Gierhahn, 2010; Schoo, 2011).

Samice rodí jedno mládě, dvojčata jsou vzácností (viz příloha č. 11, obrázek č. 21, 22, 24). V přírodě dvojčata nebyla pozorována, zřejmě proto, že by neměla samice příliš šancí je uživit a také proto, že rodí skrytě pod zemí, kde není možná kontrola.

2.7.4.3 REPRODUKCE SAMCŮ

Hrabáči jsou samotářsky žijícím druhem, proto pohlavně aktivní samci vyhledávají samice pouze v období říje. Jinak žijí obě pohlaví celý rok odděleně (Shoshani et al., 1988), což je logické vyústění etologické adaptace, protože jejich potravní specializace a omezená úživnost teritoria by při společném soužití zákonitě vedla ke vnitrodruhové potravní konkurenci.

2.7.4.4 RŮST A VÝVOJ MLÁĐAT

Mláďata hrabáčů patří podle typu vývoje a růstu mezi tzv. nidifugní, která se rodí plně vyvinutá, vidoucí, relativně samostatná a s funkční termoregulací. Již v prvních dnech života v noře vykazují stejné sociální návyky jako dospělí - hrabou si pomyslné nory, zahrabávají své výkaly, značkují a intenzivně očichávají prostředí uvnitř doupěte. Stejný vzorec chování byl pozorován nejen u všech mláďat narozených v Zoo Praha (Masopustová, 2007), ale také u mláďat v jiných evropských (Dulaney, 1987) i amerických zahradách (Goldman, 1986).

Zhruba 14 dní po narození opouští mládě poprvé rodnou noru a začíná doprovázet matku na nočních pochodech za potravou, ovšem jen na krátké vzdálenosti (Shoshani et al., 1988). Ve věku půl roku si mláďata vyhrabávají své vlastní nory poblíž mateřské nory, stále však doprovázejí matku na nočních toulkách za potravou a zdržují se v její blízkosti.

Do jednoho roku věku opouští mladý hrabáč matku pouze tehdy, jedná-li se o samečka. Je-li mládě samička, zůstává s matkou déle. Proto je v přírodě možné občas zahlédnout dospělou

samici, kterou doprovázejí dvě mláďata v různém věku (starší mladá neodstavená samička a malé mládě (Sokolov, 1979).

Podle některých zdrojů váží mláďata ve stáří jednoho měsíce 3,50 kg, ve třech měsících 9,00 kg a v sedmi měsících již 33 kg (Haltenorth a Diller, 1977; Shoshani et al., 1988). Zkušenosti chovatelů potvrzují přírůstky mnohem vyšší. V Zoo Praha dosahovala narozená mláďata hmotností od 5,90 kg do 6,90 kg ve třech měsících věku (Masopustová, 2007). Dulaney (1987) uvádí, že mládě odchované v roce 1984 v Zoo Cincinnati, vážilo ve 39 dnech dokonce 9 kg.

2.7.4.5 PŘÍČINY ÚHYNŮ MLÁĐAT A DOSPÍVAJÍCÍCH JEDINCŮ VE VOLNÉ PŘÍRODĚ

Úmrtnost mláďat nebyla u volně žijících populací prozatím podrobně sledována a popsána (viz příloha č.11, obrázek č. 20). Důvodem je skrytý způsob života hrabáčů. Také vzhledem k zavalitějšímu tělu samice není na ní až do porodu březost patrná. Jisté symptomy březosti lze postřehnout pouze v chovech při bližším ohledání. Není rovněž možné zjistit, zda se v přírodě narodí mládě mrtvé nebo došlo-li k úhynu mláděte při porodu či krátce po něm, protože samice rodí hluboko v noře a až do chvíle, než po 14 dnech vyvede mládě z nory ven, nemůže pozorovatel jakoukoli změnu zjistit.

Pro mláďata a pro nedospělé jedince jsou ve volné přírodě pravděpodobně větším nebezpečím predátoři, než choroby či různá zranění. V prostředí, ve kterém se vyskytují jednotlivé subpopulace hrabáčů, existuje určité množství predátorů, kteří přímo ovlivňují jejich stavy. Z velkých kočkovitých šelem loví hrabáče nejvíce lvi *Panthera leo*, příležitostně gepard štíhlý *Acinonyx jubatus* a levhart skvrnitý *Panthera pardus*. Právě gepardi se zaměřují nejvíce na malé a mladé jedince. Z ostatních šelem jsou to hyeny skvrnité *Crocuta crocuta*, jen zřídka uloví hrabáče samotářská hyena čabráková *Hyaena brunea* a psi hyenoví *Lycaon pictus*. Z velkých plazů loví hlavně mladé hrabáče vzrostlá krajta písmenkovaná *Python sebae* (Shoshani et al., 1988). Všichni predátoři plní v případě rovnovážného stavu populace hrabáčů přirozenou regulační funkci. Dojde-li však k narušení rovnováhy některé lokální hrabáčí populace, mohou predátoři citelně snížit míru jejich populačního růstu hlavně v oblastech, kde jsou patrné rozsáhlé zásahy člověka do přirozených stanovišť hrabáčů (Rilling, 1977; Shoshani et al., 1988).

2.8 POTRAVNÍ STRATEGIE - MEZNÍ FAKTOR VÝSKYTU HRABÁČŮ

Jako již bylo uvedeno, hrabáči patří mezi tzv. evertbratofágní savce, kteří se žíví výhradně bezobratlými (Shoshani et al., 1988; Townsend et al., 2010; IUCN, 2014). Potrava je považována za nejdůležitější ekologický prvek životního prostředí hrabáčů a ve vymezení rozšířenosti a četnosti jednotlivých subpopulací jednoznačně vystupuje jako prvořadá.

Obecně platí fakt, že čím více se konkrétní živočišný druh během svého vývoje specializoval ve výběru potravy, tím menší měl později šance na přežití v případě náhlé ztráty potravního zdroje. Hrabáče lze charakterizovat jako úzké potravní specialisty tzv. monofágy, kteří se z daných příčin během svého evolučního vývoje přizpůsobili k přijímání jednoho druhu potravy (Daniels a Melton, 1985). Taková potravní specializace je však také jedním z výrazně omezujících faktorů jejich přežití v přírodě i v lidské péči (Masopustová, 2007). Monofágie mohla být také jedním z pravděpodobných důvodů, proč z čeledi Orycteropodidae přežil do současnosti pouze jediný recentní druh (Shoshani et al., 1988; Lehmann et al., 2004; Lehmann, 2006a, 2009).

2.8.1 SLOŽENÍ POTRAVY VE VOLNÉ PŘÍRODĚ

Většina myrmekofágních savců je specializována na kořist určité taxonomie a jídelníček těchto zvířat je obvykle velmi jednotvárný - skládá se převážně z několika rodů termitů a mravenců (Redford, 1983; Bernard a Peinke, 1993).

Podle některých autorů je z termitů v potravě hrabáčů nejvíce zastoupen rod *Macrotermes*. Subpopulace hrabáčů, žijící v savanových stanovištích, požírají hlavně termity savanových rodů *Macrotermes*, *Allodontotermes*, *Basidentitermes*, *Trinervitermes*, *Cubitermes*. Naopak, ve stanovištích deštných lesů dávají hrabáči přednost rodu *Macrotermes* a dále rodům *Hodotermes*, *Odontotermes*, *Microtermes* a *Pseudacanthotermes*. Při výběru jsou také oblíbenými rody mravenců *Anoplepis*, *Alaopone*, *Camponotus*, *Crematogaster*, *Typhlophone* a *Dorylus* (Smithers, 1971; Shoshani et al., 1988; Adam, 1993). Z výzkumů vyplývá fakt, že pokud se v některých oblastech vyskytují mravenci ve větším množství než termity, jsou pro hrabáče lépe dostupní, a proto je hrabáči v těchto místech upřednostňují před termity (Rahm, 1972; Adam, 1985, 1993; Kingdom, 1997; Grzimek, 2000; Mills a Hes, 2000).

Z rostlinné složky hrabáči s oblibou vyhledávají tzv. „hrabáčí okurku“ *Cucumis humifructus* z rodu *Cucumis* (okurka), která je v jejich potravě zřejmě nenahraditelná (Kingdom, 1971; Patterson, 1975; Shoshani et al., 1988; Whittington-Jones, 2006).

2.8.2 DOSTUPNOST POTRAVY PODLE ROČNÍHO OBDOBÍ

U hrabáčů směřoval celý vývoj potravní adaptace k požívání vybraných druhů termitů a mravenců, jejichž výběr je odlišný podle místa výskytu jednotlivých hrabáčích subpopulací a je také závislý na ročním období (Kingdom, 1971; Melton, 1976; Daniels a Melton, 1985; Taylor et al., 2002).

Obecně lze říci, že za příznivých klimatických podmínek v období dešťů, převládají v potravě hrabáčů termiti, a naopak v období sucha, kdy je mnoho druhů termitů v klidovém režimu, se hrabáči živí mravenci, kterým dokonce v některých oblastech dávají přednost. Tento fakt potvrdili Lindsey (1999) a Lindsey a Skinner (2001), kteří studovali potravní chování hrabáčů na dvou stanovištích v Jihoafrické republice. U tamní subpopulace byli mravenci z čeledi Formicidae mnohem důležitější položkou jídelníčku, než termiti z podřádu Isoptera (všekazi), což potvrdil také Pomeroy (1989). Vědci doložili celkem 44 druhů mravenců z 5 čeledí a 17 rodů, ale z termitů požírali hrabáči jen dva druhy ze dvou čeledí. Lindsay a Skinner (1999, 2001) dále zjistili, že hrabáči byli ve volbě mravenců a termitů velice vybíraví, protože požírali pouze 28 % ze všech dostupných druhů. Druhým poznatkem je skutečnost, že potrava hrabáčů byla v létě více rozmanitá než v zimě, přičemž v létě vyhledávali nejvíce mravence druhu *Anoploperis custodians*, zatímco v zimě byl v potravě nejhojnější druh mravence *Monomorium albopilosum*.

2.8.3 DOSTUPNOST POTRAVY PODLE TYPU STANOVIŠTĚ

Při sledování potravního chování hrabáčů se Lindsay a Skinner (2001) také zaměřili na porovnání biotopů, ve kterých se sledovaní jedinci pohybovali. Převážnou většinu krmných stanovišť tvořily louky s větší druhovou rozmanitostí termitů a mravenců a vyšší hustotou potravy. Jen malé množství potravy bylo dostupné na strmých svazích. Termiti ani mravenci se vůbec nevyskytovali poblíž řek a v záplavových oblastech (Lindsay a Skinner, 1999, 2001).

K podobným výsledkům dospěl v letech 1996 až 1998 Taylor et al. (2002) při svých průzkumech v rezervaci Nama Karoo: V této oblasti se během celého roku skládala potrava hrabáčů převážně z mravenců, avšak rozdíl byl ve výběru druhů. Ve všech měsících byli hlavní potravou mravenci druhu *Anoplopelis custodians*, po něm teprve následovali termiti druhu *Trinervitermes trinervoides*. Hrabáči požírali termity až v období vlhké zimy, protože v tomto ročním čase stavy mravenců přirozeně klesaly.

2.8.4 STRATEGIE VYHLEDÁVÁNÍ TERMITŮ

Hrabáči vyhledávají potravu po celé ploše svého teritoria, často se pohybují po stejných trasách a k jednomu termitišti mohou přicházet i několik nocí po sobě. Důležité ovšem je, že vybírají vždy jen část termitů, nikdy nezničí celou kolonii (Whittington-Jones, 2006).

Termití stavby mají různé tvary i strukturu povrchu, u některých druhů se velká část kolonie nachází pod zemí a termití věže jsou spolu propojeny dlouhými podzemními tunely. Podle tvaru věží lze velmi dobře poznat, jaký druh termitů uvnitř žije, barva termitiště naopak závisí na chemickém složení okolní zeminy, kterou termiti používají jako stavební materiál (Whittington-Jones, 2006). Termiti jsou citliví na světlo, proto si stavějí termitiště tak, aby v něm byli chráněni před sluncem, a obrovské termití roje se především v noci stahují do horních chodbiček (Milton a Dean, 2001, 2004). Proto se lze domnívat, že v rámci etologické adaptace došlo v průběhu času ke sladění noční aktivity predátora a kořisti, protože právě v noci mají hrabáči přístup k největšímu množství potravy ve snadno dostupné a vyhráté zóně termitiště (Redford, 1983; Bernard a Peinke, 1993; Lindsay a Skinner, 2001).

Při vyhrabávání termitů používají hrabáči různé strategie. Například při vybírání termitích rojů rodu *Trinervitermes* je musejí hrabáči vyhledat v úpatí sloupů nebo v podpovrchových chodbách, dlouhých až 40 metrů (Adam et al., 2008), ve kterých jsou dělníci ochraňováni obrovskou armádou termitích „vojáků“. Těmito chodbami dělníci vycházejí z termitiště ven a vracejí se zpět s nasbíranou potravou (Rahm a Parker, 1990; Kingdom, 1997; Taylor, 1998; Grzimek, 2000; Mills a Hes, 2000; van Aarde, 2004).

Hrabáči také vyhrabávají úzké průzkumové díry, ve kterých vyhledají pomocí čichu termity ve spojovacích chodbách mezi jednotlivými věžemi. Termiti jsou v těchto místech dobře slyšitelní, protože při pronášení suché trávy chodbami dělají hluk (Kingdom, 1997).

Při výzkumu potravní strategie hrabáčů došli vědci k některým významným zjištěním, týkajícím se vyhrabávání otvorů do termitišť v závislosti na světové straně (Dean a Siegfried, 1991; Bernard a Peinke, 1993; Knöthig et al., 2005). Dean a Siegfried si při sledování hrabáčů v Národním parku Karoo v Jižní Africe všimli, že zvířata zde rozhrabávala termitiště vždy ze západní strany, zatímco východní stranu stavby nechala bez povšimnutí. Lze se domnívat, že hlavním důvodem takového chování by mohl být pravděpodobně systém pohybu termitů uvnitř termitiště, kde se termití dělníci pohybují při soumraku v místě nejvíce vyhřáté západní části stavby (Seeley a Heinrich, 1981; Dean a Milton, 1991; Dean a Siegfried, 1991).

Tuto teorii však Bernard a Peinke v roce 1993 jednoznačně nepotvrdili. Zjistili, že teplotní rozdíly na jednotlivých stranách termitiště byly sice dostatečně velké na to, aby hrabáči mohli rozlišovat mezi západní a jižní stranou, ale přesto nebyl jejich výběr vždy stejný.

2.9 ZÁKLADNÍ GENETICKÉ ÚDAJE DRUHU

Jednu z prvních genetických studií DNA hrabáčů provedli Benirschke et al. (1970), kdy zjišťovali jednotlivé části chromozomů. Madsen et al. (1997) publikovali práci o molekulární evoluci hrabáčů a chobotnatců, podobně jako o pár let dříve de Jong et al. (1981). Rozboru mitochondriální DNA hrabáče a fylogenetické pozici řádu Tubulidentata mezi Eutherii se věnoval Arnason et al. (1999).

2.9.1 STRUČNÝ PŘEHLED MOLEKULÁRNÍ GENETIKY HRABÁČŮ

Klasické fylogenetické studie savců byly v minulosti založeny pouze na srovnávacích studiích a někdy i sporných informacích z oblasti paleontologie a srovnávací anatomie. Na základě mnoha genetických analýz DNA, které probíhaly již od 80 let 20. století, byli placentální savci nově rozděleni do čtyř odlišných nadřádů – Xenarthra, Euarchontoglires, Laurasiatheria a Afrotheria (Pathak et al., 1980; de Jong et al., 1981; Jones, 1984; Graur, 1993; Madsen et al., 1997; Springer et al., 1997, 2003; Asher et al., 2003; Robinson a Seifert, 2004; Graphodatsky, 2006; Lehmann, 2006a; Pardini et al., 2007; Lindsey et al., 2008). Graphodatsky (2006) na doplnění uvádí ve fylogenetickém stromu také pátý nadřád Australidelphia, do kterého byli zahrnuti vačnatí a vejcorodí savci.

Hrabáči byli zařazeni do nadřádu Afrotheria, společně s chobotnatci, damany, sirénami, bodlíný a bércouny (Smit et al., 2011). Avšak fylogenetickou pozici hrabáčů mezi Afrotherii studovali pomocí analýzy DNA již v roce 1983 Howard a Goodman. Miyamoto a Goodman provedli v roce 1986 biomolekulární analýzu eutherijních savců, včetně hrabáčů, podobně jako Sambrook et al. (1989). Springer et al., zveřejnili v roce 1997 další studii fylogenetického stromu afrických endemitních savců.

Nejnovější podrobné srovnání karyotypů některých zástupců Afrotérií provedl Graphodatsky v roce 2006. Na přečtení celého genomu hrabáčů intenzivně pracují genetici v Evropě i v Americe již několik let.

Při detailnějším studiu DNA, zejména v souvislosti se zjišťováním poddruhových odlišností, využívají v současnosti molekulární biologové tzv. mikrosatelity DNA (Baker a Bradley, 2006; Bradley a Baker, 2001). Ačkoliv se mikrosatelity vyskytují v genomu nejrozličnějších živočišných organismů ve velkém množství, jejich biologická funkce je stále

nejasná. Jedná se o tandemově se opakující úseky DNA, ve kterých se několikrát za sebou opakují shodné a velmi krátké úseky se dvěma, třemi nebo čtyřmi nukleovými bazemi. Mikrosatelity se nacházejí v různých variantách v rámci jedné populace a počet opakujících se úseků se může lišit. Mohou tak poskytovat dostatečnou druhovou rozmanitost, protože mají velkou vypovídající hodnotu (Litt a Luty, 1989; Edwards et al., 1991; Townsend et al. 2010). Nejnovější studii případné poddruhové odlišnosti u některých hrabáčů v evropských zoo provedli Pohlová et al., (2014).

2.9.2 KARYOTYP HRABÁČŮ

Velikost, počet a tvar chromozomů v jádru buňky jsou zásadními rozlišovacími znaky druhové příslušnosti každého organismu. Každý druh je tedy určován tvarově a početně charakteristickým souborem chromozomů, které tvoří soubor všech chromozomů v jádře buňky, tzv. karyotyp.

Již Benirschke et al., (1970) potvrdili, že karyotyp hrabáčů je složen ze dvou párů velkých telocentrických chromozomů, sedmi párů středních až malých metacentrických a submetacentrických autozomů, jednoho malého metacentrického X a jednoho malého dvouramenného Y chromozomu. Jádra buněk hrabáčů mají 1,673 krát větší DNA než je DNA lidská.

Početné genetické analýzy DNA potvrdily u hrabáčů diploidní počet chromozómů – 20 (Benirschke et al., 1970; Pathak et al., 1980; de Jong et al., 1981; Jones, 1984; Graur, 1993; Madsen et al., 1997; Springer et al., 1997, 2003; Asher et al., 2003; Robinson et al., 2004; Graphodatsky, 2006; Lehmann, 2006a; Pardini et al., 2007).

2.10 GENETIKA POPULACE HRABÁČŮ

2.10.1 GENETICKÁ PROMĚNLIVOST UVNITŘ POPULACE HRABÁČŮ V LIDSKÉ PÉČI

Nízká populační četnost a snížená genetická proměnlivost je obecně rozšířená v chovech mnoha druhů v zoologických zahradách (Frankel a Soulé, 1981; Townsend et al., 2010; Gierhahn, 2010; Schoo, 2011).

Otázku zkoumání genetické proměnlivosti v populaci hrabáčů je nutné řešit jednak z pohledu volně žijící populace a zvláště jako problematiku ztráty genetické variability v populaci jedinců v lidské péči. Faktorem, který hrabáčům ve volné přírodě umožňuje jejich tzv. kontinuitu (tedy nepřerušenou souvislost) v prostoru a čase, je genetická rozmanitost, která zajišťuje tomuto druhu, aby cestou pohlavního rozmnožování dal vzniknout velkému množství genových kombinací, na které pak působí samotný přírodní výběr (Frankel a Soulé, 1981; Graphodatsky, 2006; Gierhahn, 2010; Schoo, 2011).

U nízké četnosti populace hrabáčů v lidské péči, je míra genetické variability přímo závislá na velikosti dané populace a ta je zase omezená prostorem a výběrem. S rozšiřujícím se inbreedingem v populaci chovaných hrabáčů se snižuje náhodnost setkání alel, z nichž se některé ztrácejí a jiné fixují a v takto zasažené populaci narůstá homozygotnost.

2.10.2 INBREEDING A PŘÍČINY JEHO VZNIKU

Podstatou inbreedingu obecně je z genetického pohledu převod původních heterozygotních lokusů genů u výchozích polyzygotních populací do homozygotního stavu (Alberts et al., 1998). Ve volné přírodě je to stav, který za normálních okolností přirozeně nenastává, protože savci zde mají za optimálních podmínek v rámci druhu většinou dostatečně velké početní zastoupení. V takové populaci je přirozeným způsobem zajišťována rovnováha v daném poměru heterozygotů a dominantních či recesivních homozygotů, a tedy zde platí Hardy-Weinbergův zákon o rovnováze (Wahlund, 1928; Flegr, 2005; Tkadlec, 2008; Fox a Reed, 2010; Townsend et al., 2010).

Inbreeding v populacích je vyjádřen matematicky koeficientem inbreedingu F_x buď v procentech, nebo v absolutních hodnotách. Hodnota F (%) značí, že sledované zvíře, které vzniklo z příbuzenské plemenitby, bude mít s největší pravděpodobností o toto procento méně

heterozygotních genových párů, než jaký je jejich průměrný počet u zvířat v celé jeho sledované populaci (Frankham et al., 2010). Pro výpočet koeficientu se používá několik modelů, přičemž použití vhodného modelu závisí na tom, zda pro výpočet F_x je k dispozici koeficient inbreedingu F_A společného předka nebo je-li počítáno bez něj.

2.10.3 PŘÍČINY INBREEDINGU V POPULACÍCH ZVÍŘAT CHOVANÝCH V ZOO

Chov mnoha druhů živočišných druhů v zoologických zahradách je všeobecně ekonomicky náročný a klade také velké prostorové nároky. Právě tyto dva faktory velmi často ovlivňují vedoucí management zoo při rozhodování o zařazení daného druhu do chovu a také značně limitují počet držených jedinců i v rámci každého druhu. Celosvětové početní stavy chovaných druhů jsou z těchto důvodů málopočetné a v takto malé populaci narůstá velmi rychle inbreeding. Následná inbrední deprese může mnohdy vést až k zániku postižené populace, což bývá v malých izolovaných chovech v zoo častým jevem (Masopustová et al., 2010a, 2010b; Townsend et al., 2010).

Mnoho zahrad si mnohdy nemůže dovolit v rámci druhu chovat větší skupiny zvířat, zejména jedná-li se o druhy s velkou tělesnou hmotností nebo jsou-li to druhy s velkými prostorovými nároky. V případě, kdy chovatelé organizují chovy pomocí přípařovacíh plánů, které spočívají v cílené výměně chovných jedinců mezi institucemi, a nejsou-li tyto plány již účinné, začnou se projevovat dopady inbreedingu, jehož praktickým vyústěním je potom produkce v různé míře inbredních linií s projevy inbrední deprese. Tyto faktory potom společně snižují schopnost přežití druhu nejen v samotné lidské péči, ale v důsledku již zmíněné inbrední deprese není možné tyto ohrožené druhy v případě potřeby navracet (reintrodukovat) zpět do volné přírody. Takto inbrední jedinci se tak vlastně stávají pro zachování svého druhu zcela bezcenní (Frankel a Soulé, 1981; Fox a Reed, 2010; Townsend et al., 2010), což potírá všechny nově nastolené a rozvíjející se směry chovu volně žijících druhů ve světových zoo, které zveřejnila v roce 2005 WAZA (WAZA, 2005).

2.11 SVĚTOVÝ CHOV HRABÁČŮ – HISTORIE, VÝVOJ A SOUČASNOST

2.11.1 PŮVOD A PODDRUHOVÁ PŘÍSLUŠNOST HRABÁČŮ V CHOVECH V OBDOBÍ 1912 AŽ 1999

U některých prvních hrabáčů dovezených do evropských i amerických zoologických zahrad z volné přírody, není znám jejich přesný původ. U několika jedinců je jako země původu uvedena Keňa, Namibie, Demokratická republika Kongo (dříve Zair) či Etiopie, u ostatních odchycených hrabáčů je doložena jen oblast jižní, východní či jihovýchodní Afrika nebo jen obecně Afrika. Přitom znalost původu chovaných zvířat je pro chov zásadní, protože bez toho nelze s jistotou určit jejich podruhovou příslušnost. Otázkou zachování podruhové čistoty v chovech se v minulosti chovatelé nezabývali, i když je aktuálně uváděno 17 (?18) poddruhů hrabáčů (Wilson a Reeder, 2005; Lehmann, 2006a).

Poddruhovú specifikace chovaných hrabáčů je uváděná pouze u některých jedinců (Tantillo, 2012). Nominátní subspecie *Orycteropus afer afer* je určena v Taxon Report aardvarks *Orycteropus afer* (2013) u 15 jedinců. Část těchto hrabáčů byla dovezena do Zoo San Diego, jednoho hrabáče získala Zoo Philadelphia, jeden hrabáč žil v Zoo Hogle v Utahu a také San Antonio v Texasu. U dvou jedinců byla zapsána subspecie *Orycteropus afer lademanni* s pravděpodobným původem v Tanzanii. Tito byli také umístěni v Zoo San Diego. Všichni ostatní hrabáči (ať již odchycení ve volné přírodě nebo narození v lidské péči) byli určeni pouze jako druh *Orycteropus afer*. Přitom alespoň u dvou jedinců, kteří byli odchyceni v Etiopii, by se mohlo jednat o subspecii *Orycteropus afer aethiopicus*, jejíž výskyt je od tanzanské i namibijské populace vzdálený (Meester, 1971; Shoshani et al., 1988).

2.11.2 PŮVOD A PODDRUHOVÁ PŘÍSLUŠNOST HRABÁČŮ V CHOVECH V OBDOBÍ 2000 AŽ 2012

Zásadní změna v evropských chovech nastala v letech 2007 až 2012, kdy bylo dovezeno do zahrad 11 hrabáčů z volné přírody, u nichž byl potvrzen původ v Tanzanii. Do amerických zoo bylo dovezeno 12 zvířat z přírody v letech 2000 až 2007. Avšak ani zde není uvedena konkrétní subspecie (Gierhahn, 2010; Schoo, 2008). Vzhledem k potvrzenému původu všech zvířat v Tanzanii se lze domnívat, že by se mohlo jednat v obou tranzitech o *Orycteropus afer lademanni*, *Oryctropus afer wertheri*, méně pravděpodobná by byla subspecie *Orycteropus afer matschie*.

2.11.3 HISTORIE SVĚTOVÉHO CHOVU HRABÁČŮ

Některé prameny (Gierhahn, 2010) uvádějí začátek chovu hrabáčů v Evropě v roce 1869, kdy byl údajně přivezen první jedinec tohoto druhu z volné přírody do Zoo Londýn a přežil zde devět let. V plemenných knihách tento jedinec není zmíněn, proto je nutné vycházet z potvrzeného faktu, že první hrabáče přivezl do Evropy obchodník se zvířaty až v roce 1912. Jednalo se o dva dospělé jedince neurčeného pohlaví (č. 149 a 150), kteří byli umístěni v maďarské Zoo Veszprem. Odtud je po krátkém čase převezli chovatelé do Zoo Budapešť, kde však během pár měsíců uhynuli (Damen, 2004).

Z počátků severoamerických chovů bylo v minulosti mnoho původních dat ztraceno a v následujících letech je již nebylo možné dohledat. Přesto je známo, že chov hrabáčů na severoamerickém kontinentě započal v roce 1923, kdy německý obchodník a tehdejší ředitel Zoo v Hamburku Carl Gottfried Wilhelm Heinrich Hagenbeck přivezl prvního hrabáče na americký kontinent a 1. července jej umístil do americké Zoo Bronx. Podle americké plemenné knihy se jednalo o jedince neurčeného pohlaví (č. 12), který však přežil v lidské péči necelý rok.

Celý chov hrabáčů se vyznačoval poměrně malým procentem přeživších jedinců a situace se od počátků chovů na evropském i americkém kontinentě vyvíjela podobně, jen s drobnými odchylkami (viz graf č. 1). Mnohé pokusy o udržení zvířat při životě byly až do 70. let 20. století provázeny značnými neúspěchy, které vyplývaly zejména z naprosté neznalosti unikátní biologie druhu (Jacobi, 1972; Gewalt, 1982; Masopustová a Masopust, 1990; Masopustová a kol., 1995).

Dalšími důvody neúspěchů byly nevhodné ubikace, které nerespektovaly zcela výjimečné potřeby hrabáčů, vyplývající z jejich nočního biorytmu a ze specifických bioklimatických požadavků. Velkou překážkou také byla neschopnost hrabáčů přijímat náhradní potravu, která je pro tyto vyhraněné monofágy svým složením naprosto odlišná (Gewalt, 1982). Tehdejší krmné dávky byly sestavovány jen podle individuální chuti každého chovaného jedince, nikoli podle nutričních požadavků a vyváženosti. Každá zoo si sestavovala krmné dávky dle vlastních možností, proto nebylo možné vycházet ze zkušeností z jiných chovů (Masopustová, 2007).

Gewalt (1982) dále uvádí, že největším a dlouhodobým problémem, který trápil chovatele na obou kontinentech, byla velmi malá úspěšnost v odchovu mláďat, která se rodila mrtvá nebo

hynula záhy po porodu. Mnoho z nich muselo být odebíráno do náhradní lidské péče, protože samice o ně z různých důvodů odmítly pečovat (graf č. 16, 17).

2.11.4 VÝVOJ SVĚTOVÉHO CHOVU HRABÁČŮ DO ROKU 2000

Teprve na konci 20. století přibýlo mnoho cenných zkušeností a chovy se začaly výrazně zkvalitňovat (Damen, 2006; Gierhahn, 2010; Schoo, 2011). S nástupem nových technologií chovu bylo možné vybudovat kvalitní expozice, splňující vysoké nároky na specifické bioklimatické požadavky hrabáčů. Nové zkušenosti ve výživě zvířat v lidské péči pomohly úspěšně vyřešit požadavky zvířat na složení a správnou nutriční vyváženost krmné dávky. Problémy s velmi nízkou plodností a častou úmrtností mláďat však stále setrvaly, úspěšně odchované mládě bylo spíše vzácností. Velké množství novorozených hrabáčů muselo být odebíráno po porodu do náhradní lidské péče a jen málo z nich přežilo do dospělosti (Vernon et al., 1976; Masopustová a Masopust, 1990; Masopustová et al., 1992, 1995; Damen, 2006; Masopustová, 2007; Gierhahn, 2010; Schoo, 2011). V důsledku úzké chovné základny si zoologové v Evropě i v Americe začali stále intenzivněji uvědomovat riziko zvyšování inbreedingu v chovech a s tím související nebezpečí vzniku inbrední deprese.

Od roku 1982 bylo chováno několik hrabáčů také v Japonsku - v Zoo Toyohashi v prefektuře Aichi a v Zoo Nagyoa v prefektuře Gifu, kde jsou uvedeny jen kusé informace (Tantillo, 2012). Tyto chovy jsou od ostatních izolovány a lze je tedy charakterizovat spíše jako expoziční. Mezinárodní databáze zoologických zahrad ISIS eviduje alespoň početní stavy (ISIS, 2014).

Okrajově je vhodné zmínit také krátkodobé chovy hrabáčů v kanadské Zoo Toronto, kde si v roce 1974 zakoupili do chovu 2 jedince z volné přírody. Ti však byli v roce 1976 převezeni do australské Zoo Melbourne, kde v roce 1979 a 1981 uhynuli. Zoo se pokusila chov udržet převezením hrabáče v roce 1975 ze Zoo San Diego. Tento jedinec však zde v roce 1983 uhynul bez potomků a tím byl chov hrabáčů v Austrálii definitivně ukončen (Gierhahn, 2010).

2.11.4.1 VÝVOJ CHOVU V EVROPSKÝCH ZOO DO ROKU 2000

V Evropě byl z hlediska reprodukce chov hrabáčů až do 80. let 20. století poměrně málo úspěšný. Od 80. let se však podařilo sestavit několik samostatných chovných linií zakladatelů – v Zoo Arnhem, Frankfurt ^N/M., v Zoo Praha a později v Zoo Colchester. Tyto zahrady také byly jediné, kde se s různou mírou úspěšností podařilo odchovávat mláďata (Jacobi, 1972; Gewalt, 1982; Scherpner, 1982). Malý počet těchto mladých jedinců v první a druhé generaci se v následujících letech postupně zapojoval do chovů po celé Evropě a všechny zakladatelské linie se tak začaly v menší či větší míře vzájemně prolínat (Masopustová, 2007). A právě jejich potomci, narození v následných generacích, dosáhli na konci roku 2000 reprodukčního věku a vytvořili chovnou základnu, která byla pro udržení a rozšiřování populace hrabáčů v lidské péči klíčová, i když málo početná. Proto si chovatelé začali uvědomovat reálná rizika spojená s nebezpečím nástupu inbreedingu (Masopustová, 2007; Gierhahn, 2010; Schoo, 2011).

2.11.4.2 VÝVOJ CHOVU V AMERICKÝCH ZOO DO ROKU 2000

První zkušenosti a také první neúspěchy s narozením a odchovem mláďat hrabáčů na americkém kontinentě popisují Goldman (1986) a Hauber (1995). Podle statistiky byly počátky odchovů v USA podobně neúspěšné, jako tomu bylo ve stejném období na evropském kontinentě (Bisseling, 1992; Wensing, 1996; Gierhahn, 2000; Damen, 2002).

2.11.5 VÝVOJ SVĚTOVÉHO CHOVU HRABÁČŮ PO ROCE 2000

Přes všechny problémy, které sebou nesly dlouhé roky sbírání zkušeností, lze říci, že se situace v některých oblastech chovu stále zlepšovala. Podle Gierhahn (2010) se v Americe podařilo odchovat cca 80 % narozených mláďat.

Zhruba od roku 2008 se však na obou kontinentech začaly chovy vyvíjet zcela odlišným směrem. Chovy hrabáčů na americkém kontinentu začaly váznout, zejména v důsledku nedostatečného počtu chovných jedinců a také z důvodu ukončení dlouhodobých chovů hrabáčů v několika klíčových zoo. Naopak v evropských chovech počet chovných zvířat stále vzrůstal a díky tomu bylo možné založit nové chovy také v zahradách, které byly v pořadníku jako čekatelé a dosud neměly s hrabáči žádné zkušenosti

2.11.5.1 VÝVOJ V EVROPSKÝCH CHOVECH PO ROCE 2000

Po roce 2000 se v Evropě začaly postupně rozšiřovat počty zahrad, které projevíly zájem o chov hrabáčů. Do evropských zahrad bylo v letech 2007 až 2012 dovezeno 11 hrabáčů z volné přírody, u nichž byl potvrzen původ v Tanzanii a kteří se v některých případech ihned zapojili do reprodukce (Londýn, Faunia a Valencia ve Španělsku, maďarský Győr a Budapešť a polská Zoo Varšava). Je nutné zde také zmínit Zoo Tbilisi v Gruzii, a to i přesto, že se jedná o asijskou zoo (Tantillo, 2012).

2.11.5.2 VÝVOJ V AMERICKÝCH CHOVECH PO ROCE 2000

Od roku 2000 v Americe postupně klesal počet zahrad s chovem hrabáčů, a to i přes skutečnost, že v rozmezí let 1999 až 2007 bylo z volné přírody dovezeno 12 nových zvířat (Gierhahn, 2010; Schoo, 2008; Tantillo, 2012).

V Americe bylo zásadní změnou ukončení několika klíčových chovů v relativně úspěšných institucích s dlouholetou tradicí - Zoo San Antonio, MetroZoo Miami a Zoo Hogle v Utahu. Stabilně nejúspěšnějšími zůstávaly Zoo Detroit, Cincinnati, pozitivním krokem bylo založení nových chovných skupin v Busch Gardens Tampa Bay na Floridě, Rolling Hills v Kansasu a v Zoo Omaha v Nevadě (Gierhahn, 2010; Tantillo, 2012). I tak v Americe počet chovaných zvířat stále klesal a tím se snižovala šance na jejich rozmnožení (viz graf č. 1). Naopak vzrostlo riziko nástupu inbreedingu v málopočetné populaci.

3. VĚDECKÉ HYPOTÉZY A CÍLE PRÁCE

3.1 VĚDECKÉ HYPOTÉZY

První hypotéza: Vzhledem k malé chovatelské základně je úzká příbuzenská plemenitba rozšířená v celosvětových chovech hrabáče *Orycteropus afer* a má přímý dopad na úspěšnost chovu.

Druhá hypotéza: I při takto fragmentované základně, která je k dispozici, lze předpokládat, že je možné sestavit nepříbuzné páry a udržet ohroženou populaci hrabáče v lidské péči bez importu chovných zvířat z volné přírody.

3.2 CÍLE PRÁCE

V práci byly stanoveny tři cíle, které lze stručně vyjádřit v bodech:

- ⇒ Analyzovat chovy podle plemenných knih se všemi jedinci v evropských a amerických zoo, se zaměřením na věkovou strukturu žijící populace a problematiku rozmnožování v zoologických zahradách.
- ⇒ Zjistit hodnoty individuálního koeficientu inbreedingu F_x (pro všechny evidované jedince) a odhadnout F_x pro následná páření, z kterých se mohou narodit potenciální potomci po všech žijících rodičích.
- ⇒ Pomocí programu GenoPro založit funkční elektronickou databanku, zakreslit rodokmeny pro celosvětovou populaci a pro chovné skupiny žijící ve 30 světových zahradách, a v závěru zpracovat tabulku jako podklad pro budoucí chovný plán.

4. MATERIÁLY A METODIKA

4.1 MATERIÁL

4.1.1 MATERIÁL PRO ŘEŠENÍ PRVNÍHO CÍLE - ANALÝZA CHOVU

Pro celkovou analýzu chovů jako výchozí materiál posloužily údaje získané plemenných knih - z Evropské plemenné knihy hrabáčů European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*, uzavřené k 31. 12. 2012 a Americké plemenné knihy North American Regional Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer* uzavřené rovněž k 31. 12. 2012.

V plemenné knize jsou ke zmíněnému datu zapsáni všichni žijící i nežijící hrabáči, chovaných v Evropě od počátků chovů v roce 1912 (Gierhahn, 2010; Schoo, 2013). Evropské chovy budou v textu značeny jako "Evropa" (včetně Zoo Tbilisi z Asie).

Analýza amerických chovů je postavena na ověřených údajích z nejnovější verze americké plemenné knihy American North Regional Studbook Aardvark *Orycteropus afer* (AMPK). Kniha obsahuje záznamy o hrabáčích od počátku chovu v roce 1923. Celý americký chov je nyní pod vedením koordinátora ze Zoo Brookfield (Tantillo, 2012). Pro lepší přehlednost budou v textu severoamerické chovy vždy označovány jako "Amerika".

Pro popisnou statistiku a k vytvoření finálních grafů a tabulek byl zvolen PC program Microsoft excel, pro statistické výpočty byl vybrán chí-kvadrát test, korelace byla počítána pomocí koeficientu variace.

4.1.2 MATERIÁL PRO ŘEŠENÍ DRUHÉHO CÍLE – VÝPOČTY KOEFICIENTU F_x

Pro výpočet odhadu F_x byl zvolen statistický program SAS / STAT® 9.3 (SAS, 2010). Pomocí procedury IINBREED byl vypočítán koeficient inbreedingu F_x pro všechny jedince na základě plného rodokmenu, tedy pro všechny žijící i nežijící hrabáče v zoo v několika generacích od začátku chovů až do roku 2012. Počítané hodnoty F_x vycházely z podrobné dokumentace uváděné v obou plemenných knihách.

Několik jedinců, kteří se narodili v Americe, ale během života byli převezeni do chovu v Evropě (a naopak) a kteří jsou evidováni v obou plemenných knihách pod rozdílnými čísly, jsou ve výpočtech řazeni podle místa narození, aby nedošlo k duplikaci dat.

V evropské plemenné knize bylo k určenému datu zapsáno celkem 218 jedinců. Z výpočtů se vyřadilo celkem 37 jedinců, u kterých nebylo určeno pohlaví a jedna samice (č. 203), u které jsou zapsány neúplné údaje. Koeficient tedy byl počítán v několika okruzích pro soubor 180 evidovaných samců i samic, u nichž jsou k dispozici kompletní data, potřebná pronásledující výpočty.

V americké plemenné knize bylo zapsáno k 31. 12. 2012 celkem 198 jedinců. Z výpočtů bylo vyřadeno 25 jedinců bez určení pohlaví a čtyři jedinci s původem v Evropě. Koeficient byl tedy počítán v několika okruzích pro soubor 169 evidovaných samců i samic, u nichž byla k dispozici potřebná data.

Výpočty koeficientu F_x byly rozděleny do pěti samostatných a vzájemně na sebe navazujících okruhů.

První okruh - Inbreeding Coefficients of Individuals - pro Evropu – výpočet individuálního koeficientu F_x pro všech 180 žijících a nežijících samců a samic, kteří jsou registrováni v evropské plemenné knize.

Druhý okruh - Inbreeding Coefficients of Individuals - pro Ameriku – výpočet koeficientu F_x pro 169 žijících a nežijících jedinců, registrovaných v americké plemenné knize.

Třetí okruh - Inbreeding Coefficients of Matings - pro Evropu – výpočet koeficientu F_x pro 540 potomků, kteří se mohou teoreticky narodit z kombinace následných páření všech 47 žijících rodičů chovaných v Evropě (20 samců a 27 samic).

Čtvrtý okruh - Inbreeding Coefficients of Matings - pro Ameriku – odhad F_x pro 196 potomků, kteří se mohou teoreticky narodit z kombinací následných páření všech 28 žijících rodičů chovaných v amerických zoo (14 samců a 14 samic).

Pátý okruh - Inbreeding Coefficients of Matings - společný pro Evropu a Ameriku - odhad koeficientu F_x pro všech 1394 potomků, kteří se mohou teoreticky narodit z kombinací následných páření 75 rodičů, žijících v Evropě a v Americe (celkem 34 samců a 41 samic). Tento okruh bude současně podkladem pro modelaci finálního chovného plánu.

4.1.3 MATERIÁLY PRO ŘEŠENÍ TŘETÍHO CÍLE – DATABANKA, RODOKMENY, CHOVNÝ PLÁN

Rodokmeny a elektronická databanka všech žijících jedinců lze modelovat pomocí speciálního programu GenoPro ® 2007, version 2.0.0.4. Pomocí tohoto programu byla vytvořena plně funkční databanka s veškerými údaji s plemenných knih. Dále je možné zakreslit grafické rodokmeny pro všechny chovné skupiny v jednotlivých zoo, se zaměřením na každého žijícího jedince, s vyznačením všech předků, včetně přímých i nepřímých sourozenců a potomků.

Modelace chovného plánu byla závěrečným vyústěním všech předchozích dílčích kroků, při které bylo využito hodnoty odhadu inbreedingu ze všech předchozích pěti okruhů. Výsledky byly zaneseny do finální tabulky.

4.2 METODIKA

4.2.1 METODIKA PRO ŘEŠENÍ PRVNÍHO CÍLE - ANALÝZA CHOVU

Všechny údaje z plemenných knih byly před zahájením výpočtů přepsány do samostatných textových dokumentů v Microsoft Excel se souborem kompletních dat každého sledovaného jedince. Do analýzy byla zařazena také Zoo Tbilisi (Gruzie) z asijského regionu, jejíž jedinci jsou evidováni v evropské knize, proto pro potřeby výpočtů byli zahrnuti do Evropy. Naopak z výpočtů se vyloučili hrabáci z japonských zoo, protože k nim nejsou k dispozici potřebné údaje. První cíl byl zaměřen na základní analýzu chovů v Evropě a Americe a srovnání vůči celkové populaci. Výsledky byly řešeny formou popisné statistiky s bližším zaměřením na dvě sledované oblasti, které stále nejsou chovatelsky dořešené:

STRUKTURA CHOVŮ - vývoj a současnost

- ⇒ **vývoj početních stavů** - nutný pro následné výpočty Fx
- ⇒ **věková struktura populace hrabáčů žijících v zoo** - nutná pro následnou modelaci podkladů pro chovný plán

PROBLEMATIKA REPRODUKCE HRABÁČŮ V LIDSKÉ PÉČI

- ⇒ **porody mlád'at** - mrtvě narozená, uhynulá do 1 roku věku a úspěšně odchovaná
- ⇒ **porody v jednotlivých měsících**
- ⇒ **počet porodů na samici** - narozená a odchovaná mlád'ata na samici, včetně způsobu odchovu matek - zda přirozeně nebo v náhradní lidské péči

- ⇒ **věk samic při porodu**
- ⇒ **odchov mlád'at** - porovnání počtu mlád'at ve vztahu ke způsobu jejich odchovu
- ⇒ **závislost mezi věkem samice při porodu a přežitím mláděte do jednoho roku věku**
- ⇒ **závislost způsobu odchovu mláděte na způsobu odchovu jeho matky.**

Ostatní problémy chovů, spojené s monofágií a velmi těžkou adaptabilitou druhu, včetně vytvoření vyhovujících specifických podmínek chovu, jsou v současnosti díky dobře nastavenému managementu poměrně dobře zvládnuté, pouze s drobnými odchylkami v některých zoo.

4.2.2 METODIKA PRO ŘEŠENÍ DRUHÉHO CÍLE - VÝPOČTY KOEFICIENTU F_X

Při malém souboru dat by bylo možné použít rovnici pro výpočet F_X , kdy je k dispozici koeficient inbreedingu F_A společného předka podle Wrighta (viz níže). Pro naše výpočty však byl zvolen statistický program SAS/STAT®, 9.3 (SAS, 2010), který je vhodný pro efektivní zpracování velkého objemu dat.

Vzorec F_X s použitím F_A společného předka z příbuzenského páření podle Wrighta (1922) aplikovaný v proceduře INBREED (SAS, 2010):

$$F_X = \sum (1/2)^{n_1 + n_2 + 1} (1 + F_A)$$

Legenda:

F_X - koeficient inbreedingu jednice x

F_A - koeficient inbreedingu společného předka

n_1 - počet generací mezi rodičem X a společným předkem A

n_2 - počet generací mezi rodičem Y a společným předkem A

Finálním výsledkem analýzy bylo sestavení tabulek se strukturou chovaných skupin či párů v jednotlivých zahradách, což je potřebné pro zjištění situace na jednotlivých kontinentech v rámci každé zainteresované zoo.

4.2.3 METODIKA PRO ŘEŠENÍ TŘETÍHO CÍLE – DATABANKA, RODOKMENY, CHOVNÝ PLÁN

Potřebná data z plemenných knih byla převedena do elektronické podoby ve speciálním genetickém programu GenoPro, který současně plní funkci mobilní databanky, umožňující velmi efektivní vizualizaci a snadnější práci s poměrně objemnými soubory dat. S její pomocí lze snadno vyhledat a modelovat aktuální stav jedinců, ale je možné velmi rychle databázi stále aktualizovat. Pod symbolem každého jedince, který je v rodokmenu snadno dohledatelný, jsou po otevření souboru okamžitě k dispozici všechny informace o pohlaví a místě původu jedince, o původu otce i matky, datum narození, případně datum úhynu, místo pobytu, včetně všech přesunů během života. Velmi důležitým údajem je záznam o způsobu odchovu každého mláděte - značení jako Parents (u matky) nebo Hand (jako umělý odchov v péči člověka). V databance lze velmi rychle zjistit všechny příbuzenské vazby - přímé a nepřímé předky, vlastní i nevlastní sourozence a potomky, určení pořadí dané generace v chovné linii, věk rodiče při narození potomka a věk dožití každého jedince.

Pro každého současně žijícího jedince byly v rámci dané zoo sestaveny samostatné rodokmenové mapy tak, aby bylo možné snadno dohledat všechny jeho přímé i nepřímé předky, sourozence i potomky (18 rodokmenů pro všech 18evropských zoo, které v současnosti chovají hrabáče a 12 rodokmenů pro 12 amerických zahrad. Rodokmeny je možné vzájemně propojit a zkompletovat do velké plakátové genomapy. Celkem byly vytvořeny dva velké barevné plakátové rodokmeny, zvlášť pro populaci v Evropě a v Americe, které graficky znázorňují všechny příbuzenské vztahy každého jedince zpět až k zakladatelům dané linie.

Posledním krokem, který navázal na předchozí analýzu a výpočty, bylo sestavení návrhu chovného plánu v podobě velkých tabulek, zvlášť pro evropské a zvlášť pro americké chovy, aby bylo jasně patrné, jaká je situace v chovech na každém kontinentu. Finálním vyústěním byl pak návrh na propojení obou populací tak, aby chovatelé co nejefektivněji využili genetický potenciál zvířat, které mají ve své péči. S tímto plánem lze vybírat nejvhodnější sestavy chovných zvířat a vyvarovat se rizikovým kombinacím v rámci každé zoo. Výsledky poslouží k praktickému řešení situace pro budoucí generace hrabáčů v celosvětovém rozsahu. Plán je sestaven tak, aby byl mezinárodně uznávaný s jasně vymezenými prioritami. Databáze bude poskytnuta koordinátorům v Evropě i v Severní Americe.

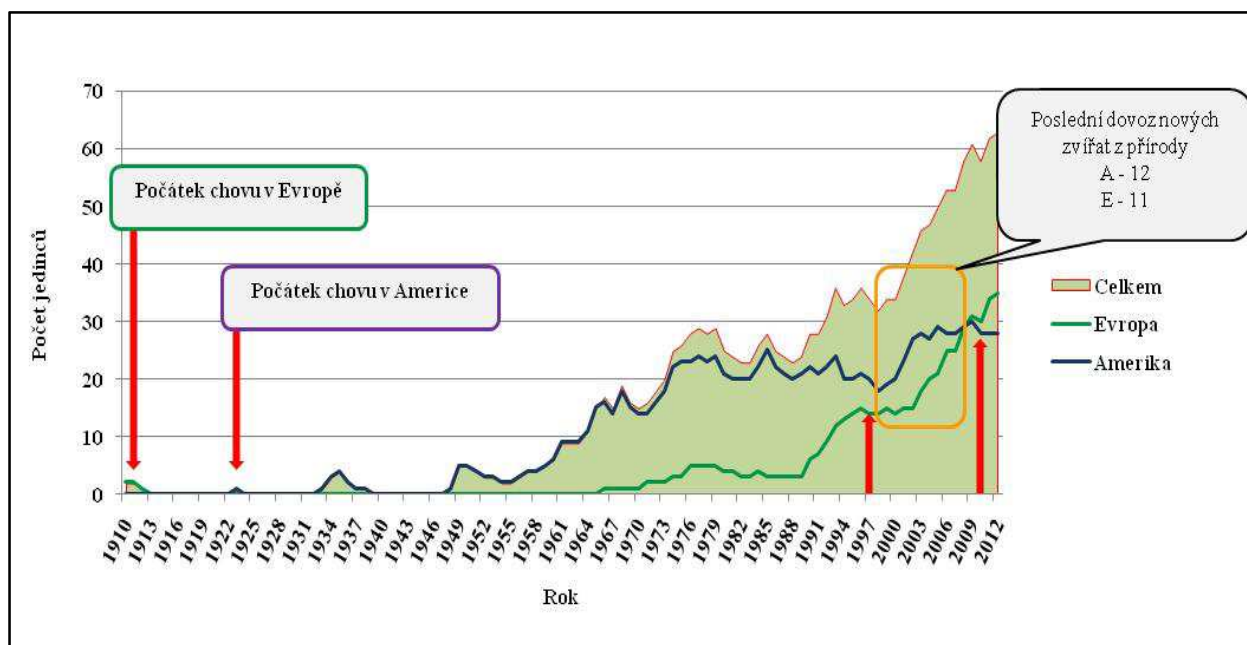
5. VÝSLEDKY

5.1 VÝSLEDKY PRO PRVNÍ CÍL – ANALÝZA CHOVU

Formou popisné statistiky byla zhodnocena data pro splnění prvního cíle. Výsledky jsou uváděny v podobě grafů a tabulek a jsou rozděleny podle již uvedených oblastí, týkajících se početních stavů a reprodukce hrabáčů v lidské péči.

5.1.1 VÝVOJ POČETNÍCH STAVŮ HRABÁČŮ

GRAF Č. 1: VÝVOJ SVĚTOVÉHO CHOVU HRABÁČŮ - CELÁ POPULACE



První rozdíly v počtu chovaných zvířat v Americe a Evropě se začaly projevovat od začátku 60. let (graf č. 1). V Americe se stavy zvířat začaly navyšovat, zatímco v Evropě stagnovaly. Nebylo možné, až na výjimky, úspěšně odchovat mláďata.

Zásadním zvratem v chovech byl počátek 70. let, kdy chovatelé postupně získali nové zkušenosti a poznatky z biologie, etologie a výživy hrabáčů, zkoušeli nové metody chovu a zdokonalovali zejména specifické krmné dávky, které byly do té doby výrazným limitujícím faktorem pro přežití hrabáčů v lidské péči. Zoo na obou kontinentech zakoupily nová zvířata do chovu a narodilo se více mláďat, z nichž se některá podařilo úspěšně odchovat do dospělosti.

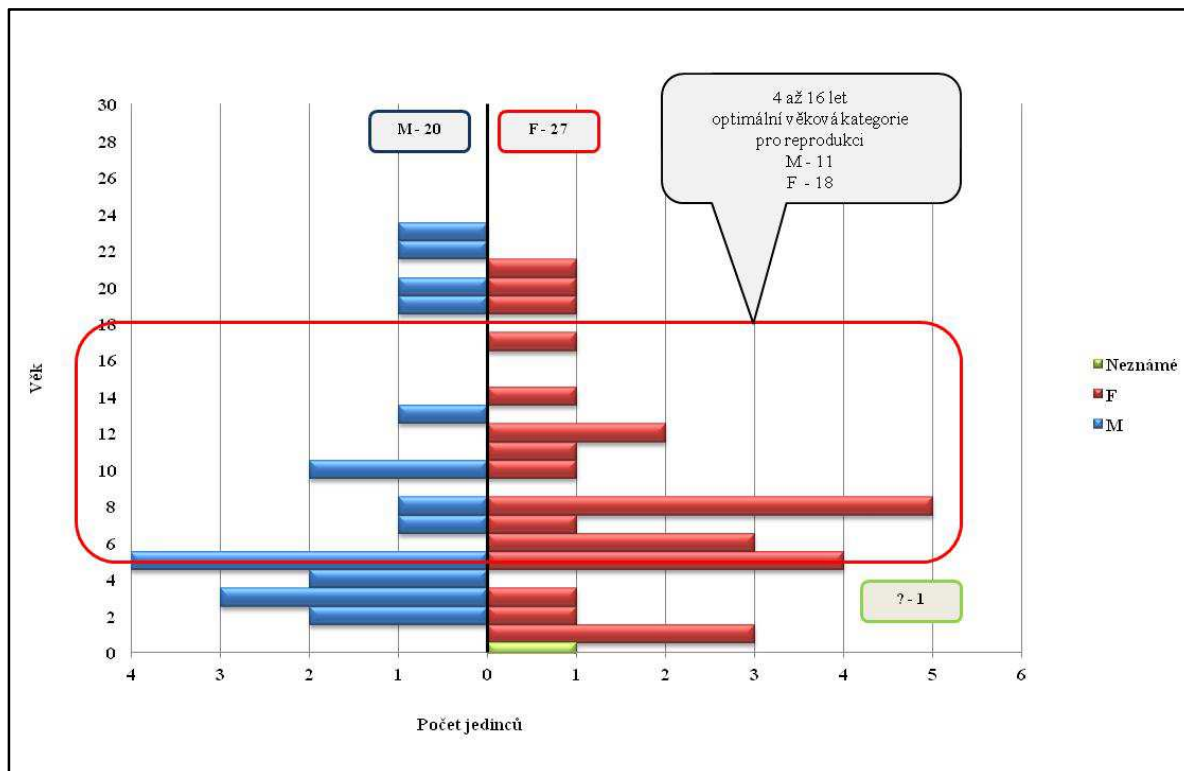
Od začátku 80. let se počty hrabáčů a úspěšnost v odchovech ubíraly v Evropě a Americe odlišným směrem.

Výrazný propad v chovech po roce 2000 řešily zahrady na obou kontinentech nákupem několika jedinců z volné přírody. V letech 2007 až 2012 evropské zoo získaly povolení k dovozu 11 hrabáčů z Tanzanie, do Ameriky bylo v letech 1999 až 2007 dovezeno 12 nových zvířat také z Tanzanie.

Mezi roky 2000 až 2010 došlo k zásadnímu rozdílu ve vývoji stavů zvířat. Z grafu je zcela zřejmé, že americké chovy v současnosti stagnují a spíše se propadají (jen 28 zvířat v chovech), nemohou v plné míře využít genetický potenciál nových zvířat, v důsledku čehož hrozí nárůst inbreedingu u následných generací a nebezpečí inbrední deprese. Naproti tomu Evropa navýšila stav na 48 jedinců, což je historicky nejvyšší počet, i když s jistými riziky.

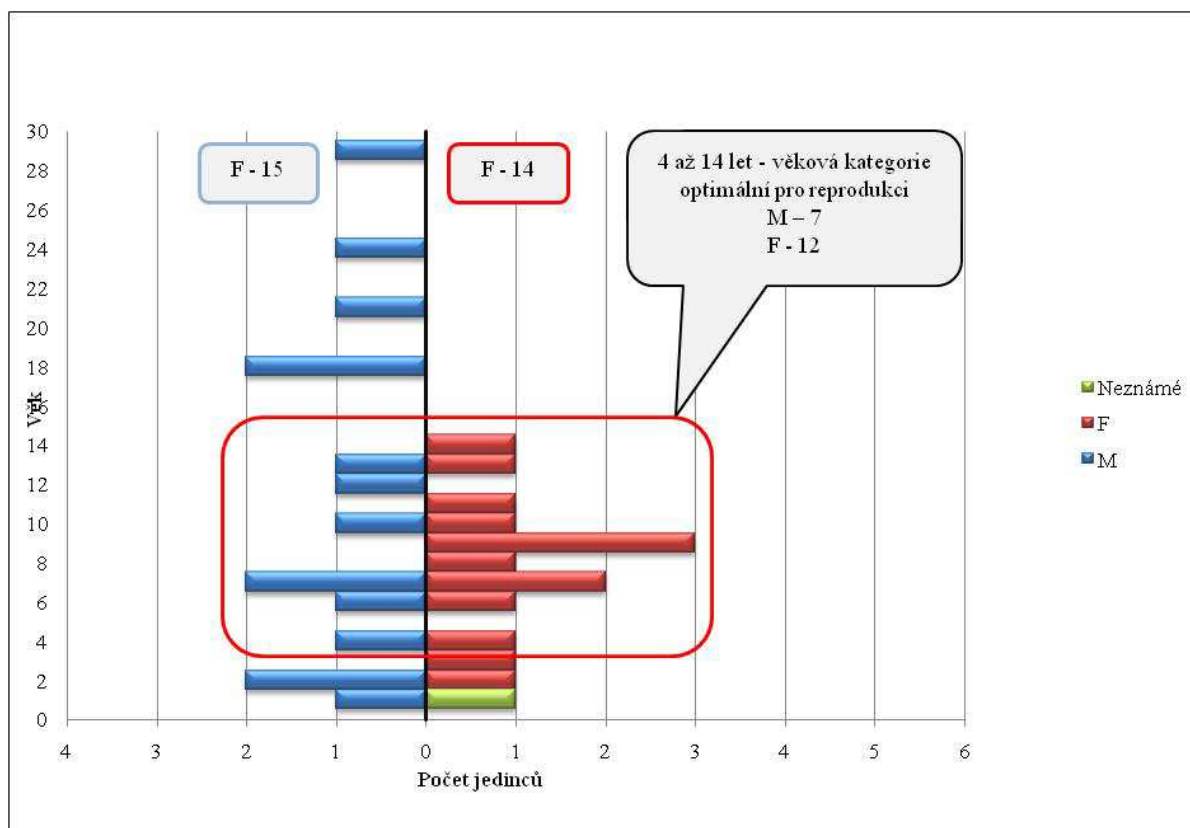
5.1.2 VĚKOVÁ STRUKTURA CELOSVĚTOVÉ POPULACE HRABÁČŮ V ZOO

GRAF Č. 2: VĚKOVÁ PYRAMIDA POPULACE HRABÁČŮ ŽIJÍCÍCH V EVROPSKÝCH ZOO A V ZOO TBILISI - K 31. 12. 2012



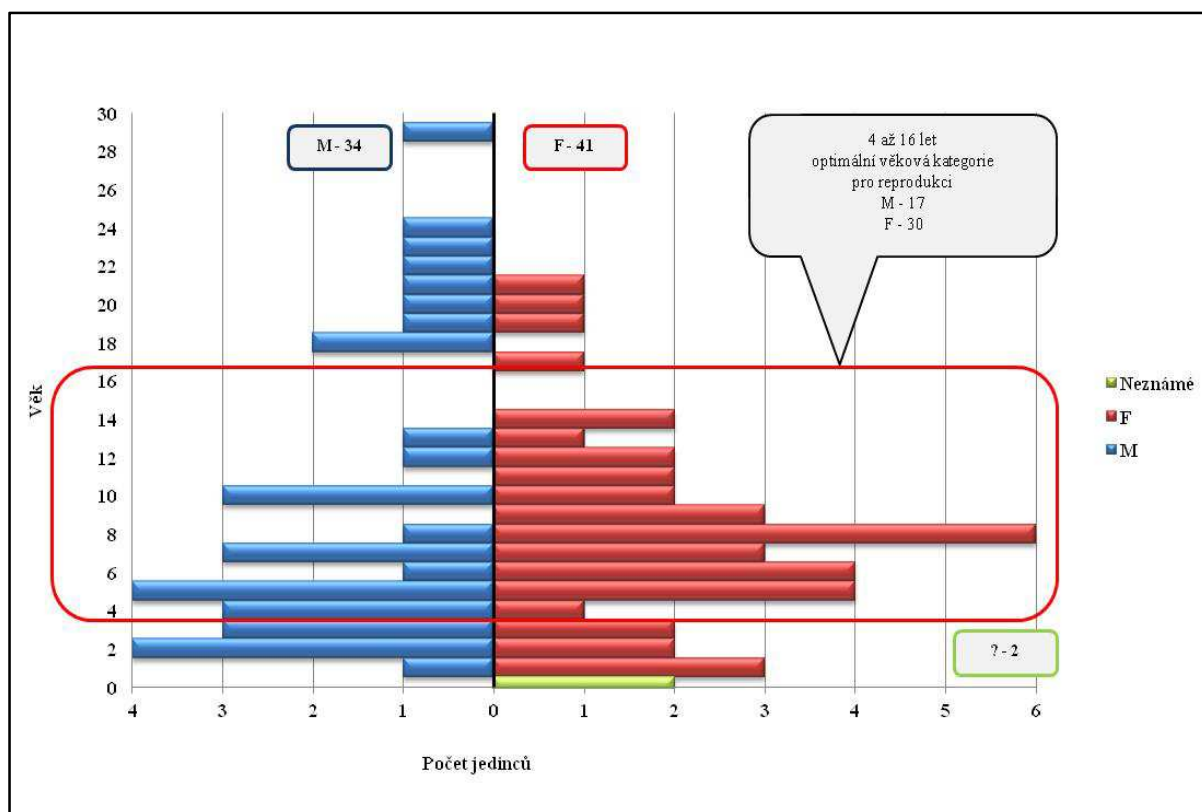
V Evropě bylo v chovech k 31. 12. 2012 celkem 48 jedinců - 20 samců, 27 samic a jedno zvíře neurčeného pohlaví, které není počítáno (graf č. 2). Je patrné, věková struktura je z hlediska reprodukce prozatím příznivá. Z počítané evropské populace 47 zvířat je v optimálním věku 11 samců (23 %) a 18 samic (38 %). Dalších 5 samců (cca 11 %) a 5 samic (cca 11 %) je mladých. Pouze 4 samci (8 %) a 4 samice (8 %) brzo dosáhnou postreprodukčního věku.

GRAF Č. 3: VĚKOVÁ PYRAMIDA POPULACE HRABÁČŮ ŽIJÍCÍCH V AMERICKÝCH ZOO K 31. 12. 2012



V Americe bylo chováno k 31. 12. 2012 celkem 29 jedinců - 14 samců, 14 samic a jedno zvíře neurčeného pohlaví, které není počítáno (graf č. 3). Věková struktura byla z hlediska reprodukce nepříznivá. Z celkového počtu se nacházelo v optimálním věku pouze 6 samců (21 %) a 12 samic (43 %). Celkem 5 samců (18 %) bylo starších a žádná samice se nevyskytovala ve věkové kategorii nad 16 let. U jedince neznámého pohlaví bude stav v nejbližší době upřesněn.

GRAF Č. 4: VĚKOVÁ PYRAMIDA - CELÁ POPULACE ŽIJÍCÍCH HRABÁČŮ - K 31. 12. 2012



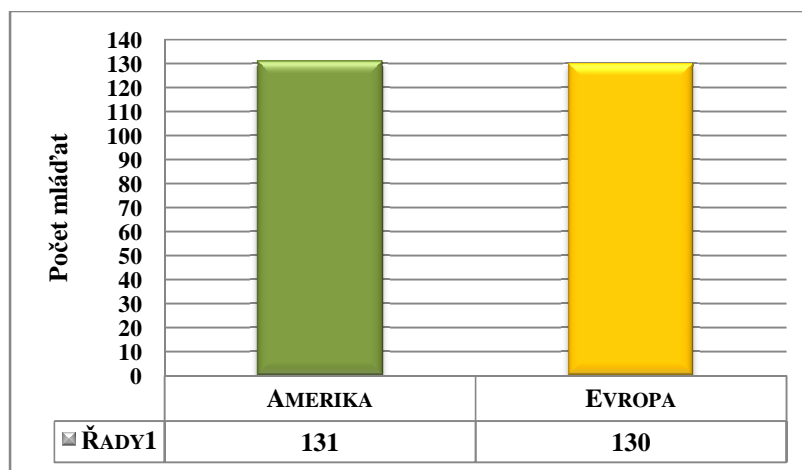
V celé populaci (t. j. Evropa, včetně Zoo Tbilisi (Gruzie) a Amerika) bylo k 31. 12. 2012 chováno celkem 77 jedinců - 34 samců, 41 samic a dva jedinci neurčeného pohlaví (graf č. 4), kteří nejsou do následujících výpočtů zařazeni (Tantillo, 2012; Schoo, 2013). V hodnocené populaci 75 zvířat se v optimální věkové kategorii nacházelo 17 samců (23 %) a 30 samic (40 %). Mezi mladými jedinci bylo 8 samců (11 %) a 7 samic (9 %) zálohou pro budoucí udržení chovu. Celkem 8 samců (11 %) se dosáhlo věku od 18 do 29 let a jen 4 samice (5 %) byly staré, i když jsou mezi nimi matky, které rodily mláďata i v takto pozdním věku.

5.1.3 PORODY MLÁĐAT

TABULKA Č. 1: POČET MLÁĐAT - CELÁ POPULACE

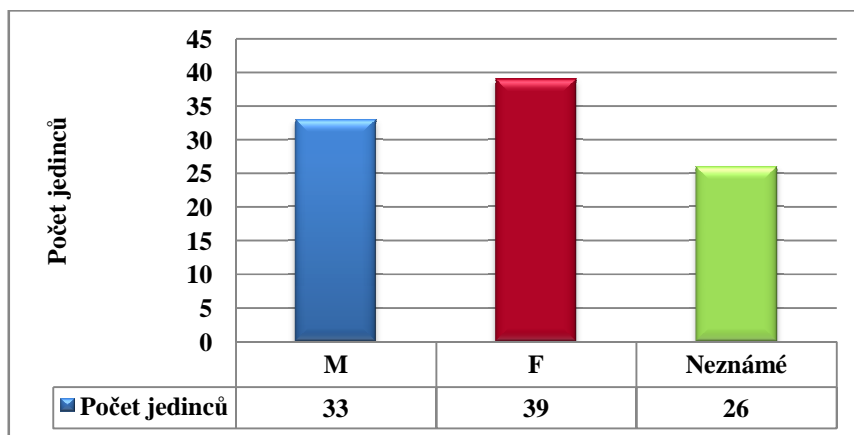
CELKOVÉ POČTY MLÁĐAT NAROZENÝCH V ZOO - EVROPA A AMERIKA 1912 - 2012			
Kontinent	Amerika	Evropa	Celkem
Mrtvě narozená	18	27	45
Úhyn do 1 roku včetně	45	53	98
Dožití nad 1 rok	66	46	112
Jedinci nespádající do žádné kategorie (narození v průběhu roku 2012 a žijící do konce roku 2012)	2	4	6
Celkem	131	130	261

GRAF Č. 5: POČET NAROZENÝCH MLÁĐAT - CELÁ POPULACE



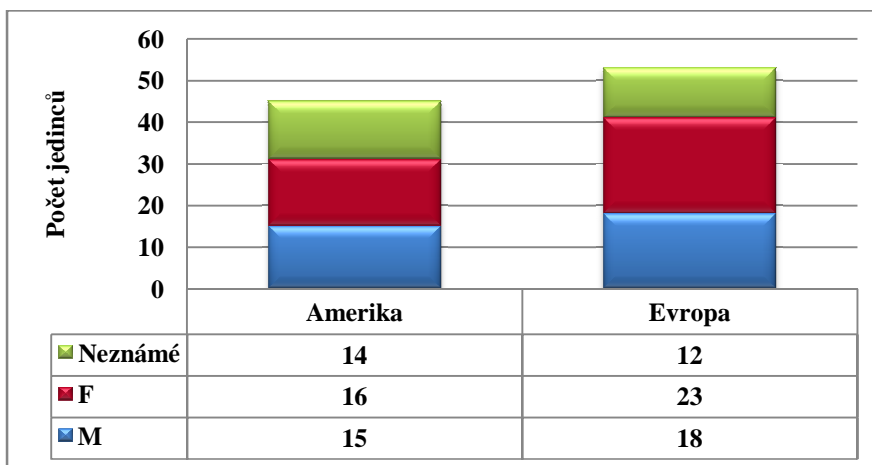
Celkový počet narozených mlád'at činil 261 jedinců (tabulka č. 1, graf č. 5). V Evropě se od počátku chovu v roce 1912 do roku 2012 narodilo celkem 130 mlád'at (49,8 %), v amerických zoo byly hodnoty podobné - celkem 131 mlád'at (50,2 %). Je zřejmé, že situace byla na obou kontinentech shodná, je však zřejmé, že v poměru k početně menší chovné základně byly americké zoo úspěšnější. Tento graf neřeší, zda se mlád'ata narodila živá či mrtvá, ani nerozlišuje počty dle pohlaví.

GRAF Č. 6: SROVNÁNÍ POHLAVÍ MLÁĎAT UHYNULÝCH DO 1 ROKU VĚKU (98 MLÁĎAT) - CELÁ POPULACE



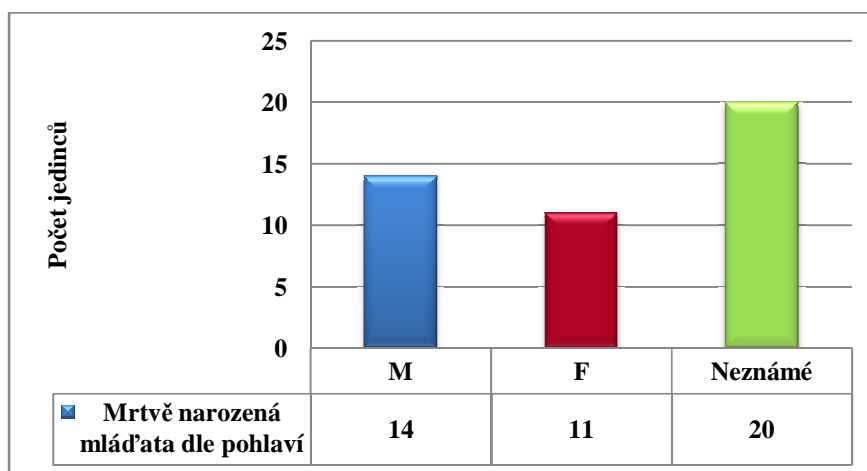
Z grafu č. 6 je zřejmé., že poměr narozených sameček a samečků byl zhruba 1 : 1, mláďata neznámého pohlaví nebyla zohledněna

GRAF Č. 7: POČTY MLÁĎAT UHYNULÝCH DO 1 ROKU VĚKU (98 MLÁĎAT) - CELÁ POPULACE



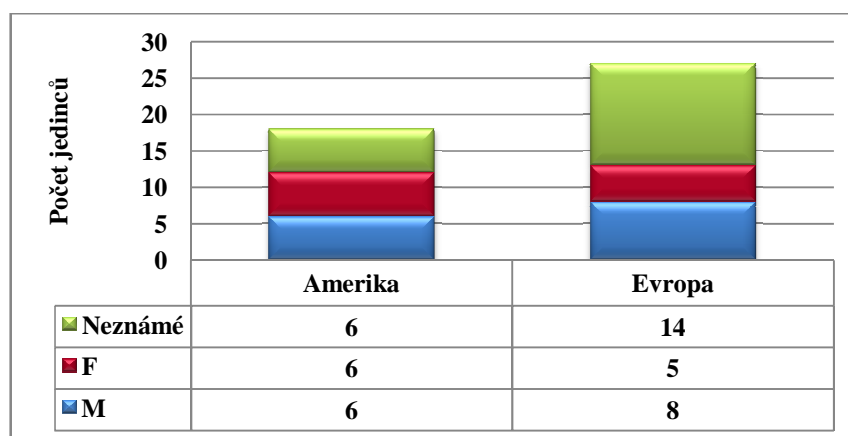
Graf č. 7 znázorňuje rozdíly přežitelnosti a procento úhynů narozených mláďat. Z celkového počtu 261 mláďat narozených na celém světě v zoo, bylo 98 mláďat, která se narodila sice živá, ale uhynula do jednoho roku věku (t.j. 37,5 %). Nebyla započítána mláďata mrtvě narozená. Z celkového počtu 98 nepřežilo 33 samců (cca 34 %), 39 samic (cca 40 %) a 26 mláďat s neurčeným pohlavím (cca 26 %). Jedinci, kteří se zdárně dožili věku nad jeden rok, většinou dobře prospívali a dožili se dospělosti.

GRAF Č. 8: MRTVĚ NAROZENÁ MLÁĎATA PODLE POHLAVÍ (45 MLÁĎAT) - CELÁ POPULACE



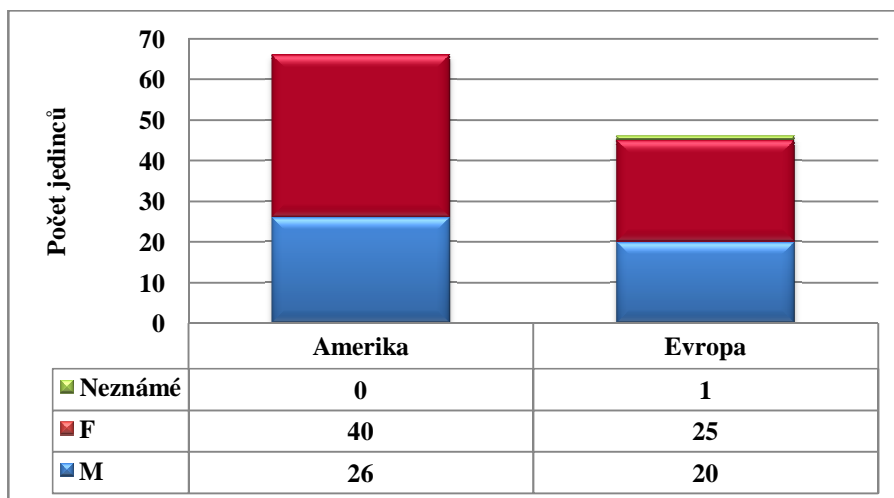
Z 261 mláďat narozených v zoo bylo 45 jedinců mrtvě narozených (17 %) - 14 samců a 11 samic (31 % samců, 25 % samic a 44 % mláďat s neurčeným pohlavím) (graf č. 8). Jedná se o poměrně vyrovnaný stav.

GRAF Č. 9: MRTVĚ NAROZENÁ MLÁĎATA PODLE KONTINENTU (45 MLÁĎAT) - CELÁ POPULACE



Z grafu č. 9 je zřejmý vyšší podíl mrtvě narozených mláďat v Evropě než v Americe.

GRAF Č. 10: ÚSPĚŠNĚ ODCHOVANÁ MLÁĎATA NAD 1 ROK (112 MLÁĎAT) - CELÁ POPULACE

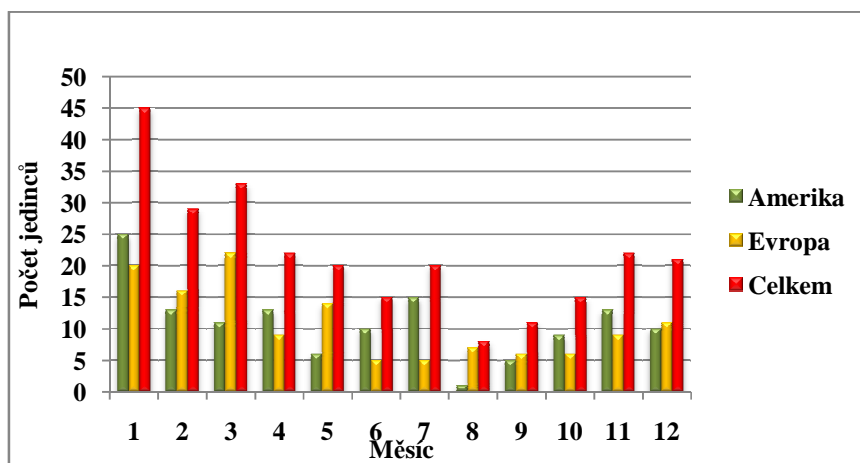


Z celkového počtu 112 mláďat bylo úspěšně odchováno a dožilo se více než jednoho roku cca 59 % v Americe a 41 % v Evropě (graf č. 10). Je zřejmé, že při srovnatelném počtu porodů na obou kontinentech (130 Evropa a 131 Amerika) byla úspěšnost odchovů vyšší v amerických zoo, zejména v počtu odchovaných samic.

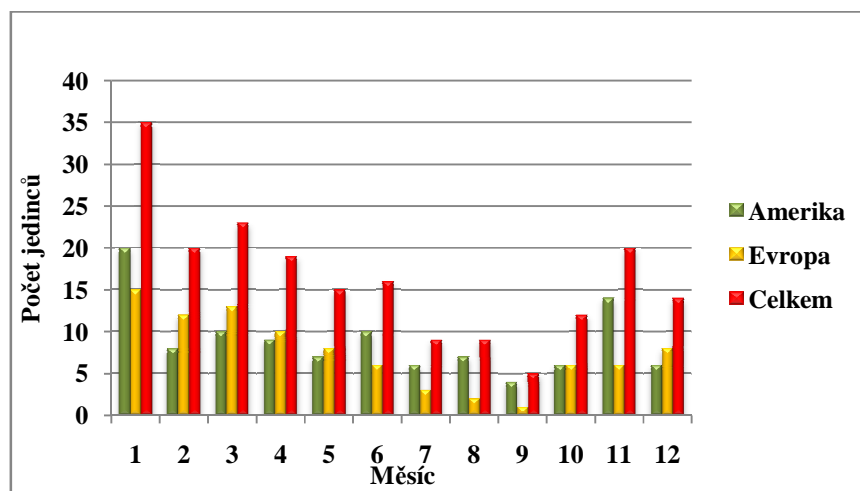
5.1.4 PORODY DLE ROČNÍHO OBDOBÍ

Všechny porody v jednotlivých zoo byly hodnoceny ve vztahu k ročnímu období, které může být důležitým faktorem. Z několika výzkumů populací hrabáčů ve volné přírodě je zřejmé, že v některých oblastech může existovat jistá reprodukční sezónnost.

GRAF Č. 11: ČETNOST PORODŮ DLE ROČNÍHO OBDOBÍ - CELÁ POPULACE



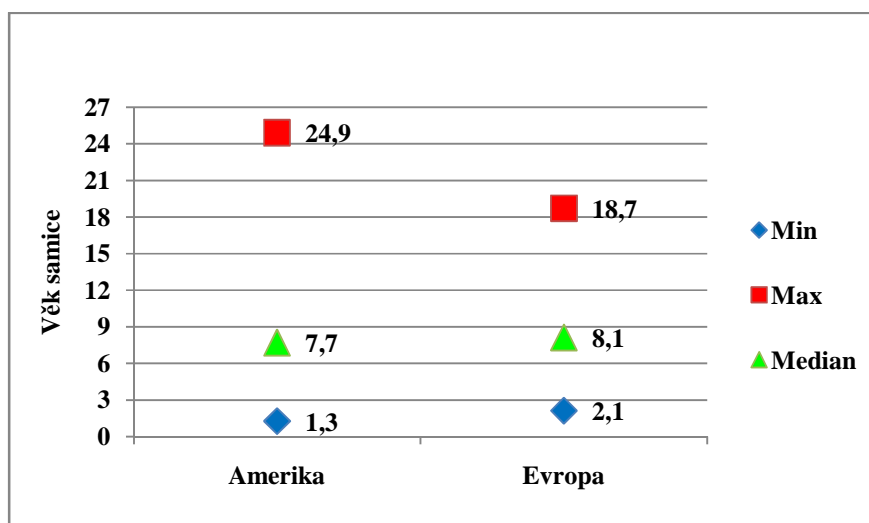
GRAF Č. 12: ČETNOST ÚHYNŮ DLE ROČNÍHO OBDOBÍ (197) - CELÁ POPULACE



V grafech č. 11 a č. 12 byla hodnocena četnost porodů ve vztahu k ročnímu období z celkového počtu 261. Na obou kontinentech bylo nejvíce porodů soustředěno do zimních a jarních měsíců a poté až do listopadu a prosince. Nejméně rodily samice v srpnu a září. V rámci celé populace byla největší frekvence porodů v období leden až březen (cca 41 %), měsíce s nejmenší četností porodů byly srpen a září (7 %). Měsíce s nejmenší úmrtností mláďat byly - červenec, srpen, září a prosinec

5.1.5 VĚK SAMIC PŘI PORODU

GRAF Č. 13: PRŮMĚRNÝ VĚK SAMICE PŘI PORODU – CELÁ POPULACE



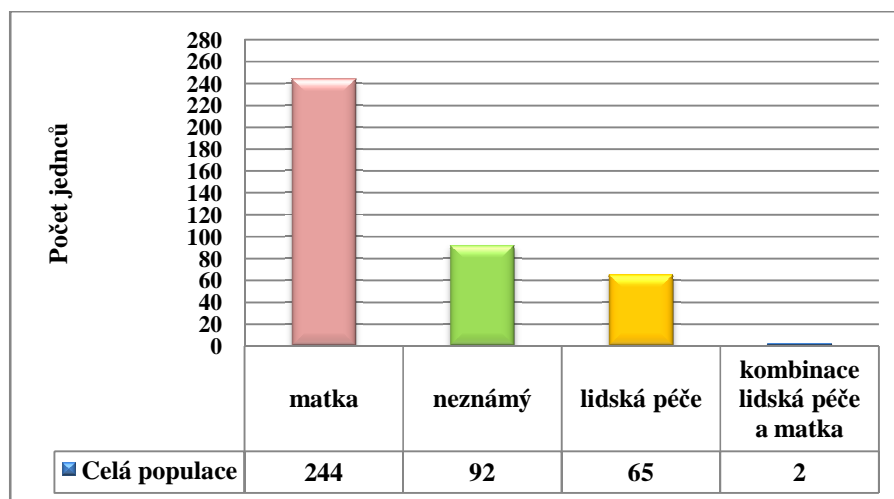
Z grafu č. 13 je patrné, že věk samic při narození mláďete je na obou kontinentech srovnatelný. Do výpočtů byly zařazeny všechny samice z evropských i amerických chovů, které za svůj život porodily alespoň jedno mládě. Nejnižší věk – minimum (1,3 roku a 2,1 roku) vykazovaly pouze dvě samičky, které porodily ve velmi raném věku, což je neobvyklé. Střední hodnoty jsou velmi podobné. To potvrzuje skutečnost, že průměrný věk samic při porodu mláďate byl na obou kontinentech podobný - 7,7 let (Amerika) a 8,1 let (Evropa).

5.1.6 ZÁVISLOST MEZI VĚKEM MATKY PŘI PORODU A PŘEŽITÍM MLÁDĚTE

Při hodnocení vlivu věku matky na přežití mláďete do jednoho roku věku byla zjištěna statisticky neprůkazná závislost s hodnotou χ^2 7,99 při 18 stupních volnosti, přičemž p-hodnota = 0,98. Situace je ovlivněna tím, že do odchovu některých mláďat v zoo zasahoval z různých příčin člověk, protože některá mláďata byla preventivně odchovávána v náhradní lidské péči bez ohledu na věk matky, což výrazně ovlivnilo výsledky.

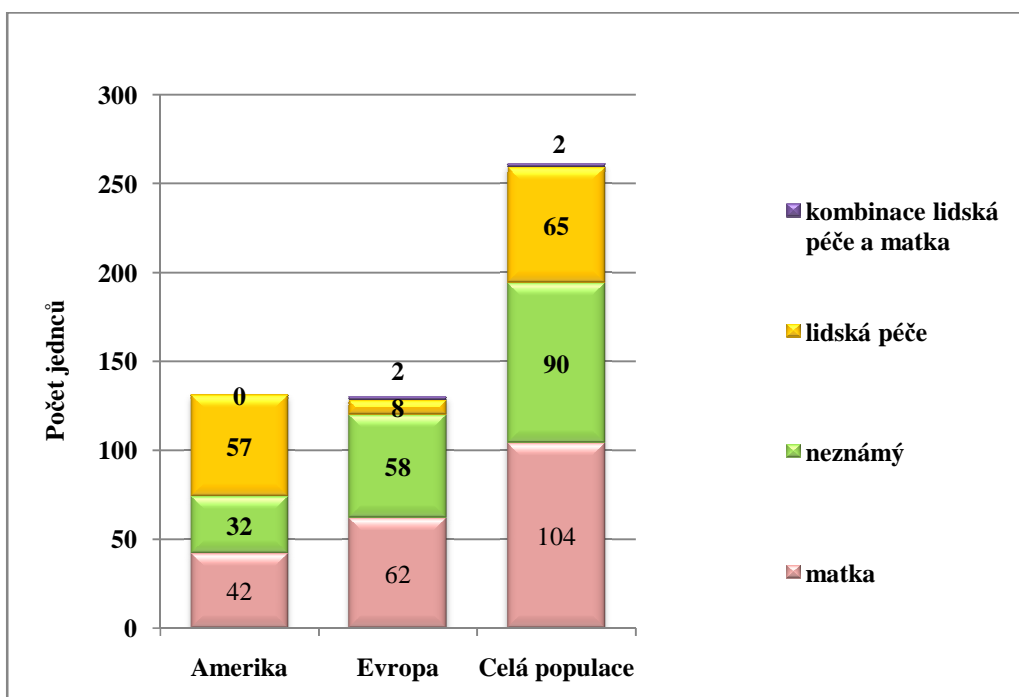
5.1.7 ODCHOV MLÁDAT

GRAF Č. 14: ZPŮSOB ODCHOVU VŠECH JEDINCŮ V ZOO (403 JEDINCŮ) - CELÁ POPULACE



Výsledky v grafu č. 14 se týkaly celé populace hrabáčů v zoo od počátků chovů až do 31. 12. 2012. Vyšší hodnoty odchovů "u matky" byly způsobené tím, že do součtu byli zařazeni také jedinci z volné přírody (244). Hodnoty pro "neznámý" odchov byly postavené pouze na jedincích narozených v zoo, u nichž nebyl specifikován v plemenné knize způsob odchovu. Poměrně velký počet (65) byl odchován po narození v "lidské péči", tedy v náhradní péči člověka. Z celkového počtu to činilo téměř 16 %. Naopak "kombinovanou péči" využili chovatelé jen ve dvou případech.

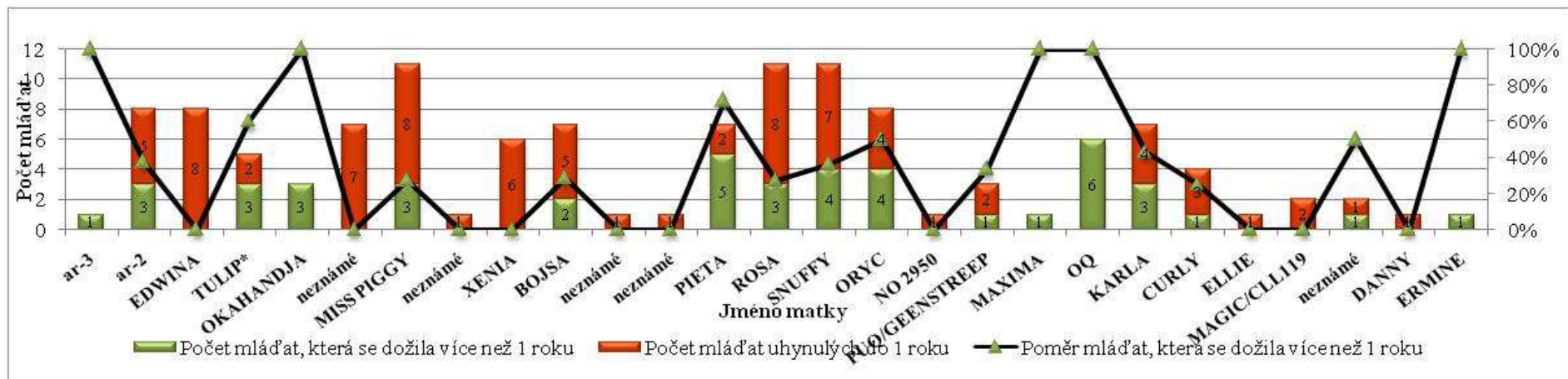
GRAF Č. 15: SROVNÁNÍ ÚSPĚŠNĚ ODCHOVANÝCH A UHYNULÝCH MLÁĎAT NAROZENÝCH V ZOO (261 MLÁĎAT) - CELÁ POPULACE



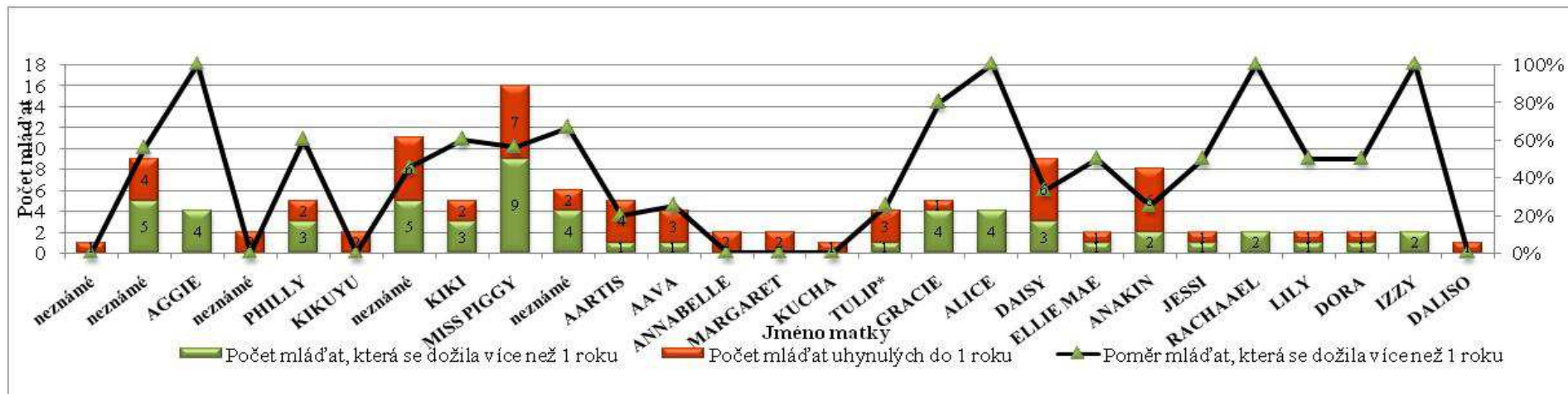
Z grafu č. 15 vyplynul rozdíl v odchovu mláďat mezi kontinenty. V celkovém počtu narozených mláďat byla situace srovnatelná, avšak zásadní rozdíl byl patrný ve způsobu odchovu. V amerických zoo bylo 42 mláďat (cca 32 %) odchováno přirozeně matkou, u 32 mláďat (cca 24 %) nebyl znám způsob jejich odchovu a celkem 57 mláďat (cca 44 %) muselo být převzato do náhradní lidské péče. V evropských zahradách se ze 130 mláďat podařilo odchovat matkou 62 (cca 48 %), u 58 mláďat (cca 45 %) nebyl znám způsob odchovu a pouze 8 mláďat odchoval člověk (cca %).

5.1.8 POMĚR ÚSPĚŠNĚ ODCHOVANÝCH A UHYNULÝCH MLÁĎAT NA SAMICI - CELÁ POPULACE

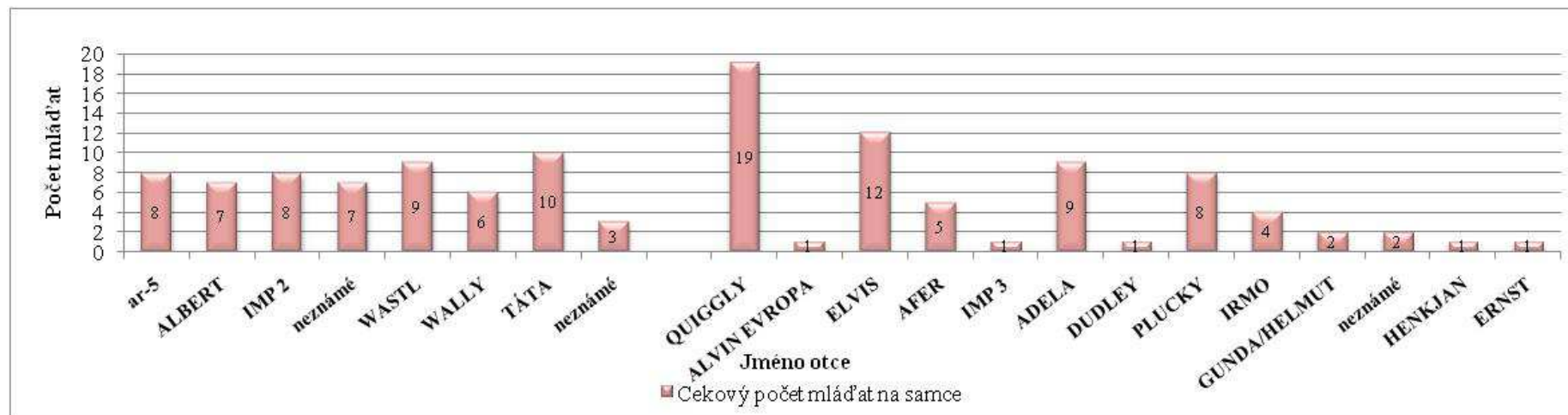
GRAF Č. 16: SROVNÁNÍ ÚSPĚŠNĚ ODCHOVANÝCH A UHYNULÝCH MLÁĎAT NA SAMICI - EVROPA 1912 AŽ 2012



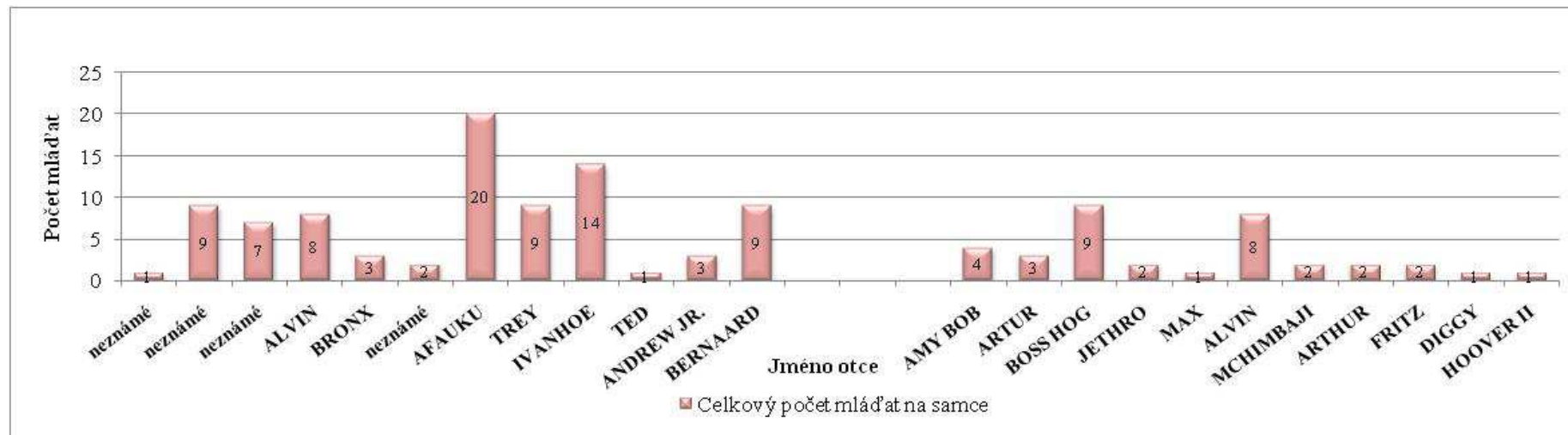
GRAF Č. 17: SROVNÁNÍ ÚSPĚŠNĚ ODCHOVANÝCH A UHYNULÝCH MLÁĎAT NA SAMICI - AMERIKA 1923 AŽ 2012



GRAF Č. 18: POČET MLÁĎAT NA SAMCE (CELKEM 124 MLÁĎAT) - EVROPA 1912 AŽ 2012



GRAF Č. 19: POČET MLÁĎAT NA SAMCE (121 MLÁĎAT) - AMERIKA 1923 AŽ 2012



TABULKA Č. 2: SROVNÁNÍ PŘEŽITÍ MLÁĎAT NA SAMICI - CELÁ POPULACE

SROVNÁNÍ PŘEŽITELNOSTI MLÁĎAT NA SAMICI - CELÁ POPULACE				
	100 % přežitelnost	100 % nepřežitelnost	Přežitelnost jen některých	Celkem samic
Evropa	5 (19 %)	10 (37 %)	12 (44 %)	27
Amerika	4 (15 %)	7 (26 %)	16 (59 %)	27
Celkem samic	9 (17 %)	17 (31 %)	28 (52 %)	54

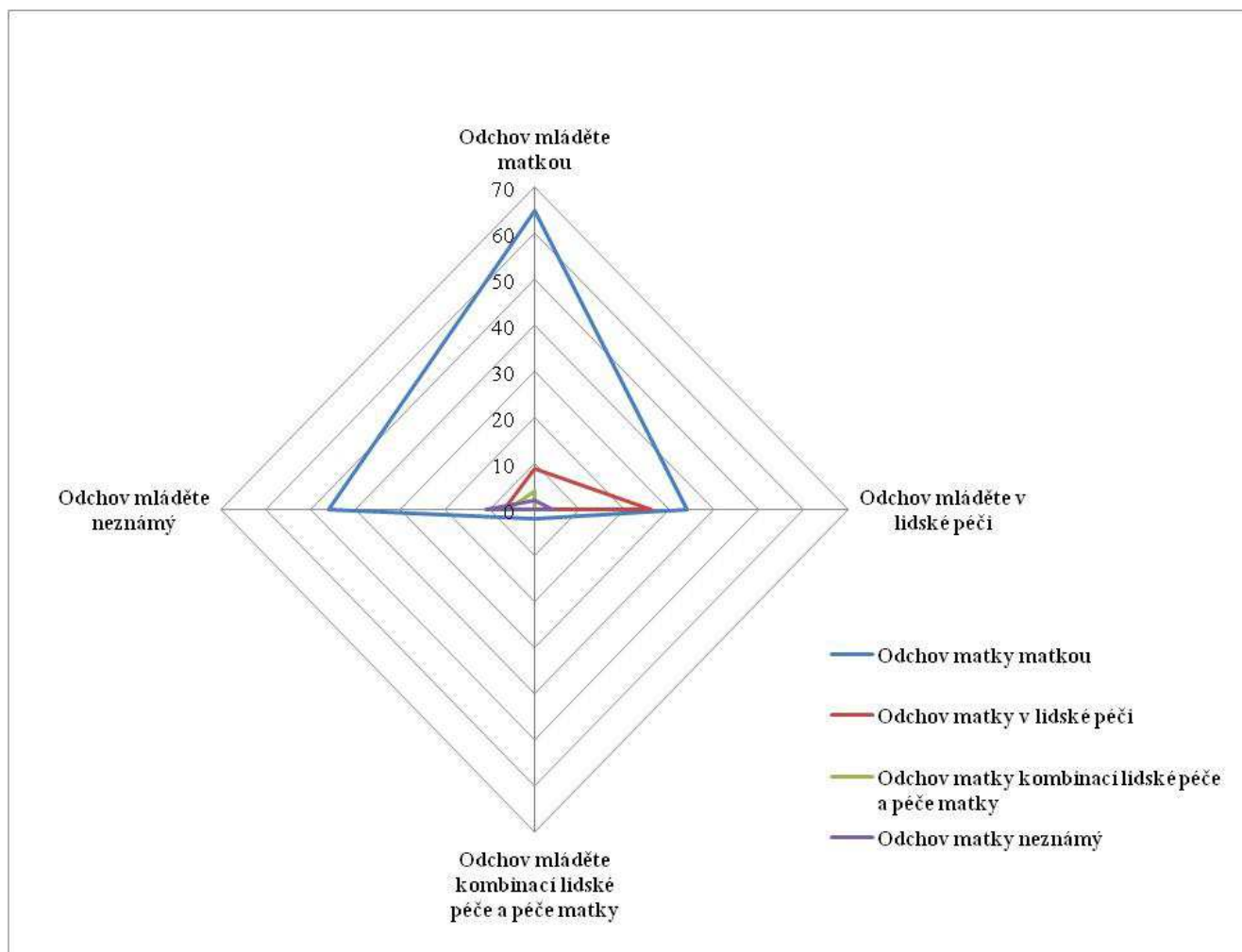
Grafy č. 16 a č. 17 znázorňují, jaký byl v rámci každého kontinentu podíl matek v populaci, kolik která samice porodila mláďata a s jako přežitelností (do jednoho roku a nad jeden rok život). Byly vybrány všechny samice, žijící i nežijící, které za svůj život porodily alespoň jedno mláďe. Ze souboru 261 mláďat bylo vyloučeno 18 jedinců, u nichž nebyla matka známá. Jednalo se o mláďata z počátků chovů, kdy docházelo ke ztrátě některých dat a při založení plemenných knih již nebylo možné je zpětně dohledat. Soubor k hodnocení tedy činil celkem 243 mláďat. Ze srovnání výsledků na obou kontinentech vyplývá, že situace je v hodnocených oblastech podobná. V evropských zoo bylo nepatrně více samic se 100%ní přežitelností mláďat, v amerických zoo bylo více samic, u nichž přežili jen někteří potomci (tabulka č. 2).

Poznámka: Pod jménem Miss Piggy jsou v grafech uvedeny dvě odlišné samice v Evropě i v Americe, avšak jedná se pouze o shodu jmen, která jim byla přidělena chovateli nezávisle na sobě. V dalších analýzách jsou tyto samice vždy rozlišeny.

Grafy č. 18 a č. 19: znázorňují počty samců v Evropě a Americe, po kterých se narodila v chovu mláďata., bez ohledu na to, zda přežila či nikoli. Počet mláďat je zde snížen z 261 na 244, protože u 17 mláďat není otec znám. V Evropě se do reprodukce zapojilo 21 samců v Americe 24 samců. I zde jsou počty pro oba kontinenty podobné, avšak rozdíly lze spatřit v počtu samců s více mláďaty. Z výsledků je zřejmé, že v evropských chovech bylo využití samců pro páření více plošné, zatímco v Americe bylo více samců s méně mláďaty a pak extrémně mnoho mláďat po jednom samci (20 mláďat). Z hlediska zachování genetické variability v americké populaci je to rizikové.

5.1.9 ZÁVISLOST ZPŮSOBU ODCHOVU MLÁDĚTE NA ZPŮSOBU OCHOVU JEHO MATKY

GRAF Č. 20: ZÁVISLOST ZPŮSOBU ODCHOVU MLÁDĚTE NA ZPŮSOBU OCHOVU JEHO MATKY - CELÁ POPULACE



TABULKA Č. 3: ZÁVISLOST ZPŮSOBU ODCHOVU MLÁDĚTE NA ZPŮSOBU ODCHOVU JEHO MATKY

		Mládě				
Způsob odchovu		Matka	Lidská péče	Kombinace lidská péčea péče matky	Neznámý	Celkem
Matka	matka	65	34	2	46	147
	lidská péče	9	26	0	7	42
	kombinace lidská péče a péče matky	4	0	0	6	10
	neznámý	2	4	0	11	17
Celkem		80	64	2	70	216

Tabulka č. 3 je podkladem pro výpočet korelace pomocí koeficientu asociace.

Pavučinový graf č. 20 vyjadřuje vztah mezi způsobem odchovu matky a způsobem odchovu vlastního mláděte v celé populaci hrabáčů. Z počtu 261 mlád'at bylo vyloučeno 45 mrtvě narozených, u kterých nelze péči matky hodnotit. Vztah byl tedy počítán pro 216 mlád'at (viz tabulka č. 3). Pomocí koeficientu asociace byla zjištěna střední závislost (0,353) mezi způsobem odchovu matky a způsobem odchovu jejího mláděte.

Přirozeně odchované matky - modrá linka:

Z celkového počtu 147 mlád'at od matek z přirozeného odchovu zvládly samice samy vychovat celkem 65 mlád'at (44 %), dalších 34 mlád'at odebral člověk do péče (23 %), u 2 mlád'at byla zvolena kombinovaná péče (cca 1 %). U 46 novorozenců byl způsob neznámý (31 %).

Matky odchované v lidské péči - červená linka:

Z celkového počtu 42 mlád'at, jejichž matky musel v mládí odchovat člověk, pouze 9 bylo vychováno matkou (21 %), naopak 26 z nich musel vychovat člověk (62 %) a u 7 mlád'at nebyl způsob odchovu znám (17 %).

Matky odchované v kombinované péči - zelená linka:

U takto odchovaných matek byla z počtu 10 narozených mlád'at jen 4 byla vychována přirozeně (40 %), u 6 mlád'at nebyl způsob jejich odchovu uveden (60 %).

Neznámý odchov matky - šedá linka:

Samicím s neznámým odchovem se narodilo 17 mlád'at. U těchto samic byla jen 2 mlád'ata odchována přirozeně (1,5 %), 4 musel převzít člověk (24 %) a u 11 novorozenců hrabáčů nebyl způsob jejich odchovu znám (65 %). Hodnoty zde jsou nízké, proto nejsou v grafu příliš zřetelné.

5.2 VÝSLEDKY PRO DRUHÝ CÍL - VÝPOČTY KOEFICIENTU Fx

5.2.1 VÝSLEDKY PRVNÍHO OKRUHU - INDIVIDUÁLNÍ Fx EVROPA -1912 AŽ 2012

TABULKA Č. 4: CELKOVÝ PŘEHLED HODNOT INDIVIDUÁLNÍHO Fx PRO VÝCHOZÍ POPULACI 180 JEDINCŮ - EVROPA

Hodnoty koeficientu Fx	0,0000	0,0313	0,0625	0,250
Počet hodnocených jedinců	169	1	6	4
Mezisosčet Fx pro každou hodnotu	0,000	0,0313	0,375	1
Podíl jedinců s daným Fx v populaci (v %)	93,889 %	0,556 %	3,333 %	2,222 %
Celkový Fx hodnocené populace (v %)	$1,4063 : 180 = 0,00781 \times 100 = 0,781 \%$			

V tabulce č. 4 jsou soustředěna data pro 180 hodnocených jedinců z evropských chovů. Průměrný koeficient Fx pro celou výchozí evropskou populaci činil 0,781 % (viz příloha č. 16, tabulka č. 12).

5.2.2 VÝSLEDKY DRUHÉHO OKRUHU - INDIVIDUÁLNÍ Fx AMERIKU -1923 AŽ 2012

TABULKA Č. 5: CELKOVÝ PŘEHLED HODNOT INDIVIDUÁLNÍHO Fx PRO VÝCHOZÍ POPULACI 169 JEDINCŮ - AMERIKA

Hodnoty koeficientu Fx	0,0000	0,0313	0,0625	0,250
Počet hodnocených jedinců	163	3	2	2
Mezisosčet Fx pro každou hodnotu	0,0000	0,0939	1,250	0,500
Podíl jedinců s daným Fx v populaci (v %)	96,45 %	1,78 %	1,18 %	0,59 %
Mezisosčet Fx pro každou hodnotu (v %)	0,000 %	9,390 %	1,250 %	0,500 %
Celkový Fx hodnocené populace (v %)	$1,844 : 169 = 0,011 \times 100 = 1,09 \%$			

V tabulce č. 5 jsou uvedena data k 169 hodnoceným jedincům z amerických chovů. Průměrný koeficient Fx pro celou výchozí americkou populaci činil 1,09 %. Ve srovnání s výsledky evropských chovů je zde hodnota vyšší. Ve srovnání obou populací hrabáčů byl odhadnut vyšší průměrný koeficient inbreedingu u evropského chovu, avšak v obou případech byly výsledné hodnoty nižší. (viz příloha č. 16, tabulka č. 13).

5.2.3 VÝSLEDKY TŘETÍHO OKRUHU -Fx PRO NÁSLEDNÉ PÁŘENÍ -EVROPA

TABULKA Č. 6:PŘEHLED Fx PRO POTOMKY Z NÁSLEDNÉHO PÁŘENÍ (540 POTOMKŮ) - EVROPA

Hodnoty koeficientu F _x	0,000	0,0313	0,0547	0,0625	0,0703	0,0781	0,0938
Počet hodnocených jedinců	286	26	6	41	3	26	6
Podíl jedinců s daným F _x v populaci (v %)	52,96	4,81	1,11	7,6	0,55	4,81	1,11
Mezisoučet F _x pro každou hodnotu	0,000	0,8138	0,3282	2,563	0,2109	2,0309	0,5628
Hodnoty koeficientu F _x	0,1094	0,125	0,1563	0,1641	0,1875	0,2500	0,2813
Počet hodnocených jedinců	8	73	14	3	2	43	3
Podíl jedinců s F _x v populaci (v %)	1,48	13,33	2,59	0,55	0,37	7,96	0,55
Mezisoučet F _x pro každou hodnotu	0,8752	9,1250	2,188	0,4923	0,3750	10,75	0,844
Celkový F _x hodnocené populace (v %)	31,159 : 540 = 0,0578 x 100 = 5,77 %						

V tabulce č. 6 jsou seřazeny hodnoty odhadu F_x pro 540 potomků, kteří se mohou narodit z následujícího páření 20 žijících samců a 27 žijících samic v evropských zahradách (včetně Zoo Tbilisi) dosáhl průměrný odhad koeficientu F_x pro celou populaci 5,77 %, což jsou již poměrně vysoké hodnoty (viz příloha č. 21, tabulka č. 44).

5.2.4 VÝSLEDKY ČTVRTÉHO OKRUHU - Fx PRO NÁSLEDNÉ PÁŘENÍ - AMERIKA

TABULKA Č. 7: PŘEHLED Fx PRO POTOMKY Z NÁSLEDNÉHO PÁŘENÍ (PRO 196 POTOMKŮ) - AMERIKA

Hodnoty koeficientu F _x	0,0000	0,0078	0,0156	0,0195	0,0313	0,0391	0,0625	0,125	0,2500
Počet hodnocených jedinců	150	3	4	2	2	2	6	13	14
Podíl jedinců s F _x v populaci (v %)	76,53	1,53	2,04	1,02	1,02	1,02	3,06	6,63	7,14
Mezisoučet F _x pro každou hodnotu	0,000	0,0234	0,0624	0,039	0,0626	0,0782	0,375	1,625	3,5
Celkový F _x hodnocené populace (v %)	5,7657 : 196 = 0,0294 x 100 = 2,942 %								

Koeficient inbreedingu (tabulka č. 7) obsahuje hodnoty pro 196 amerických potomků, kteří se mohou narodit z následujícího páření 14 žijících samců a 14 žijících samic v amerických zahradách, dosáhla průměrná hodnota odhadu koeficientu F_x 2,942 %. Jedná se o zřetelně nižší hodnoty, než v Evropě (viz příloha č. 22, tabulka č. 45).

5.2.5 VÝSLEDKY PÁTÉHO OKRUHU - Fx PRO NÁSLEDNÉ PÁŘENÍ - EVROPA A AMERIKA

TABULKA Č. 8: PŘEHLED ODHADU Fx PRO POTOMKY Z NÁSLEDNÉHO PÁŘENÍ (1394 POTOMKŮ) - CELÁ POPULACE

Hodnoty koeficientu Fx	0,0000	0,0039	0,0078	0,0156	0,0195	0,0313	0,0391	0,0547	0,0625	0,0703
Počet hodnocených jedinců	943	13	41	52	2	80	2	6	47	3
Podíl jedinců s Fx v populaci (v %)	67,647	0,933	2,941	3,730	0,143	5,739	0,143	0,430	3,372	0,215
Mezisoučet Fx pro každou hodnotu	0,000	0,0507	3,567	0,8112	0,039	2,504	0,0782	3,282	2,938	0,211
Hodnoty koeficientu Fx	0,0781	0,0938	0,1094	0,1250	0,1563	0,1641	0,1875	0,2500	0,2813	
Počet hodnocených jedinců	26	6	8	86	14	3	2	57	3	
Podíl jedinců s Fx v populaci (v %)	1,865	0,430	0,574	5,739	1,004	0,215	0,143	4,088	0,215	
Mezisoučet Fx pro každou hodnotu	2,031	0,563	0,875	10,75	2,188	0,492	0,375	14,25	0,844	
Celkový Fx hodnocené populace (v %)	$45,8491 : 1394 = 0,0329 \times 100 = 3,289 \%$									

V tabulce č. 8 je uveden soubor Fx pro hodnocenou skupinu 1394 možných potomků, kteří se mohou narodit z páření všech 75 žijících hrabáčů z celosvětového chovu (34 samců a 41 samic). Odhad koeficientu Fx činil 3,289 %. Z pohledu evropské populace by to byl posun k lepšímu, v Americe by se sice dle odhadu inbreeding navýšil o 0,347 %, ale ve výsledku by Amerika získala šanci využít více zvířat do chovu, například výměnou samic z Evropy, které jsou zcela nepříbuzné. Tabulka č. 46 je součástí samostatné přílohy.

5.3 VÝSLEDKY PRO TŘETÍ CÍL – DATABANKA, RODOKMENY, CHOVNÝ PLÁN

Výsledky pro třetí cíl byly řešeny v podobě elektronické databanky. Pro plnění třetího cíle byly vytvořeny dvě sady rodokmenů - všechny v tištěné a v elektronické verzi.

V první sadě jsou dvě velkoplošné genomapy s detailními příbuzenskými vazbami. V první mapě je soustředěno všech 217 jedinců z evropských chovů od počátku chovu do 31. 12. 2012. Jsou zde uvedeni všichni zakladatelé, následné generace, přímí i nepřímí potomci. Pro americké chovy byla vytvořena druhá genomapa pro 198 jedinců, kteří byli či jsou v chovech od roku 1923 do 31. 12. 2012.

Tištěné verze obou velkých genomap slouží jako postery pro rychlou vizuální orientaci v příbuzenských vazbách, elektronická verze je plně mobilní databankou (viz samostatná příloha - tabulka č. 47, 48).

Ve druhé sadě bylo sestaveno 30 rodokmenů pro všechny chovné páry či skupiny žijící v každé zoo k 31. 12. 2012. Pro 18 evropských zoo bylo vytvořeno 18 samostatných rodokmenů (viz příloha č. 19 - obrázek č. 34, rodokmeny č. 1 až 18). Pro 12 amerických zoo je k dispozici 12 samostatných rodokmenů, uložených v příloze č. 20, obrázek č. 35, rodokmeny č. 30).

Všechny hodnoty F_x pro 1394 možných potomků s koeficienty F_x byly seřazeny do velké finální tabulky, s jejíž pomocí lze při plánování chovu snadno vybírat vhodné kombinace rodičovských párů. Tabulka č. 46 je součástí samostatné přílohy.

6. DISKUZE

6.1 DISKUZE K PRVNÍMU CÍLI – ANALÝZA CHOVU

6.1.1 VÝVOJ POČETNÍCH STAVŮ HRABÁČŮ

Vývoj chovu je zobrazen v grafu č. 1. Zde je rok 1912 považován za počátek chovu v Evropě, počátky amerických chovů jsou datovány od roku 1923. Z jednotlivých linií je zřejmé, jak odlišný byl vývoj chovů na obou kontinentech. Do roku 1960 byly chovy všude málopočetné, jednalo se spíše o okrajovou záležitost bez cíleného namagementu. První rozdíly se začaly projevovat od začátku 60. let 20. století, kdy postupně docházelo ke zlepšení situace v Americe, zatímco Evropa se stále potýkala s nedostatkem zvířat. Tomu odpovídá tvrzení, které zveřejnil Wensing (1996). Až na výjimky nebylo možné úspěšně odchovat mláďata, což je v souladu s Gierhahn (2010) a Tantilillo (2012). Zásadním zvratem v chovech byl počátek 70. let, kdy zoologové i chovatelé postupně získali nové zkušenosti a poznatky z biologie, etologie a výživy hrabáčů, zkoušeli nové metody chovu a zdokonalovali zejména specifické krmné dávky, které byly do té doby výrazným limitujícím faktorem pro přežití hrabáčů v lidské péči. Zoo na obou kontinentech zakoupily nová zvířata do chovu a narodilo se více mláďat, z nichž některá se podařilo úspěšně dochovat do dospělosti. Od začátku 80. let se již počty hrabáčů ubíraly v Evropě a Americe odlišným směrem. Výrazný propad v chovech po roce 2000 řešily zahrady na obou kontinentech nákupem několika jedinců z volné přírody. V souladu s tvrzením Damen (2006) získaly v letech 2007 až 2012 evropské zoo povolení k dovozu 11 hrabáčů z Tanzanie, do Ameriky bylo v letech 1999 až 2007 povoleno dovézt 12 nových zvířat také z Tanzanie (Gierhahn, 2010). Mezi lety 2000 až 2010 došlo k zásadnímu rozdílu ve vývoji. Je zcela zřejmé, že americké chovy v současnosti stagnují a nemohou v plné míře využít genetický potenciál nových zvířat. Naproti tomu Evropa navýšila stavy na 48 jedinců, což je historicky nejvyšší počet.

6.1.2 VĚKOVÁ STRUKTURA CELOSVĚTOVÉ POPULACE HRABÁČŮ V ZOO

Evropa chovala k 31. 12. 2012 celkem 48 jedinců - 20 samců, 27 samic, a jedno zvíře neurčeného pohlaví, které nebylo do dalších analýz zahrnuto. Z počítané populace 47 jedinců je 43 % samců a 56 % samic. Věková struktura je z hlediska reprodukce prozatím příznivá. Celkem 23 % samců a 39 % samic je v optimálním věku. Dalších 11 % samců a 11 % samic není ještě pohlavně dospělých. Celkem 8 % samců a 8 % samic dosáhne v brzké době postreprodukčního věku. Tyto závěry odpovídají informacím Schoo (2012).

V souladu s údaji od Tantillo (2012) měla Amerika v chovu k 31. 12. 2012 celkem 29 jedinců - 14 samců, 14 samic a jedno zvíře neurčeného pohlaví, které nebylo počítáno. V americké populaci je poměr pohlaví optimální - 50 % samců a 50 % samic. Avšak věková struktura je zde z hlediska reprodukce nepříznivá. Pouze 21 % samců a 43 % samic je v optimálním věku, 11 % samců a 7 % samic jsou jako budoucí chovná zvířata. Dalších 18 % samců je starších 16 let a žádná samice se nevyskytuje v této kategorii.

Světové chovy (t. j. Evropa, včetně Zoo Tbilisi v Asii, Amerika, bez Japonska) jsou tedy postaveny na 77 jedincích - na 34 samcích, 41 samicích a dvou jedincích neurčeného pohlaví, vyřazených s analýzy.

Celosvětově se v populaci 75 zvířat nachází v optimální věkové kategorii 23 % samců a 40 % samic. Mezi mladými jedinci je 11 % samců a 9 % samic jako záloha pro budoucí udržení chovu. Celkem 11 % samců je ve věku od 18 do 29 let. Dalších 5 % samic je starších, i když jsou mezi nimi matky, které rodily mláďata i v takto pozdním věku. Tyto údaje pro celou populaci nebyly prozatím nikde uváděné.

6.1.3 PORODY MLÁĎAT

Celkový počet mláďat narozených na obou kontinentech činil 261 jedinců. V Evropě se od počátku chovu v roce 1912 do roku 2012 narodilo celkem 130 mláďat (49,8 %), což odpovídá informacím Schoo (2012). V amerických zoo byly v souladu s Tantillo (2012) hodnoty podobné - celkem 131 mláďat (50,2 %). Je zřejmé, že situace byla téměř shodná, je však zřejmé, že ve srovnání s menší chovnou základnou byly americké zoo v celku úspěšnější.

Z počtu 261 mláďat se 17 % mláďat narodilo mrtvých a 37,5 % mláďat uhynulo do jednoho roku. Poměr pohlaví na obou kontinentech byl zhruba 1 : 1. Dalších 112 mláďat se podařilo odchovat a většina se dožila dospělosti. V Americe se jednalo o cca 59 % a v Evropě o 41 % úspěšně odchovaných mláďat. Je zřejmé, že při srovnatelném počtu porodů (130 Evropa a 131 Amerika) byla úspěšnost odchovů vyšší v amerických zoo, zejména v počtu odchovaných samic, což by mělo být pro budoucí zajištění chovu spíše příznivé. Tyto závěry pro celou populaci nebyly prozatím nikde uváděné.

Při srovnání porodů mezi oběma kontinenty bylo sledováno, zda může existovat určitá sezónnost v porodech samic v zoo. Podle očekávání se zde jistá sezónnost projevila, i když porody

probíhaly celoročně. Největší frekvenci zaznamenali shodně chovatelé v Evropě i v Americe v únoru, březnu a dubnu, méně v květnu, listopadu a prosinci. Naopak nejméně rodily samice v srpnu a září. V rámci celé populace byla největší frekvence porodů v období leden až březen (cca 41 %), měsíce s nejmenší četností porodů byly srpen a září (7 %). Ve srovnání s informacemi z volné přírody jsou to hodnoty zcela opačné. Podle Smithers (1971) se v Zimbabwe rodí mláďata v období dešťů od července do listopadu. Verheyen (1951) nebo Kingdom (1971) uvádějí, že v Zairu a Ugandě rodí samice v říjnu a v listopadu. V jižní Africe, Botswaně a v Etiopii jsou porody hlášeny od května do srpna (Fitzsimons 1920; Smithers 1971; Rahm a Parker, 1990). Tato fakta by však bylo třeba ověřit novými terénními výzkumy, protože nejsou příliš zdokumentovány. Výsledky vedou k úvaze, že úhyny mláďat mohou být ovlivněny vnějšími vlivy (mikroklimatické podmínky chovu, světelný režim, lidský faktor, stres, výživa, věk samice při porodu a porodní hmotnost mláďate). Tyto faktory jsou v zoologických zahradách nejčastějšími příčinami úhynů také u jiných živočišných druhů.

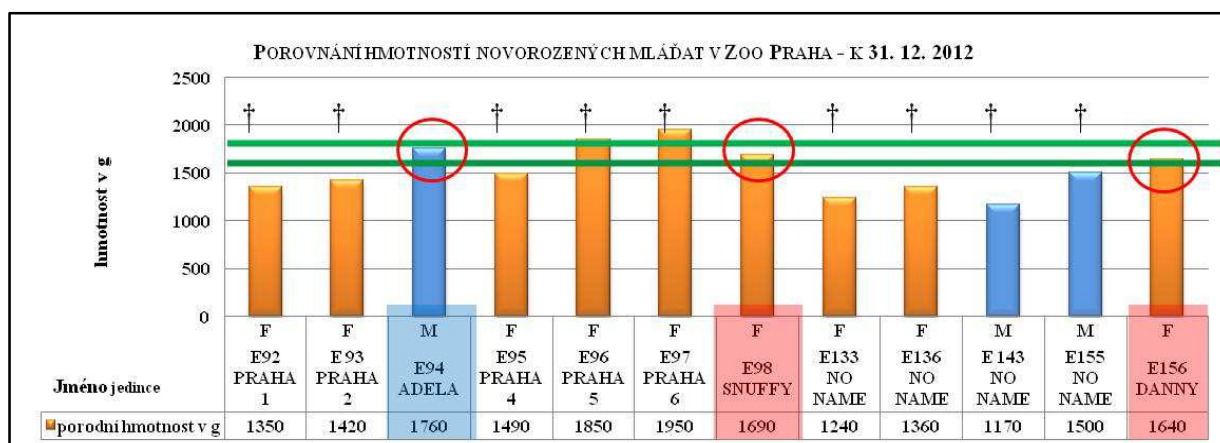
6.1.4 PŘÍČINY ÚHYNŮ MLÁDAT V ZOO

Z porozování porodů hrabáčů v lidské péči bylo zjištěno, že optimální porodní hmotnost novorozeného mláďate se pohybuje v rozmezí 1,60 kg až 1,75 kg. Zkušenosti, které uvádí Masopustová (2007), Masopustová a Masopust (1990), ale také Mutlow a Mutlow (2008) potvrzují, že pro zdárné přežití mláďate nesmí jeho porodní hmotnost klesnout pod hranici 1,50 kg. Pokud se takto malé mláďate narodí živé, jeví se sice jako velmi životaschopné, avšak většinou uhynie krátce po narození. Na těchto závěrech se shodují také Gierhahn (2010) a (Schoo, 2011).

Naopak hmotnost mláďate vyšší jak 1,80 kg může způsobit vážné porodní komplikace a ohrozit život rodičí samice (Masopustová et al., 1992, 1995; Masopustová, 2007). Některé zdroje však mylně uvádějí i porodní hmotnost 2,00 kg jako vyhovující (např. Haltenorth a Diller, 1977). Podle informací chovatelů z jiných zoo, které jsou uvedeny v plemenných knihách, jsou nadměrně velká mláďata skutečně velmi riziková (Masopustová, 2007; Gierhahn, 2010; Schoo, 2011). V Zoo Praha se v průběhu 33 let nepřetržitého chovu hrabáčů narodilo celkem 12 mláďat, z nichž tři jedinci měli optimální hmotnost při porodu a také se zdárně dožili dospělosti. V současnosti jsou všichni úspěšně zapojeni do reprodukce v evropských chovech. Všechna mláďata s hmotností pod 1,50 kg a s hmotností nad 1,80 kg, se zde narodila mrtvá nebo uhynula krátce po porodu (viz graf č. 21) (Masopustová, 2007). Toto tvrzení je v souladu s informacemi Mutlow a Mutlow (2008), kteří zveřejnili shodné údaje v souvislosti s problematikou prvního císařského řezu u hrabáče, provedeného

v Zoo Rolling Hills právě v důsledku nadměrné velikosti plodu. Diagnóza dystokie pro nadměrnou velikost byla doložena srovnáním hmotnosti tohoto mláděte při narození (1,875 kg) s hmotností předchozích potomků stejné samice a také s porodní hmotností novorozeňat z jiných zoo (1,525 ± 0,187 kg).

GRAF Č. 21: SROVNÁNÍ PORODNÍCH HMOTNOSTÍ VŠECH MLÁĐAT NAROZENÝCH V ZOO PRAHA



6.1.5 VĚK SAMIC PŘI PORODU

Do výpočtů byly zařazeny všechny samice z evropských i amerických chovů, které za svůj život porodily alespoň jedno mládě. Výsledky potvrdily, že situace na obou kontinentech je rovněž srovnatelná. Průměrný věk samic při porodu mláděte byl 7,7 let (Amerika) a 8,1 let (Evropa). Tyto informace nebyly prozatím pro celou populaci hrabáčů publikovány.

6.1.6 ZÁVISLOST MEZI VĚKEM MATKY A PŘEŽITÍM MLÁĐĚTE DO JEDNOHO ROKU VĚKU

Sledovaná závislost mezi věkem samice a přežitím mláděte do jednoho roku věku byla podle očekávání pro celou populaci statisticky neprůkazná, protože do výchovy některých mlád'at zasahoval člověk.

6.1.7 ODCHOVY MLÁĐAT

V této kategorii byl srovnáván způsob odchovu mlád'at na obou kontinentech. V celkovém počtu narozených mlád'at se jevila situace v Evropě i v Americe také srovnatelná. To odpovídá informacím od Gierhahn (2010), Schoo (2012) a Tantillo (2012), avšak zásadní rozdíl byl patrný ve způsobu odchovu. V amerických zoo odchovaly matky přirozeně 32 % mlád'at a 44 % mlád'at museli převzít

chovatelé do náhradní lidské péče. Naopak v evropských zahradách se ze 130 mláďat podařilo odchovat matkou 48 % a jen 8 % odchoval člověk. U ostatních mláďat nebyl způsob odchovu znám.

Pro budoucí management chovu je to zásadní zjištění, protože v minulosti chovatelé mnohdy odebrali mládě proto, aby zabránili jeho poranění pobíhající matkou, a raději jej odchovali sami. Případná rizika si lidé uvědomovali, avšak byly zaznamenány případy, kdy nervózní samice přišlápla nebo jinak poranila či usmrtila drobné mládě (Masopustová et al., 1992, 1995; Masopustová, 2007). Proto praktikují chovatelé v poslední době relativně spolehlivou metodu kombinovaného odchovu, která dříve byla využívána jen zřídka. Je to velmi náročná procedura, ale zdá se být účinná. Podle nejnovějších zkušeností se tento způsob odchovu mláďat osvědčil jako jediná metoda vhodná pro bezpečný odchov mláďat nepřijatých matkou. Ve shodě s těmito informacemi uvádějí Mutlow a Mutlow (2008), že stejnou metodu použili chovatelé právě v Zoo Rolling Hills při odchovu poraněného mláděte, porozeného císařským řezem. Jedná se o způsob, kdy je mládě matce na noc odebráno, umístěno mimo ubikaci do vyhříváné boudy nebo inkubátoru. Zde je krmeno buď odsátým mateřským mlékem či náhradní mléčnou směsí. Samice je v noci velmi aktivní a stále pobíhá, ale jakmile se ráno uklidní a usne, vracejí chovatelé mládě k matce, aby mělo přístup k mateřskému mléku a aby nebyl příliš narušen správný vývoj sociálních vazeb mezi matkou a mládětem. Ale i přes den je mládě pod stálou kontrolou chovatelů. V souvislosti s tímto faktem a zjištěnými hodnotami ve vztahu odchovu matky a její schopnosti odchovat mládě je však nutné mít na paměti případné riziko kombinovaného odchovu pro budoucí správný vývoj mateřského chování takto odchované samice.

6.1.8 VZTAH MEZI ZPŮSOBEM ODCHOVU MLÁDĚTE A ZPŮSOBEM ODCHOVU JEHO MATKY

Při sledování závislosti mezi způsobem odchovu matky a způsobem odchovu jejího mláděte byla zjištěna střední závislost (0,353). Tyto výsledky nelze porovnat s jinými autory, protože tato problematika nebyla v chovech prozatím řešena a publikována.

6.2 DISKUZE K DRUHÉMU CÍLI - VÝPOČTY KOEFICIENTU F_x

Ve výchozí populaci 180 jedinců v evropských chovech byla zjištěna průměrná hodnota F_x 0,781 %, pro výchozí americkou populaci 169 žijících i nežijících jedinců dosáhl průměrný F_x 1,09 %. Tyto údaje se shodují s informacemi od Gierhahn (2010).

U 540 případných evropských potomků z následných páření 47 žijících rodičů byl odhad F_x velmi vysoký 5,77 %. Hodnoty F_x v amerických chovech byly zjišťovány pro 196 možných potomků po 28 žijících rodičích. Odhad pro celou populaci případných potomků se zde jevil nižší než v Evropě 2,942 %. Tyto hodnoty nelze prozatím porovnat s jinými autory.

Finální krokem v odhadu F_x bylo zjistit, jak by se v chovech vyvíjel inbreeding za předpokladu, že by se management chovu ubíral cestou vzájemné spolupráce. Výpočtem se získalo celkem 1394 hodnot odhadu koeficientu F_x pro všechny potomky, kteří se mohou teoreticky narodit z páření 75 rodičů z celé populace. V případě spojení evropských a amerických chovů by průměrný F_x všech rodičů činil 2,95 % a odhad F_x pro následnou generaci potomků 3,289 %.

Společné chovy by pomohly oběma kontinentům. Evropa disponuje chovnou skupinou 48 jedinců (včetně zvířete s prozatím neurčeným pohlavím). Zde se ale budou rodit vysoce inbrední mláďata. Propojením chovu s Amerikou by se nárůst inbreedingu výrazně snížil zejména proto, že by mohla využít potenciál jedinců z volné přírody, umístěných v amerických chovech. Pro Ameriku, kde se na první pohled jeví situace optimističtější, je nevýhodná velmi malá chovná základna jen 29 zvířat (včetně jedince s neurčeným pohlavím). Nelze opomenout prozatím nevyužité hrabáče ve dvou japonských zoo, kteří jsou pro budoucí chov také velmi cenní.

TABULKA Č. 9: ODHAD INBREEDINGU PŘÍPADNÝCH POTOMKŮ V ŽIJÍCÍCH CHOVNÝCH SKUPINÁCH - EVROPA

ODHAD INBREEDINGU PŘÍPADNÝCH POTOMKŮ V RÁMCI CHOVNÝH SKUPIN V 18 EVROPSKÝCH ZOO (VČETNĚ ZO TBILISI)					
POČET	NÁZEV ZOO	ODHAD F _x PRO POTOMKY	AKTUÁLNÍ SITUACE CHOVNÉ SKUPINY	POČETNÍ STAVY	POZNÁMKA
1	Zoo Antverpy, Belgie	17,190 %	velmi riziková	1,2	
2	Zoo Randers, Dánsko	12,500 %	velmi riziková	1,1	
3	Zoo Budapešť, Maďarsko	0,000 %	optimální	1,1	
4	Zoo Győr, Maďarsko	0,000 %	optimální	1,1	
5	Zoo Arnhem, Nizozemsko	2,083 %	riziková	1,3	
6	Zoo Varšava, Polsko	0,000 %	optimální	2,0	chov bez samice
7	Zoo Madrid, Španělsko	0,000 %	optimální	0,2	chov bez samce
8	Biopark Valencie, Španělsko	0,000 %	optimální	1,1	
9	Zoo Berlín, Německo	20,837 %	nehorší v Evropě	3,1,1	
10	Zoo Frankfurt N./M., Německo	0,000 %	optimální	2,2	
11	Zoo Saarbrücken, Německo	3,130 %	riziková	1,1	
12	Zoo Praha, Česká republika	7,815 %	velmi riziková	1,2	
13	Zoo Chester, Británie	7,830 %	velmi riziková	1,1	
14	Zoo Colchester, Británie	8,333 %	velmi riziková	1,3	
15	Zoo Blackpool, Británie	12,500 %	druhá nejhorší	1,1	
16	Zoo Londýn, Británie	0,000 %	optimální	0,2	chov bez samce
17	Zoo Kessingland, Británie	6,250 %	velmi riziková	1,2	
18	Zoo Tbilisi, Gruzie (Asie)	0,000 %	optimální	1,1	

Z tabulky č. 9 je zřejmé, že nejhorší situace je v Zoo Berlín a Blackool, která je způsobena tím, že v chovu prozatím zůstali rodiče se svými potomky. Do budoucna by bylo vhodné je dle chovného plánu umístit do jiné zoo. Celkem v pěti zahradách je situace riziková a je nutné ji v nejbližší době řešit. V zahradách s individuálními chovy je nutné co nejdříve zajistit chovná zvířata do páru (viz příloha č. 17, tabulky č. 14 až 31).

TABULKA Č. 10: ODHAD INBREEDINGU PŘÍPADNÝCH POTOMKŮ V ŽIJÍCÍCH CHOVNÝCH SKUPINÁCH - AMERIKA

ODHAD CELKOVÉHO F _x (V %) PŘÍPADNÝCH POTOMKŮ V RÁMCI CHOVNÝCH SKUPIN VE 12 AMERICKÝCH ZOO					
POČET	NÁZEV ZOO	ODHAD F _x PRO POTOMKY	AKTUÁLNÍ SITUACE CHOVNÉ SKUPINY	POČETNÍ STAVY	POZNÁMKA
1	Busch Gardens Tampa Bay, Florida	12,500 %	velmi riziková	2,1,1	
2	Zoo Chicago Brookfield, Illinois	12,500 %	velmi riziková	3,1	
3	Zoo Lincoln Park, Chicago	0,000	optimální	0,1	chov bez samce
4	Zoo Cincinnati, Ohio	0,000	optimální	1,2	
5	Zoo Detroit, Miami	12,500 %	velmi riziková	1,2	
6	Zoo Honolulu, Havaj	0,000	optimální	1,1	
7	Zoo Memphis, Tennessee	0,000	optimální	1,1	
8	Zoo New York Bronx, New York	0,000	optimální	2,1	
9	Zoo Omaha, Nevada	0,000	optimální	1,1	
10	Zoo Philadelphia, Pensylvánie	0,000	optimální	1,1	
11	Zoo Rolling Hills, Kansas	0,000	optimální	1,1	
12	Zoo Tacoma, Washington	0,000	optimální	0,1	chov bez samce

Z tabulky č. 10 vyplývá, že riziková je situace v Zoo Tampa Bay, v Zoo Brookfield a Detroit. Zde také prozatím zůstali rodiče se svými potomky. Do budoucna by bylo vhodné je dle chovného plánu umístit do jiné zoo. V devíti zahradách je situace optimální, i když jen na krátkou dobu. V zahradách s individuálními chovy je nutné co nejdříve zajistit chovná zvířata do páru (viz příloha č. 18, tabulky č. 32 až 43).

6.3 DISKUZE KE TŘETÍMU CÍLI - DATABANKA, RODOKMENY, CHOVNÝ PLÁN

Třetí cíl byl řešen založením elektronické databanky a vytvořením dvou sad rodokmenů v tištěné i elektronické verzi. V první sadě jsou dvě velkoplošné genomapy s detailními příbuzenskými vazbami. V první mapě je soustředěno 217 jedinců z evropských chovů od počátku chovu do 31. 12. 2012. Jsou zde uvedeni všichni zakladatelé, následné generace, přímí i nepřímí potomci. Pro americké chovy byla vytvořena druhá genomapa pro 198 jedinců (1923 - 2012). V tištěné podobě slouží genomapy k rychlé vizuální orientaci v příbuzenských vazbách. Ve druhé sadě bylo sestaveno 30 rodokmenů pro všechny chovné páry či skupiny žijící v každé zoo k 31. 12. 2012. Pro 18 evropských zoo bylo vytvořeno 18 samostatných rodokmenů, pro 12 amerických zoo je k dispozici sada 12 samostatných rodokmenů. Chovný plán byl realizován v podobě velké finální tabulky se všemi hodnotami odhadu F_x pro 1394 možných potomků. S její pomocí lze snadno vybírat vhodné kombinace rodičovských párů. Na tomto místě nelze o problematice diskutovat s jinými autory, protože

se zde jedná o vytvoření praktických pokladů, potřebných pro následné vedení chovů. Nicméně základní údaje jsou v souladu s plemennými knihami (Gierhahn, 2010; Schoo, 2012; Tantillo, 2012).

7. ZÁVĚR

7.1 ZÁVĚRY K PROBLEMATICE PRVNÍHO CÍLE - ANALÝZA CHOVU

Z hlediska ochrany druhu je nutné chovy hrabáčů udržet v rámci záchranných chovných programů *ex situ* životaschopné, byť jsou jakkoli náročné a složité. Zoologové usilují o jejich rozšiřování, protože pro získání potřebných znalostí o biologii druhu, které nelze získat studiem volně žijících populací, jsou zoo v tomto případě jedinou možností, kde nabýt potřebných vědomostí, následně využitelných pro ochranu druhu *in situ*.

Výsledky analýzy potvrdily hypotézu, že je k dispozici malá chovatelská základna, že příbuzenská plemenitba je rozšířená v celosvětových chovech a má přímý dopad na úspěšnost chovu. U druhé hypotézy lze při odhadu vývoje světového chovu hrabáčů v nejbližších letech konstatovat, že je teoretický předpoklad udržet populaci hrabáčů v lidské péči po určitou dobu bez importu zvířat z volné přírody. Zásadní podmínkou pro budoucí zachování kvalitních chovů hrabáčů se zdravými reprodukce schopnými jedinci je však jednotně nastavený management chovu a trvalá spolupráce všech světových institucí, které tento druh chovají. Samostatně plánované chovy v rámci každého kontinentu jsou v současnosti již nereálné. Příkladem mohou být chovy bonobů *Pan paniscus*, které jsou již několik let řešeny právě formou vzájemné kooperace mezi kontinenty. Koordinátoři chovů vydali doporučení pro všechny zahrady, které mají hrabáče v chovu a jejichž zvířata se ještě nerozmnožila, aby provedli důslednou revizi, zda je u nich správně určené pohlaví. Doporučení se týkají zejména zoo s nově založenými chovy, kde ještě nemají dostatek zkušeností se správným rozlišením samců a samic, což je u hrabáčů velmi obtížné.

Na všech kontinentech by zahrady získaly možnost efektivnějšího využití genetického potenciálu nepříbuzných jedinců z dosud vzdálených chovů. Možností pro vzájemné výměny je více, což vyplývá z finální tabulky pro chovný plán. Je zřejmé, že ne vždy se chtějí chovatelé vzdát zvířat, která mají v chovu dlouhou dobu a ke kterým si vybudovali citové vazby, zejména tehdy, pokud je vychovali od mláďete. Také praktické řešení situace je organizačně velmi složité, je třeba však k situaci přistupovat zodpovědně, k čemuž také do jisté míry zavazuje členství v EAZA.

7.2 ZÁVĚRY K PROBLEMATICE DRUHÉHO CÍLE - ODHAD INBREEDINGU V CHOVECH

Z hlediska genetické variability se v případě hrabáčů jedná o velmi malou populaci, proto je zřejmé, že bez důsledného chovného plánu se v následujících generacích budou rodit inbreední jedinci, populační růst se z důvodu nízké porodnosti může zpomalit a vyústit až v zánik chovu.

Pro evropskou populaci by společný management vedl k citelnému snížení inbreedingu, pro americké chovy by propojení chovů znamenalo do budoucna dostupnost více chovných zvířat a efektivnější využití genetického potenciálu nepříbuzných jedinců. Za jeden z hlavních problémů v chovu hrabáčů na obou kontinentech lze na prvním místě považovat příliš malý počet rozmnožujících se zvířat a s tím související omezené možnosti výběru, i když se počty chovaných hrabáčů od počátků chovů (v Evropě i v Americe), pomalu navyšovaly. Příčinou může být skutečnost, že někteří jedinci žili dlouhou dobu v trvalých párech, čímž nebylo možné v případě neplodnosti jednoho z nich plně využít genetický a reprodukční potenciál druhého jedince z páru (Damen, 2004; Masopustová, 2007). Americké zahrady postavily strategii chovu na častějších přesunech jedinců mezi zahradami. Příkladem je samec A85, který se narodil v roce 1982 v Zoo San Antonio a do své smrti v roce 1995 v Zoo Cincinnati změnil 8x místo pobytu. I když byl v reprodukci velmi úspěšný, v důsledku se tato metoda projevila jako nepřilíš vhodná, protože po celé Americe se rodilo více v různé míře příbuzných potomků. Některé americké samice porodily velké množství mláďat. Je otázkou, zda 20 mláďat, která porodila jedna samice za celý svůj život, není příliš a zda by nebylo vhodnější volit spíše cestu plánované reprodukce. Mláďata byla v obavě ze zranění odebírána matkám a odchována záměrně v péči chovatelů. Evropa naopak zvolila spíše cestu zdokonalování stávajících chovů, což se v následujících letech potvrdilo jako vhodnější. Zatímco v Americe se do konce 90. let začal projevovat úbytek zvířat, Evropa si držela svůj standard a počty hrabáčů zde pomalu narůstaly, i když se zřejmými riziky.

7.3 ZÁVĚRY K PROBLEMATICE TŘETÍHO CÍLE - CHOVNÝ PLÁN

Chovatelé se jednoznačně shodují v názoru, že je nutné co nejrychleji nepříznivou situaci řešit (Masopustová et al., 2010a, 2010b; Gierhahn, 2010; Schoo, 2011; Tantillo, 2012). V této souvislosti také vydali všichni koordinátoři chovu (Gierhahn, 2010; Schoo, 2011; Tantillo, 2012) doporučení pro všechny zoo, které mají ve svých chovech dospělé hrabáče bez potomků, aby provedli důslednou revizi správného určení pohlaví těchto jedinců, což souvisí s nevýrazným pohlavním dimorfismem hrabáčů.

Výzva byla adresována také zahradám s nově založenými chovy, kde nemají ještě s touto problematikou potřebné zkušenosti. K řešení inbreedingu, rozšířeného v amerických i evropských chovech hrabáčů, existují teoreticky tři možnosti – pečlivě plánování samostatných dlouhodobých chovných plánů pro Evropu a Ameriku, výměna chovných jedinců mezi kontinenty nebo zajištění nepříbuzných jedinců z volné přírody.

V prvním případě se nabízí možnost setrvat u stávajícího systému odděleného plánování amerických a evropských chovů, který tímto způsobem probíhá již od počátků chovů hrabáčů. Avšak v horizontu několika let je pravděpodobné, že se na obou kontinentech při takto málopočetné populaci a vzhledem k malému počtu rozmnožujících se jedinců, nevyhnutelně projeví inbrední deprese. Na tom se shodli všichni koordinátoři chovů – Damen (2002, 2004, 2006), Gierhahn (2000, 2001, 2009, 2010), Schoo (2008, 2009, 2011) i Tantillo (2012).

Řešení, které nabízí druhá možnost, je navrhované nastavení dlouhodobých chovných plánů na základě propojeného managementu mezi oběma kontinenty.

Třetí možnost přichází v úvahu v případě, že by vzájemná výměna mezi evropskými a americkými zahradami byla neúčinná nebo pokud by nebyla prakticky uskutečnitelná. V tomto případě bude pro snížení inbreedingu bezpodmínečně nutné zajistit geneticky nepříbuzné jedince z volné přírody i za cenu případného poddruhového křížení. První zakladatelé linie evropských chovů pocházeli podle záznamů pravděpodobně nejvíce z Namibie. Zakladatelské linie v Americe mají původ v Namibii, v Ethiopii, nebo ve většině případů je u nich uvedeno místo původu pouze obecně Afrika nebo „původ neznámý“. Nová zvířata, která byla dovezena do Evropy a Ameriky po roce 2000, však mají většinou původ v Tanzanii a u některých není možné věrohodně doložit lokalitu jejich původního výskytu. Prozatím však nebylo rozdělení populace hrabáčů ve volné přírodě na deklarovaných 18 poddruhů podpořeno řádnými genetickými, anatomickými a fyziologickými výzkumy a nejnovější analýzy DNA 28 zvířat ze zoo, u kterých se poddruhové odlišnosti neprokázaly.

Poslední metodou, která by mohla být účinná, i když časově velmi náročná, by bylo založení genobanky a uchování alespoň zmražených spermií (Sonesson et al., 2002). Odběr vajíček by byl velmi těžko řešitelný a nereálný. Metoda konzervace spermatu nebyla prozatím u hrabáčů vůbec zkoušena a není k dispozici vhodné konzervační ředidlo. Nabízí se zde však prostor pro další výzkum. Osvětlení této problematiky a zdůvodnění nutnosti propojení chovů na obou kontinentech bylo hlavním cílem této práce, který byl provedenými analýzami potvrzen.

8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Adam, R. A. 1993. Aspects of the biology of the harvester termite *Trinervitermes trinervoides* (Sjostedt) (Isoptera:Termitidae). Ph.D. thesis. University of the Orange Free State, Bloemfontein. p. 226.

Adam, R. A., Mitschell, J. D., van der Westhuizen, M. C. 2008. Aspects of foraging in the harvester termite, *Trinervitermes trinervoides* (Sjöstedt) (Termitidae: Nasutitermitinae). African Entomology. 16 (2). 153-161.

Adams, J. 1985. The definition and interpretation of guild structure in ecological communities. Journal of Animal Ecology. 54. 43-59.

Allison, A. D. 1947. The structure of the stomach of the South African Aardvark. South African Journal of Science. 43. 204-209.

Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. 1998. Základy buněčné biologie. Espero Publishing, s. r. o. 2. vydání. 630 s. ISBN: 8090290620.

Andrewartha, H. G., Birch, L. C. 1974. The distribution and abundance of animals. Universita Chicago Press, Chicago. p. 782.

Andrews, C. W. 1896. On a Skull of *Orycteropus gaudryi* from Samos. Proceedings of the Zoological Society of London. 196-199.

Arnason, U., Gullberg, A., Janke, A. 1999. The mitochondrial DNA molecule of the Aardvark, *Orycteropus afer*, and the position of the Tubulidentata in the eutherian tree. Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences. 292. 339-345.

Arambourg, C. 1959. Vertébrés continentaux du Miocène supérieur de l'Afrique du Nord. Publications du Service de Carte Géologique, Algérie, n. s., Paléontologie. 4. 42-53.

Arambourg C., Piveteau, J. 1929. Les vertebres du Pontien de Salonique. Annatomy Paleontology, Paris, 18. 59-138.

Asher, R. J., Novacek, M. J., Geisler, J. H. 2003. Relationships of endemic African mammals and their fossil relatives based on morphological and molecular evidence, Journal of Mammalian Evolution. 10 (1/2). 131-194.

- Asher, R. J., Meng, J., Wible, J. R., McKenna, M. C., Rougier, G. W., Dashzeveg, D., Novacek, M. J. 2005.** Stem Lagomorpha and the antiquity of glires. *Science*. 307 (5712). 1091-1094.
- Baker, R. J., Bradley, R. D. 2006.** Speciation in mammals and the genetic species concept. *Journal of Mammology*. 87. 643-662.
- Ballowitz, E. 1912.** Die Spermien des Afrikanischen Erdferkels. *Jena*. XLII. 182-186.
- Beaumont, G. 1970.** Observations sur *Orycteropus gaudryi* Major (Mammalia, Tubulidentata). *Bulletin Sociologie vaud. Sci. Nature*. 70. 327-336.
- Beddard, F. E. 1909.** Notes on Tamandua and Orycteropus. *Proceedings of the Zoological Society of London*. 683-703.
- Benirschke, K., Wurster, D. H., Low, R. J., Atkin N. B. 1970.** Chromosome complement of aardvark, *Orycteropus afer*. *Chromosoma*. 31. 68-78.
- Bernard, R. T. F., Peinke, D. 1993.** Is the orientation of aardvark diggings into termitaria optimal? *Naturwissenschaften*. 80 (9). 422-424.
- Bigourdan, J. 1950.** Sur quelques caractères et habitudes de l' Oryctérope. *C. R. 1^{ière} Conf. Internat. Africanistes de l' Ouest, Dakar*. 1. 181-185.
- Bininda-Emonds O. R. P, Cardillo, M, Jones K. E, MacPhee, R. D. E, Beck, D. M. D., Grenyer, F., Price, S. A., Vos, R. A., Gittleman, J. L., Purvis, A. 2007.** The delayed rise of presentday mammals. *Natur.*, 446.507-512.
- Bisselink, A. 1992.** Aardvarkens in Burgers' Zoo. *Harpij*. 11 (3). 3-7.
- Bradley, R. D., Baker, R. J. 2001.** A test of the Genetic Species Concept: cytochrome b sequences and mammals. *Journal of Mammology*. 82. 960-973.
- Broom, R. 1909a.** On the Milk Dentition of *Orycteropus*. *Anatomy South Africa Museum*. 5 (7). 381-384.

- Broom, R. 1909b.** On the organ of Jacobson in *Orycteropus*. Proceedings of the Zoological Society of London. 680-683.
- Brown, R. E. 1985.** The primitive ungulates: orders Tubulidentata, Proboscidae and Hyracoidea. In: Brown, R. E., MacDonald, D. W. (eds.). Social odours in Mammals. Clarendon Press, Oxford. 1. 235-244.
- Burton, M., Burton, R. 1976.** Encyklopedia of the Animal Kingdom. BPC Publishing Company. London. p. 476. ISBN: 0706404564.
- Buys, D., Keogh, H. J. 1984.** Notes on the microstructure of hair of the Orycteropodidae, Elephantidae, Equidae, Suidae and Giraffidae. South African Journal of Wildlife Research. 14 (4). 111-119.
- Caballero A., Santiago E., Toro M. A. 1996.** Systems of mating to reduce inbreeding in selected populations. Animal Science 62. 431-442.
- Carpaneto, G. M. Germi, F. P. 1989.** The mammals in the Zoological culture of the Mbuti pygmies in north-eastern Zaire. Hystrix – Italian Journal of Mammalogy. 1. 1-83.
- Cilliers, S. 2002.** The ecological importance of the armadillo. Afrotherian Conservation: Newsletter of the IUCN/SSC Afrotheria Specialist Group. 1. 1-15.
- Clark, W. 1951.** Ecological life history of the armadillo in the eastern plateau region. American Midland Naturalist. 46. 337-358.
- Coaton, W. G. H. 1948.** *Trinervitermes* Species – the Snouted Harvested Termites. Bulletin. Dep. agric. South Africa. 1. 19.
- Colbert, E. H. 1933.** The presence of tubulidentates in the Middle Siwalik Beds of northern India. American Museum Novitates. 604. 1-10.
- Colbert E. H. 1941.** A study of *Orycteropus gaudryi* from the island of Samos. Bulletin of the American Museum of Natural History. 78. 305–351.
- Cuvier, G. [Baron]. 1817.** Le règne animal distribué d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée. vol. 1. Les mammifères. Deterville, Paris. p.540.

- Damen, M. 2002.** European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*. 2nd ed., Burger's Zoo, Arnhem, The Netherlands.
- Damen, M. 2004.** European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*. 2nd ed., Burger's Zoo, Arnhem, The Netherlands.
- Damen, M. 2006.** European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*. 2nd ed., Burger's Zoo, Arnhem, The Netherlands.
- Daniels, C. 1984.** Some aspects of habitat utilization and feeding ecology of the aardvark *Orycteropus afer*. B.Sc. (Hons) thesis. University of Natal, Pietermaritzburg. p.71.
- Daniels, C., Melton, D. A. 1985.** Feeding ecology of the Aardvark, *Orycteropus afer*, in the Umgeni Valley, Natal, South Africa. South African Journal of Wildlife Research. 81 (11).
- Dean, W. R. J., Siegfried. W. R. 1991.** Orientation of Diggings of the Aardvark. Journal of mammology. 72 (4). 823–824.
- Dean, W. R. J., Milton, S. J. 1991.** Disturbances in semi-arid shrubland and arid grassland in the Karoo, South Africa: mammal diggings as germination sites. African Journal of Ecology, 29 (1). 11-16.
- Dean, W. R. J., Milton, S. J. 1995.** Plant and invertebrate assemblages on old fields in the arid southern Karoo, South Africa. African Journal of Ecology. 33. 1-13.
- DeBonis L, Bouvrain G, Geraads, D, Koufos G. D, Sen S. 1994.** The first aardvarks (Mammalia) from the late Miocene of Macedonia, Greece. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen. 194. 343–360.
- de Jong, W. W., Zweers, A., Goodman, M. 1981.** Relationship of aardvark to elephants, hyraxes and sea cows from alpha-crystallin sequences. Nature. 292. 538-540.
- Dene, H. M., Goodman, M., Walz, D. E., Romero – Herrera A. E. 1983.** The phylogenetic position of aardvark *Orycteropus afer* as suggested by its myoglobin. Hoppe Seyler's Zeitschrift für Physiologische Chemie. 1585-1596.

- Dugen, S., Hoernle, K., van den Bogaard, P., Rüpke, L., Morgan, J. P. 2003.** Deep roots of the Messinian salinity crisis. *Nature*. 422. 602-605.
- Dulaney, M. 1987.** A mother-reared second – captive – generation Aardvark *Orycteropus afer* at the Cincinnati Zoo. *International Zoo Yearbook*. The Zoological Society of London. 26. 280-285.
- Duvernoy, M. 1853.** Mémoire sur les Oryctéropes du Cap, etc. *Annatomie des Science Nature Zoologie*, Paris. 3 (19). 181-203.
- Edwards, A., Civitello, A., Hammond, H. A., Caskey, C. T. 1991.** DNA typing and genetic mapping with trimeric and tetrameric tandem repeats. *American Journal of Human Genetic*. 49. 746-56.
- Engelbrecht, H. (editor). 1999.** Kgalagadi Transfrontier Park. Travel Guide. South African National Parks.
- Endo, H., Sakai, T., Itou, T., Koie, H., Kimura, J., Sasaki, M., Stafford, B. J., Yamamoto, M., Arishima, K. 2002.** Functional morphology of the forelimb muscles in an aardvark. *Mammal Study*. Mammalogical Society of Japan. 27. 121-125.
- Eugworth, F. H. 1924.** On the masticatory, intermandibular, and hyoid muscles of *Orycteropus capensis*. *Journal of Anatomy*. 58. 134-139.
- Fejfar, O., Major, P. 2005.** Zaniklá sláva savců. Akademie věd České republiky. 1. vydání. 278 s. ISBN: 802001361X.
- Flegr, J. 2005.** Evoluční biologie. Akademie věd České republiky. 2. vydání. 569 s. ISBN: 9788020017673.
- Fitzsimons, F. W. 1920.** The natural history of South Africa. Longman Group Co., London, 4. 1-271.
- Fox, C. V., Reed, D. H. 2010.** Inbreeding depression increase with environmental stress: an experimental study and meta-analysis. *Evolution*. 65(1). 246-258.
- Filhol, M. H. 1895.** Observations concernant les mammifères contemporains à Aepyornis à Madagascar. *Bulletin du Museum d'Histoire Naturelle*, Paris. 1. 2–14.

- Flower, S. S. 1931.** Contributions to our knowledge of the duration of life in vertebrate animals. 5 Mammals. Proceedings of the Zoological Society. London. 145-234.
- Fossati, L. 1937.** Abitudini dell' Orriteropo d'Eritrea (*Orycteropus afer aethiopicus*). Natura. 28. 16-23.
- Frame, L. H., Frame, M. E. 1981.** Female African wild dogs emigrate. Nature. 263. 227-229.
- Frankham, R., Ballou, J. D., Briscoe, D. A. 2010.** Introduction to Conservation Genetics. Cambridge University Press. p. 618. ISBN:9780521702713.
- Frankel, O. H., Soulé, M. E. 1981.** Conservation and evolution. Cambridge University. Press. Cambridge. 327.
- Frick, H. 1951.** Über die Trigeminusmuskulatur und die tiefe Facialismuskulatur von *Orycteropus aethiopicus*. Zeits. Anatomy Entwickl. 116. 202-217.
- Frick, H. 1956.** Zur Taxonomie der Tubulidentata. Säugetierkl. Mit. 4:15-17.
- Gabuniya, L. K. 1956.** On the remains of the fossil *Orycteropus* sp. in mid-Miocene Belomechet deposits in northern Caucasus. C. R. Acad. Sci. Azerbaidjan S.S.R.. 12. 203-206.
- Galton, J. C. 1869.** The myology of the upper and lower extremities of *Orycteropus capensis*. Transactions of the Linnean Society of London. 26. 567-608.
- Gazin, C. L. 1952.** The Lower Eocene Knight Formation of western Wyoming and its mammalian faunas. Smithsonian Institution, Miscellaneous Collections, Washington, D. C. 117 (18). 1-82.
- Geoffroy, C. 1796.** Extrait du mémoire sur le *Myrmecophaga Capensis*. Gmelin. Bulletin Sciences Société Philomatuque, Paris. 1. 102-103.
- Geoffroy St Hilaire, E. 1796.** Extrait d'un mémoire sur le *Myrmecophaga capensis*. Gmelin, 1788. Bulletin de la Société Philomatique, Paris 50:1-2.
- GenoPro © 2007.** Version 2.0.0.4. Software.
- Gierhahn, D. 2000.** North American Regional Studbook. Aardvark *Orycteropus afer*. 3rd ed., Chicago Zoological Society. Brookfield Zoo. p.40.

- Gierhahn, D. 2001.** North American Regional Studbook. Aardvark *Orycteropus afer*. 3rd ed., Chicago Zoological Society. Brookfield Zoo. p.13.
- Gierhahn, D. 2009.** North American Regional Studbook. Aardvark *Orycteropus afer*. 5th ed., Chicago Zoological Society. Brookfield Zoo. p.13.
- Gierhahn, D. 2010.** North American Regional Studbook. Aardvark *Orycteropus afer*. 6th ed., Chicago Zoological Society. Brookfield Zoo. p.38.
- Gewalt, W. 1982.** Über einige seltenere Nachzuchten im Zoo Duisburg, 3. Erdferkel *Orycteropus afer*. Zoologische Garden N. F. 52. 5/6. 321-341.
- Gheerbrant, E., Rose, K. D., Godinot, M. 2005.** First palaeoanodont (?pholidotan) mammal from the Eocene of Europe. Acta Palaeontologica Polonica. 50 (2). 209-218.
- Graphodatsky, A. S. 2006.** Comparative Chromosomics. Molecular Biology. 41 (3). 361-375.
- Graur, D. 1993.** Molecular phylogeny and higher classification of eutherian mammals. Trends Ecol. Evolution. 8. 141-147.
- Grote, H. 1921.** Neue Erdferkel (*Orycteropus*) aus Deutsch Ostafrika und Kamerun. Archiv für Naturgesellschaft. Sect. A, pt. 7 (87). 121–127.
- Goldman, C. A. 1986.** A review of the management of the Aardvark in captivity. International Zoo Yearbook. 24/25. 286-294.
- Gray, J. E. 1821.** On the natural arrangement of vertebrate animals. London Medical Repository. XV. 296–310.
- Gould, E., McKay, G. (editors). 2002.** Enzyklopädie der Tierwelt. Säugetiere. Orbis Verlag, Munich.
- Grzimek, B. (editor). 2000.** Grzimeks Tierleben. Enzyklopädie des Tierreichs in 13 Bänden. Weltbild Verlag. 10–13. (1–4).
- Haltenorth, T., Diller, H. 1977.** A field guide to the mammals of Africa including Madagascar. Translation from German by R. W. Hayman for Collins, London. p. 400.
- Hardy, G. H. 1908.** Mendelian proportions in a mixed population. Science. 28. 49-50.

- Hatt, R. T. 1932.** The aardvark of the Haut-Uele. American Museum Novitates. 535.1–2.
- Hatt, R. T. 1934.** The pangolins and aard-varks collected by the American Museum Congo expedition. Bulletin American Museum Natural History. 5 (66). 643–671.
- Hauber, K. 1995.** Hand-rearing *Orycteropus afer* at the Philadelphia Zoo. Animal Keepers' Forum. 22 (9). 378-384.
- Helbing, H. 1933.** Ein Orycteropus-Fund aus dem Unteren Pliocaen des Roussillon. Eclogae Geologicae Helvetiae. 26.256–267.
- Helmcke, J. G., Starck, D., Wermuth, H. (editors). 1969.** Handbuch der Zoologie. Eine Naturgeschichte der Stämme des Tierreiches. Stammesgeschichte der Säugetiere (einschließlich der Hominiden). Walter de Gruyter & Co., Berlin. 8 (2).
- Heuser, P. 1913.** Über die Entwicklung des Milchzahngebisses des afrikanischen Erdferkels. Zeitschrift wissenschaftliche Zoologie, Leipzig. 104. 622–691.
- Heuvelmans, B. 1939.** Le problème de la dentition de l'Oryctérope. Bull. Mus. roy. History National Belgium, Bruxelles. 40. 1–30.
- Hirst, A. S. 1906.** A new species of *Orycteropus*. Annales and Magazine of Natural History ser. 7 (17). 383–384.
- Holroyd, P. A, Mussel, J. C. 2005.** Macroscelidae and Tubulidentata. In: Rose KD, Archibald JD, eds. Placental Mammals: origins and relationships of the major clades. Baltimore: JohnHopkins University Press. 71–83.
- Howard, D., Goodman, M. 1983.** The Phylogenetic Position of Aardvark *Orycteropus afer* as Suggested by its Myoglobin. Hoppe-Seyler's Zoology Physiological Chemistry. p. 364.
- Humphrey, G. M. 1869.** On the myology of *Orycteropus capensis* and *Phoca communis*. Journal of Anatomy and Physiology. 2nd ser. vol. II.
- Hunt, R. M. Korth, W. W. 1980.** The auditory region of Dermoptera: morphology and function relative to other mammals. Journal of Morphology. 164. 167-211.
- Huxley, T. H. 1872.** A manual of the anatomy of vertebrated animals. New York. D. Appleton and Company.

- Jakubec, V., Louda, F., Bezdíček, J. 2012.** Šlechtění a management genetických zdrojů zvířat. 1. vydání. Agrovýzkum Rapotín s.r.o.. 410 s. ISBN: 9788087592106.
- Jacobi, E. F. 1972.** Raising aardvark (*Orycteropus afer* Pallas) in Amsterdam Zoo. Zoological Garden N. F., Leipzig. 41 (5). 209-214.
- Jäger, H. F. 1837.** Anatomische Untersuchung des *Orycteropus acapensis*. Inaug.-Diss., Stuttgart: Carl Erhard. 1-22.
- Jepsen, G. L. 1932.** *Tubulodon taylori*, a Wind River Eocene tubulidentate from Wyoming. Proceedings American Philosophical Society, Philadelphia. 71. 255–274.
- Jones, C. 1984.** Tubulidentates, proboscideans and hyracoideans. pp. 523-535 in Anderson, S., Jones, Jr. J. K. (editor). Orders and Families of Recent Mammals of the World. John Wiley and Sons, New York. xii-686.
- Kostopoulos, D. S, Sen, S, Koufos, G. D. 2003.** Magnetostratigraphy and revised chronology of the late Miocene mammal localities of Samos, Greece. International Journal of Earth Sciences. 92. 779–794.
- Kalthoff, D. C., Rose, K. D., von Koenigswald, W. 2011.** Dental microstructure in Palaeonodon and Tubulodon (Palaeonodonta) and bioerosional tunneling as a widespread phenomenon in fossil mammal teeth. Journal of Vertebrate Paleontology. 31 (6). 1303-1313.
- Kingdom, J. 1971.** East African Mammals, An atlas of evolution in Africa. Academic Press, London.
- Kingdom, J. 1997.** The Kingdom Field Guide to African Mammals. Academic Press. London – San Diego. (stránky neuvedeny).
- Kisling V., Sampsell, R. N. jr. 1976.** Aardvark diets and milk composition. Zoo Miami. International Zoo Yearbook. 16. 164–165.
- Kitching, J. W. 1963.** A fossil *Orycteropus* from the Limeworks Quarry, Makapansgat, Potgietersrus. Paleont. afric. Johannesburg. 8. 119–121.

- Kleiman, D. G., Thompson, K. V., Baer, Ch. K. (editors). 2010.** Wild Mammals in Captivity. Principles and Techniques for Zoo Management. 2nd ed. The University of Chicago press. p. 569. ISBN: 9780226440095.
- Knöthig, J., Storch, V., Braunbeck, T. 2005.** Biology of the Aardvark *Orycteropus afer*. Diplomarbeit. Institut für Zoologie der Universität Heidelberg. p. 218.
- Kristersen, T. N., Dahlgaard, J., Loeschcke, V. 2003.** Effects of inbreeding and environmental stress on fitness – using *Drosophila buzzatii* as a model organism. Conservation Genetics. 4 (4). 453-465.
- Krumbiegel, J. 1934.** Sinneshaare beim Erdferkel. Zoologischer Anzeiger. 107 (193).
- La Baume, W. 1943.** Le *Plesiorcyteropus madagascariensis*. Bulletin de l'Académie malgache, Tananarive. 25 (25).
- Lasley, B. L. 1977.** Assignment of sex in newborn aardvarks. International Zoo Yearbook. Research Department Zoological Society of San Diego. 17. 211-212.
- Lamberton, C. 1946.** Contribution à la connaissance de la faune subfossile de Madagascar – Note XV – Le *Plesiorcyteropus madagascariensis* Filhol. Bulletin de l'Académie malgache, Tananarive. 25. 25–53.
- Leakey, M. G. 1987.** Fossil aardvarks from the Laetolil Beds. pp. 297-300 in M. D. Leakey and J. M. Harris (eds.), Laetoli, a Pliocene site in Northern Tanzania. Clarendon Press, Oxford.
- Leberg, P. L., Firmin, B. D. 2008.** Role of inbreeding depression and purging in captive breeding and restoration programmes. Molecular Ecology. 17 (1). 334-343.
- Le Gros Clark, W. E., Sonntag, C. F. 1926.** A Monograph of *Orycteropus afer*. III. The skull, skeleton of the trunk and limbs. Proceedings of the Zoological Society. London. 6 (III). 445-485.
- Lehmann, T. 2004.** Fossil aardvark (*Orycteropus*) from Swartkrans Cave, South Africa. South African Journal of Science. 100. 311-314.
- Lehmann, T. 2006a.** The biodiversity of the Tubulidentata over Geological time. Afrotherian Conservation. 4. 6–11.

- Lehmann, T. 2006b.** Langebaanweg aardvarks: phylogenetic and palaeobiogeographical implications. *African Natural History*. 2. 187–188.
- Lehmann T. 2007.** Amended taxonomy of the order Tubulidentata (Mammalia, Eutheria). *Annals of the Transvaal Museum*, 44. 179–196.
- Lehmann T. 2008a.** Tubulidentata. In: Haile-Selassier Y, Woldegabriel G, eds. *Ardipithecus kadabba*. Berkeley: University of California Press. 517–520.
- Lehmann T. 2008b.** Plio-Pleistocene aardvarks (Mammalia, Tubulidentata) from East Africa. *Fossil Records*. 11. 67–81.
- Lehmann, T. 2009.** Phylogeny and systematics of the Orycteropodidae (Mammalia, Tubulidentata). *Zoological Journal of the Linnean Society*. 155 (7). 649–702.
- Lehmann, T., Vignaud, P., Mackaye, H. T, Brunet, M. 2004.** A fossil aardvark (Mammalia, Tubulidentata) from the lower Pliocene of Chad. *Journal of African Earth Science*. 100. 201-217.
- Lehmann T, Vignaud P, Mackaye HT, Brunet M. 2005.** A new species of Orycteropodidae (Mammalia, Tubulidentata) in the Mio-Pliocene of Northern Chad. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 143 (1). 109–131.
- Lehmann T, Vignaud P, Likius A, Mackaye HT, Brunet M. 2006.** A sub-complete fossil aardvark (Mammalia, Tubulidentata) from the Upper Miocene of Chad. *Comptes Rendus Palevol*. 5. 693–703.
- Lesson, R. P. 1840.** Observations Zoologiques. *Revue Zoologique par la Société Cuvierienne*. 3. 225–227.
- Lewis, G. E. 1938.** A skull of *Orycteropus pilgrimi*. *American Journal of Science*, New York. 36 (5). 401-405.
- Linnaeus, C. 1758.** *Systema Naturae per Regna tria Naturae, secundum Classes, Ordines, Genera, Species cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis*. Edition decimal reformata. Vol. 1. Holmiae, Impensis direct. Apud Laurentii Salvii, Stockholm. 1: 69. p. 824.
- Lindsey, A. P. 1999.** The feeding ecology and habitat use of the aardvark *Orycteropus afer*. Unpublished MSc thesis. University of Pretoria, Pretoria.

- Lindsey, P. A., Skinner, J. D. 2001.** Ant composition and activity patterns as determined by pitfall trapping and other methods in three habitats in the semi-arid Karoo. *Journal of Arid Environments*. 48. 551–568.
- Litt, M., Luty, J. A. 1989.** A hypervariable microsatellite revealed by in vitro amplification of a dinucleotide repeat within the cardiac muscle actin gene. *American Journal of Human Genetics*. 44. 397-401.
- Le Gros Clark W. E, Sonntag C. F. 1926.** A monograph of *Orycteropus afer*. – III. The skull. The skeleton of the trunk and limbs. *Proceedings of the Zoological Society, London*. 30. 445–485; 331–437; 1185–1235.
- Lydekker, R. 1908.** The game animals of Africa. London: 2nd ed. London. Rowland Ward, Limited.
- Lydekker, R. 1926.** The game animals of Africa. Rowland Ward.
- Lönnberg, E. 1906.** On a new *Orycteropus* from the Northern Congo, and remarks on the dentition of the Tubulidentata. *Arkiv. fir Zool. k. Svensk. Veterinary Akademia Stockholm*, III(3). 1–35.
- MacInnes, D. G. 1956.** Fossil Tubulidentata from East Africa. *Fossil Mammals of Africa*. British Museum (Natural History), London. 10. 1–38.
- MacPhee R. D. E. 1994.** Morphology, adaptations, and relationships of *Plesiorycteropus*, and a diagnosis of a new order of eutherian mammals. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 220. 1 – 214.
- Madsen, O., Deen, P. M. T., Pesole, G., Saccone, C., deJong, W. W. 1997.** Molecular evolution of mammalian aquaporin-2: Further evidence that elephant shrew and aardvark join the paenungulate clade. *Molecular Biology and Evolution*. 14. 363-371.
- Major, F. 1888.** Sur un gisement d'ossements fossiles dans l'île de Samos, contemporains de l'âge de Pikermi. *Compte Rendu de l'Académie des Sciences de Paris*. 117. 1178 – 1181.
- Major, C. J. F. 1893.** Tooth of antbear (*Orycteropus*) from the Upper Miocene of Maragha (Persia). *Proceedings of the Zoological Society of London*. 239–240.

- Masopustová, R. 2007.** Analýza chovu hrabáče kapského *Orycteropus afer* v zoologických zahradách – problematika inbreedingu v evropských chovech a možnosti jeho eliminace. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů. Praha. 187 s.
- Masopustová, R., Masopust J. 1990.** Odchov hrabáče kapského v Zoo Praha. Gazela Zoo Praha, 17. 93–104.
- Masopustová, R., Masopust, J., Kotrbáčková, Š. 1995.** Druhý úspěšný odchov hrabáče v pražské Zoo. Gazela Zoo Praha. 22. 67–75.
- Masopustová, R., Masopust, J., Kůs, E. 1992.** The first Czechoslovak rearing of Aardvark *Orycteropus afer* at Prague Zoo. Ziva. 40 (4). 184-186.
- Masopustová, R., Jebavý, L., Čapková, Z., Andrejsová, L. 2010a.** Zjištění koeficientu inbreedingu Fx v evropském chovu hrabáče *Orycteropus afer*. Determine the coefficient of inbreeding in the European breeding Fx *Orycteropus afer* aardvark. Zoologické dny Praha 2010. Ústav biologie obratlovců AV ČR. 148-149. ISBN: 9788087189078.
- Masopustová, R., Vostrý, L., Andrejsová, L., Čapková, Z. 2010b.** Inbreeding Calculation in the European Breeding Aardvark *Orycteropus afer* (Pallas, 1766) 2010. Book of Abstracts of XXIV th Genetic Days 2010 - "Functional genomics and proteomics for sustainable agriculture. Mendel University in Brno. 29-29. ISBN: 9788073754235. Publikovaná přednáška.
- Matschie, P. 1898.** Aus der Säugetierwelt der mittleren Hochländer Deutsch-Ost-Afrikas. In: Werther CW, ed. Die mittleren Hochländer des Nördlichen Deutsch-Ost-Afrikas. Berlin: Hermann Patet Verlag. 205–267.
- Matschie, P. 1900.** Einige Säugetiere aus dem Hinterlande von Kamerun. Gesellschaft naturforschender Freunde, Berlin. 3. 87–138.
- McKenna, M. C., Bell. S. K. 1998.** Classification of Mammals. Above the Species Level. Columbia University Press. New York. p. 631. ISBN: 023111012X.
- McNab, B. K. 1984.** Physiological convergence amongst ant-eating and termite-eating mammals. Journal of Zoology, London. 203. 485–510.

- Meester, 1971.** Order Tubulidentata. Part. 10. pp. 1-2. in the The mammals of Africa: identification manual (J. Meester and H. W. Setzer, eds.). Smithsonian Inst. Press, Washington. 15 parts (pages individually).
- Melton, D. A. 1976.** The biology of aardvark (Tubulidentata: Orycteropidae). *Mammal Review*. 6 (2). 75-88.
- Melton, D. A, Daniels, C. 1986.** A note on the ecology of the aardvark, *Orycteropus afer*. *South African Journal of Wildlife Research*. 16 (3). 112–114.
- Milledge, S. A. H. 2003.** Fossil Aardvarks from the Lothagam Beds. Pp. 303-308 in J.M. Harris and M.G. Leakey (eds.), *Lothagam – The Dawn of Humanity in Eastern Africa*. Columbia University Press, New York.
- Mills, G., Hes, L. (editors). 2000.** *Säugetiere des Südlichen Afrikas. Eine illustrierte Enzyklopädie*. Könemann Verlagsgesellschaft mbH.
- Milton, S. J. Dean, W. R. J. 2001.** Seeds dispersed in dung of insectivores and herbivores in semi-arid southern Africa. *Journal of Arid environments*, 47:465-483.
- Milton, S. J. Dean, W. R. J. 2004.** Adaptations in desert organisms: even the bad times may be good. *South African Journal of Science*. 100. 405-407.
- Miyamoto, M. M., Goodman, M. 1986.** Biomolecular systematics of eutherian mammals: phylogenetic patterns and classification. *Systematic Zoology*. 35. 230-240.
- Murphy, W. J., Pringle, T. H., Crider, T. A., Springer, M. S., Miller, W. 2007.** Using genomic data to unravel the root of the placental phylogeny. *Genome Research*. 17. 413–421.
- Mutlow, A. G., Mutlow, H. 2008.** Caesarian Section and Neonatal Care in the Aardvark (*Orycteropus afer*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 39(2). 260-262.
- Nowak, R. M. 1991.** *Walker's Mammals of the World*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London. 1629 p. ISBN: 080183970X.

- Nowak, R. M. 1999.** Order Tubulidentata. Pages 1048-1049 in: Walker's Mammals of the World. Sixth Edition. vol. II. (R. M. Nowak). Johns Hopkins University Press, Baltimore. p. 1936. ISBN: 987654321.
- Oldfield, T. 1890.** A Milk dentition in *Orycteropus*. Proc. Roy. Soc., XLVII. 246-248.
- Ozansoy, F. 1965.** Etude des Gisements Continentaux et des Mammifères du Cénozoïque de Turquie. Mémoires de la Société Géologique de France. 102. 1–92.
- Pallas, P. S. 1766.** Miscellanea Zoologica. A. P. Van Cleef. La Haye. p. 224.
- Pallas, P. S. 1780.** Observationes circa Myrmecophagam africanam et Didelphidis novam speciem orientalem, e litteris celeberrimi Petri Camper excerptae et illustratae. Acta Academiae scientiarum imperialis Petropolitanae pro anno 1777. p. 225. pars posterior, Petropoli.
- Pardini, A. T. O'Brien, P. C. M, Fu, B., Bonde, R. K., Elder, F. F. B., Ferguson-Smith, M. A., Yang, F., Robinson, T. J. 2007.** Chromosome painting among Proboscidea, Hyracoidea and Sirenia: support for Paenungulata (Afrotheria, Mammalia) but not Tethytheria. Proc. R. Soc. Biol. 274. 1333–1340.
- Pathak, S., Shirle, L., Johnson, M. L. 1980.** The chromosome-banding patterns of the aardvark *Orycteropus afer* (Tubulidentata, Orycteropidae). Experienti. 36 (5). 547-548.
- Patterson, B. 1975.** The fossil Aardvarks (Mammalia: Tubulidentata). Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge. 147 (5). 185-237.
- Patterson, B. 1978.** Pholidota and Tubulidentata. Evolution of African Mammals. eds. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 268-278.
- Pavlova, M. V. 1915.** Mammifères tertiaires de la Nouvelle Russie. Nouveaux Mémoires de la Société des Naturalistes. Moscou. XVII. 45–46.
- Pages, E. 1970.** Sur l'ecologie et les adaptations de l'oryxterope et les pangolins sympatrique du Gabon. Biologia Gabonic. 6. 27-92.
- Perry, J. S. 1974.** Implantation fetal membranes and early placentation of the African elephant, *Loxodonta africana*. Philos. Trans. Royal Soc. London, ser. B. (Biol. Sci.), 269:109-135.

- Pickford, M. 1975.** New fossil Orycteropodidae (Mammalia, Tubulidentata) from East Africa. *Orycteropus minutus* new species and *Orycteropus chemeldoi* new species. *Netherlands Journal of Zoology*. 25(1). 57–88.
- Pickford, M. 1978.** New evidence concerning the fossil Aardvarks (Mammalia, Tubulidentata) of Pakistan. *Tertiary Research*. 2. 39–44.
- Pickford, M. 1996.** Tubulidentata (Mammalia) from the middle and upper Miocene of southern Namibia. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Serie II Fascicule A-Sciences de la Terre et des Planetes*. 322. 805-810.
- Pickford, M. 2003.** Minute species of *Orycteropus* from the early Middle Miocene at Arrisdrift, Namibia. *Memoir of the Geological Survey of Namibia*. 19. 195–198.
- Pickford, M. 2004.** Southern Africa: a cradle of evolution. *South African Journal of Science*. 100. 205–214.
- Pickford, M. 2005.** *Orycteropus* (Tubulidentata, Mammalia) from Langebaanweg and Baard's Quarry, Early Pliocene of South Africa. *Comptes Rendus Palevol.*, 4:715–726.
- Pickford, M., Andrews P. 1981.** The Tinderet Miocene sequence in Kenya. *Journal of Human Evolution*. 10. 1–33.
- Pohlová, L., Schepsky, P., Lehmann, T., Hochkirch, A., Masopustová, R., Simek, J., Schö, W., Vodička, R., Robovský, J. 2014.** Defining management units for European captive aardvarks. *Zoo Biology*. (in press, 23 pp.).
- Pocock, R. I. 1925.** Some external characters of *Orycteropus afer*. *Proceedings of the Zoological Society of London*. 1924. 697-706.
- Pomeroy, D. E. 1989.** Studies on a two species population of termites in Kenya (Isoptera). *Sociology*. 15 (2). 219-236.
- Rahm, U. 1961.** Das Verhalten der Erdferkel (Tubulidentata). In Helmcke, J. G. H., Lengerken H. V., Starck, D. (editors). *Handbuch der Zoologie. Eine Naturgeschichte der Stämme des Tierreiches*. Walter de Gruyter & Co. Berlin. VIII. 10 (23). 1–8.

- Rahm, U. 1972.** Aardvarks. Pp. 473-477: in Grzimek's animal life encyclopedia (B. Grzimek, ed.). Van Nostrand Reinhold, New York. 22. 1-657.
- Rahm, U., Parker, S. (editors) 1990.** Grzimek's encyclopedia of mammals. 4th ed. Parker, S. (Ed.), McGraw-Hill, New York.
- Rautenbach, I. L. 1978.** Mammals of the Transvaal. Unpublished D.Phil. thesis, University of Natal, Pietermaritzburg.
- Redford, K. H. 1983.** Mammalian myrmecophagy: feeding, foraging and food preference. Ph.D. thesis, Harvard University, Cambridge, MA. p. 299.
- Rilling, G. 1977.** Predation on the Aardvark. EANHS Buletin. 1977. 11.
- Roberts, A. 1951.** The mammals of South Africa. Trustees of "The mammals of South Africa" Book Fund, Johannesburg. p. 700.
- Robovský J., 2005.** Chudozubí savci – tvrdý oříšek savčí fylogeneze. Živa LIII(6). 277-280.
- Roček, Z. 2002.** Historie obratlovců. Academia, nakladatelství Akademie věd České republiky. Praha. 512 s. ISBN: 8020008586.
- Robinson T. J., Seiffert E. R. 2004.** Afrotherian origins and interrelationships: new views and future prospects. Current Topics in Developmental Biology. 63. 37-60.
- Robinson, T. J., Fu, B., Ferguson-Smith M. A., Yang, F. 2004.** Cross-species chromosome painting in the golden mole and elephant-shrew: Support for the mammalian clades Afrotheria and Afroinsectiphilia but not Afroinsectivora. Proceedings of the Zoological Society of London. 271. 1477–1484.
- Romer, A. S. 1938.** Mammalian remains from some Paleolithic stations in Algeria. Logan Museum Bulletin. 165–184.
- Rook, L., Masini, F. 1994.** *Orycteropus af. gaudryi* (Mammalia, Tubulidentata) from the late Messinian of the Monticino Quarry (Faenza, Italy). Bullettino dellà Società Paleontologica Italiana. 369–374.

- Rose, K. D., Lukas. S. G. 2000.** An Early Paleocene Palaeonodont (Mammalia, ?Pholidota) from New Mexico, and the Origin of Palaeonodonta. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 20 (1). 139-156.
- Rothschild, W. 1907.** On a new race of *Orycteropus*. *Novitates Zoologicae*, Tring. 14. 506.
- Rothschild, W. 1927.** Description of a new race of Aardvarks (*Orycteropus afer kordofanicus*). *Annals and Magazine of Natural History*. 9 (19). 512.
- Sambrook, J., Maniatis, T., Fritsch, E. F. 1989.** *Molecular cloning. A laboratory manual*.vol.2. Cold Spring Harbour Laboratory Press.
- Sampsell R. 1969.** Hand rearing an aardvark at Crandon Park Zoo. Miami. *International Zoo Yearbook*. The Zoological Society of London. 9. 97–99.
- SAS/STAT®. 2010.** 9.3 User´s Guide. Cary,NC. SAS Institute.Inc. 5121 pp.
- Savage, R. J. G., Long, M. R. 1986.** *Mammal Evolution, an Illustrated Guide*. Facts of File Publications, New York. 259 p.
- Seeley, T., Heinrich. B. 1981.** Regulation of temperature in the nest of social insects. In B. Heinrich, editor, *Insect thermoregulation*, New York. John Wiley & Sons. 160–234.
- Sen, S. 1994.** Les gisements de mammifères du Miocène supérieur de Kemiklitepe, Turquie: 5. Rongeurs, Tubulidentés et Chalicothères. *Bulletin du Muséum National d’Histoire Naturelle de Paris* 16; 4ème Série, Section C. 1. 97–111.
- Shortridge, G. C. 1934.** *The mammals of Southwest Africa*. Heinemann. London.
- Shoshani, J., Goldman, C. A., Thewissen J. G. M. 1988.** *Orycteropus afer*. *Mammalian Species*. American Society of Mammalogists. *Mammalian Species Account*. 300. 1-8.
- Scherpner, CH. 1982.** The Grzimek House for Small Mammals at Frankfurt Zoo. *International Zoo Yearbook*. 22. 276-287.
- Schildger, B. J., Parys A., Braumann, K., Matern, B., Stadler, S. 1992.** Handaufzucht eines Erdferkels im Zoologischen Garten Frankfurt. Sonderdruck aus „Zeitschrift des Kölner Zoo“. 75 – 80.

- Schoo, W. 2008.** European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*. 4th ed., Burger's Zoo, Arnhem, The Netherlands.
- Schoo, W. 2009.** European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*. 4th ed., Burger's Zoo, Arnhem, The Netherlands.
- Schoo, W. 2011.** European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*. 3rd ed. update to 4th. Ed., Burger's Zoo, Arnhem, The Netherlands.
- Schoo, W. 2012.** European Studbook for the Aardvark *Orycteropus afer*. 3rd ed. update to 4th. Ed., Burger's Zoo, Arnhem, The Netherlands.
- Simpson, G. G. 1945.** The principles of classification and a classification of mammals. Bulletin American Museum Natural History. 85. 1-350.
- Simpson, G. G. 1948.** The beginning of the age of mammals in South America. Bulletin American Museum of Nature History. New York. 1-232.
- Simpson, G. G. 1959.** A new Middle Eocene Edentate from Wyoming. Bulletin American Museum of Nature History, New York. 1-8.
- Simpson, G. G. 1997.** The principles of classification and classification mammals. Bulletin of the American Museum of Natural History, New York.
- Skinner, J. D. 1986.** Biology of the Aardvark in the Karoo, South Africa. South African Journal of Wildlife Research. 81 (11). 694.
- Skinner, J. D., Smithers, R. H. N. 1990.** Order Tubulidentata. In The Mammals of the Southern African Subregion (2nd ed.), 540-544. Pretoria: University of Pretoria. 769.
- Smith, G. E. 1898.** The brain of Edentata. Trans. Linn. Soc. London, Zoology, 2(7):277-394.
- Smit, H. A., Jansen van Vuuren, B., O'Brien, P. C. M., Ferguson-Smith, M., Yang, F., Robinson, T. J. 2011.** Phylogenetic relationships of elephant-shrews (Afrotheria, Macroscelididae). Journal of Zoology. 284. 133-143.
- Smithers, R. H. N. 1971.** The Mammals of Botswana. Mus. mem. Natl Mus. Monum. Rhodesia. 4. 1-340.

- Sokolov, B. E. 1979.** Systematics of mammals: orders: Cetacea, Carnovira, Pinnipedia, Tubulidentata, Proboscidea, Hyracoidea, Sirenia, Artiodactyla, camels and Perissodactyla. Vysshaya Shkola, Moscow. p. 528.
- Sonesson A. K., Goddard M. E., Meuwissen T. H. E. 2002.** The use of frozen semen to minimize inbreeding in small populations. *Genetical Research* 80 (1). 27-30.
- Sonntag, C. F. 1925.** A monograph of *Orycteropus afer*. – I. Anatomy except the nervous system, skin, and skeleton. *Proceedings of the Zoological Society, London*. 23. 331–437.
- Sonntag, C. F, Woolard, H. H. 1925.** A monograph of *Orycteropus afer*. – II. Nervous system, sense organs and hairs. *Proceedings of the Zoological Society, London*. 1185–1235.
- Springer, M. S. Cleven, G. C. Madsen, O., de Jong, W. W. Waddell, V. G., Amrine, H. M., Stanhope, M. J. 1997.** Endemic African mammals shake the phylogenetic tree. *Nature*. 388.61-4.
- Springer, M. S., Murphy, W. J., Eizirik, E., O'Brien, S. J. 2003.** Placental mammal diversification and the Cretaceous Tertiary boundary. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 100. 1056–1061.
- Sundevall, C. J. 1843.** *Orycteropus aethiopicus*. Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademeins Handlingar Stockholm. 1842. 236–242.
- Špinar, V. 1984.** Paleontologie obratlovců. Academia, nakladatelství Akademie věd České republiky. Praha. 859 s.
- Taxon Report aardvarks *Orycteropus afer*, 2013.** European Studbook for the *Orycteropus afer*. Report 1900 – 2013. p. 68.
- Tantillo, J. D. 2012.** AZA Regional Studbook, Aardvark (*Orycteropus Afer*). North American region. Chicago Zoological Societa Brookfield Zoo. p. 44.
- Taylor, W. A. 1998.** The ecology of the aardvark, *Orycteropus afer* (Tubulidentata: Orycteropidae). Unpublished M.S.c. thesis, University of Pretoria, Pretoria.
- Taylor, W. A. 2011.** Order Tubulidentata, p. 18-25. In: Wilson D. E. & Mittermeier R. A. (eds.): Handbook of the mammals of the World, vol. 2 Hoofed mammals. Lynx editions, Barcelona. p. 885.

- Taylor, W. A., Skinner, J. D. 2000.** Associative feeding between Aardwolves (*Proteles cristatus*) and Aardvarks *Orycteropus afer*. *Mammal Review*. 30. 141.
- Taylor, W. A., Skinner, J. D. 2001.** Associative feeding between anteating chats, *Myrmecocichla formicivora*, and aardvarks, *Orycteropus afer*. *Ostric*. 72. 199-200.
- Taylor, W. A., Skinner, J. D. 2003.** Activity patterns, home ranges and burrow use of aardvarks *Orycteropus afer* in the Karoo. *Journal of Zoology*. 261. 291-297.
- Taylor, W. A., Skinner, J. D. 2004.** Adaptations of the aardvark for survival in the Karoo: a review. *Transactions of the Royal Society of South Africa: Proceedings of a colloquium on adaptations in desert fauna and flora: Special issue*. 59. 105-108.
- Taylor, W. A., Lindsey, P. A., Skinner, J. D. 2002.** The feeding ecology of the aardvark *Orycteropus afer*. *Journal of arid environments*. 50. 135-152.
- Tekkaya, I. 1993.** Türkiye fosil Orycteropodidae'leri. T. C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü. VIII. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, Ankara. 275 – 289.
- Thewissen, J. G. M. 1985.** Cephalic evidence for the affinities of Tubulidentata. *Mammalia*. 49. 257-284.
- Thewissen, J. G. M., Badoux, D. M. 1986.** The descriptive and functional myology of the fore-limb of the aardvark (*Orycteropus afer*, Pallas, 1776). *Anatomischer Anzeiger*. 162. 109-123.
- Thomas, O. 1890.** A milk dentition in *Orycteropus*. *Proceedings of the Zoological Society of London*. 47. 246-248.
- Tkadlec, E. 2008.** Populační ekologie. Struktura, růst a dynamika populací. Univerzita Palackého v Olomouci. 400 s. ISBN: 9788024421490.
- Townsend, C. R., Begon, M., Harper, J. L. 2010.** *Essentials of Ecology*. Blackwell Publishing Limited. p. 505. ISBN: 9781405156585.
- Urbain, A. 1954.** Biologie de l'Oryctérope. *Ann. Mus. Congo Belge, NS 4. Sec. Zool.* I. (Miscellanea Schouteden).

- van Aarde, R. J. 1984.** Aardvark. In Macdonald, D. (Ed.), The Encyclopaedia of Mammals, vol. 2, pp. 466-467. London: George Allen & Unwin. p. 895.
- van Aarde, R. J. 2004.** Tubulidentata In: Hutchins, M., Kleiman, D.G., Geist, V. & McDade, M.C. (eds), Grzimek's Animal Life Encyclopedia. 2nd ed. vol. 15. MI: Gale Group, Farmington Hills.
- van Aarde, R. J., Willis, C. K., Skinner, J. D., Haupt, M. A. 1992.** Range utilization by the aardvark *Orycteropus afer* Pallas 1766 in the Karoo, South Africa. Journal of Arid Environment. 22. 387-394.
- van der Made, J. 2003.** The aardvark from the Miocene hominoid locality Çandir, Turkey, Courier Forschungs-Institut Senckenberg. 240. 133-147.
- Vaughan, T. A. 1986.** Mammalogy. 3rd ed. Saunders College Publishing, Fort Worth. vii+576.
- Vaughan, T. A., Ryan, J. M., Czaplewski N. J. 2000.** Mammalogy. 4th ed., Saunders College Publishing, Philadelphia. vii+565.
- Verheyen, R. 1951.** Exploration du Parc National de L'Upemba. Contribution a [etude ethologique des mammiferes du Parc de L'Upemba]. Institute des Parcs Nationaux du Congo Belge, Bruxelles. 5-90.
- Vernon, N., Kisling, jr, Sampsell, R. N. 1976.** Aardvark *Orycteropus afer* – diets and milk composition. International Zoo Yearbook. The Zoological Society of London. 16. 164-165.
- Vlasák, P. 1986.** Ekologie savců. Academia, nakladatelství Československé akademie věd. Praha. 292 s.
- Vrba, E. S. 1996.** On the Connections between Paleoclimate and Evolution. Pp. 24-45 in E.S. Vrba, D.H. Denton, T.C. Partridge and L.H. Burckle (eds.), Paleoclimate and evolution, with emphasis on human origins. Yale University Press.
- Wahlund, S. 1928.** Zusammensetzung von Populationen und Korrelationserscheinungen von Standpunkt der Vererbungslehre aus betrachtet. Hereditas. 11. 65–106.

- WAZA, 2005.** Olney, J. S., Dollinger, P. (edc). Building a Future for Wildlife –The World Zoo and Aquarium Conservation Strategy. Secretariat of Bern. Member of IUCN, The World Conservation Union. p. 79. ISBN: 303300427X.
- Wedelin, L. 2010.** Cenozoic Mammals of Africa. Edited by Lars Werdelin & William Joseph Sanders. Bibymalagasia (Mammalia Incertae Sedis). 11. 113-114. p. 1008. ISBN: 9780520257214.
- Weinberg, W. 1908.** Über den Nachweis der Vererbung beim Menschen. Jahreshefte des Vereins für Vaterländische Naturkunde in Wurttemberg. 64. 369-382.
- Wensing, J. 1996.** European Studbook for the Aardvark (*Orycteropus afer*). 1 st ed., BurgersZoo, Arnhem, Netherlands.
- Willis, C. K. 1988.** Relative importance of ants and termites in the feeding ecology of the aardvark, *Orycteropus afer*. Unpublished B.Sc. (Hons.) thesis, University of Pretoria, South Africa.
- Willis, C. K., Skinner, J. D., Robertson., H. G. 1992.** Abundance of ants and termites in the False Karoo and their importance in the diet of the aardvark *Orycteropus afer*. African Journal of Ecology. 30 (4). 322-334.
- Wilson, E. D., Reeder, D. M. 2005.** Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. vol. 2. p. 2142. ISBN: 0801882214.
- White, J. M., Williams, G., Samour, J. H., Drury P. J. J., Cheeseman, P. 1985.** The composition of milk from captive aardvark *Orycteropus afer*. Zoo Biology. Zoological Society of London. 4 (3). 245-251.
- Whittington-Jones, G. M. 2006.** The role of aardvarks *Orycteropus afer* as ecosystem engineers in arid and semi-arid landscapes of South Africa. Master of science. Rhodes university.
- Wright S. 1922.** Coefficients of Inbreeding and Relationship. American Naturalist. 56. 330-338.
- Wright, J. P., Jones, C. G., Flecker, A.S. 2002.** An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness at a landscape level. Oecologia. 132. 96-101.

- Wright, J. P., Jones, C. G., Boeken, B., Shachak, M. 2006.** Predictability of ecosystem engineering effects on species richness across environmental variability and spatial scales. *Journal of Ecology*. 94. 815-824.
- Wollard, H. H. 1925.** A monograph of *Orycteropus afer* - II. The brain of *Orycteropus*. *Proc.Zool. Soc. London*. 25. 1185–1219.
- Woodruff, D.2000.** Populations, species and conservation genetics. In: *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press. University of California San Diego. 4. 811–829.
- Yang, F., Alkalaeva, E. Z., Perelman, P. L., Pardini, A. T., Harrison, W. R., O'Brien, P. C. M., Fu, B., Graphodatsky, A. S., Ferguson-Smith, M. A. Robinson, T. J. 2003.** Reciprocal chromosome painting among human, aardvark, and elephant (superorder Afrotheria) reveals the likely eutherian ancestral karyotype. *Proceedings of the National Academy of Sciences. USA*. 100. 1062–1066.
- Yalden, D. W., Largen, M. J., Kock, D. Hillman, J. C. 1996.** Catalogue of the Mammals of Ethiopia and Eritrea 7. Revised Checklist, Zoogeography and conservation. *Tropical Zoology*. 9 (1). 73-164.
- Young, E. 1966.** A suitable milk substitute for the Aardvark and Echidna Gardens of South Africa. Pretoria. *International Zoo Yearbook*. The Zoological Society of London. 68–69.
- von Zimmermann E. A. W. 1778.** Geographische Geschichte der vierfüßigen Tiere. Band I, Leipzig, P. 305 and Band II. p. 407.
- Zukowsky, L., Haltenorth, T. 1957.** Das Erdferkel *Orycteropus afer* aus Angola, eine eigene Unterart? *Säugetierkundliche Mitteilungen*, Band. V. 124–126.

INTERNETOVÉ ZDROJE

Alroy, J. 2002. North American fossil mammal systematics database [on-line] Aktualizace 20. července 2008 [cit. 2012-11-03]. Dostupné z <<http://www.nceas.ucsb.edu/~alroy/nafmsd.html>>.

EAZA, 2007-2008. Aardvark, ESB Annual Report [on-line]. Aktualizace 8. června 2014 [cit. 2014-07-03]. Dostupné z http://www.eaza.net/activities/cp/yearbook20072008/13_Gruiformes_TAG.pdf>.

ISIS system, 2012. International Species Information System [on-line]. [cit.2014-07-11]. Aktualizace 2. června 2014[vytvořeno 2007-26-03]. Dostupné z <<http://www.isis.org>>.

IUCN, 2014. IUCN Red List Categories and Criteria.Version 3.1. [on-line]. Aktualizace 12. července 2014[cit. 2014-07-11]. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN. Gland. Switzerland and Cambridge, UK. Dostupné z <<http://www.iucnredlist.org/details/41504/0>>.

Lindsey, P., Cilliers, S., Griffin, M., Taylor, A., Lehmann, T., Rathbun, G.(IUCN SSC Afrotheria Specialist Group) **2008.** [on-line]. *Orycteropus afer*. In: IUCN, 2014. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. Aktualizace 26. července 2014 [cit. 2014-07-12]. Dostupné z <<http://www.iucnredlist.org>>.

Skraba, K. D. 2004. A Microscopical Study of Exotic Animal Hair.Part 1 [on-line]. Aktualizace 2. června 2014 [cit. 2014-07-18].

Dostupné z <<http://www.modernmicroscopy.com/main.asp?article=24&page=6>>.

Taylor, W. A. 2002. Biological synopsis of aardvark. Published electronically by IUCN/SSC Afrotheria Specialist Group at [on-line]. Aktualizace 2. června 2014 [cit. 2014-06-03]. Dostupné z <www.Calacademy.org/research/bmammals/Afrotheria/Tubulidentata.html>.

Tree of Life Web Project. 2000. Tubulidentata. aardvarks, ant bears.Version 01 [on-line]. Aktualizace 2. června 2014[cit. 2014-05-03]. Dostupné z <<http://tolweb.org/Tubulidentata/15978/2000.01.01>>.

9. PŘÍLOHY

PŘÍLOHA Č. 1: ČASOPROSTOROVÉ ROZŠÍŘENÍ FOSILNÍCH TUBULIDENTAT

PŘÍLOHA Č. 2: VÝVOJ TUBULIDENTAT V PRŮBĚHU GEOLOGICKÉHO ČASU

PŘÍLOHA Č. 3: ČASOVÁ OSA VZNIKU TUBULIDENTAT V PRŮBĚHU GEOLOGICKÉHO ČASU

PŘÍLOHA Č. 4: MAPA GEOGRAFICKÉHO ROZŠÍŘENÍ FOSILNÍCH TUBULIDENTAT

PŘÍLOHA Č. 5: PŮVODNÍ SYSTEMATIKA ŘÁDU TUBULIDENTATA

PŘÍLOHA Č. 6: SOUČASNĚ PLATNÁ SYSTEMATIKA ŘÁDU TUBULIDENTATA

PŘÍLOHA Č. 7: NOVĚ NAVRŽENÁ SYSTEMATIKA ŘÁDU TUBULIDENTATA

PŘÍLOHA Č. 8: NÁVRH NOVÝCH FYLOGENETICKÝCH VAZEB UVNITŘ ŘÁDU TUBULIDENTATA

PŘÍLOHA Č. 9: ANATOMIE HRABÁČE

PŘÍLOHA Č. 10: ANATOMICKÉ A FYZIOLOGICKÉ ZVLÁŠTNOSTI HRABÁČŮ

PŘÍLOHA Č. 11: REPRODUKCE HRABÁČŮ

PŘÍLOHA Č. 12: ROŠÍŘENÍ JEDNOTLIVÝCH PODDRUHŮ HRABÁČE *ORYCTEROPUS AFER*

PŘÍLOHA Č. 13: GEOGRAFICKÉ ROZŠÍŘENÍ 17 (18?) PODDRUHŮ

PŘÍLOHA Č. 14: TYPY OBÝVANÝCH BIOTOPŮ

PŘÍLOHA Č. 15: TYPY HLOUBENÝCH NOR

PŘÍLOHA Č. 16: HODNOTY F_x (INBREEDING COEFFICIENTS OF INDIVIDUALS)

PŘÍLOHA Č. 17: ODHAD F_x PRO HRABÁČE CHOVANÉ V 18 ZOO EVROPY - K 31. 12. 2012

PŘÍLOHA Č. 18: ODHAD F_x PRO HRABÁČE CHOVANÉ V 12 ZOO AMERIKY - K 31. 12. 2012

PŘÍLOHA Č. 19: AKTUÁLNÍ RODOKMENY HRABÁČŮ CHOVANÝCH V 18 ZOO EVROPY - K 31. 12. 2012

PŘÍLOHA Č. 20: AKTUÁLNÍ RODOKMENY HRABÁČŮ CHOVANÝCH VE 12 ZOO AMERIKY - K 31. 12. 2012

PŘÍLOHA Č. 21: VÝSLEDKY ODHADU F_x TŘETÍHO OKRUHU PRO NÁSLEDNÉ POTOMKY PRO EVROPU

PŘÍLOHA Č. 22: VÝSLEDKY ODHADU F_x ČTVRTÉHO OKRUHU PRO NÁSLEDNÉ POTOMKY PRO AMERIKU

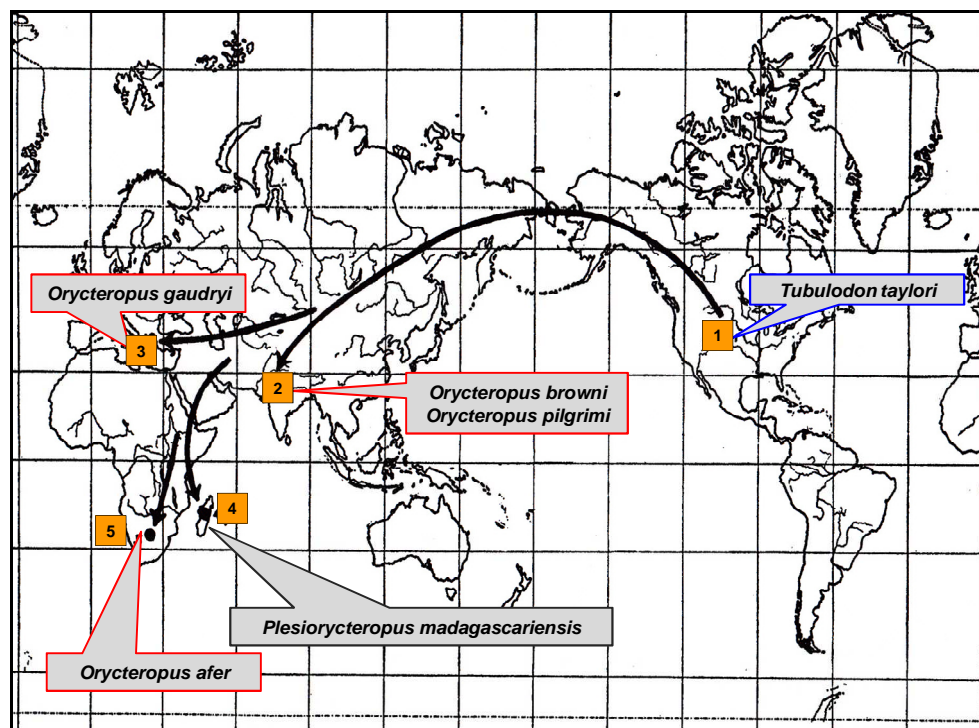
PŘÍLOHA Č. 23: SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY NA PŘILOŽENÉM CD NOSIČI

PŘÍLOHA Č. 1: ČASOPROSTOROVÉ ROZŠÍŘENÍ FOSILNÍCH TUBULIDENTAT

Otázka vzniku, migrace a postupného šíření hrabáčů napříč jednotlivými kontinenty není stále objasněna. První teorii o tzv. západní migraci navrhl a podporovali Jepsen (1932) a Colbert (1933). Podle této teorie vznikl řád Tubulidentata na území Severní Ameriky a jeho zástupci následně migrovali přes Asii, Evropu a Afriku (viz. obrázek č. 1).

Později však vědci zpochybnili vazbu amerického rodu *Tubulodon* k řádu Tubulidentata a tento rod přiřadili k podřádu Palaeonodonta v řádu Pholidota (luskouni) (Rose a Lukas, 2000; Gheerbrant et al., 2005; Kalthoff et al., 2011). Dalším důvodem ke zpochybnění "západní" teorie, byl rozpor s teorií vzniku tzv. přechodových forem, které prozatím nebyly u Tubulidentat nalezeny, i když pravděpodobně existovaly (Lehmann, 2006a, 2009). Nově se tedy vědci přiklánějí k nározu, že hrabáči vznikli na území afrického kontinentu, odkud se postupně rozšířili do Evropy a Asie, kde však později zanikli. V Africe zůstali zachováni do současnosti v podobě jediného recentního zástupce rodu *Orycteropus* (Lehmann, 2006a) Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.1. Fylozenezě řádu Tubulidentata.

OBRÁZEK Č. 1: ZÁPADNÍ MIGRACE TUBULIDENTAT (PODLE JEPSEN, 1932).



Migrace hrabáčů podle Jepsena započala v eocénu (cca 55 až 34 miliónů let) v Severní Americe (1 - rod *Tubulodon*). Pozdější oligocénní (cca 34 až 24 miliónů let) Tubulidentata pokračovala na západ přes Asii, kde vznikl během časného až pozdního miocénu (cca 24 až 6 miliónů let) v Indii rod *Orycteropus* (2). Při své migraci dosáhl až do oblasti Evropy (3) a Středomoří a dál se rozdělil na dvě linie. V následném pleistocénu (cca 1,8 miliónů let) pronikli hrabáči jednou trasou přes východní Afriku na Madagaskar (4 - rod *Plesiorycteropus*) a druhá migrační trasa vedla v pásu od východu směrem na jih Afriky. Zde se rozrůznili do několika rodů a druhů (5) a osídlili zbytek afrického kontinentu. Madagaskarský rod *Plesiorycteropus* později přešel podle Jepsena na jih Afriky.

Podle nových výzkumů (Lehmann, 2006a, 2009) však rod *Plesiorycteropus* nepatří do řádu Tubulidentata, proto byl později vyčleněn do zcela nového řádu Bibymalagasia.

PŘÍLOHA Č. 2: VÝVOJ TUBULIDENTAT V PRŮBĚHU GEOLOGICKÉHO ČASU

Pro hrabáče byl podle Lehmann (2006a) klíčovou epochou pravděpodobně miocén, protože jejich druhová rozmanitost v celém průběhu tohoto období postupně vzrůstala a vyvrcholila v pozdním miocénu (11,6 až 5,3 milionů let). Palentologové se shodli, že právě v pozdním miocénu hrabáči dosáhli svého největšího geografického rozšíření a nejpočetnějšího druhového zatoupení (viz příloha č. 3, obrázek č. 2).

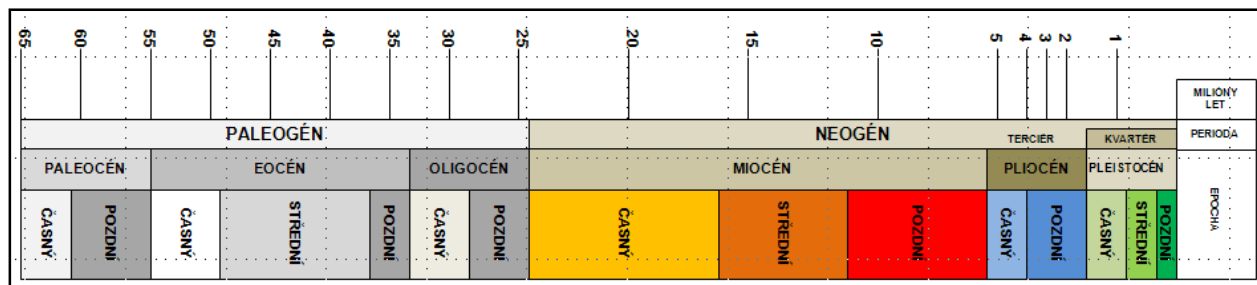
V následných pěti milionech let (v pliocénu a pleistocénu) však utrpěl řád vysoké taxonomické ztráty (např. Dene et al., 1983; Lehmann et al., 2004, 2005; Lehmann, 2006a, 2007; 2008b, 2009). Na základě nových poznatků je tedy následný pleistocén (1,8 až 0,01 milionů let) považován za reálný začátek izolace tohoto řádu na africkém kontinentě (např. Kostopoulos et al., 2003; Lehmann et al., 2004, 2005; Lehmann, 2008b, 2009).

Pro snadnější orientaci v geologických epochách, související s výskytem a rozšířením jednotlivých druhů hrabáčů, je na obrázku č. 2 zakreslena časová osa.

Žlutě je vyznačeno období, kdy se vyskytovaly časně miocénní druhy, oranžově jsou zakreslen střední miocén, kdy žily druhy miocénní červeneč je značen pozdní miocén, kde žily zbylé druhy hrabáčů. Modrá barva pak označuje epochu s výskytem pliocénních hrabáčů a zelená barva označuje epochu s posledním pleistocenním druhem hrabáče.

Všechny barvy jsou shodně přiřazené ke každé epoše a druhům, označeným také v příloze č. 1 (graf č. 1; obázek č. 2) a dále v příloze č. 5 (obrázek č. 6). Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.1. Fylozeneze řádu Tubulidentata.

OBRÁZEK Č. 2: GEOLOGICKÁ ČASOVÁ OSA (UPRAVENO PODLE FEJFAR, 2005)



A. HRABÁČI ČASNÉHO MIOCÉNU - 25 MILIÓŇŮ AŽ 15 MILIÓŇŮ LET

Pro snažší orientaci níže popsaných nálezů v geologickém čase je k dispozici příloha č. 2, obrázek č. 2 a také příloha č. 3, obrázek č.5.

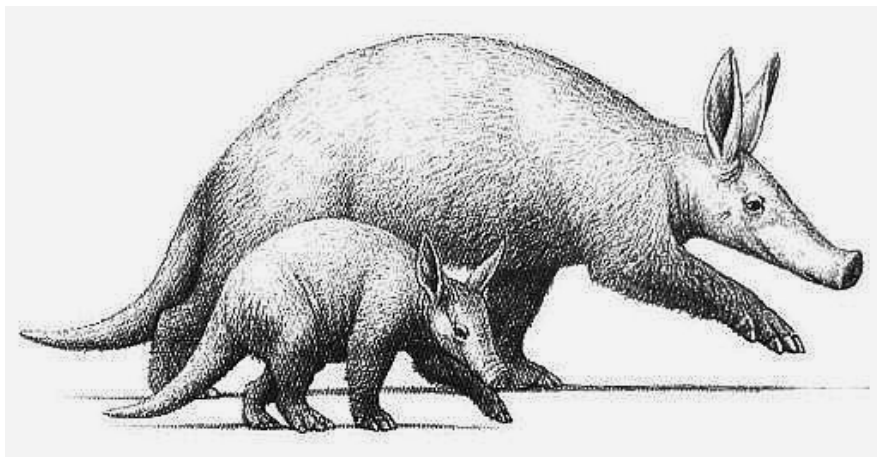
a) ROD *ORYCTEROPUS* V AFRICE

První, a prokazatelně prozatím nejstarší fosilní nálezy hrabáčů, patří druhu *Orycteropus minutus*, který pravděpodobně žil v africké oblasti Songhor v Keni a jeho výskyt je datován do období 20,5 až 16 milionů let. Jednalo se o velmi malý druh (cca ½ velikosti recentního *Orycteropus afer*, podle kostry již dobře vybavený k hrabání. Reálně se lze domnívat, že tento druh byl tzv. myrmekofágní (např.; Bininda-Emonds et al, 2007; Springer et al., 1997; Lehmann, 2009). Podle nově navržené systematiky (Lehman, 2009) byl pojmenován také jako *Myorycteropus minutus*, a jeho zařazení není ještě definitivně dořešeno.

b) ROD *MYORYCTEROPUS* V AFRICE

Druhý, také velmi malý, druh byl nalezen na ostrově Rusinga a v Keni a Namibii (van der Made, 2003; Lehmann, 2006a; Pickford, 1975, 2003). Dostal jméno *Myorycteropus africanus* a paleontologové jej zařadili do samostatného rodu *Myorycteropus* (např. Patterson, 1978; Pickford, 1975, 2004). Lehmann (2006a) se domnívá, že byl ještě více specializován na hrabání, než recentní *Orycteropus afer*. Díky této specializaci Patterson (1975) a MacInnes (1956) navrhovali jeho zařazení do tzv. sesterského taxonu, nikoli kmenového.

OBRÁZEK Č. 3: SROVNÁNÍ VELIKOSTI VYHYNULÉHO A RECENTNÍHO DRUHU HRABÁČE



(zdroj: <http://evolutionaryvertebrateZoology.blogspot.com/2012/02/evolucni-specialisti-na-planete.html>).

V popředí je již vyhynulý malý miocénní druh *Myorycteropus africanus*, za ním recentní druh *Orycteropus afer*.

OBRÁZEK Č. 4: VYHYNULÝ DRUH *LEPTORYCTEROPUS GUILIELMI* Z POZDNÍHO MIOCÉNU



(Autor: Mauricio Anton, převzato z Milledge et al., 2003; Lehmann, 2006a).

Druh *Leptorycteropus guilielmi* pocházel z pozdního miocénu východní Afriky a nesl již některé morfologické znaky pro myrmekofágní a hrabání.

B. HRABÁČI STŘEDNÍHO MIOCÉNU - 16 AŽ 11,6 MILIONŮ LET

a) ROD *ORYCTEROPUS* V AFRICE

Do středního miocénu je datován výskyt *Orycteropus chameldoi*, kterého našli vědci v Keni a který je prozatím považován za jediný druh z Tubulidentat žijící v této epoše v Africe (cca 16 až 11,6 milionů let) (Lehmann, 2006a, 2006b).

b) ROD *ORYCTEROPUS* V EUROASII

Jak uvedl Colbert ve své studii z roku 1933, mezi fosiliemi, shromážděnými v roce 1922 byly při vykopávkách v oblasti Siwalik v severní Indii, nalezeny dva vzorky čelisti a zubů, které reprezentovaly dva druhy z rodu *Orycteropus*. Tento objev měl značný význam, a to nejen jako dodatečný záznam o vzácné fosilní formě, ale také proto, že potvrdil rozšíření Tubulidentat daleko na východ od původně známého areálu výskytu v Africe a v Evropě. Oba nalezené vzorky patřily dvěma druhům žijícím zřejmě v přibližně stejném geologickém věku.

Tito první nalezení euroasijských hrabáčů byli určeni jako *Orycteropus seni*, který pravděpodobně žil v polovině miocénu (15 až 12 milionů let) na území dnešního Turecka. Podle jednoho fragmentu horní čelisti se třemi zuby, objeveného v severním Paňdžábu v Pákistánu, byl pojmenován další malý primitivní druh *Orycteropus browni*, který dosahoval pouze 3/5 velikosti *Orycteropus gaudryi*. Podle Lehmann (2006a) však vykazoval podobné znaky s velkými moderními formami hrabáčů, jakými byl například *Orycteropus gaudryi* z Turecka a Řecka (později byl tento druh určen jako synonymum k *Orycteropus pilgrimi* (viz níže).

Druhý vzorek, reprezentovaný pouze jedním molárem, patřil velkému druhu, určenému jako *Orycteropus pilgrimi*, jehož velikost byla zhruba stejná jako u *Orycteropus*. Vzhledem k tomu, že se jednalo o velmi malé vzorky, bylo následně doporučeno, brát toto hodnocení pouze jako orientační (Galton, 1869; Japsen, 1932; Colbert, 1941). Podle nejnovějších studií Lehmann (2009) však byly oba tyto druhy později určeny jako jeden a tentýž druh, který Lehmann uvedl pod zcela novým názvem *Amphiorhycteropus browni* (Lehmann, 2009).

C. HRABÁČI POZDŇNÍHO MIOCÉNU - 11,6 AŽ 5,3 MILIONŮ LET

a) ROD *ORYCTEROPUS* V AFRICE

Z nálezů v lokalitě na severu Afriky byl určen *Orycteropus mauritanicus* Arambourg, 1959, který byl zřejmě vývojově velmi blízký *Orycteropus gaudryi*, ale dosahoval větší velikosti (Lehmann, 2006a; 2006b). Nově objeveným druhem, který žil pravděpodobně izolovaně na území dnešního Čadu (střední Afrika) byl podle Lehmann et al., (2005) popsán *Orycteropus abundulafus*. Tento druh se od ostatních hrabáčů lišil méně robustní kostrou a širokými zuby.

Ja uvádí Lehmann (2009), musela být biologická rozmanitost Tubulidentat v tomto období zjevně mnohem větší, než se vědci domnívají.

b) ROD *LEPTORYCTEROPUS* V AFRICE

Do období pozdního miocénu Keni zařadil Patterson (1975) nový rod *Leptorycteropus* a Lehmann (2009) jej určil jako sesterskou skupinu ke všem Tubulidentatům. Nicméně upozornil na to, že vzhledem k nedostatečným fosilním nálezům je nutné posuzovat tento rod s opatrností. Uvnitř tohoto rodu byl určen jediný druh *Leptorycteropus guilielmi*, který se od ostatních hrabáčů odlišoval mnoha morfologickými znaky. Jednalo se o středně velký druh, u kterého, podle Patterson (1975) a Lehmann (2006a), nebylo potvrzeno, zda byl mormekofágní a hrabavý. Tomuto malému, a pro některé autory spornému, rodu *Leptorycteropus* se ve svých studiích více věnovali v minulosti také Frick (1956), Galton (1869) nebo Gabuniya (1956).

c) ROD *ORYCTEROPUS* V EUROASII

Lehmann (2006a) ve své studii uvedl, že pro toto období je patrná nejen velká druhová i morfologická rozmanitost hrabáčů, ale také velká chronologická posloupnost ve vývoji euroasijských druhů, což může být podle Dugen et al., (2003) ovlivněno zásadními ekologickými a klimatickými změnami, typickými pro toto období. Avšak v afrických nálezech je prozatím zjevná mezera, možná v důsledku menšího množství vhodných nalezišť v těchto lokalitách (Leakey, 1987; Sen, 1994).

Pozdně miocenní vrstvy ze severu Řecka vydaly první dva druhy hrabáčů z rodu *Orycteropus*. Toto období uvádí paleontologové jako dobu, ve které dosáhla Tubulidentata největšího prostorového rozšíření. Z pozdního miocénu byl potvrzen výskyt již výše zmiňovaného malého hrabáče *Orycteropus browni*, který byl již známý také ze středního miocénu Pákistánu, proto se také v časové ose, znázorněné v příloze č. 3 (obrázek č. 5), vyskytuje dvakrát (Lehmann 2006a, 2006b; Lehmann et al., 2006).

Ve Středním Sinapu Turecka byly nalezeny části středně velkého hrabáče *Orycteropus pottieri*, který pravděpodobně nahradil druh *Orycteropus seni*. Ten zde žil zhruba před 11 milióny let (viz kapitola výše) Mezi oběma taxony nebyl prozatím prokázán žádný úzký vztah. *Orycteropus pottieri* již vykazoval podobné morfologické vlastnosti jako recentní *Orycteropus afer*, ale měl ještě nápadně velké špičáky, které u recentního druhu vymizely (stejně jako řezáky) (Lehmann, 2006a; 2006b).

Dalším zástupcem hrabáčů byl *Orycteropus gaudryi*, který je považován za neznámější fosilní druh hrabáče a který byl podle některých vědců nejlépe popsáným druhem, protože se díky nálezům velkého množství částí lebek, čelistí, různých částí kostry končetin podařilo sestavit kompletní kostru. Tento druh pocházel z vrstev ostrova Samos v Řecku (Andrews, 1896; Colbert, 1941; Beaumont, 1970; DeBonis et al., 1994; Rook a Masini, 1994). Další jeho pozůstatky byly objeveny v Itálii, Íránu, Turecku, Moldávii nebo v Gruzii (Major 1893; Sen, 1994). Jednalo se o středně velkého hrabáče (3/4 velikosti recentního druhu) s delšími štíhlými končetinami a kratší rostrální částí lebky (nosní partií), který již výborně hrabal a pravděpodobně byl již také myrmekofágní (Andrews, 1896).

Tento objev se stal prvním z mnoha dalších, které potvrdily teorii o tom, že hrabáči nebyli endemity Afriky, ale že žili pravděpodobně v období před cca 23 milióny let také v Evropě a v Asii.

D. HRABÁČI ČASNÉHO A POZDNÍHO PLIOCÉNU – 5,3 AŽ 1,8 MILIONŮ LET

a) ROD *ORYCTEROPUS* V AFRICE

Jediný hrabáč nalezený z tohoto geologického období pocházel z afrického Čadu a byl podle Lehmann et al., (2004) určený jako *Orycteropus djourabensis*. Vykazoval již více podobných morfologických znaků se současnými hrabáči. Jeho lebka dosahovala stejné velikosti jako máleбка recentního hrabáče *Orycteropus afer*, ale měl větší zuby, a v poměru k tělu kratší končetiny. Pravděpodobně se také jedná o nejstarší africký druh, který měl největší rozšíření v Africe (Lehmann et al., 2005), čemuž nasvědčují nedávné nové nálezy z oblastí jižní a východní Afriky.

b) ROD *ORYCTEROPUS* V EUROASII

Lehmann et al.(2004) uvádí, že v tomto období pravděpodobně docházelo k postupnému vymizení euroasijských hrabáčů a naopak vznikaly nové moderní formy, které byly již velmi blízké recentnímu hrabáči *Orycteropus afer*. V roce 1933 z nalezišť ve Francii popsal Helbing středně velký až velký druh (pravděpodobně také myrmekofágní) *Orycteropus depereti*, kterého určil jako prozatím posledního euroasijského hrabáče. Na konci pliocénu docházelo k velkým klimatickým změnám, které mohly mít přímý dopad na zánik euroasijských hrabáčů (Lehmann et al., 2005; Lehmann, 2006a).

E. HRABÁČI PLEISTOCÉNU – 1,8 AŽ 0,01 MILIÓNU LET

a) ROD *ORYCTEROPUS* V AFRICE

Do období afrického pleistocénu datoval MacInnes nález jednoho z největších druhů, hrabáče *Orycteropus crassidens*, který pocházel z Keni a vývojově se již velmi blížil recentnímu druhu *Orycteropus afer*. Z tohoto důvodu navrhol Pickford (1975, 2005), aby tento druh byl uznán jako již žijící *Orycteropus afer* a nikoli jako druh samostatný. Protože Lehmann (2006a) při revizi fosilních nálezů hrabáčů nenašel proto toto tvrzení podklady, bylo rozhodnuto, že *Orycteropus crassidens* bude prozatím ponechán jako druh samostatně platný (van der Made, 2003; Lehmann et al., 2005).

b) ROD *ORYCTEROPUS* V EUROASII

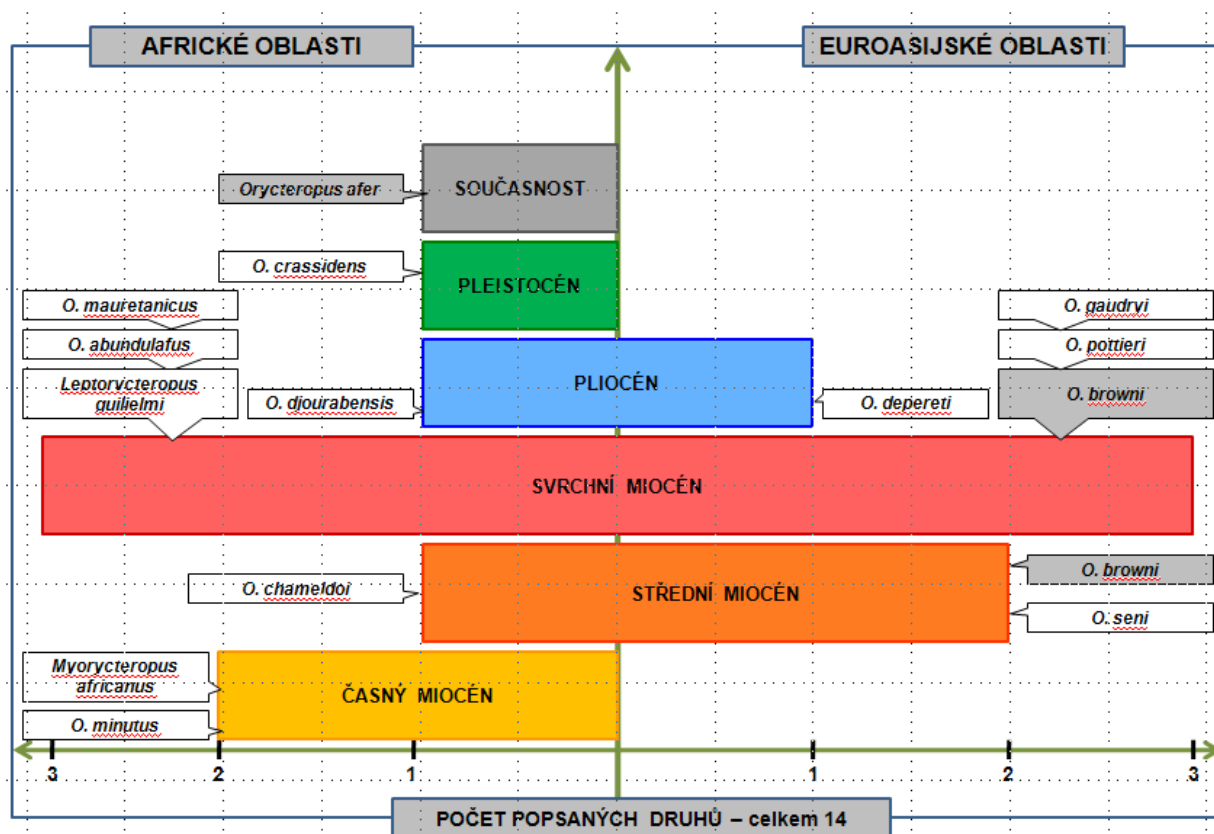
Podle výzkumů a poslední revize, kterou provedl Lehmann (2009), nebylo prokázáno, že by v tomto období na území Evropy či Asie ještě existovaly jakékoli druhy z řádu Tubulidentata. Přesnější závěry však bude možné uvést, pokud se podaří nalézt a správně identifikovat nové a úplnější fosílie. Do té doby budou platné poslední Lehmannovy závěry z roku 2009.

c) ROD *PLESIORYCTEROPUS* NA MADAGASKARU

Rod *Plesiorycteropus* se stal pro vědce v první polovině 20. století velkým oříškem (Robovský, 2005). Z počátku jej určili (např. Jepsen, 1932; Colbert, 1933) jako rod, který se v pleistocénu dostal na ostrov Madagaskar, kde se rozrůznil do dvou druhů – *Plesiorycteropus madagascariensis* a *Plesiorycteropus germainepetterae*. Rod však byl ve vědeckém světě přijímán velmi rozdílně. Novodobé výzkumy však potvrdily, že rod *Plesiorycteropus* z Madagaskaru je tzv. aberantní (nenavazující) a od ostatních Tubulidentat je natolik odlišný, že byl z řádu vyčleněn a zařazen do nově navrženého řádu Bibymalagasia (MacPhee, 1994; Lehmann, 2009; Wedelin, 2010). Proto není na časové geologické ose zaznamenán v grafu č. 1 zaznamenán (viz. příloha č. 1).

PŘÍLOHA Č. 3: ČASOVÁ OSA VZNIKU TUBULIDENTAT V PRŮBĚHU GEOLOGICKÉHO ČASU

OBRÁZEK Č. 5: ČASOVÁ OSA TUBULIDENTAT S VYZNAČENÝM POČTEM POPSANÝCH DRUHŮ

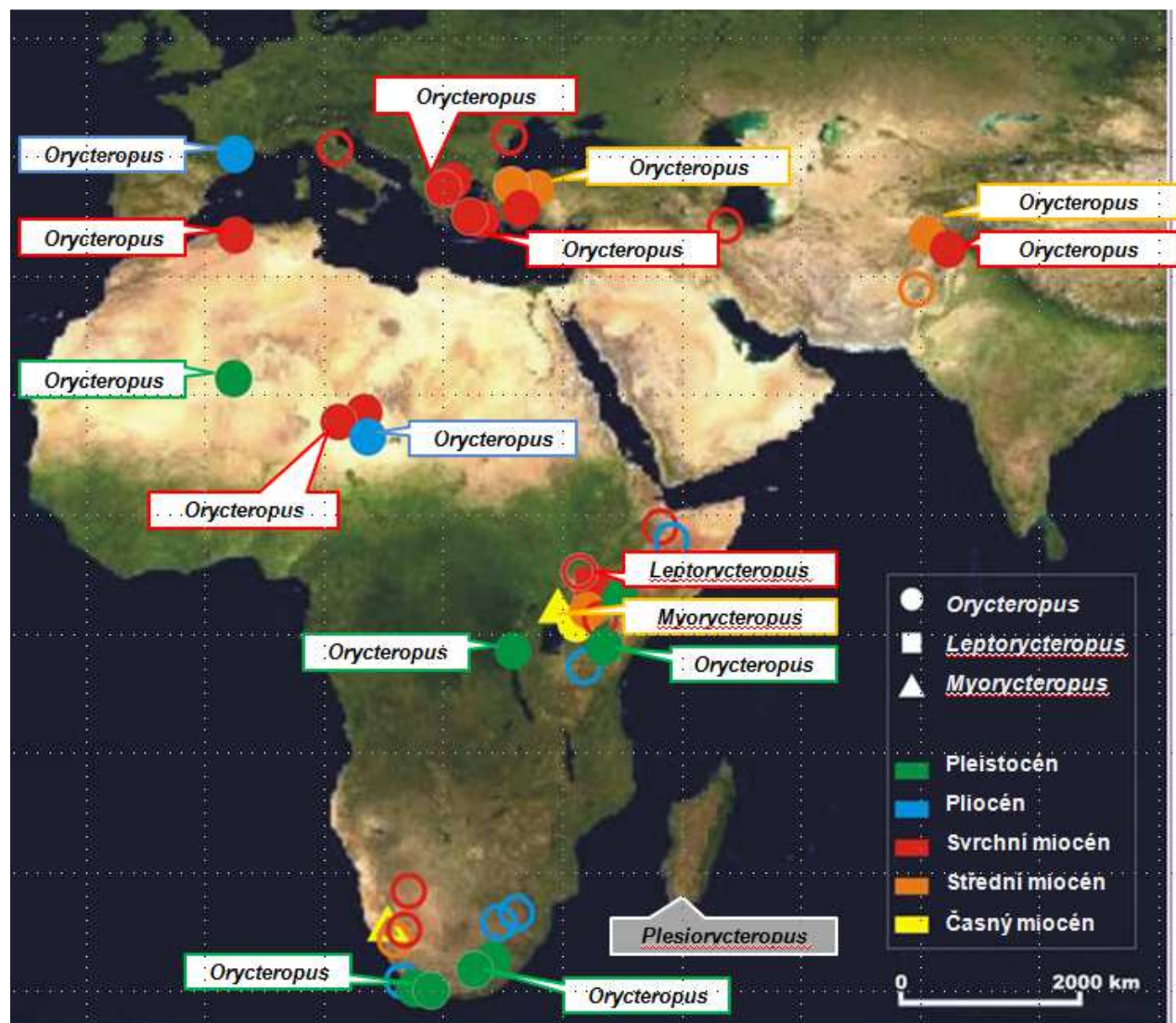


(upraveno podle Lehmann, 2006a)

Na časové ose jsou žlutě vyznačeny druhy časného miocénu, oranžově druhy středního miocénu a červeně druhy pozdního miocénu. Modře jsou značeny druhy pliocénní a zeleně jeden druh z pleistocénu. Šedá barva označuje recentní druh. Na ose je znázorněno 15 druhů, ale ve skutečnosti bylo popsáno jen 14 druhů, protože *Orycteropus browni* je známý také ze středního a pozdního miocénu, proto je v grafu zaznamenán dvakrát. U druhu *Myorycteropus minutus* je uvedeno také rodové jméno *Orycteropus*, protože jeho rodové zařazení není ještě dořešeno a lze tedy uznávat obě varianty (Lehmann, 2009). Není zde zanesen sporný a později zavržený rod *Plesiorhycteropus*. Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.1. Fylogeneze řádu Tubulidentata.

PŘÍLOHA Č. 4: MAPA GEOGRAFICKÉHO ROZŠÍŘENÍ FOSILNÍCH TUBULIDENTAT

OBRÁZEK Č. 6: ČASOVÁ OSA GEOGRAFICKÉHO ROZŠÍŘENÍ TUBULIDENTAT



(upraveno podle Lehmann, 2006a; 2009).

Plné značky znázorňují potvrzené rozšíření rodů, obrysové značky udávají místa s neurčitým určením výskytu rodů *Orycteropus*, *Leptorycteropus* a *Myorycteropus*. Žlutě jsou označeny dva rody (*Orycteropus* a *Myorycteropus*) z časného miocénu, oranžově rod *Orycteropus* středního miocénu a červeně také rod *Orycteropus* z pozdního miocénu. Modře je značen pliocénní rod *Orycteropus* a zeleně také rod *Orycteropus* z pleistocénu. Šedá barva označuje pro doplnění sporný rod *Plesiorycteropus*, který byl později z řádu vyčleněn. Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.1. Fylozeneze řádu Tubulidentata..

PŘÍLOHA Č. 5: PŮVODNÍ SYSTEMATIKA ŘÁDU TUBULIDENTATA

(PODLE SIMPSON, 1945; PATTERSON, 1975, 1978)

V roce 1945 uvedl Simpson do praxe novou taxonomii savců. Přehled znázorňuje původní systematické rozdělení řádu na čtyři rody, jak je v návaznosti na Simpson (1945) navrhl v letech 1975 a 1978 Patterson, který ještě uznával rod *Plesiorycteropus*. Ten byl později přeřazen do nového řádu Bybimalagasia (McPhee, 1994; Holroyd a Mussel, 2005; Wedelin, 2010). Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.2. Systematika řádu Tubulidentata.

Třída: **MAMMALIA** savci Linnaeus, 1758
Řád: **TUBULIDENTATA** hrabáci Huxley, 1872
Čeleď: **ORYCTEROPODIDAE** hrabáčovití Gray, 1821
Podčeleď: †**PLESIORYCTEROPODINAE** Patterson, 1975
Rod: **PLESIORYCTEROPUS** Filhol, 1895
Druh: *Plesiorycteropus madagascariensis* Filhol, 1895
Plesiorycteropus germainepetterae MacPhee, 1994

Podčeleď: **ORYCTEROPODINAE** Gray, 1821
Rod: †**MYORYCTEROPUS** MacInnes, 1956
Druh: *Myorycteropus africanus* MacInnes, 1956
(= *Orycteropus africanus* MacInnes, 1956)

Rod: †**LEPTORYCTEROPUS** Patterson, 1975
Druh: *Leptorycteropus guilielmi* Patterson, 1975
(= *Orycteropus guilielmi* Patterson, 1975)

Rod: **ORYCTEROPUS** (Geoffroy, 1796)
Druh: ***Orycteropus afer*** (Pallas, 1766) – recent
Druh: †*Orycteropus browni* Colbert, 1933
Druh: †*Orycteropus crassidens* MacInnes, 1956
Druh: †*Orycteropus chemeldoi* Pickford, 1975
Druh: †*Orycteropus depereti* (Helbing, 1933)
Druh: †*Orycteropus gaudryi* Major, 1888
Druh: †*Orycteropus pilgrimi* Colbert, 1933
Druh: †*Orycteropus potieri* Ozansoy, 1965
Druh: †*Orycteropus mauritanicus* Arambourg, 1959
Druh: †*Orycteropus minutus* Pickford, 1975.

PŘÍLOHA Č. 6: SOUČASNĚ PLATNÁ SYSTEMATIKA ŘÁDU TUBULIDENTATA

(PODLE WILSON A REEDER, 2005)

Aktuální přehled zahrnuje systematické rozdělení pouze recentního druhu *Orycteropus afer*, včetně pojmenování současně platných poddruhů. U vyhynulých zástupců je členění a pojmenování druhů shodné s údaji, které uvádí Patterson (1975.) Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.2. Systematika řádu Tubulidentata.

Třída: **MAMMALIA** savci Linnaeus, 1758

Řád: **TUBULIDENTATA** hrabáci Huxley, 1872

Čeleď: **ORYCTEROPODIDAE** hrabáčovití Gray, 1821

Rod: **ORYCTEROPUS** hrabáč Geoffroy St.Hilaire, 1796

Druh: ***Orycteropus afer*** hrabáč (Pallas, 1766)

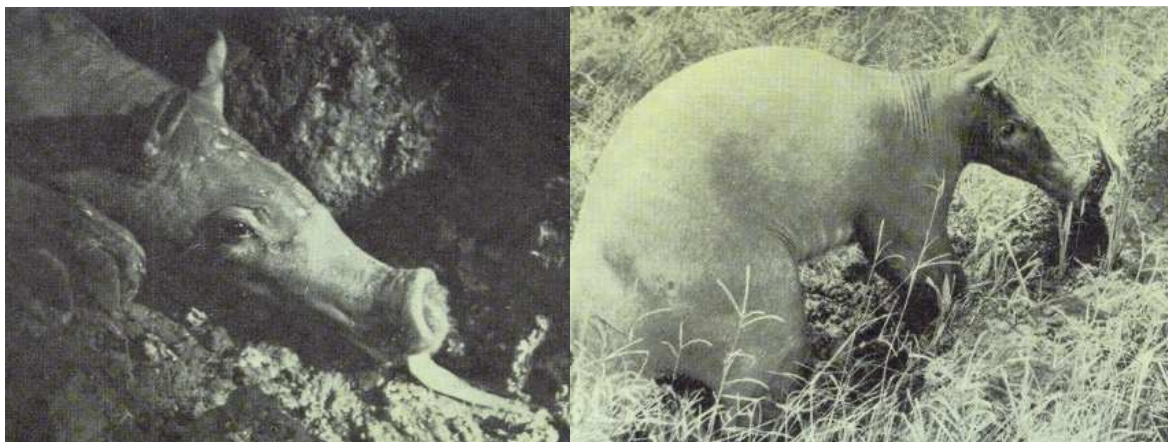
Poddruhy: celkem 17 poddruhů (viz. příloha č. 6, tabulka č. 11)

TABULKA Č. 11: PŘEHLED UZNANÝCH PODDRUHŮ *ORYCTEROPUS AFER* (PODLE WILSON A REEDER, 2005).

Poddruhy hrabáče <i>Orycteropus afer</i>			
1.	<i>Orycteropus afer adametzi</i> Grote, 1921	10.	<i>Orycteropus afer lademanni</i> Grote 1911
2.	<i>Orycteropus afer aethiopicus</i> Sundevall, 1843	11.	<i>Orycteropus afer leptodon</i> Hirst, 1906
3.	<i>Orycteropus afer afer</i> , Pallas, 1766	12.	<i>Orycteropus afer matschiei</i> Grote, 1921
4.	<i>Orycteropus afer albicaudus</i> W. Rothschild, 1907	13.	<i>Orycteropus aferobservandus</i> Grote, 1921
5.	<i>Orycteropus afer angolensis</i> Zukowsky et Haltenorth, 1957	14.	<i>Orycteropus afer ruvanensis</i> Grote, 1921
6.	<i>Orycteropus afer eriksoni</i> Lönnberg, 1906	15.	<i>Orycteropus afer senegalensis</i> Lesson, 1840
7.	<i>Orycteropus afer faradjius</i> Hatt, 1932	16.	<i>Orycteropus afer somalicus</i> Lydekker, 1908
8.	<i>Orycteropus afer haussanus</i> Matschie, 1900	17.	<i>Orycteropus afer wardi</i> Lydekker, 1908
9.	<i>Orycteropus afer kordofanicus</i> W. Rothschild, 1927	18.	<i>Orycteropus afer wertheri</i> Matschie, 1898

V tabulce č. 9 je uveden přehled 18 uznaných poddruhů *Orycteropus afer* (dle Lehmann, 2006a) V seznamu je vyznačen také 18. poddruh *Orycteropus afer albicaudus*, kterého Lehmann v roce 2006 uvedl a uznal jej jako platný, ačkoli nová systematika savců (Wilson a Reeder, 2005) popisuje pouze 17 poddruhů a jmenovaný poddruh neuznává.

OBRÁZEK Č. 7 A OBRÁZEK Č. 8: SPORNÝ PODDRUH HRABÁČE



Fotografie byly publikovány v roce 1976 Burtonem, M. a Burtonem, R. Tento jedinec se exteriérově podstatně odlišuje od všech ostatních zástupců jednotlivých poddruhů v rámci druhu. Nápadné jsou velmi krátké ušní boltce, které nebyly u hrabáčů dosud popsány. Domněnku o možném rozlišujícím poddruhovém znaku je třeba podpořit podrobnými morfologickými studiemi všech 17 (18?) poddruhů.

PŘÍLOHA Č. 7: NOVĚ NAVRŽENÁ SYSTEMATIKA ŘÁDU TUBULIDENTATA

(PODLE LEHMANN, 2009)

Tento přehled zahrnuje zásadní nově navržené změny na úrovni všech tří rodů. Podle fylogenetických vztahů došlo k přeskupení jednotlivých zástupců zejména vyhynulých druhů. Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.2. Systematika řádu Tubulidentata.

Třída: **MAMMALIA** savci Linnaeus, 1758
Řád: **TUBULIDENTATA** hrabáci Huxley, 1872
Čeleď: **ORYCTEROPODIDAE** hrabáčovití Gray, 1821

Podčeleď: **ORYCTEROPODINAE** Gray, 1821

Rod: †**AMPHIORYCTEROPUS** (Lehmann, 2009) nově navržený rod

Druh: *Amphiorycteropus gauryi* (Major, 1888)

Druh: *Amphiorycteropus abundulafus* (Lehmann et al., 2005)

Druh: *Amphiorycteropus browni* (Colbert, 1933) (= *Orycteropus pilgrimi* Colbert, 1933)

Druh: *Amphiorycteropus depereti* (Helbing, 1933)

Druh: *Amphiorycteropus mauritanicus* (Arambourg, 1959)

Druh: *Amphiorycteropus pottieri* (Ozansoy, 1965)

Druh: *Amphiorycteropus seni* (Tekkaya, 1993)

Rod: †**LEPTORYCTEROPUS** Patterson, 1975

Druh: *Leptorycteropus guilielmi* Patterson, 1975

Rod: †**MYORYCTEROPUS** MacInnes, 1956

Druh: *Myorycteropus africanus* MacInnes, 1956

Druh: *Myorycteropus chemeldoi* (Pickford, 1975)

Druh: *Myorycteropus minutus* (Pickford, 1975)

Rod: **ORYCTEROPUS** Geoffroy St. Hilaire, 1796

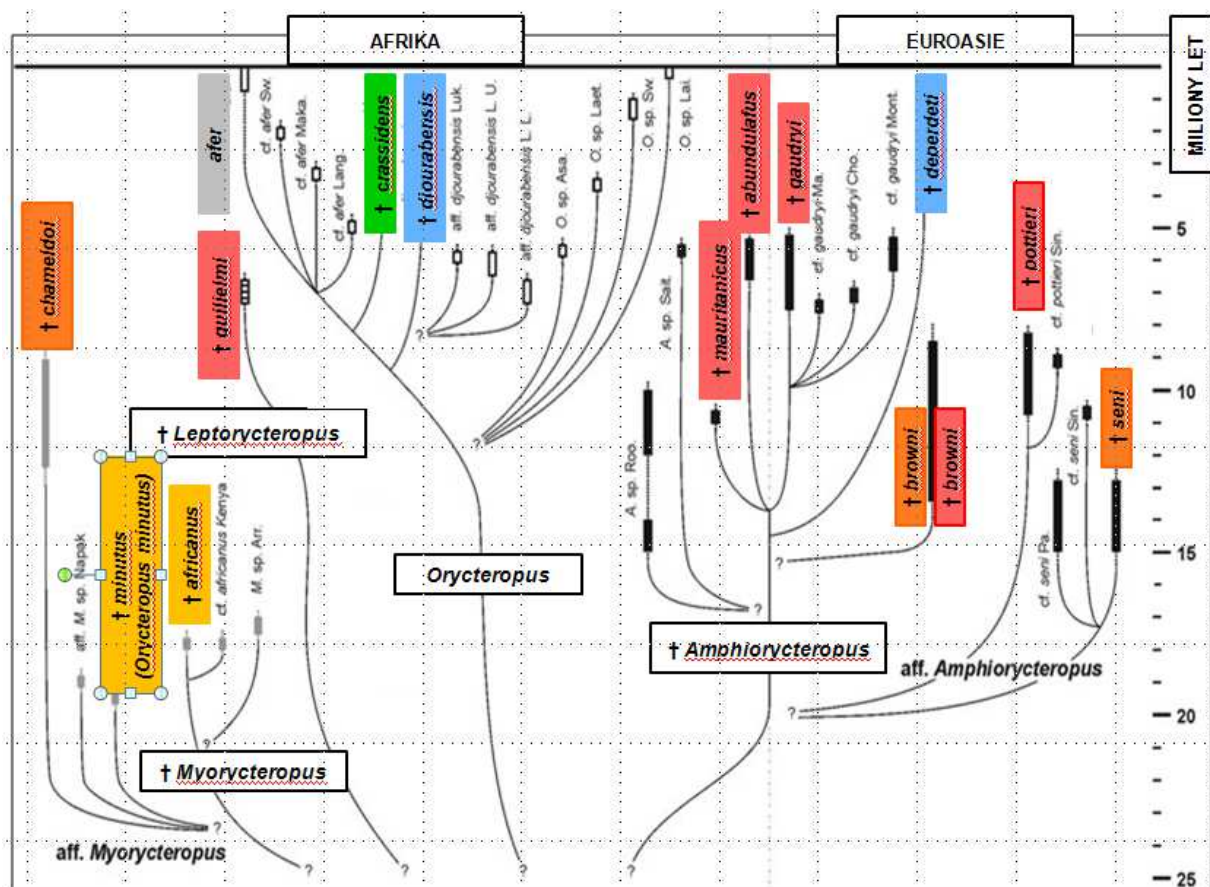
Druh: *Orycteropus afer* (Pallas, 1766) – recent

†Druh: *Orycteropus crassidens* MacInnes, 1956

†Druh: *Orycteropus djourabensis* Lehmann et al., 2004

PŘÍLOHA Č. 8: NÁVRH NOVÝCH FYLOGENETICKÝCH VAZEB UVNITŘ ŘÁDU TUBULIDENTATA

OBRÁZEK Č. 9: NÁVRH NOVÝCH FYLOGENETICKÝCH VAZEB UVNITŘ ŘÁDU TUBULIDENTATA



(upraveno podle Lehmann, 2009).

Na obrázku č. 9 jsou žlutě vyznačeny druhy časného miocénu, oranžově druhy středního miocénu a červeně druhy pozdního miocénu. Modře jsou značeny druhy pliocénní a zeleně jeden druh z pleistocénu. Šedá barva označuje recentní druh. *Amphiorhycteropus browni*, který je značen dvakrát, protože se vyskytoval v obou geologických epochách. U druhu *Myorycteropus minutus* jsou uvedena obě rodová jména, protože podle Lehmana není jeho rodová příslušnost dořešena. Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.1. Fylozeneze řádu Tubulidentata.

PŘÍLOHA Č. 9: ANATOMIE HRABÁČE

Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.4. Stručný popis anatomie hrabáče.

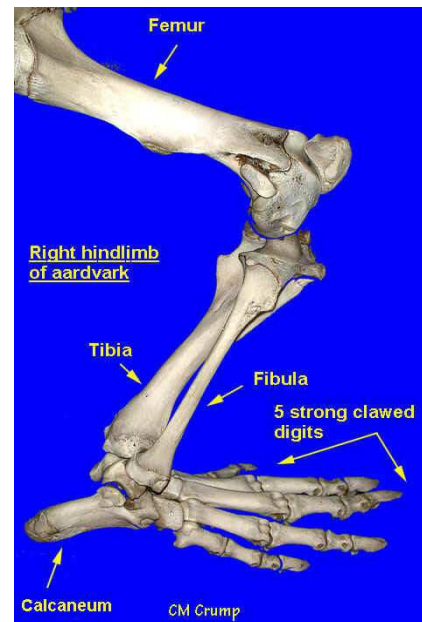
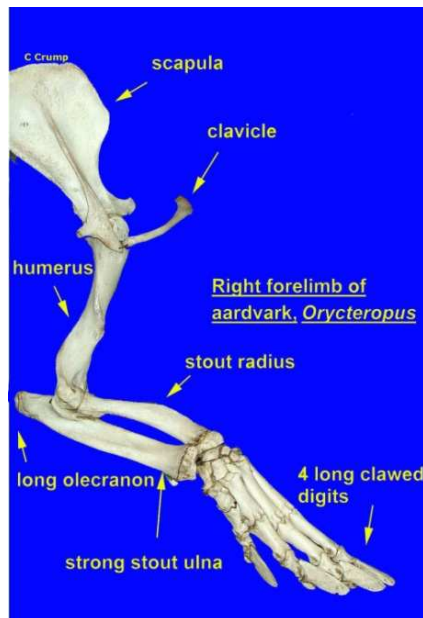
Obrázek č. 10: Originální kostra recentního druhu *Orycteropus afer*



Tato kompletní kostra hrabáče je umístěna v Royal Belgian Institute of Natural Sciences.

(zdroj: http://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Orycteropodidae_skeleton-2.JPG).

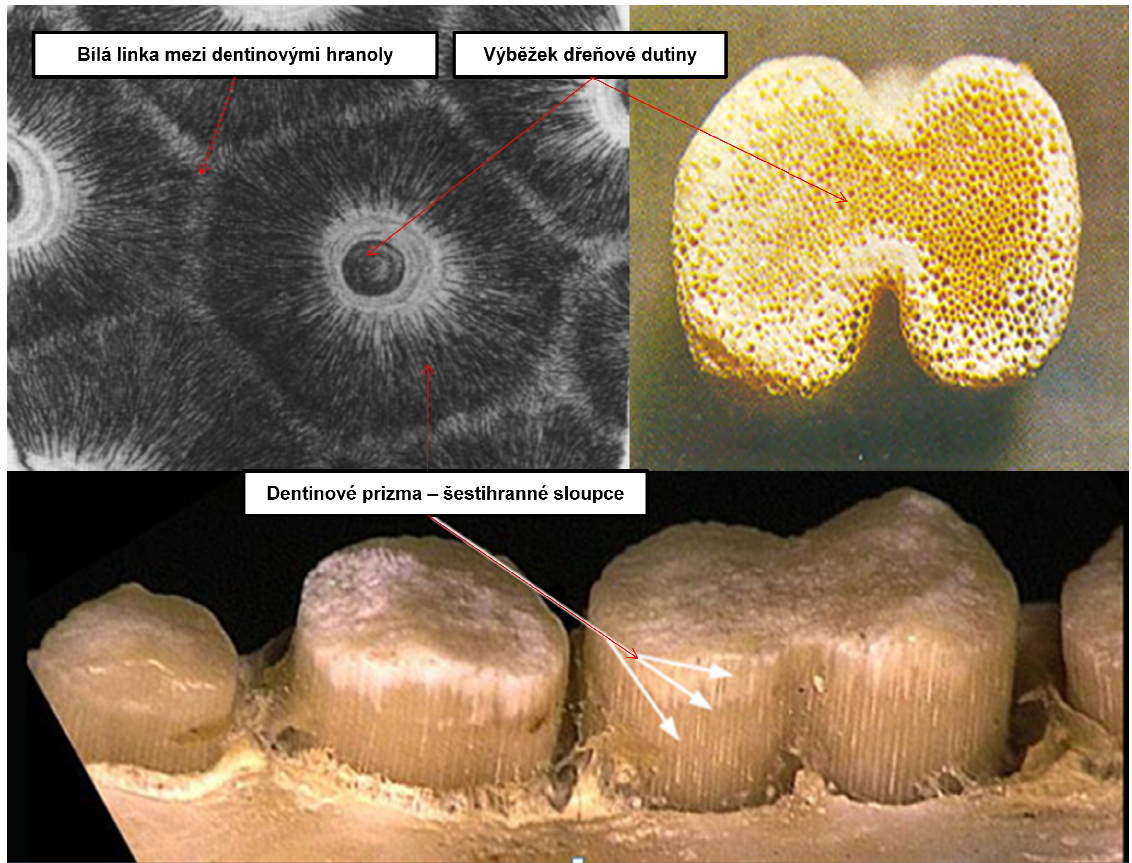
OBRÁZEK Č. 11 A OBRÁZEK Č. 12: DETAIL KOSTRY PŘEDNÍ A ZADNÍ KONČETINY



(<http://evolutionaryvertebrateZoology.blogspot.cz/2012/02/evolucni-specialisti-na-planete.html>).

PŘÍLOHA Č. 10: ANATOMICKÉ A FYZIOLOGICKÉ ZVLÁŠTNOSTI HRABÁČŮ

OBRÁZEK Č. 13: MIKROSTRUKTURA CHRUPU DOSPĚLÉHO HRABÁČE



(upraveno podle Shoshani et al., 1988)

Zuby hrabáčů jsou tzv. hypselodontního typu (stále dorůstající), bezkořenné a nerozlišené, s vysokou korunkou. Na povrchu jsou kryté jen zubovinou, sklovina chybí. Skládají se z velkého množství tzv. dentinových prizmat (hranolů, mnohostěnnů), které mají šestiboký až kruhový průřez. Jednotlivé hranoly jsou tmeleny zubním cementem a skládají se z výsečí, vzájemně oddělených jemnou blankou. Výseče hlavních prizmat spojuje zvláštní hmota – tzv. vazodentin. Ten je u savců popsán pouze u sirén, fosilních tapírů a právě hrabáčů (van Aarde, 1984, 2004, Shoshani et al., 1988; Špinar, 1984). Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.4. Stručný popis anatomie hrabáče.

OBRÁZEK Č. 14: TLAKOVÉ BODY NA HŘBETĚ MLÁDĚTE HRABÁČE



(Foto: Archiv Zoo Praha, 1994)

Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.5.1.3 Tlakové body na těle hrabáče.

OBRÁZEK Č. 15 A OBRÁZEK Č. 16: DETAIL HMATOVÝCH CHLUPŮ NA BOCÍCH A V OKRUŽÍ NOSNÍCH OTVORŮ



(Foto: Masopustová, 1994).

Na obrázku jsou jasně patrné hmatové chlupy (označené červeně) na těle dospívajícího hrabáče a hustě osrstěné okruží nosních dírek. Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.5.1.2 Hmatové chlupy.

OBRÁZEK Č. 17 A OBRÁZEK Č. 18: TVRDÉ ŠTĚTINATÉ CHLUPY NA HRANÁCH PŘEDNÍCH A ZADNÍCH KONČETIN



(Foto: Archiv Zoo Praha, 1995).

Linie chlupů, která může sloužit jako první ochrana jemné kůže končetin před kousajícími termity, je vyznačena červeně. Vrstva chlupů bývá ovšem u dospělých jedinců mnohem hustější, což bylo porozorováno v chovech. Na obrázku jsou znázorněny končetiny juvenilního jedince, který ještě nebyl dostatečně osrstěný. Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.5.1.1 Ochrana těla, končetin a zranitelných částí těla.

PŘÍLOHA Č. 11: REPRODUKCE HRABÁČŮ

Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.7.4 Reprodukční chování hrabáčů.

OBRÁZEK Č. 19: PÁSOVÁ PLACENTA HRABÁČE S PATRNÝMI LOKÁLNÍMI HEMATOMY

OBRÁZEK Č. 20: DONOŠENÝ MRTVÝ PLOD HRABÁČE V PLODOVÝCH OBALECCH



(Zdroj: <http://medicine.ucsd.edu/cpa/aardfs.htm>)

(Zdroj: <http://medicine.ucsd.edu/cpa/aardfs.htm>).

Na placentě hrabáče jsou zřetelné choriové klky vrůstají hlouběji do sliznice a pronikají epitelem dělohy (typický znak také pro placentu šelem).

OBRÁZEK Č. 21 A OBRÁZEK Č. 22: NOVOROZENÉ MLÁDĚ V ZOO PRAHA UKRYTÉ MEZI SAMCEM A SAMICÍ



(Foto: Vodička, 1994)

OBRÁZEK Č. 23: PEVNÉ SOCIÁLNÍ VAZBY MEZI CHOVNÝM PÁREM V ZOO PRAHA



(Autor: Masopustová, 1994)

OBRÁZEK Č. 24: PRVNÍ KOJENÍ MLÁDĚTE V ZOO PRAHA

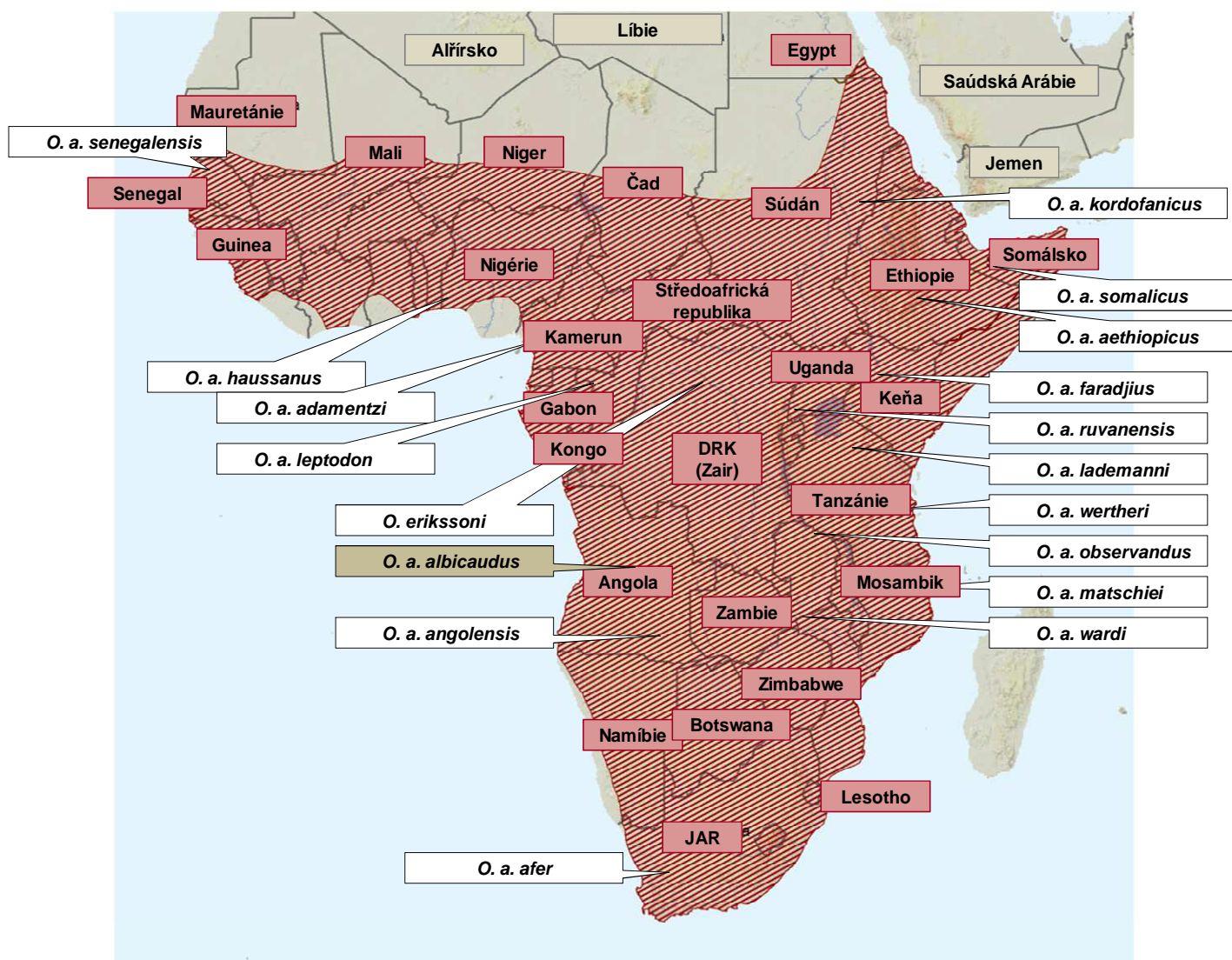


(Foto: Vodička, 1994)

I přesto, že se jedná o druh v přírodě žijící soliterně, ve všech zoo, které hrabáče chovají, si vytvářejí obě pohlaví mezi sebou pevné sociální vazby. Jejich případné rozdělení, například při porodu samice, bývá velkou překážkou (Masopustová, 2007).

PŘÍLOHA Č. 12: ROŠÍŘENÍ JEDNOTLIVÝCH PODDRUHŮ HRABÁČE *ORYCTEROPUS AFER*

OBRÁZEK Č. 25: MAPA ROZŠÍŘENÍ 17 (18?) PODDRUHŮ *ORYCTEROPUS AFER*



(Autor: Masopustová, 2012; podkladová mapa - IUCN, 2014).

Červeně jsou zvýrazněny země afrického kontinentu. Populace hrabáčů původně rozšířenév Lesothu (?) a v Alžírsku jsou vyhubené. Barevně je vyznačen poddruh *Orycteropus afer albicaudus*, který jehož zařazení v systematice je sporné. Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.3 Výskyt hrabáčů ve volné přírodě.

PŘÍLOHA Č. 13: GEOGRAFICKÉ ROZŠÍŘENÍ 17 (18?) PODDRUHŮ

(PODLE MEESTER, 1971; SHOSHANI T. AL., 1988)

1. *Orycteropus afer adametzi* - lokality Bamessing v severozápadním Kamerunu
2. *Orycteropus afer aethiopicus* – suché oblasti Ethiopie
3. *Orycteropus afer afer* – oblasti Jihoafrické republiky
4. *Orycteropus afer albicaudus* – lokalita neuvedena – pravděpodobně oblasti v Angole
5. *Orycteropus afer angolensis* – lokalita Capangombe, západně od hory Schella v jihozápadní Angole
6. *Orycteropus afer erikssoni* – vnitrozemí Demokratické republiky Kongo
7. *Orycteropus afer faradjus* – lokalita Faradje, Haut-Uele v Belgickém Kongu
8. *Orycteropus afer haussanus* – lokalita v Nigérii
9. *Orycteropus afer kordofanicus* – lokalita Kordofan v Súdánu
10. *Orycteropus afer lademanni* – lokalita Wassi, sever Kondua-Irangi, Massai Plains, východoafrické teritorium Tanganika uvnitř státu Tanzánie
11. *Orycteropus afer leptodon* – lokalita v Gabonu
12. *Orycteropus afer matschiei* – lokalita Mikindani, jižní pobřeží teritoria Tanganika uvnitř státu Tanzánie
13. *Orycteropus afer observandus* – lokalita Ussangire, severozápadní Ssongea, severozápadní pobřeží jezera Niassa v teritoriu Tanganika uvnitř státu Tanzánie
14. *Orycteropus afer ruvanensis* – lokalita Ruwana, jihovýchodní pobřeží Victoria Nyanza (jedno z velkých jezer Afriky), teritorium Tanganika uvnitř státu Tanzánie
15. *Orycteropus afer senegalensis* – lokalita v Senegalu
16. *Orycteropus afer somalicus* – lokalita Somaliland - neuznaný stát na území severního Somálska v Africkém rohu
17. *Orycteropus afer wardi* – lokalita severovýchodní Rhodesie
18. *Orycteropus afer wertheri* - lokalita v Tanzánii.

Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.3 Výskyt hrabáčů ve volné přírodě.

PŘÍLOHA Č. 14: TYPY OBÝVANÝCH BIOTOPŮ

Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.3.2 typy obývaných biotopů.

OBRÁZEK Č. 26: TRAVNATÁ STANOVIŠTE HRABÁČŮ V PŘÍRODNÍ REZERVACI MASAI MARA



(Foto: Fundová, 2000)

OBRÁZEK Č. 27: KŘOVINATÝ BIOTOP HRABÁČŮ V PŘÍRODNÍ REZERVACI MASAI MARA V KENI



(Foto: Fundová, 2000)

PŘÍLOHA Č. 15: TYPY HLOUBENÝCH NOR

Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 2.6.2.1 Hrabáčí nory - významný ekologický prvek.

OBRÁZEK Č. 28: HLOUBENÍ NORY



OBRÁZEK Č. 29: DOČASNÁ KRÁTKÁ NORA

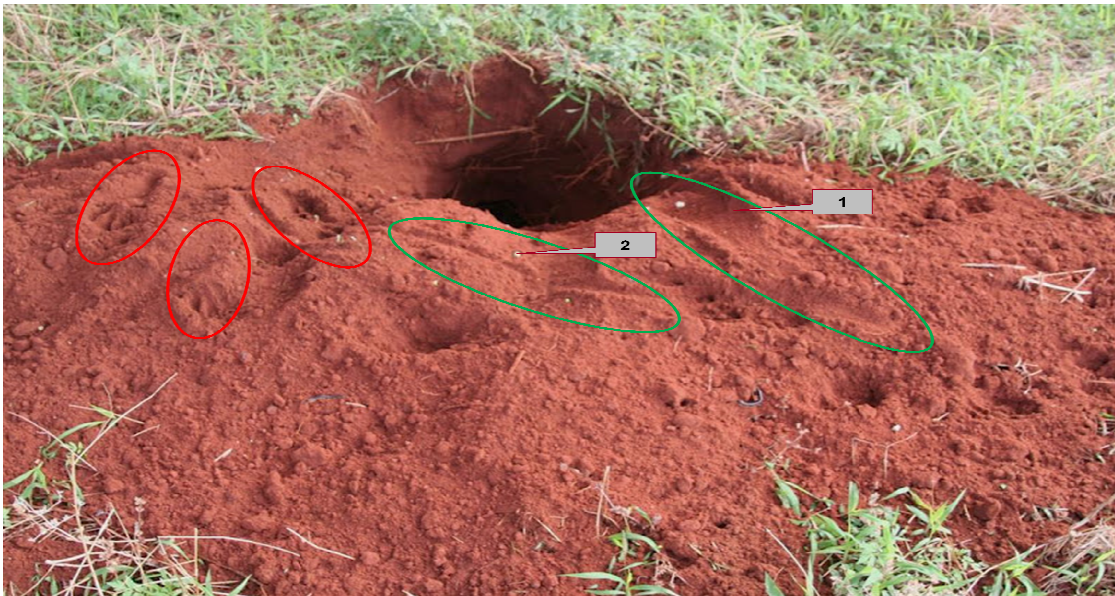


(Zdroj: Newman, 2005 / www.naturepl.com)

(Zdroj: Partridge Films Ltd, 2004; www.osfinages.com)

Hrabáci hloubí tři typy nor – krátké, dočasné a trvalé nory pro odchov mláďat.

OBRÁZEK Č. 30: DOČASNÁ NORA OBYDLENÁ HRABÁČEM



(Zdroj: <http://onestonedcrow.blogspot.com/2010/02/aardvark-orycteropus-afer.html>).

Na snímcích jsou zeleně vyznačeny široké mělké rýhy, vytlačené kořenem ocasu (1) a tenké výrazné rýhy vytlačené špičkou ocasu (2). Červeně jsou značeny stopy zadních chodidel hrabáče. V okolní vyhrabané zemi chybějí stopy jiných zvířat, které bývají u opuštěných

hrabáčích nor velmi hojné. Stopy hrabáče směřují jen do nory, proto je zřejmé, že doupě je hrabáčem obydleno.

OBRÁZEK Č. 31: DOČASNÁ NORA V MASAI MARA



(Foto: Fundová, 2000)

OBRÁZEK Č. 32: OPUŠTĚNÁ HLAVNÍ NORA



(Foto: Fundová, 2000)

OBRÁZEK Č. 33: KOMPLEX TUNELŮ A VĚTRACÍCH OTVORŮ V HLAVNÍ CHOVNÉ NORĚ



(Zdroj: http://www.taos-telecommunity.org/epow/epow-archive/archive_2005/epow-050627.htm).

Trvalé nory jsou dva až tři metry dlouhé s jedním vstupem a mohou se v nich vyskytovat buď jednoduché přímé tunely, nebo rozsáhlý tunelový systém s několika vstupními otvory. Shoshani et al. (1988) uvádí, že z 25 popsaných systémů nor mělo 15 pouze jeden vstup, šest nor mělo dva vstupy, tři nory měly po třech vstupech a jedna nora měla dokonce pět vstupů. Roberts

(1951) napačítal 60 vstupů do nor na ploše velké zhruba 274×90 m, Nowak (1991; 1999) uvádí plochu asi 30 km^2 . Vstup je obvykle nejužší částí nory s průměrem otvoru okolo 40 až 50 cm. Z výzkumu, který zveřejnil Roberts (1951) bylo patrné, že tři z pěti odkrytých nor končily oblým doupětem, kde zvířata spala. Dvě z prozkoumaných nor byly jeden metr široké a 80 cm vysoké, proto se mohla zvířata uvnitř pohodlně pohybovat a obracet, a opouštět noru hlavou napřed.

PŘÍLOHA Č. 16: HODNOTY F_x (INBREEDING COEFFICIENTS OF INDIVIDUALS)

Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 5.2.1 Výsledky prvního okruhu - individuální F_x -Evropa.

TABULKA Č. 12: HODNOTY INDIVIDUÁLNÍHO F_x - PRVNÍ OKRUH - EVROPA

jedinec	otec	matka	F_x
E1	wild	wild	0,0000
E2	wild	wild	0,0000
E3	wild	wild	0,0000
E5	wild	wild	0,0000
E17	wild	wild	0,0000
E20	wild	wild	0,0000
E21	wild	wild	0,0000
E22	wild	wild	0,0000
E23	wild	wild	0,0000
E24	wild	wild	0,0000
E25	wild	wild	0,0000
E26	wild	wild	0,0000
E27	wild	wild	0,0000
E35	wild	wild	0,0000
E37	wild	wild	0,0000
E39	wild	wild	0,0000
E46	wild	wild	0,0000
E49	wild	wild	0,0000
E57	wild	wild	0,0000
E58	wild	wild	0,0000
E59	wild	wild	0,0000
E60	wild	wild	0,0000
E76	wild	wild	0,0000
E77	wild	wild	0,0000
E80	wild	wild	0,0000
E81	wild	wild	0,0000
E88	wild	wild	0,0000
E89	wild	wild	0,0000
E90	wild	wild	0,0000
E91	wild	wild	0,0000
E102	wild	wild	0,0000
E104	wild	wild	0,0000
E105	wild	wild	0,0000
E106	wild	wild	0,0000
E107	wild	wild	0,0000
E108	wild	wild	0,0000

jedinec	otec	matka	F_x
E79	wild	E78/A36	0,0000
E52	E49	E48	0,0000
E4	wild	E3	0,0000
E53	E49	E48	0,0000
E70	wild	wild	0,0000
E71	wild	wild	0,0000
E163	wild	wild	0,0000
E6	E5	E2	0,0000
E54	E49	E48	0,0000
E7	E5	E2	0,0000
E9	E5	E2	0,0000
E11	E5	E2	0,0000
E82	E80	E81	0,0000
E118	E117	wild	0,0000
E12	E5	E2	0,0000
E109	wild	wild	0,0000
E110	wild	wild	0,0000
E120	E117	E116	0,0000
E56	E49	E48	0,0000
E72	wild	wild	0,0000
E111	wild	wild	0,0000
E13	E5	E2	0,0000
E14	wild	wild	0,0000
E47	wild	wild	0,0000
E73	wild	wild	0,0000
E148	wild	wild	0,0000
E15	wild	wild	0,0000
E16	wild	wild	0,0000
E84	E80	E81	0,0000
E28	E26	E27	0,0000
E29	E26	E27	0,0000
E36	wild	wild	0,0000
E30	E26	E27	0,0000
E31	E26	E27	0,0000
E61	E58	E60	0,0000
E62	E58	E60	0,0000

jedinec	otec	matka	Fx
E112	wild	wild	0,0000
E113	wild	wild	0,0000
E114	wild	wild	0,0000
E115	wild	wild	0,0000
E116	wild	wild	0,0000
E117	wild	wild	0,0000
E121	wild	wild	0,0000
E122	wild	wild	0,0000
E123	wild	wild	0,0000
E124	wild	wild	0,0000
E125	wild	wild	0,0000
E126	wild	wild	0,0000
E48	wild	wild	0,0000
E78	wild	wild	0,0000
E67	E58	E60	0,0000
E96	E72	E90	0,0000
E42	E47	E36	0,0000
E44	E47	E39	0,0000
E68	E58	E60	0,0000
E164	wild	wild	0,0000
E36/A78	wild	wild	0,0000
E127	E164	E36/A78	0,0000
E69	E58	E60	0,0000
E128	E164	E36/A78	0,0000
E98	E72	E90	0,0000
E45	E47	E36	0,0000
E103	E47	E36	0,0000
E129	E127	E41	0,0000
E43	wild	wild	0,0000
E130	E43	E69	0,0000
E131	E128	E60	0,0000
E132	E128	E69	0,0000
E133	E72	E98	0,2500
E134	E127	E41	0,0000
E135	E128	E69	0,0000
E136	E72	E98	0,2500

jedinec	otec	matka	Fx
E32	E26	E27	0,0000
E63	E58	E60	0,0000
E64	E58	E60	0,0000
E33	E26	E27	0,0000
E65	E58	E60	0,0000
E92	E72	E90	0,0000
E93	E72	E90	0,0000
E66	E58	E60	0,0000
E94	E72	E90	0,0000
E74	E47	E78/A36	0,0000
E75	E47	E39	0,0000
E95	E72	E90	0,0000
E40	E47	E78/A36	0,0000
E41	E47	E39	0,0000
E162	E127	E98	0,0000
E193	wild	wild	0,0000
E166	E151	E139	0,2500
E170	E127	E103	0,0000
E174	E94	E140	0,0000
E175	E128	E69	0,0000
E197	wild	wild	0,0000
E198	wild	wild	0,0000
E168	E94	E147	0,0000
E169	E94	E147	0,0000
E171	E127	E103	0,0000
E172	E127	E98	0,0000
E176	E151	E157	0,0625
E181	wild	wild	0,0000
E185	wild	wild	0,0000
E186	wild	wild	0,0000
E187	wild	wild	0,0000
E177	E127	E103	0,0000
E179	E127	E98	0,0000
E194	wild	wild	0,0000
E195	wild	wild	0,0000
E199	wild	wild	0,0000

jedinec	otec	matka	F _x
E137	E40	E27	0,0000
E139	E127	E41	0,0000
E140	E127	E41	0,0000
E141	E127	E103	0,0000
E142	E128	E69	0,0000
E143	E72	E98	0,2500
E144	E127	E41	0,0000
E145	E128	E69	0,0000
E147	E127	E103	0,0000
E151	E127	E41	0,0000
E152	E128	E69	0,0000
E155	E74	E98	0,0000
E156	E127	E41	0,0000
E157	E128	E69	0,0000
E158	E128	E69	0,0000
E159	E127	E103	0,0000
E160	E94	E140	0,0000
E161	E127	E98	0,0000

jedinec	otec	matka	F _x
E200	wild	wild	0,0000
E180	E94	E147	0,0000
E188	E40	E144	0,0625
E189	E145	E98	0,0000
E190	E145	E103	0,0000
E191	E151	E157	0,0625
E192	E94	E147	0,0000
E196	E135	E168	0,0313
E201	E199	E200	0,0000
E202	wild	wild	0,0000
E204	E40	E144	0,0625
E205	E145	E98	0,0000
E206	E94	E147	0,0000
E208	E151	E157	0,0625
E211	E40	E144	0,0625
E214	E94	E147	0,0000
E215	E195	E194	0,0000
E217	E145	E98	0,0000

Poznámka: Žlutě je označena samice č. E36 (Tulip), která je uvedena v obou PK, protože byla umístěna v chovech na obou kontinentech. V americké PK má č. A78. Pro další výpočty byla řazena do Ameriky (podle amerického plemenného čísla), kde porodila mláďata.

TABULKA Č. 13: HODNOTY INDIVIDUÁLNÍHO F_x - PRVNÍ OKRUH - AMERIKA

Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 5.2.1 Výsledky druhého okruhu - individuální F_x - Amerika.

jedinec	otec	matka	F_x
A1	wild	wild	0,0000
A2	wild	wild	0,0000
A3	wild	wild	0,0000
A4	wild	wild	0,0000
A5	wild	wild	0,0000
A6	wild	wild	0,0000
A7	wild	wild	0,0000
A8	wild	wild	0,0000
A9	wild	wild	0,0000
A11	wild	wild	0,0000
A14	wild	wild	0,0000
A15	wild	wild	0,0000
A16	wild	wild	0,0000
A17	wild	wild	0,0000
A21	wild	wild	0,0000
A23	wild	wild	0,0000
A24	wild	wild	0,0000
A25	wild	wild	0,0000
A26	wild	wild	0,0000
A27	wild	wild	0,0000
A28	wild	wild	0,0000
A29	A27	A28	0,0000
A30	wild	wild	0,0000
A38	wild	wild	0,0000
A31	wild	wild	0,0000
A32	wild	wild	0,0000
A33	wild	wild	0,0000
A34	wild	wild	0,0000
A35	wild	wild	0,0000
A36	wild	wild	0,0000
A37	wild	wild	0,0000
A39	wild	wild	0,0000
A40	wild	wild	0,0000
A41	wild	wild	0,0000
A42	wild	wild	0,0000
A43	wild	wild	0,0000
A44	wild	wild	0,0000
A45	wild	wild	0,0000
A46	wild	wild	0,0000
A47	wild	wild	0,0000

jedinec	otec	matka	F_x
A48	wild	wild	0,0000
A49	wild	wild	0,0000
A50	wild	wild	0,0000
A55	A38	A30	0,0000
A51	A32	A4	0,0000
A52	wild	wild	0,0000
A53	wild	wild	0,0000
A54	wild	wild	0,0000
A56	wild	wild	0,0000
A57	A32	A4	0,0000
A58	wild	wild	0,0000
A59	A32	A4	0,0000
A60	A38	A30	0,0000
A61	A32	A4	0,0000
A62	A38	A30	0,0000
A64	wild	wild	0,0000
A65	A32	A4	0,0000
A66	wild	wild	0,0000
A67	A38	A30	0,0000
A68	A32	A4	0,0000
A69	A2	A26	0,0000
A70	wild	wild	0,0000
A71	A32	A4	0,0000
A72	A49	A4	0,0000
A18	wild	wild	0,0000
A74	A32	A4	0,0000
A75	A2	A26	0,0000
A76	wild	wild	0,0000
A77	wild	wild	0,0000
A78	A32	A4	0,0000
A79	A33	A60	0,0000
A80	A33	A60	0,0000
A81	A2	A26	0,0000
A82	A49	A60	0,0000
A83	A76	A77	0,0000
A84	A76	A77	0,0000
A85	A76	A78/E36	0,0000
A86	A76	A78/E36	0,0000
A87	A76	A77	0,0000
A89	wild	wild	0,0000

jedinec	otec	matka	Fx
A90	wild	wild	0,0000
A91	wild	wild	0,0000
A92	wild	wild	0,0000
A93	A76	A78/E36	0,0000
A94	A71	A26	0,0000
A95	A85	A60	0,0000
A96	A76	A77	0,0000
A142	A38	wild	0,0000
A97	A76	A78/E36	0,0000
A98	A85	A60	0,0000
A99	A76	A77	0,0000
A100	A38	A67	0,2500
A101	A71	A26	0,0000
A102	A76	A78	0,0000
A103	A85	A60	0,0000
A104	A76	A78	0,0000
A106	A76	A78	0,0000
A107	A90	A92	0,0000
A108	A85	A60	0,0000
A109	A76	A78	0,0000
A112	A76	A78	0,0000
A113	A85	A94	0,0625
A114	A85	A60	0,0000
A115	A76	A78	0,0000
A116	A108	A94	0,0313
A119	A85	A70	0,0000
A120	A85	A70	0,0000
A122	A71	A92	0,0000
A124	A71	A98	0,0625
A126	A85	A60	0,0000
A127	A71	A92	0,0000
A144	wild	wild	0,0000
A143	A144	A18	0,0000
A128	A91	A97	0,0000
A130	A85	A70	0,0000
A131	A108	A94	0,0313
A133	A76	A78	0,0000
A134	A71	A92	0,0000
A135	A85	A70	0,0000
A136	A108	A94	0,0313
A137	A71	A92	0,0000
A129	wild	wild	0,0000
A139	A129	A106	0,0000
A140	A71	A92	0,0000

jedinec	otec	matka	Fx
A111	wild	wild	0,0000
A141	A111	A18	0,0000
A145	A91	A137	0,0000
A146	A134	A18	0,0000
A149	wild	wild	0,0000
A150	wild	wild	0,0000
A151	wild	wild	0,0000
A153	wild	wild	0,0000
A147	A134	A18	0,0000
A148	A91	A137	0,0000
A152	wild	wild	0,0000
A154	wild	wild	0,0000
A155	wild	wild	0,0000
A156	A91	A137	0,0000
A157	A149	A150	0,0000
A158	A152	A153	0,0000
A160	wild	wild	0,0000
A159	A149	A150	0,0000
A162	A91	A137	0,0000
A163	A149	A150	0,0000
A164	A152	A153	0,0000
A165	A154	A155	0,0000
A166	A152	A153	0,0000
A168	A143	A157	0,0000
A167	A148	A150	0,0000
A170	A91	A137	0,0000
A173	wild	wild	0,0000
A174	wild	wild	0,0000
A171	A143	A157	0,0000
A176	wild	wild	0,0000
A177	wild	wild	0,0000
A178	wild	wild	0,0000
A172	A91	A164	0,0000
A175	A143	A157	0,0000
A181	A159	A162	0,0000
A182	A134	A160	0,0000
A183	A134	A160	0,0000
A184	A143	A157	0,0000
A185	A173	A174	0,0000
A187	A173	A174	0,0000
A188	A159	A162	0,0000
A190	A143	A157	0,0000
A192	A176	A177	0,0000
A197	A143	A157	0,0000
A194	A133	A164	0,0000

Poznámka: Žlutě je označena samice č. A78 (Tulip), která je uvedena v obou PK, protože byla umístěna v chovech na obou kontinentech. V evropské PK má č. 36. Pro další výpočty byla řazena do Ameriky (podle amerického plemenného čísla), kde rodila mládřata.

PŘÍLOHA Č. 17: ODHAD F_x PRO HRABÁČE CHOVANÉ V 18 ZOO EVROPY - K 31. 12. 2012

Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 5.2.1 Výsledky pátého okruhu - F_x pro následné páření - Evropa a Amerika. V tabulkách jsou sepsány odhady F_x pro každou žijící supinu v příslušné zoo.

TABULKA Č. 14: ZOO ANTVERPY, BELGIE, EVROPA

M / F	E40 AFER	E144 CURLY	E211 NURU
F _x	0,0000	0,0000	0,0625
F _x celkem pro rodiče v zoo (v %)	2,08 %		
F _x případných potomků		0,0625	0,2813
F _x případných potomků v zoo (v %)	17,190 %		

TABULKA Č. 15: ZOO RANDERS, DÁNSKO, EVROPA

M / F	E160 PUFF	E139 MAXIMA
F _x	0,0000	0,0000
F _x celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
F _x případných potomků	0,125	
F _x případných potomků v zoo (v %)	12,500 %	

TABULKA Č. 16: ZOO BUDAPEŠŤ, MAĎARSKO, EVROPA

M / F	E201 FULIKE	E202 PÜTYPÜRÜTY
F _x	0,0000	0,0000
F _x celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
F _x případných potomků	0,0000	
F _x případných potomků v zoo (v %)	0,000 %	

TABULKA Č. 17: ZOO GYÖR, MAĎARSKO, EVROPA

M / F	E199 NO NAME	E200 NO NAME
F _x	0,0000	0,0000
F _x celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
F _x případných potomků	0,0000	
F _x případných potomků v zoo (v %)	0,000 %	

TABULKA Č. 18: ZOO ARNHEM, NIZOZEMSKO, EVROPA

M / F	E145 IRMO	E98 SNUFFY	E103 ORYC	E177 BOVENKANTJE
Fx	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %			
Fx případných potomků		0,0000	0,0000	0,0625
Fx případných potomků v zoo (v %)	2,083 %			

TABULKA Č. 19: ZOO VARŠAVA, POLSKO, EVROPA

M / F	E181 NO NAME	E187 NO NAME
Fx	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
Fx případných potomků	prozatím nepočítán - chov bez samice	
Fx případných potomků v zoo (v %)	prozatím nepočítán - chov bez samice	

TABULKA Č. 20: ZOO MADRID, ŠPANĚLSKO, EVROPA

M / F	E161 SNUGGY	E193 HABIBA
Fx	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
Fx případných potomků	prozatím nepočítán - chov bez samce	
Fx případných potomků v zoo (v %)	prozatím nepočítán - chov bez samce	

TABULKA Č. 21: BIOPARK VALENCIE, ŠPANĚLSKO, EVROPA

M / F	E179 HENKJAN	E156 DANNY
Fx	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
Fx případných potomků	0,0000	
Fx případných potomků v zoo (v %)	0,000 %	

TABULKA Č. 22: ZOO BERLÍN, NĚMECKO, EVROPA

M / F	E151 PLUCKY	E191 KARL HEINZ	E208 NO NAME	E157 KARLA	216 NO NAME neznámé pohlaví
Fx	0,000	0,0625	0,0625	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	2,500 %				
Fx případných potomků	0,0625 s E151	0,2813 s E191 0,2813 s E208			nezařazen do výpočtů
Fx případných potomků v zoo (v %)	20,837 %				

TABULKA Č. 23: ZOO FRANKFURT N./M., NĚMECKO, EVROPA

M / F	E128 ELVIS	E195 ERNST	E194 ERMINE	E215 LOTTE
Fx	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %			
Fx případných potomků			0,0000 0,0000	0,0000 0,0000
Fx případných potomků v zoo (v %)	0,000 %			

TABULKA Č. 24: ZOO SAARBRÜCKEN, NĚMECKO, EVROPA

M / F	E135 HELMUT/GUNDA	E168 MAGIC
Fx	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
Fx případných potomků	0,0313	
Fx případných potomků v zoo (v %)	3,130 %	

TABULKA Č. 25: ZOO PRAHA, ČESKÁ REPUBLIKA, EVROPA

M / F	E180 DRACO	E41 PIETA	E159 QUOTE
Fx	0,0000	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %		
Fx případných potomků		0,0313	0,125
Fx případných potomků v zoo (v %)	7,815 %		

TABULKA Č. 26: ZOO CHESTER, BRITÁNIE, EVROPA

M / F	E192 TATSU	E205 HIMBA
Fx	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000%	
Fx případných potomků	0,0783	
Fx případných potomků v zoo (v %)	7,830 %	

TABULKA Č. 27: ZOO COLCHESTER, BRITÁNIE, EVROPA

M / F	E94 ADELA	E140 PUQ/GEENSTREEP	E147 OQ	E214 SAPHIRA
Fx	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %			
Fx případných potomků		0,0000	0,0000	0,2500
Fx případných potomků v zoo (v %)	8,333 %			

TABULKA Č. 28: ZOO BLACKPOOL, BRITÁNIE, EVROPA

M / F	E206 SCORCH	E171 ANNIE
Fx	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
Fx případných potomků	0,125	
Fx případných potomků v zoo (v %)	12,500 %	

TABULKA Č. 29: ZOO LONDÝN, BRITÁNIE, EVROPA

M / F	E169 KIYO	E172 MISHA
Fx	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
Fx případných potomků	prozatím nepočítán - chov bez samce	
Fx případných potomků v zoo (v %)	prozatím nepočítán - chov bez samce	

TABULKA Č. 30: ZOO KESSINGLAND, BRITÁNIE, EVROPA

M / F	E127 QUIGGLY	E44 MYŠKA	E131 ELLIE
Fx	0,0000	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %		
Fx případných potomků		0,0000	0,125
Fx případných potomků v zoo (v %)	6,250 %		

TABULKA Č. 31: ZOO TBILISI, GRUZIE, ASIE

M / F	E197 VARKI	E198 MILA
Fx	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
Fx případných potomků	0,0000	
Fx případných potomků v zoo (v %)	0,000 %	

PŘÍLOHA Č. 18: ODHAD F_x PRO HRABÁČE CHOVANÉ V 12 ZOO AMERIKY- K 31. 12. 2012

TABULKA Č. 32: BUSCH GARDENS TAMPA BAY, FLORIDA, USA

M / F	A176 FRITZ	A192 NO NAME	A177 IZZY	A196 NO NAME neznámé pohlaví
F _x	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
F _x celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %			
F _x případných potomků	0,0000	0,0000	0,250	nezařazen do výpočtů
F _x případných potomků v zoo (v %)	12,500 %			

TABULKA Č. 33: ZOO CHICAGO BROOKFIELD, ILLINOIS, USA

M / F	A91 BERNAARD	A182 ERDFERKL	A194 NO NAME	A164 JESSI
F _x	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
F _x celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %			
F _x případných potomků	0,0000	0,0000	0,250	
F _x případných potomků v zoo (v %)	12,500 %			

TABULKA Č. 34: ZOO LINCOLN PARK, CHICAGO, USA

M / F	A170 PAATSY
F _x	0,0000
F _x celkem rodiče v zoo (v %)	0,000 %
F _x případných potomků	prozatím nepočítán - chov bez samce
F _x případných potomků v zoo (v %)	prozatím nepočítán - chov bez samce

TABULKA Č. 35: ZOO CINCINNATI, OHIO, USA

M / F	A136 PHIL	A163 DALISO	A184 PADMAE
F _x	0,0313	0,0000	0,0000
F _x celkem pro rodiče v zoo (v %)	1,043 %		
F _x případných potomků		0,0000	0,0000
F _x případných potomků v zoo (v %)	0,000 %		

TABULKA Č. 36: ZOO DETROIT, MIAMI, USA

M / F	A159 MCHIMBAJI	A162 RACHAAEL	A188 ROXAANE
Fx	0,0313	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	1,043 %		
Fx případných potomků		0,0000	0,250
Fx případných potomků v zoo (v %)	12,500 %		

TABULKA Č. 37: ZOO HONOLULU, HAVAJ, USA

M / F	A134 AMY BOB	A160 LILY
Fx	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
Fx případných potomků	0,0000	
Fx případných potomků v zoo (v %)	0,000 %	

TABULKA Č. 38: ZOO MEMPHIS, TENNESSEE, USA

M / F	A152 BOSS HOG	A160 LILY
Fx	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
Fx případných potomků	0,0000	
Fx případných potomků v zoo (v %)	0,000 %	

TABULKA Č. 39: ZOO NEW YORK BRONX, NEW YORK, USA

M / F	A173 ARTHUR	A187 HOOVER	A181 AMANI
Fx	0,0000	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %		
Fx případných potomků		0,0000	0,0000
Fx případných potomků v zoo (v %)	0,000 %		

TABULKA Č. 40: ZOO OMAHA, NEVADA, USA

M / F	A143 ALVIN	A157 ANAKIN
Fx	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
Fx případných potomků	0,0000	
Fx případných potomků v zoo (v %)	0,000 %	

TABULKA Č. 41: ZOO PHILADELPHIA, PENSYLVÁNIE, USA

M / F	A108 ANDREW JR	A165 SUNSHINE
Fx	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
Fx případných potomků	0,0000	
Fx případných potomků v zoo (v %)	0,000 %	

TABULKA Č. 42: ZOO ROLLING HILLS, KANSAS, USA

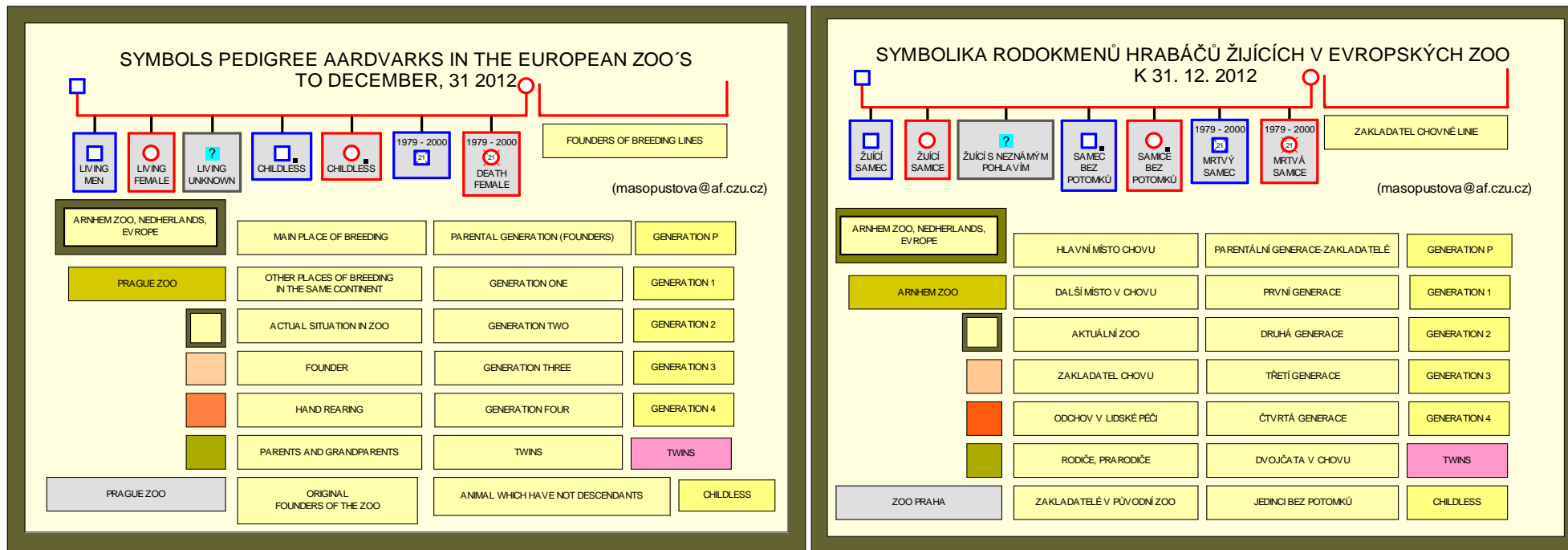
M / F	A167 GUMU	A150 ALICE
Fx	0,0000	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %	
Fx případných potomků	0,250	
Fx případných potomků v zoo (v %)	25,000 %	

TABULKA Č. 43: ZOO TACOMA, WASHINGTON, USA

M / F	A168 TILLI
Fx	0,0000
Fx celkem pro rodiče v zoo (v %)	0,000 %
Fx případných potomků	prozatím nepočítán - chov bez samce
Fx případných potomků v zoo (%)	prozatím nepočítán - chov bez samce

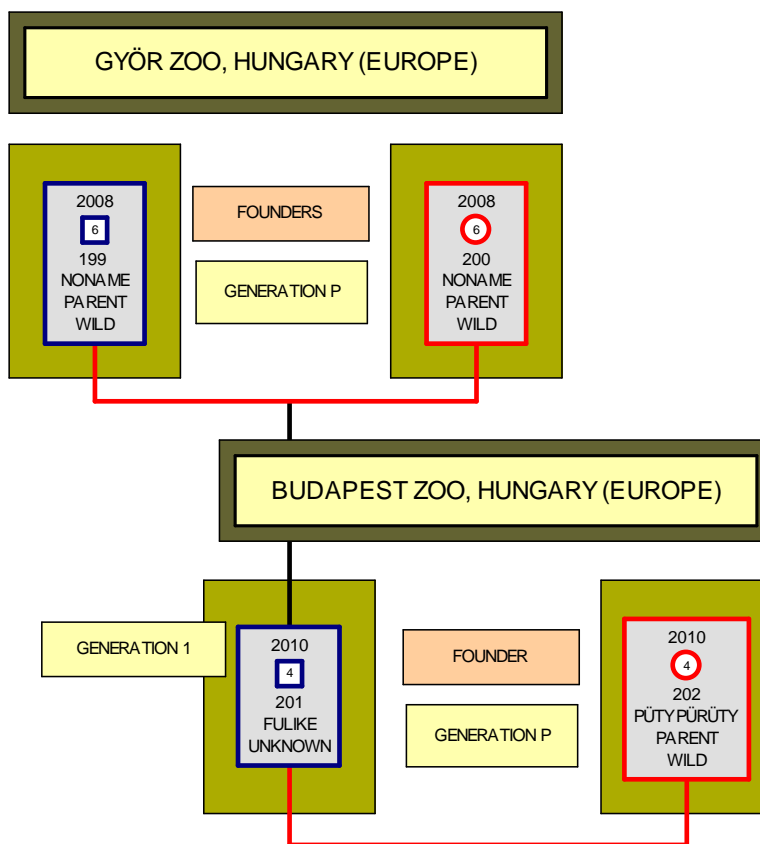
PŘÍLOHA Č. 19: AKTUÁLNÍ RODOKMENY HRABÁČŮ CHOVANÝCH V 18 ZOO EVROPY - K 31.12.2012

OBRÁZEK Č. 34: VYSVĚTLIVKY SE SYMBOLIKOU K RODOKMENŮM PRO JEDINCE ŽIJÍCÍ V EVROPSKÝCH ZOO.

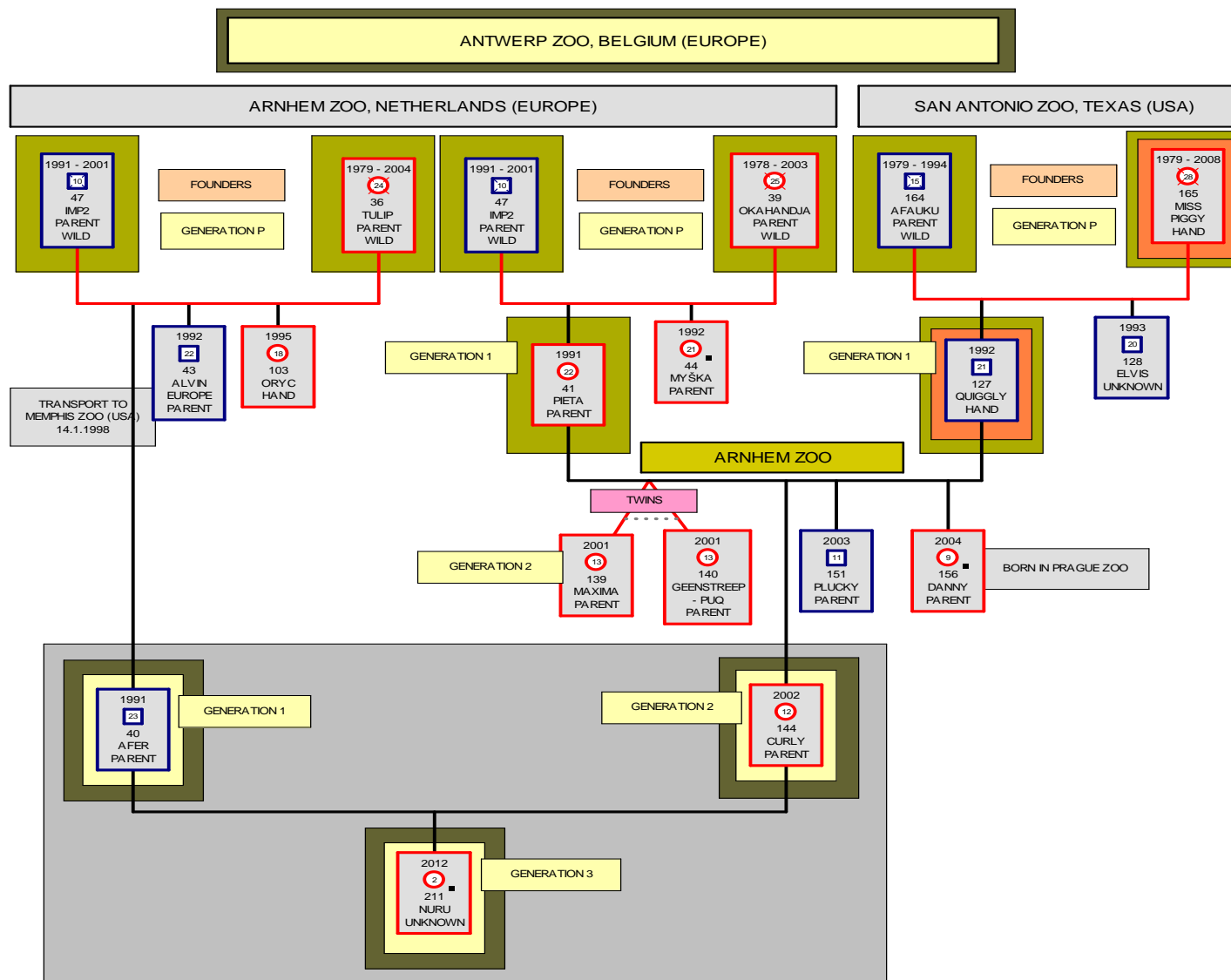


Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 5.3 Výsledky pro třetí cíl - databanka, rodokmeny, chovný plán.

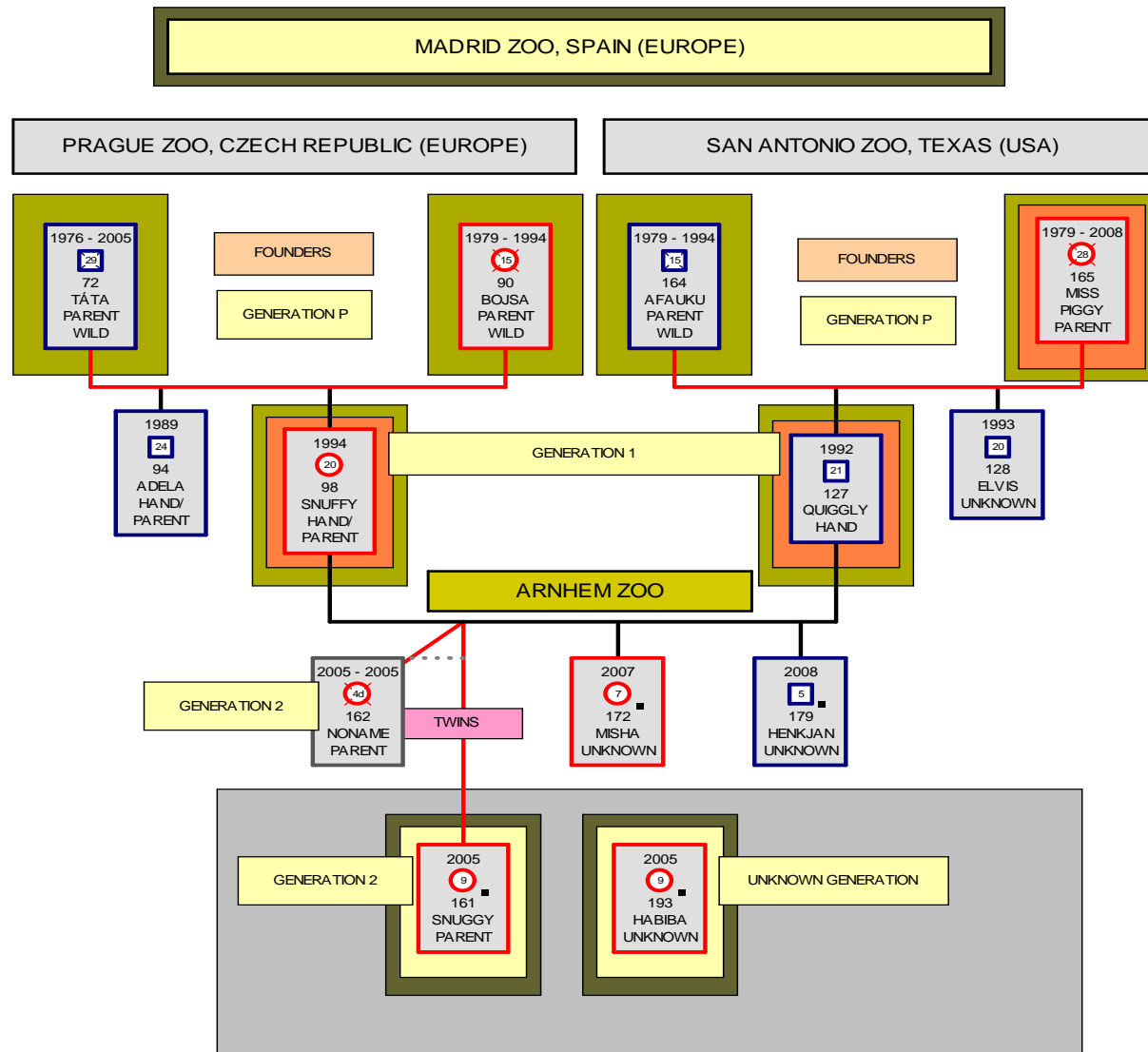
RODOKMEN Č. 1, Č. 2: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO GYÖR A ZOO BUDAPEŠŤ, MAĎARSKO, EVROPA



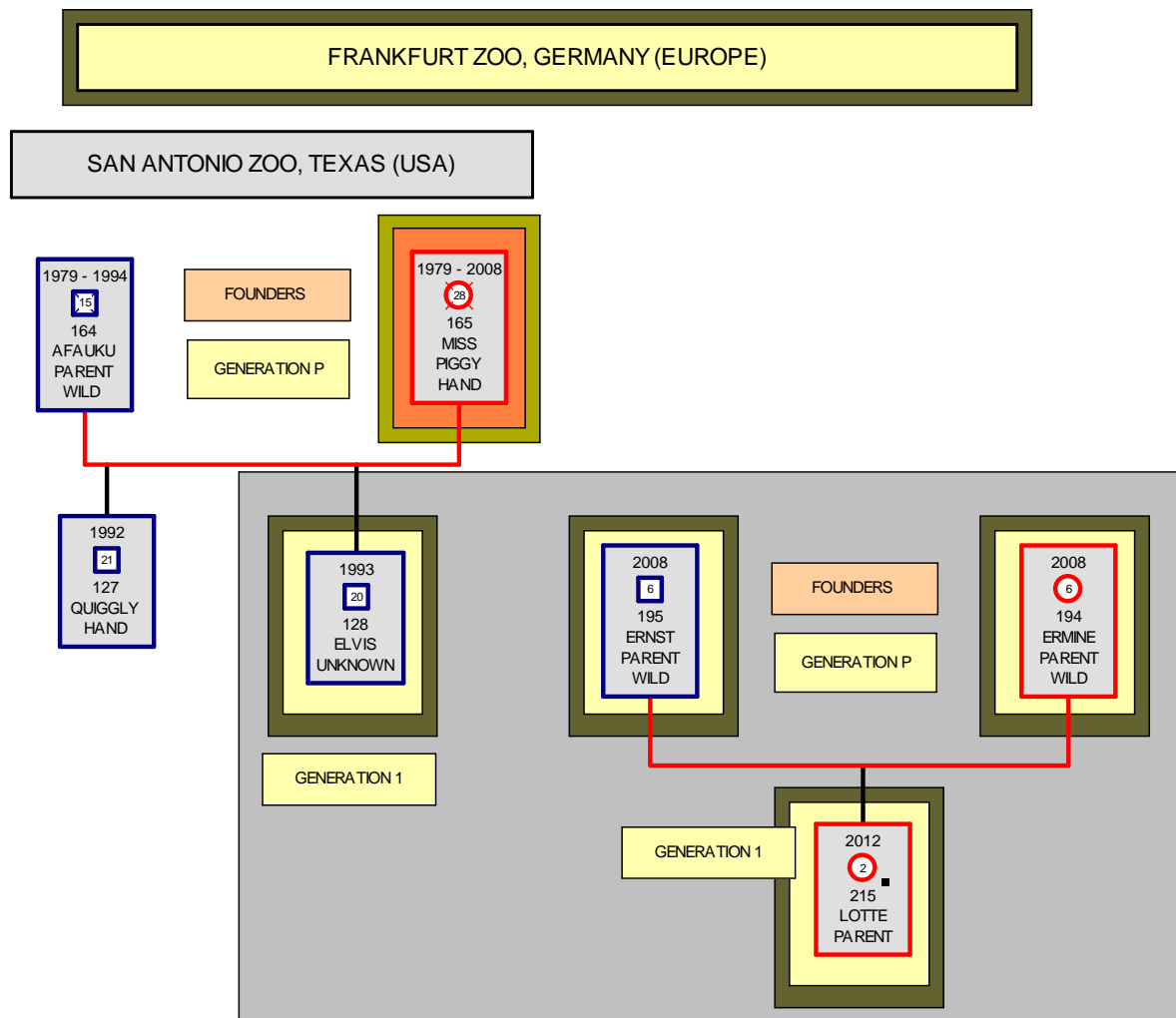
RODOKMEN Č. 3: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO ANTWERPY, BELGIE, EVROPA



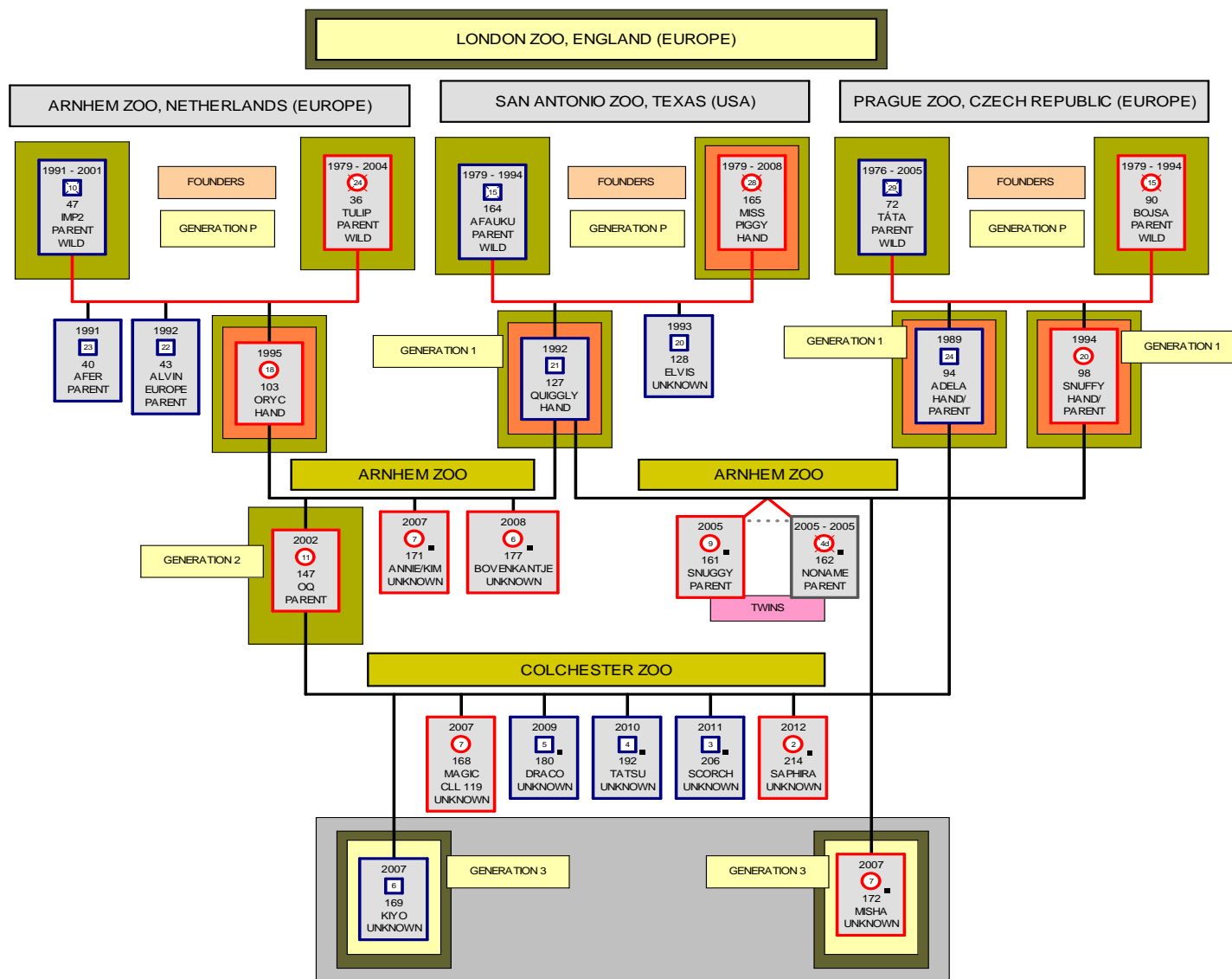
RODOKMEN Č. 4: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO MADRID, ŠPANĚLSKO, EVROPA



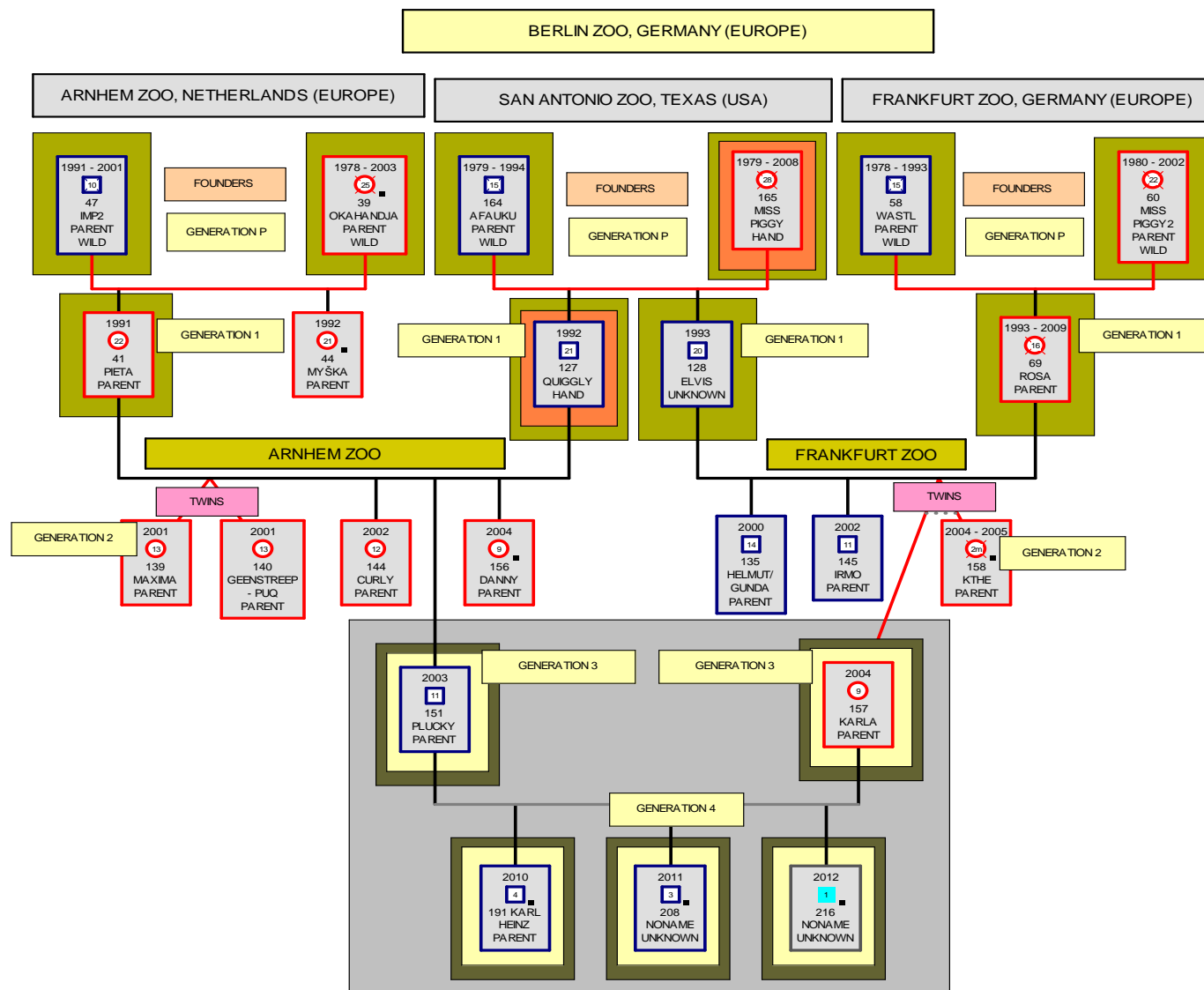
RODOKMEN Č. 5: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO FRANKFURT^N/M., NĚMECKO, EVROPA



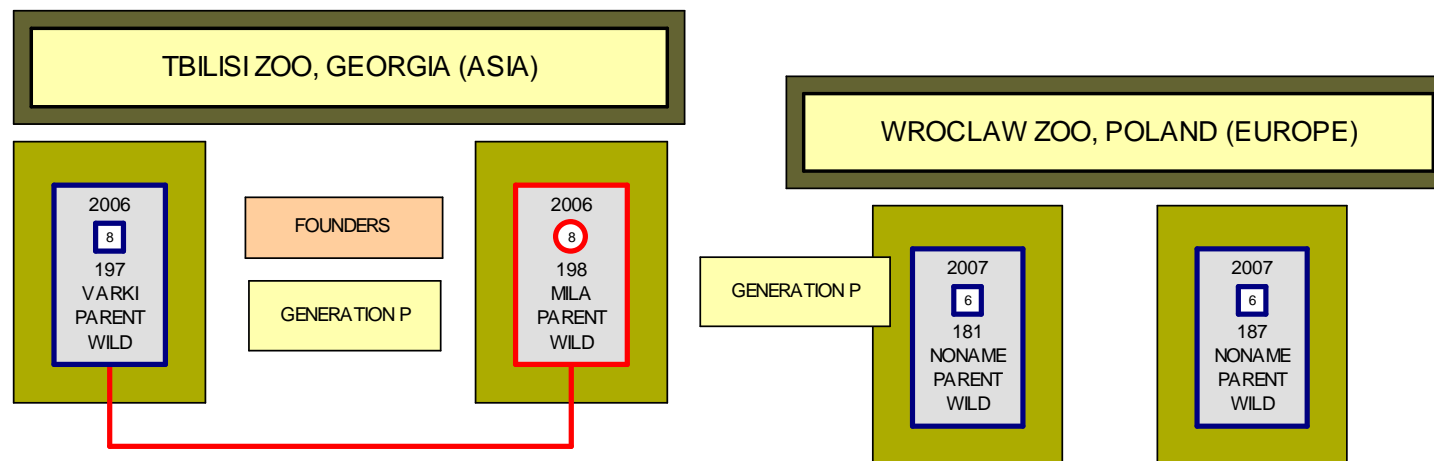
RODOKMEN Č. 6: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO LONDÝN, ANGLIE, EVROPA



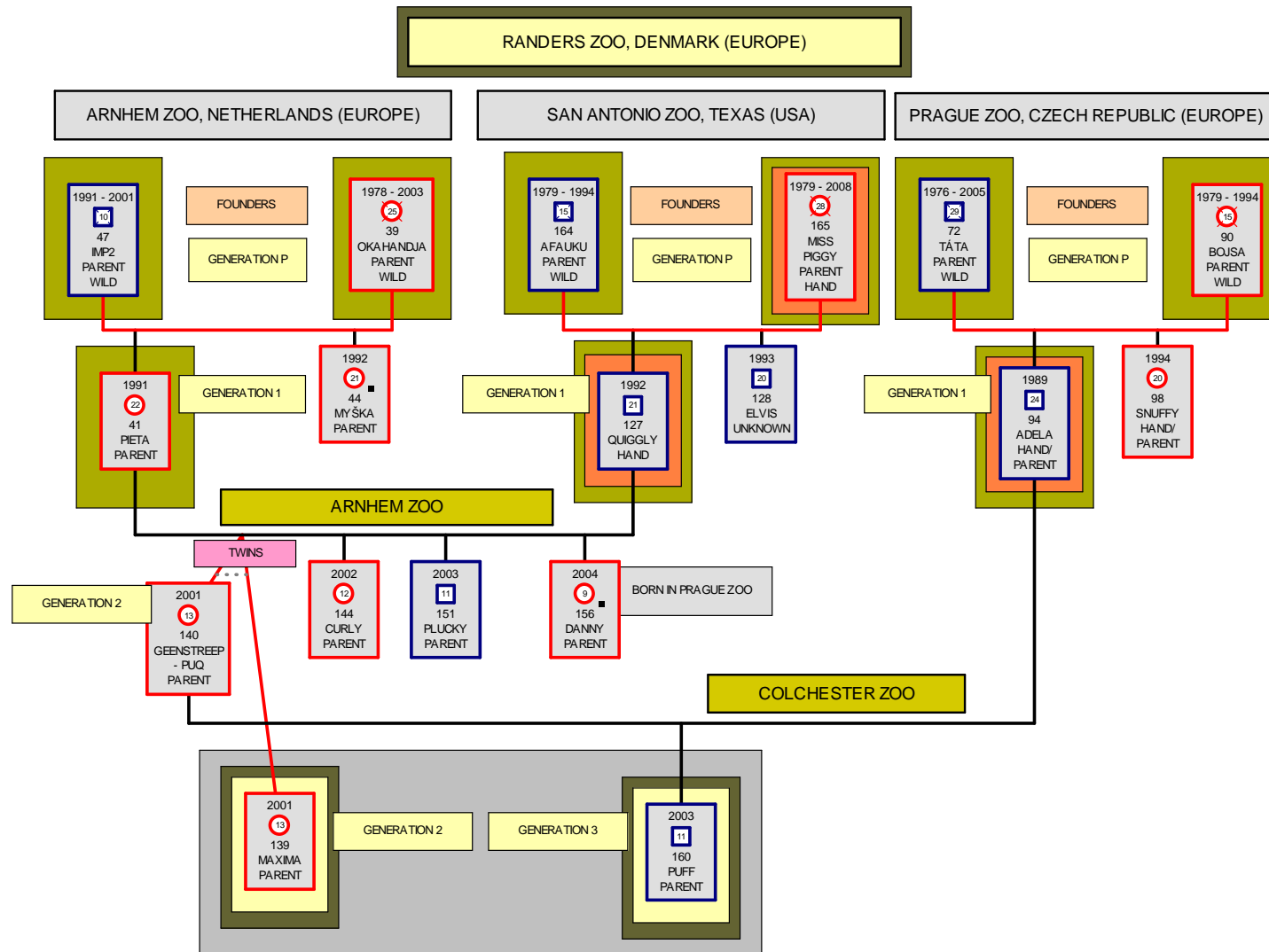
RODOKMEN Č. 7: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO BERLÍN, NĚMECKO, EVROPA



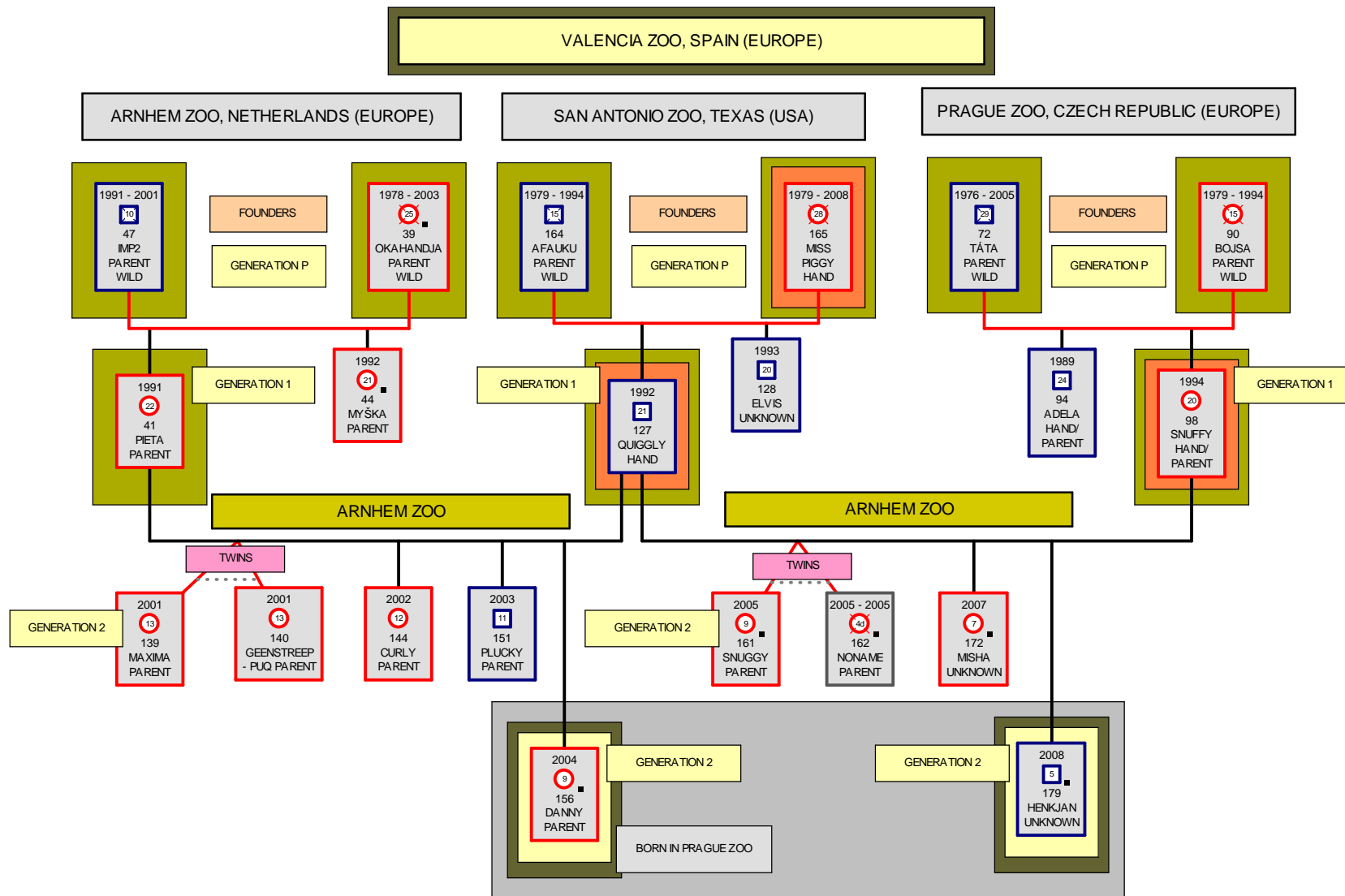
RODOKMEN Č. 8, Č. 9: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO TBILISI, GRUZIE, ASIE A V ZOO VARŠAVA, POLSKO, EVROPA



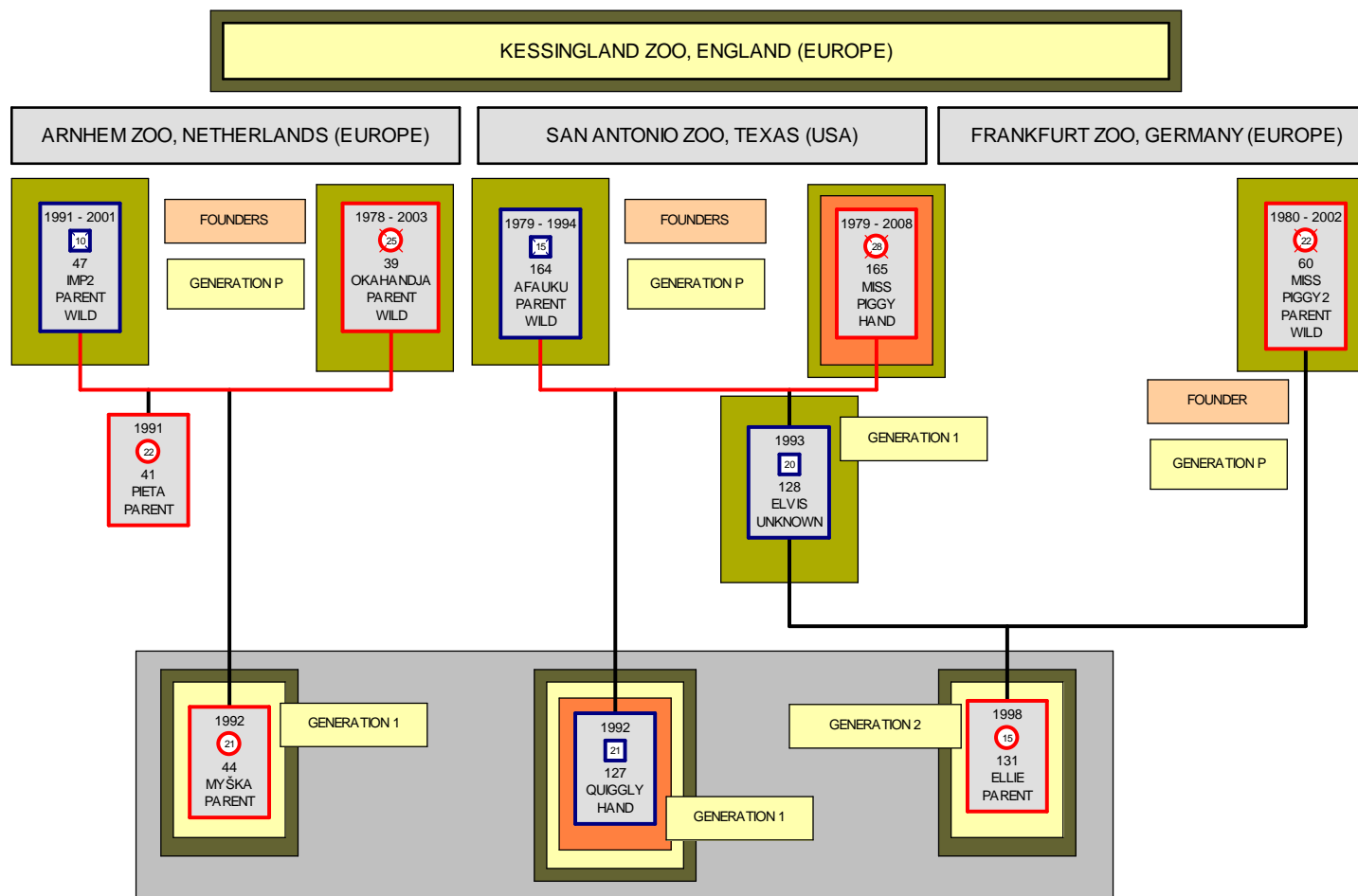
RODOKMEN Č. 10: HRABÁČI ŽLJÍCÍ V ZOO RANDERS, DÁNSKO, EVROPA



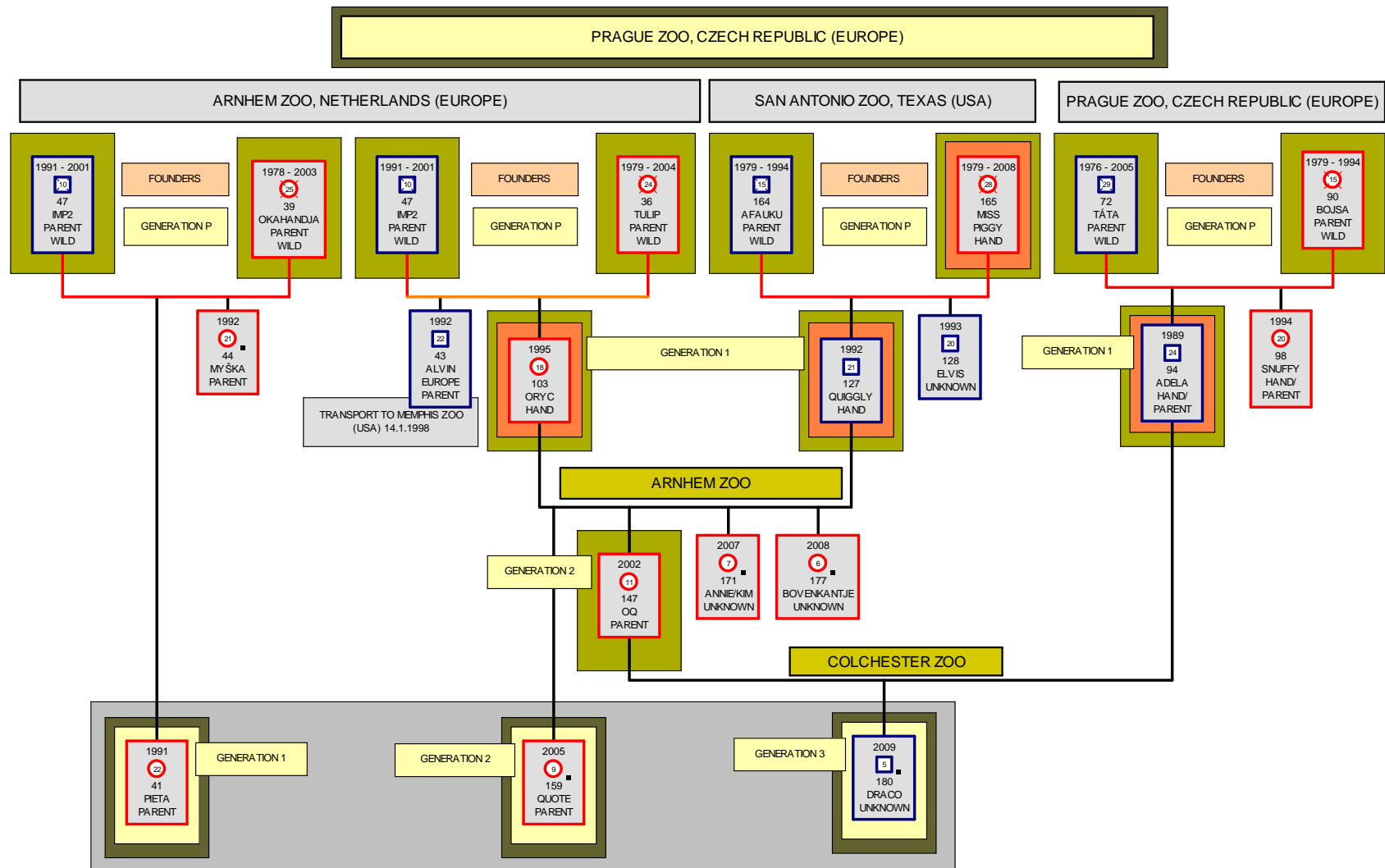
RODOKMEN Č. 11: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO VALENCIE, ŠPANĚLSKO, EVROPA



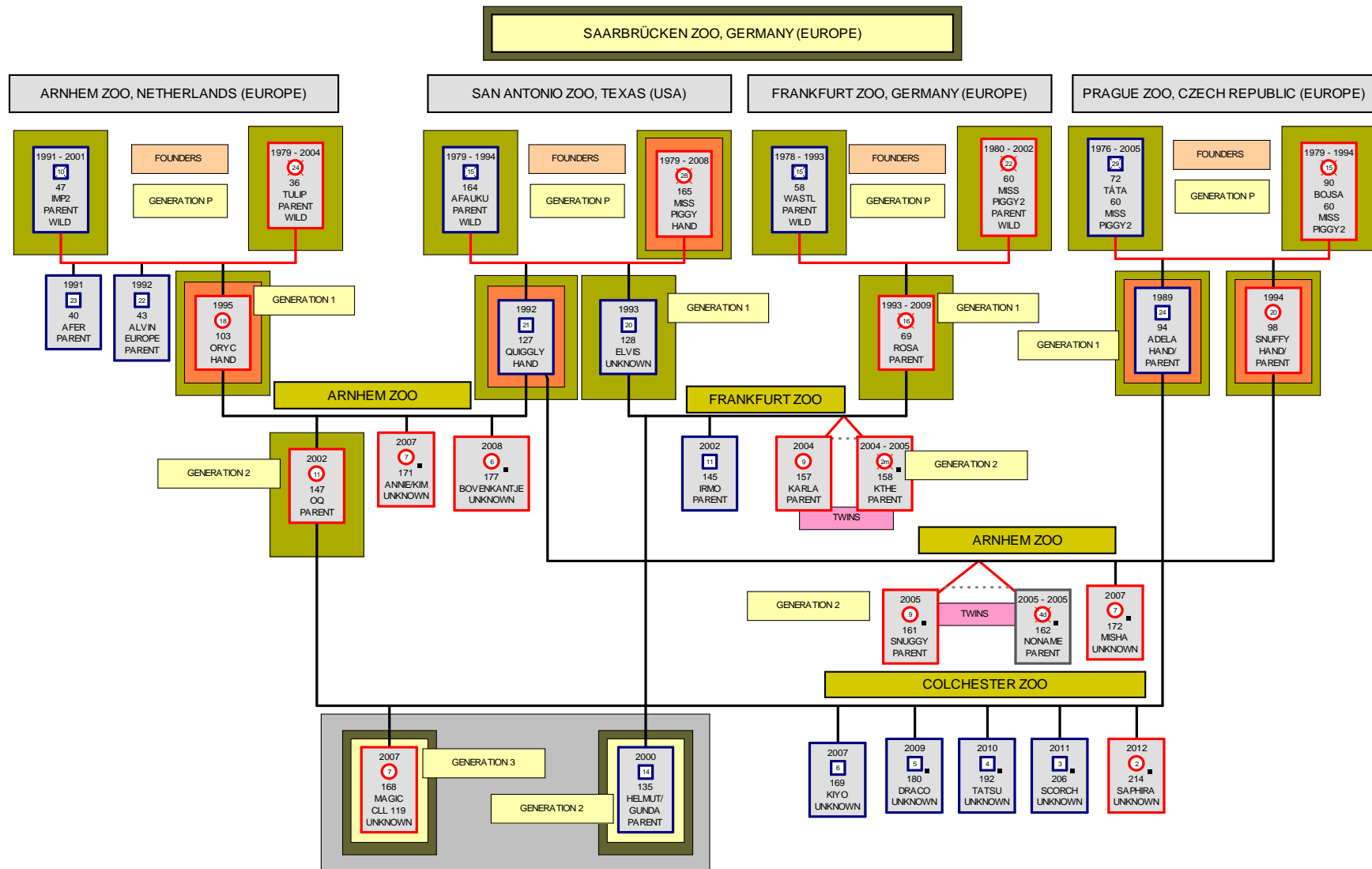
RODOKMEN Č. 12: HRABÁČI ŽLJÍCÍ V ZOO KESSINGLAND, ANGLIE, EVROPA



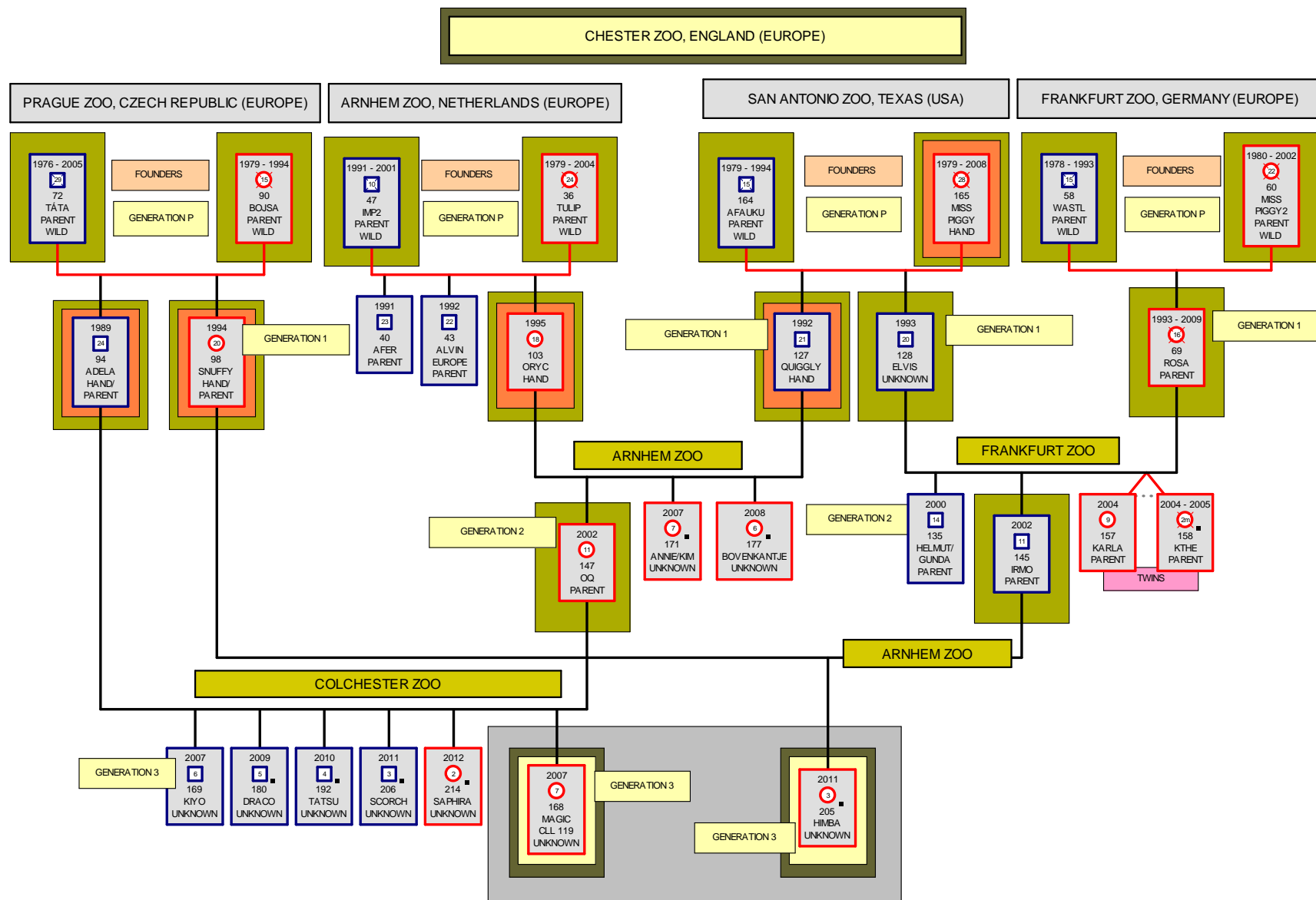
RODOKMEN Č. 13: HRABÁČI ŽLJÍCÍ V ZOO PRAHA, ČESKÁ REPUBLIKA, EVROPA



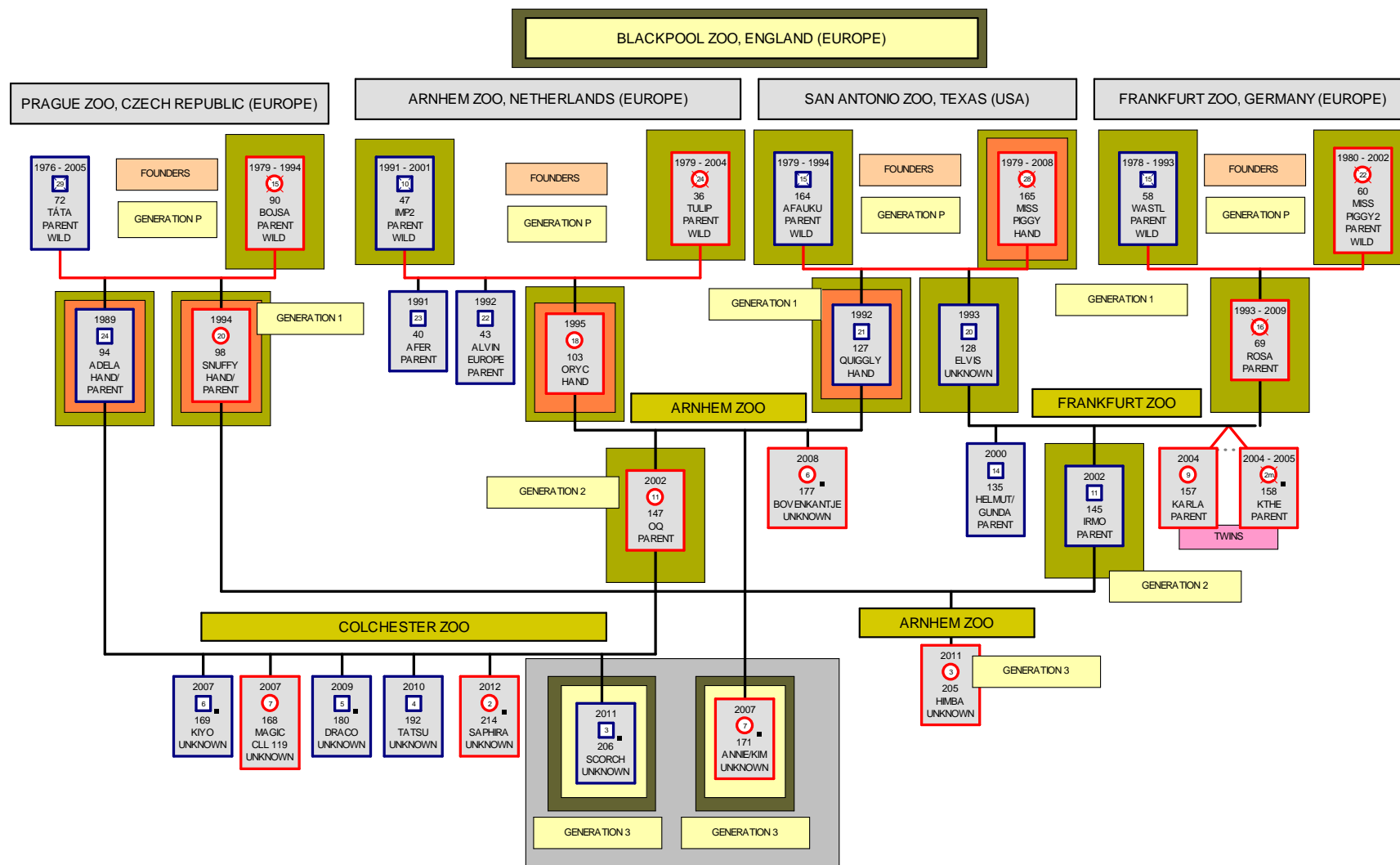
RODOKMEN Č. 14: HRABÁČI ŽLJÍCI V ZOO SAARBRÜCKEN, NĚMECKO, EVROPA



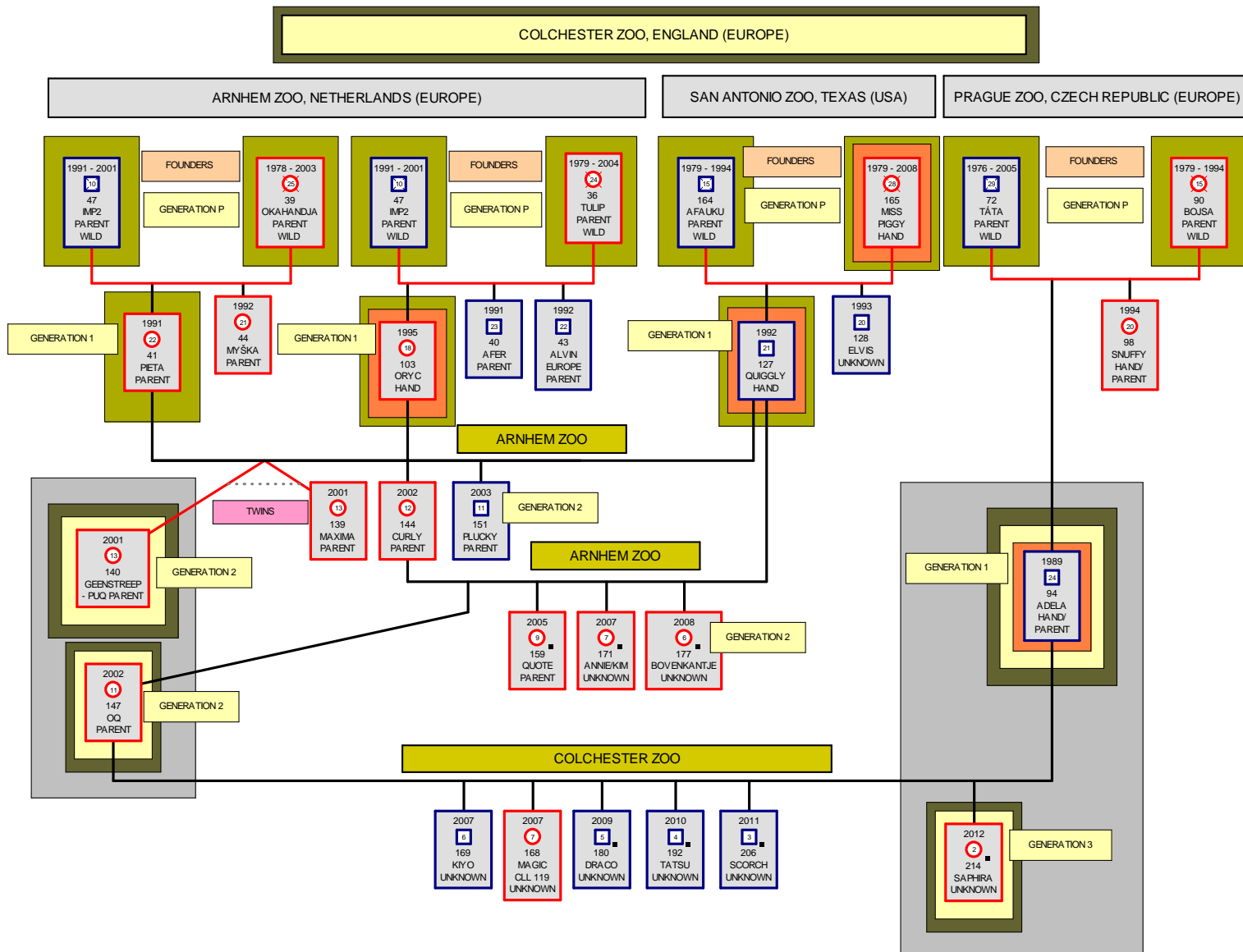
RODOKMEN Č. 15: HRABÁČI ŽLÍČÍ V ZOO CHESTER, ANGLIE, EVROPA



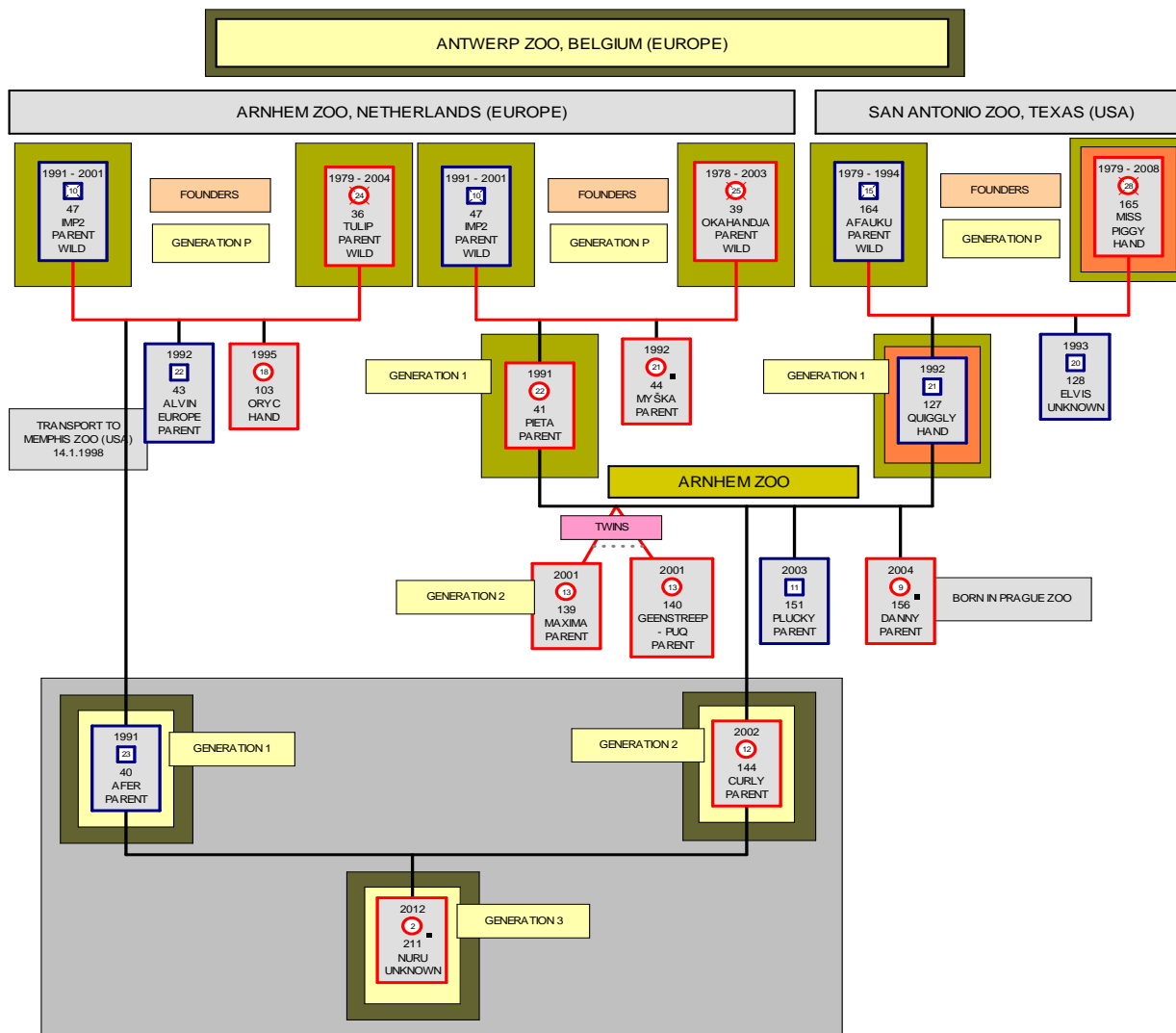
RODOKMEN Č. 16: HRABÁČI ŽLJÍCI V ZOO BLACKPOOL, ANGLIE, EVROPA



RODOKMEN Č. 17: HRABÁČI ŽLIJÍCI V ZOO COLCHESTER, ANGLIE, EVROPA

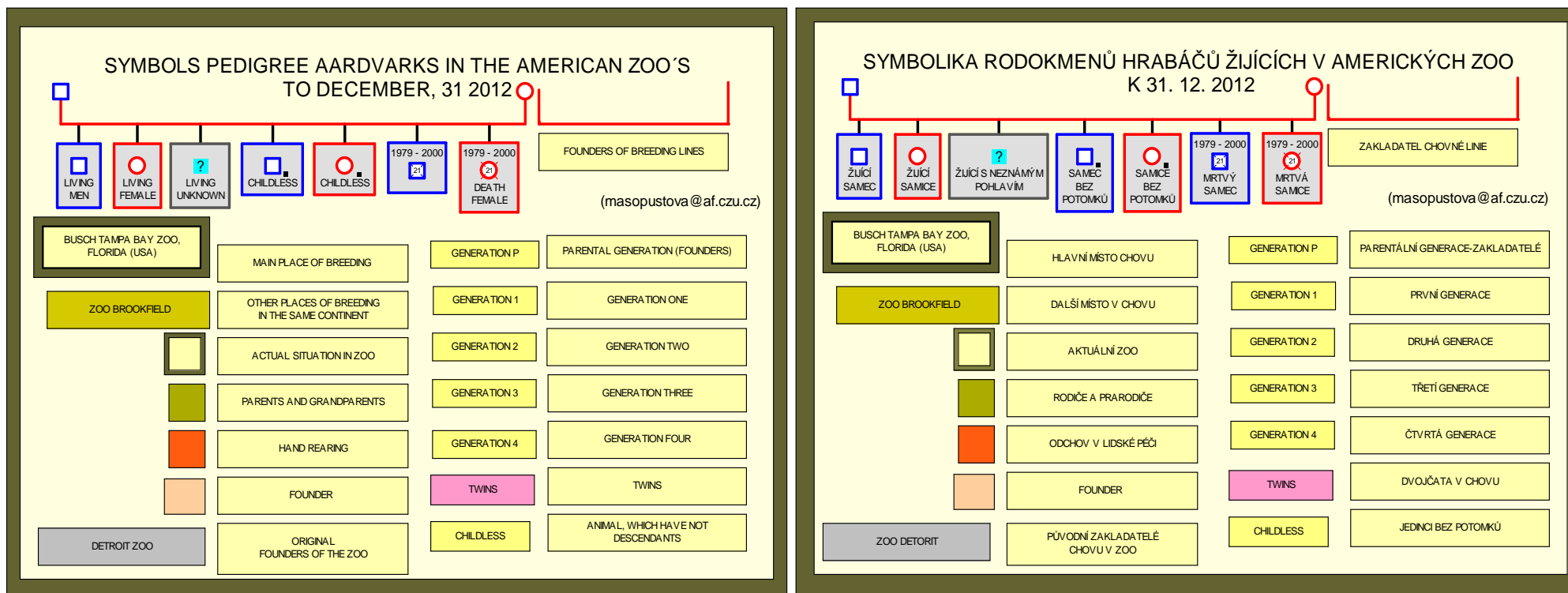


RODOKMEN Č. 18: HRABÁČI ŽLJÍCI V ZOO ARNHEM, NIZOZEMSKO, EVROPA



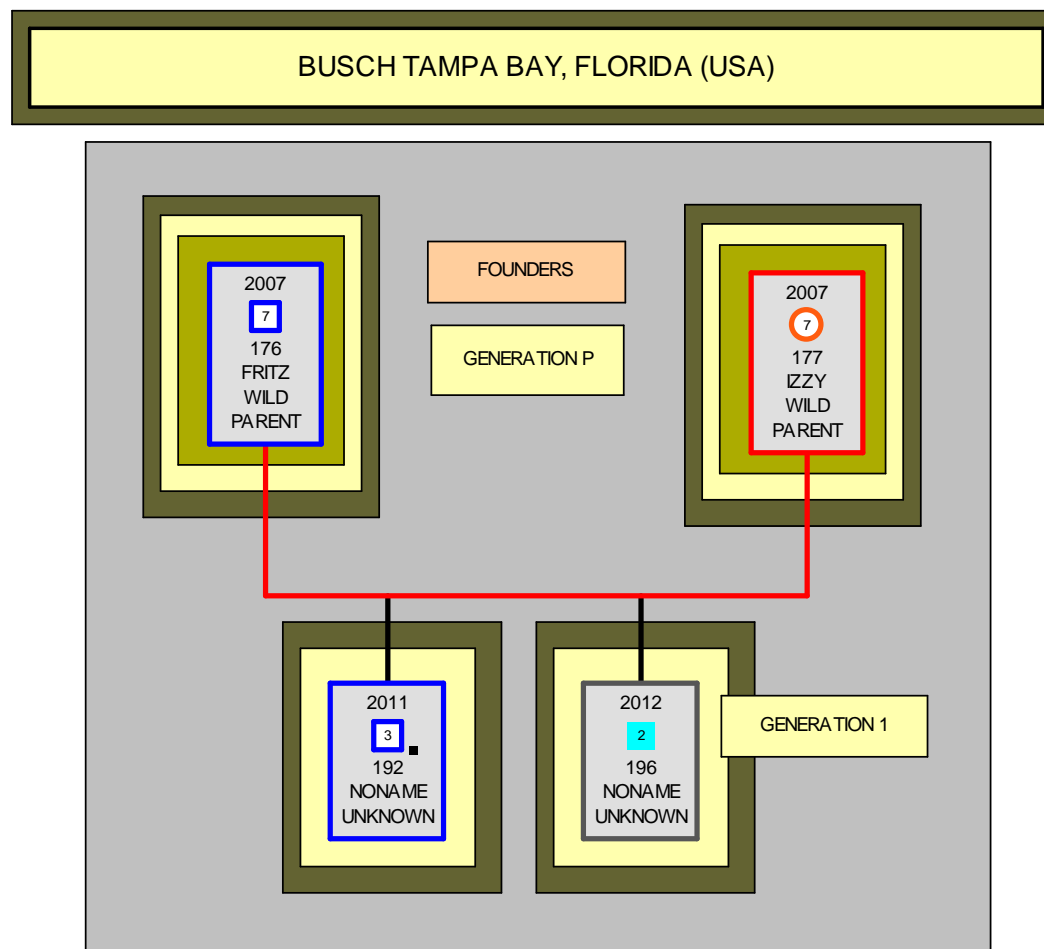
PŘÍLOHA Č. 20: AKTUÁLNÍ RODOKMENY HRABÁČŮ CHOVANÝCH VE 12 ZOO AMERIKY - K 31. 12. 2012

OBRÁZEK Č. 35: VYSVĚTLIVKY SE SYMBOLIKOU K RODOKMENŮM PRO JEDINCE ŽIJÍCÍ V AMERICKÝCH ZOO

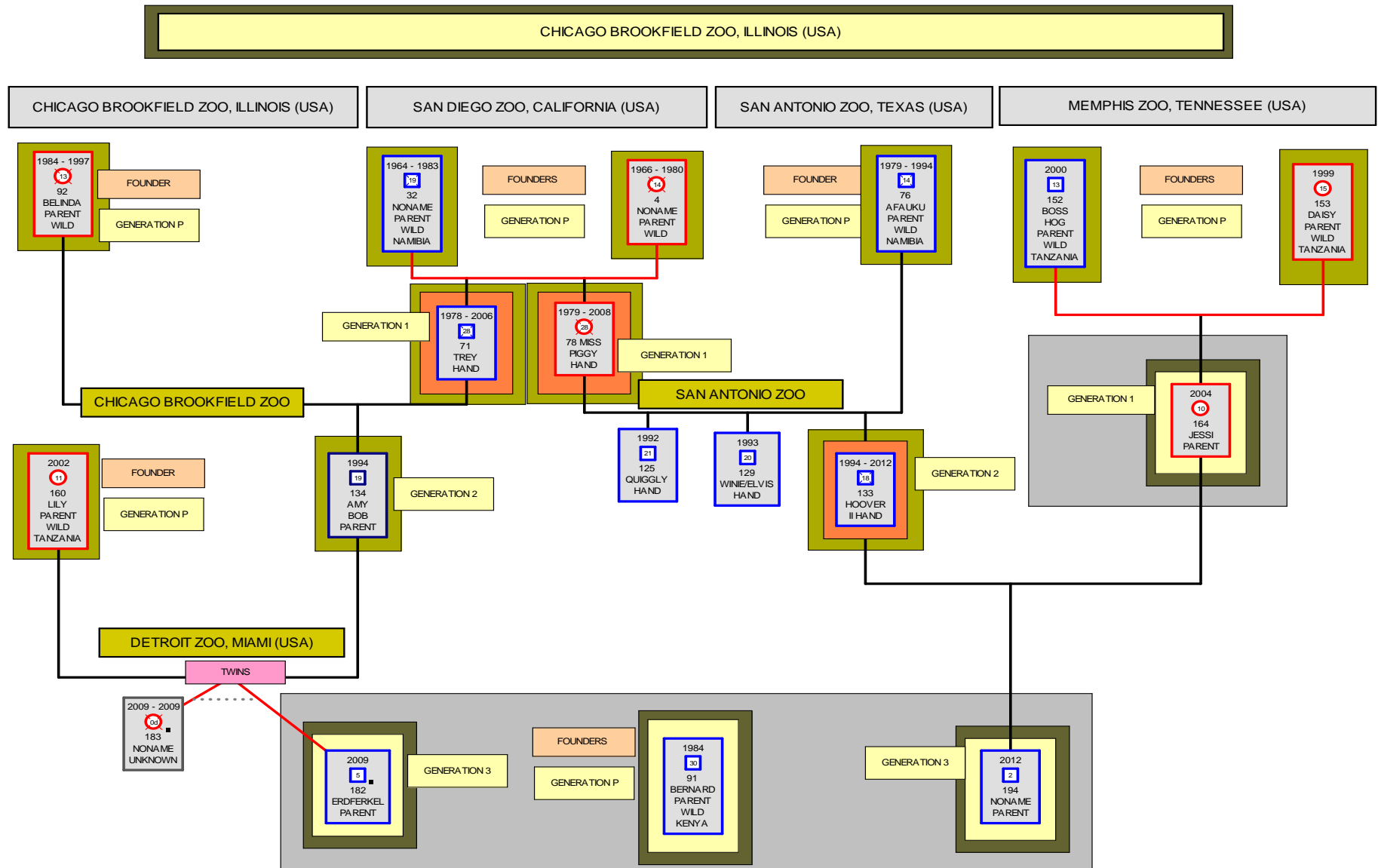


Příloha doplňuje tematiku v kapitole č. 5.3 Výsledky pro třetí cíl - databanka, rodokmeny, chovný plán.

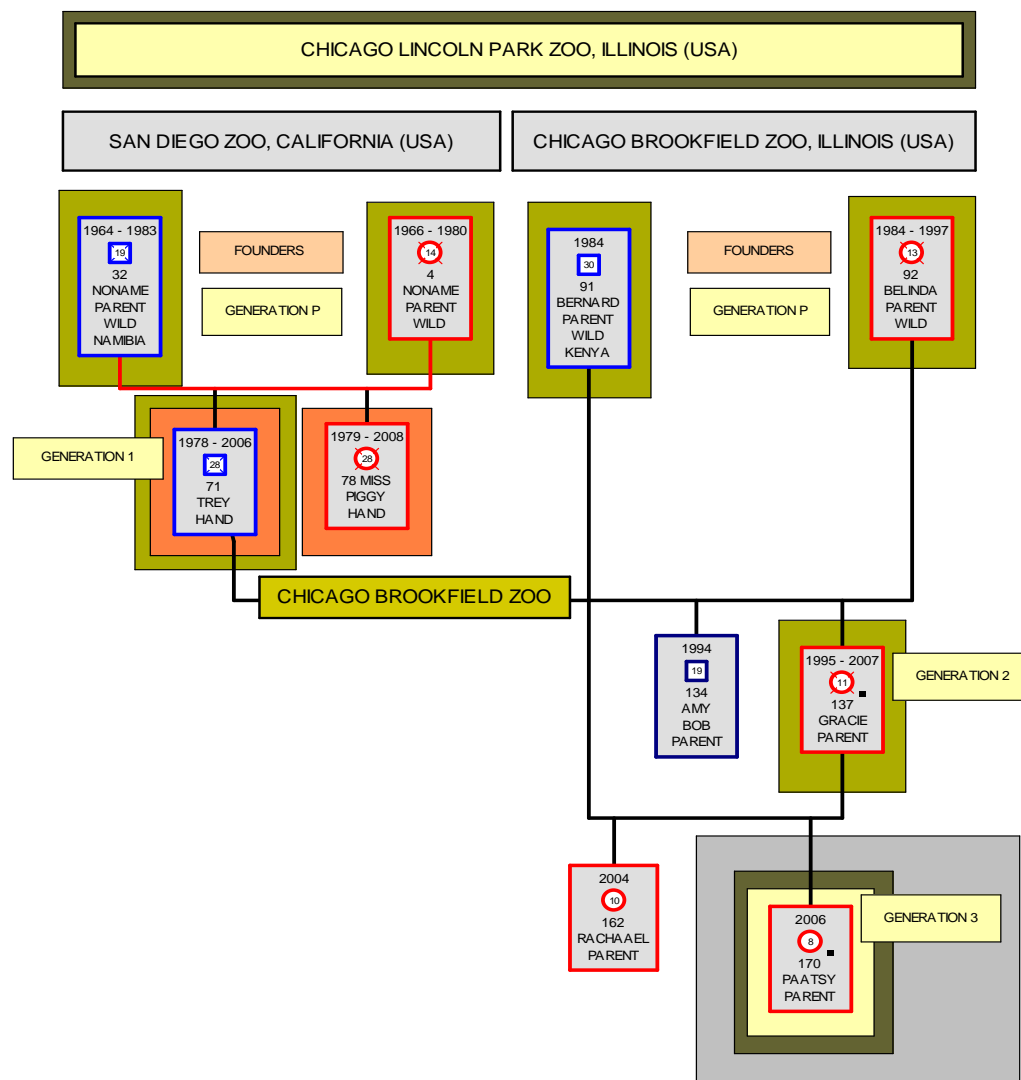
RODOKMEN Č. 19, Č. 20: HRABÁČI ŽIJÍCÍ V ZOO BUSCH TAMPA BAY (FLORIDA) A ZOO MEMPHIS, TENNESSEE, USA



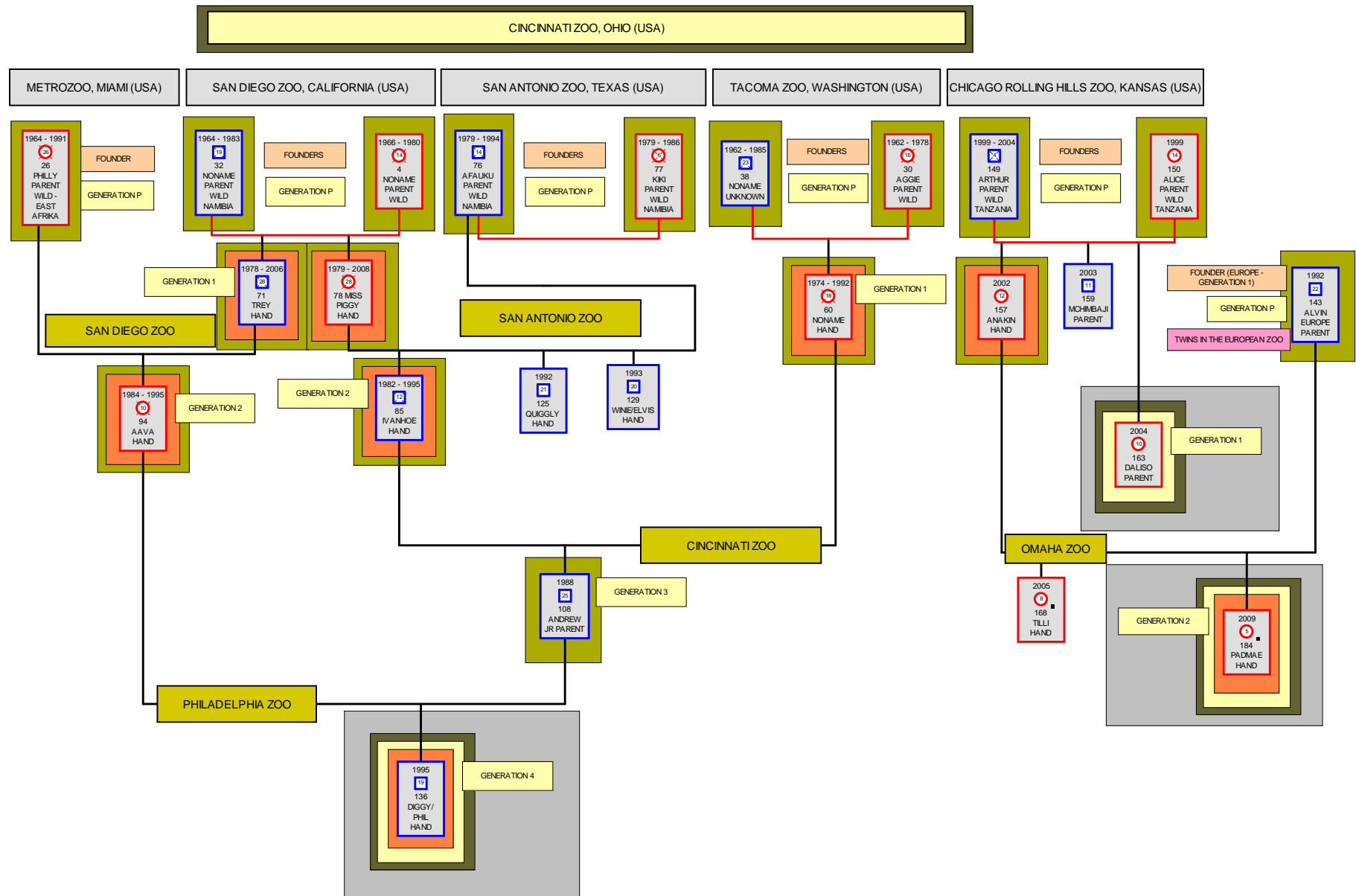
RODOKMEN Č. 21: HRABÁČI ŽLJÍCI V ZOO BROOKFIELD, ILLINOIS, USA



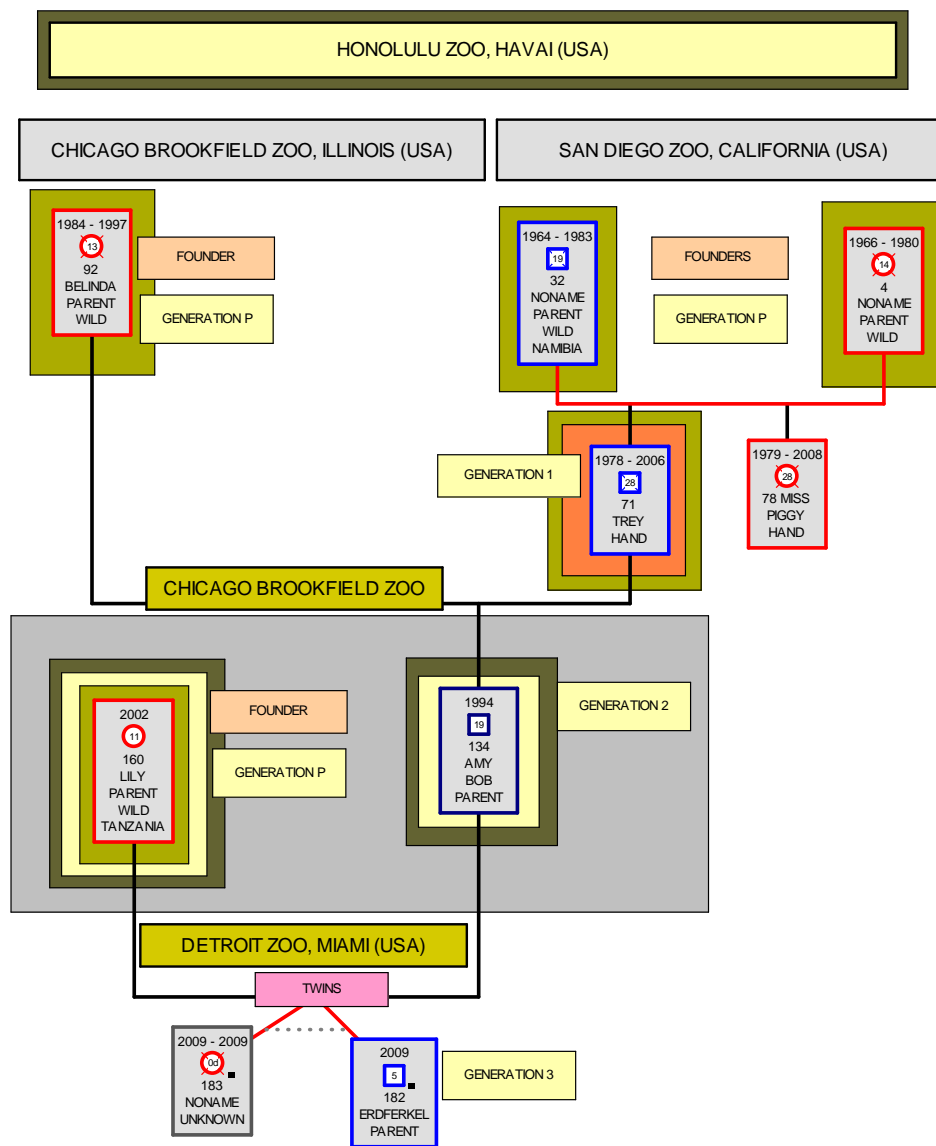
RODOKMEN Č. 22: HRABÁČI ŽLJÍCÍ V ZOO LINCOLN PARK CHICAGO, ILLINOIS, USA



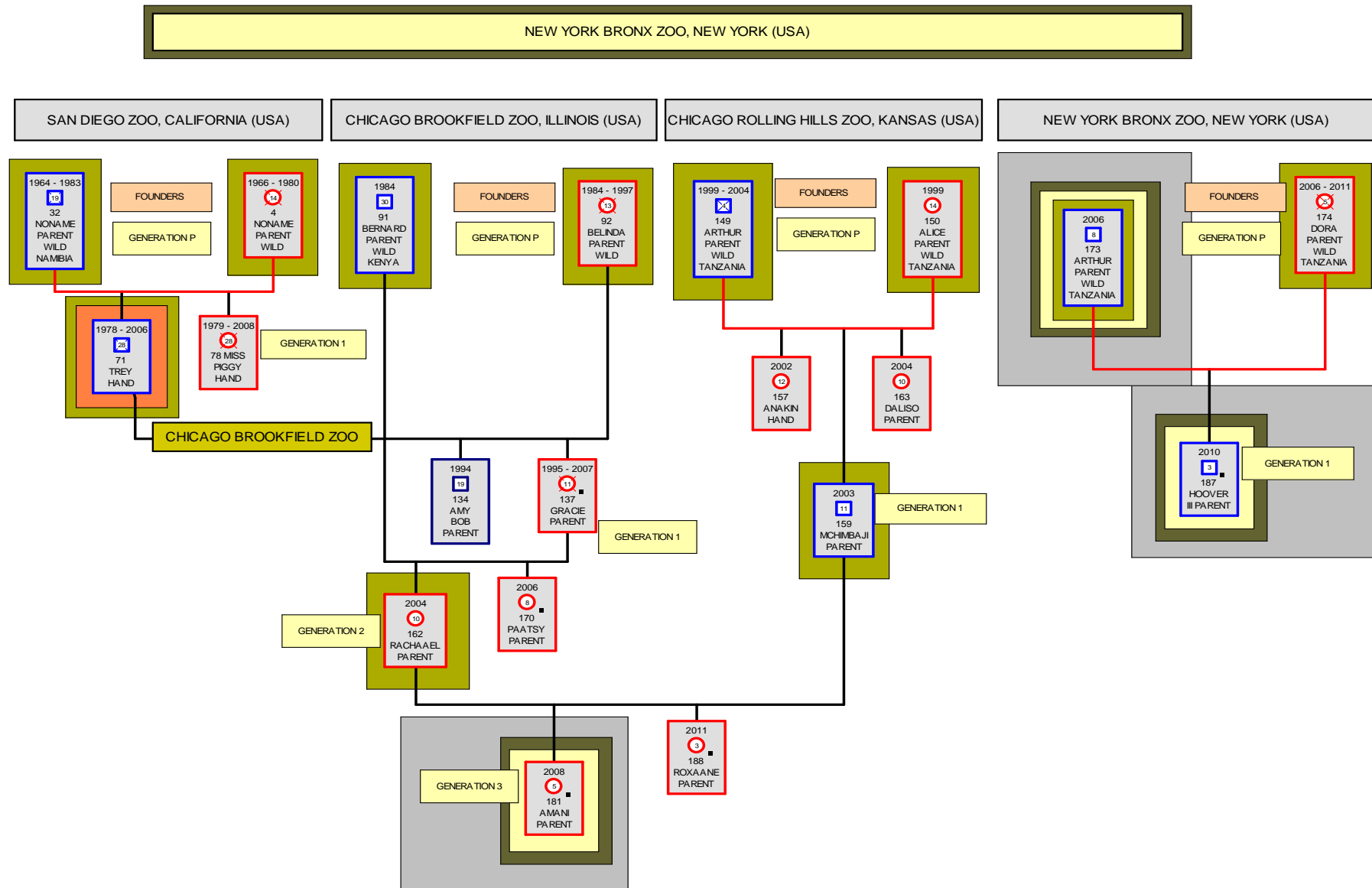
RODOKMEN Č. 23: HRABÁČI ŽLJÍCI V ZOO CINCINNATI, OHIO, USA



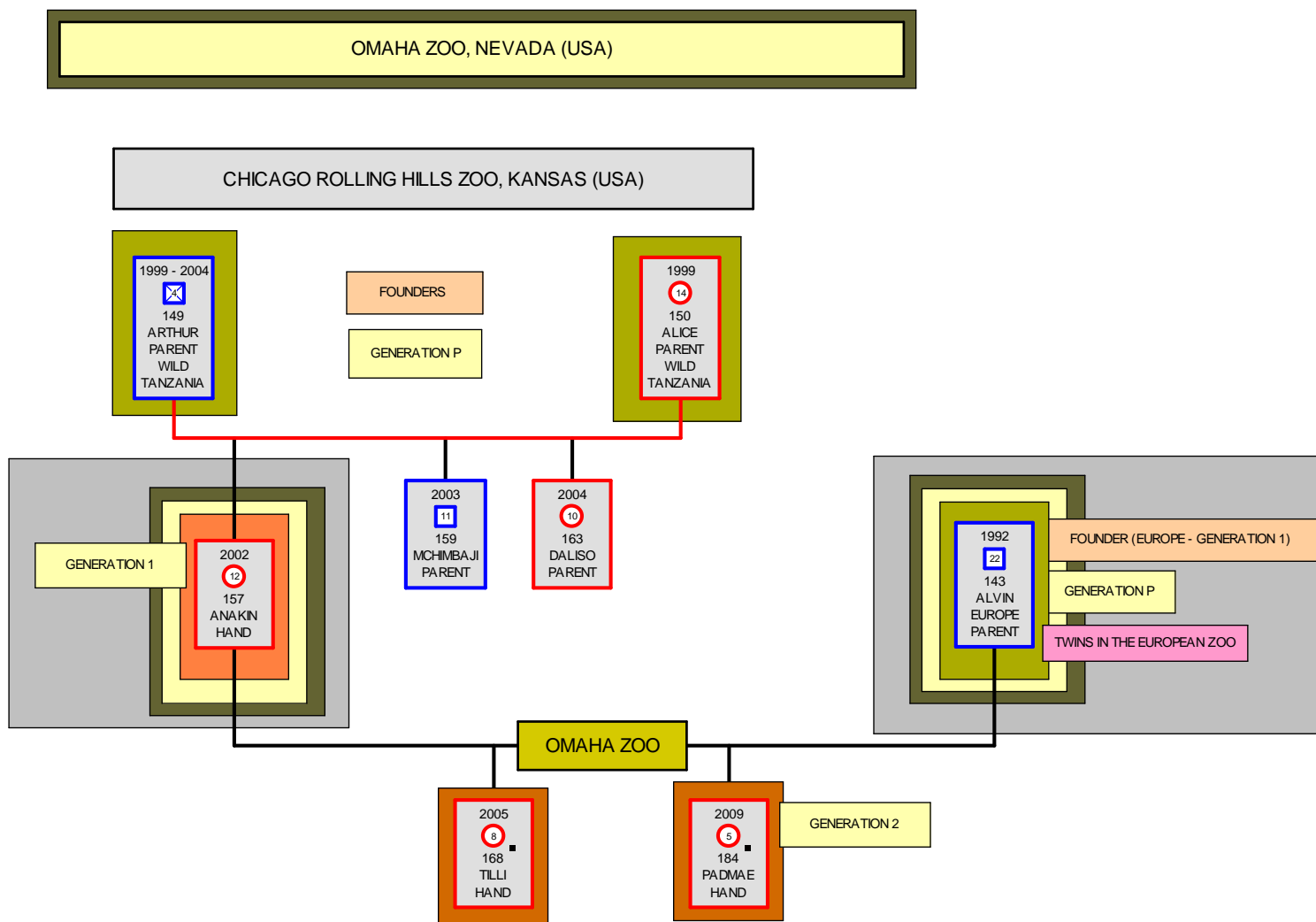
RODOKMEN Č. 24: HRABÁČI ŽLJÍCÍ V ZOO HONOLULU, HAVAJ, USA



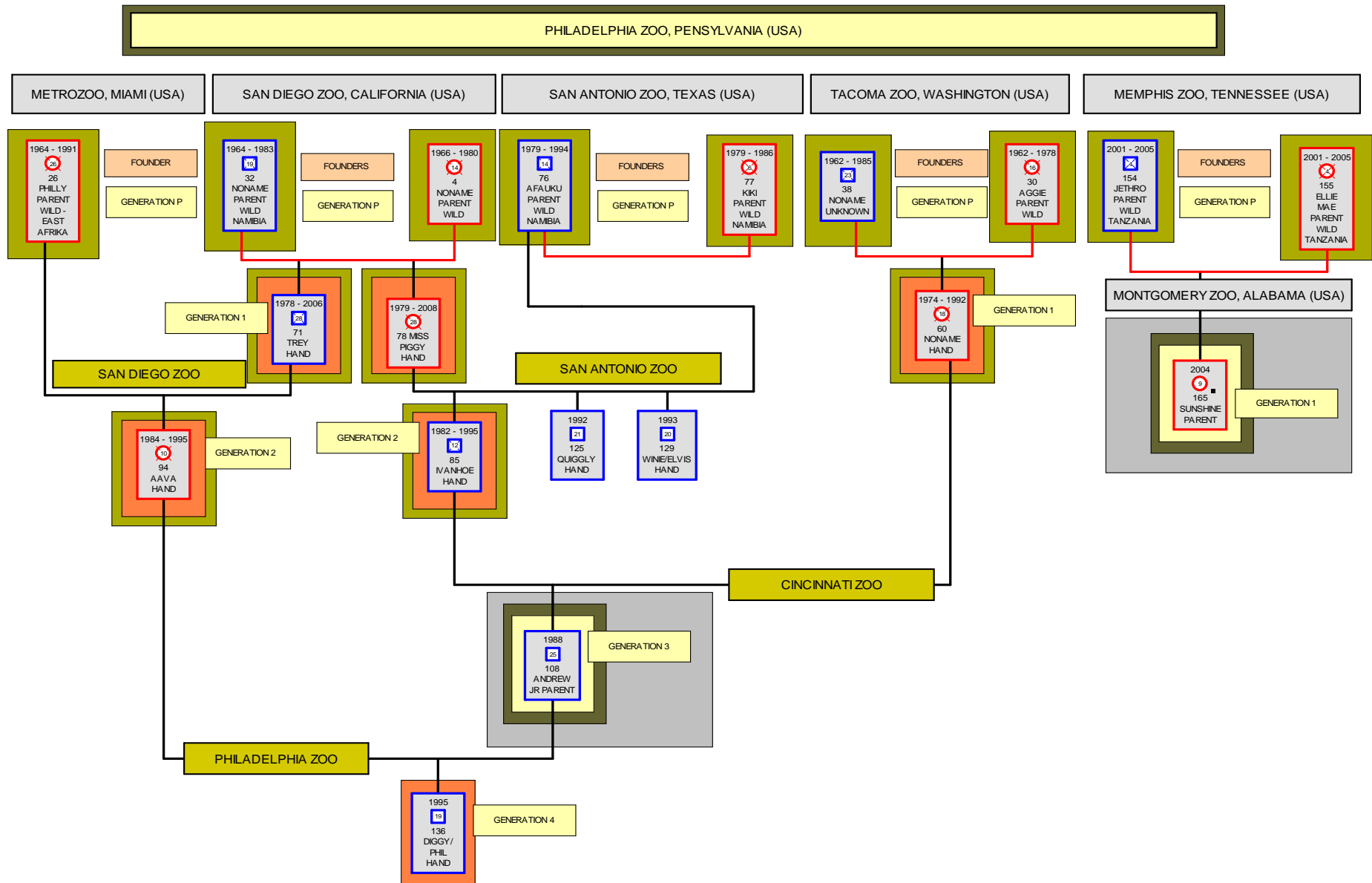
RODOKMEN Č. 25: HRABÁČI ŽLIJÍCÍ V ZOO NEW YORK BRONX, NEW YORK, USA



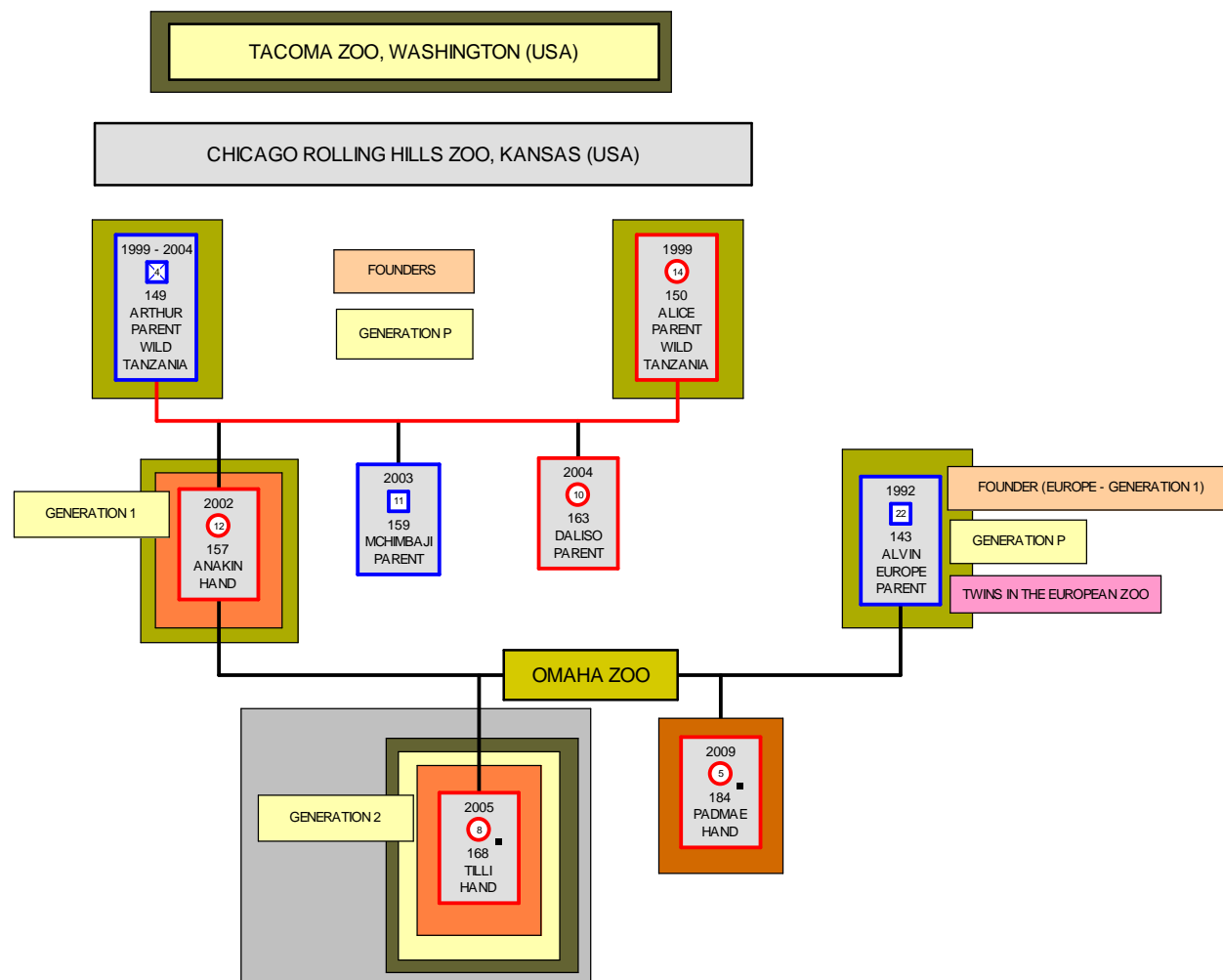
RODOKMEN Č. 26: HRABÁČI ŽLJÍCÍ V ZOO OMAHA, NEVADA, USA



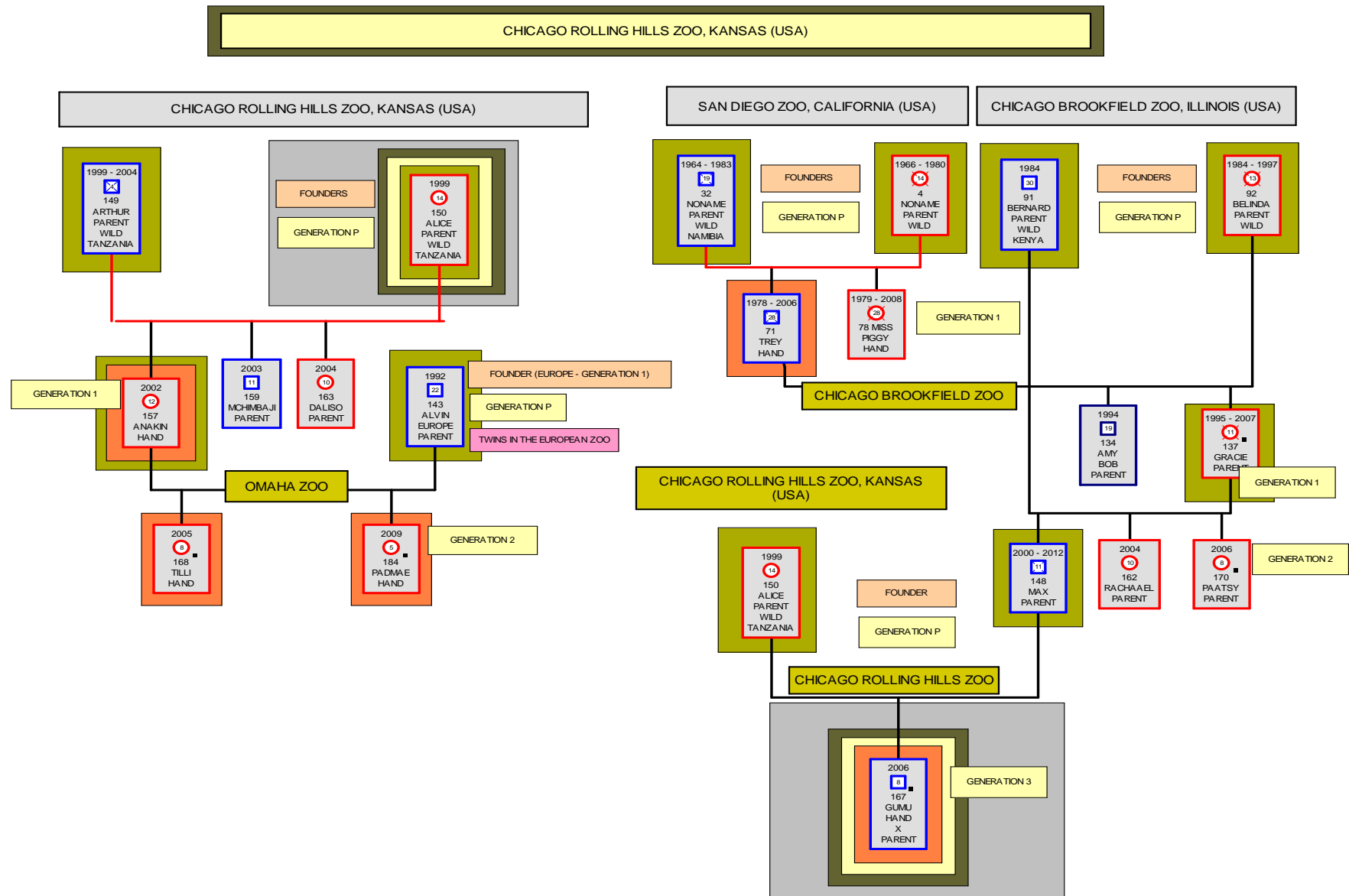
RODOKMEN Č. 27: HRABÁČI ŽLJÍCI V ZOO PHILADELPHIA, PENNSYLVANIA, USA



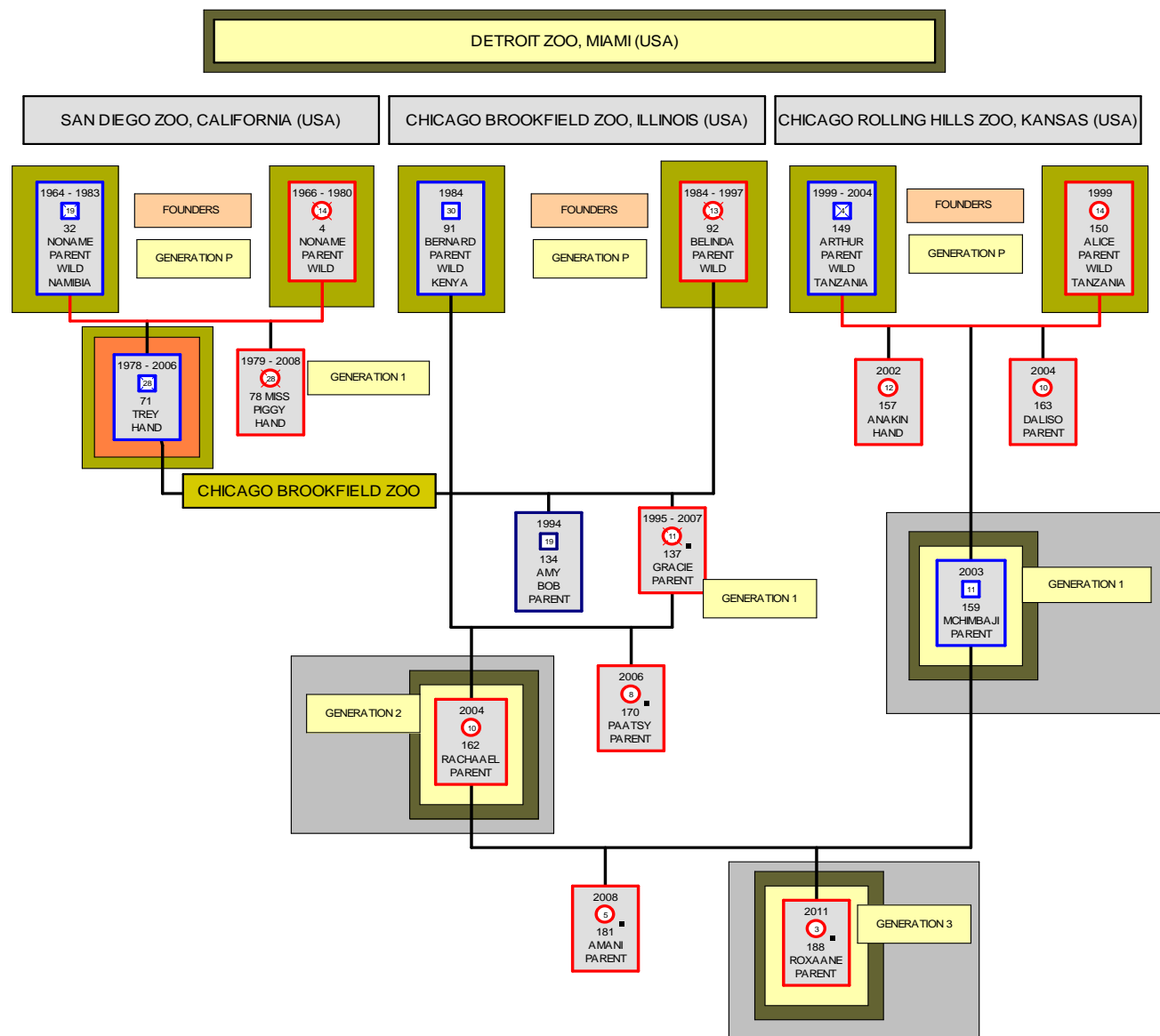
RODOKMEN Č. 28: HRABÁČI ŽLIJÍCÍ V ZOO TACOMA, WASHINGTON, USA



RODOKMEN Č. 29: HRABÁČI ŽLJÍCÍ V ZOO ROLLING HILLS, KANSAS, USA



RODOKMEN Č. 30: HRABÁČI ŽLJÍCÍ V ZOO DETROIT, MIAMI, USA



PŘÍLOHA Č. 21: VÝSLEDKY ODHADU F_x TŘETÍHO OKRUHU PRO NÁSLEDNÉ POTOMKY PRO EVROPU

TABULKA Č. 44: PŘEHLED KOEFICIENTU F_x PRO VŠECHNY POTOMKY Z NÁSLEDNÉHO PÁŘENÍ - EVROPA

Tato tabulka doplňuje výpočty v kapitole č. 5.2.3 Výsledky třetího okruhu - k 31. 12. 2012.

M / F	E41 PIETA	E44 MYŠKA	E98 SNUFFY	E103 ORYC	E131 ELLIE	E139 MAXIMA	E140 PUQ- GEENSTREEP	E144 CURLY	E147 OQ	E156 DANNY	E157 KARLA	E159 QUOTE	E161 SNUGGY	E168 MAGIC
E40 AFER	0,125	0,125	0,000	0,2500	0,000	0,0625	0,0625	0,0625	0,125	0,0625	0,000	0,125	0,000	0,0625
E94 DELA	0,000	0,000	0,2500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,125	0,2500
E127 QUIGGLY	0,000	0,000	0,000	0,000	0,125	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500	0,125	0,2500	0,2500	0,125
E128 ELVIS/WINNIE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,2500	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,2500	0,125	0,125	0,0625
E135 HELMUT/GUNDA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,1875	0,0625	0,0625	0,0625	0,0625	0,0625	0,2500	0,0625	0,0625	0,0313
E145 IRMO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,1875	0,0625	0,0625	0,0625	0,0625	0,0625	0,2500	0,0625	0,0625	0,0313
E151 PLUCKY	0,2500	0,125	0,000	0,0625	0,0625	0,2500	0,2500	0,2500	0,1563	0,2500	0,0625	0,1563	0,125	0,0781
E160 PUFF	0,125	0,0625	0,125	0,0313	0,0313	0,125	0,2500	0,125	0,0781	0,125	0,0313	0,0781	0,125	0,1641
E179 HENKJAN	0,000	0,000	0,2500	0,000	0,0625	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,0625	0,125	0,2500	0,125
E180 DRACO	0,0313	0,0313	0,125	0,125	0,0313	0,0781	0,0781	0,0781	0,2500	0,0781	0,0313	0,125	0,125	0,2500
E181 NO NAME	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E187 NO NAME	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E191 KARL HEINZ	0,125	0,0625	0,000	0,0313	0,125	0,1563	0,1563	0,1563	0,1094	0,1563	0,2813	0,1094	0,0938	0,0547
E192 TATSU	0,0313	0,0313	0,125	0,125	0,0313	0,0781	0,0781	0,0781	0,2500	0,0781	0,0313	0,125	0,125	0,2500
E195 ERNST	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E197 VARKI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E199 NO NAME	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E201 FULIKE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E206 SCORCH	0,0313	0,0313	0,125	0,125	0,0313	0,0781	0,0781	0,0781	0,2500	0,0781	0,0313	0,125	0,125	0,2500
E208 NO NAME	0,125	0,0625	0,000	0,0313	0,125	0,1563	0,1563	0,1563	0,1094	0,1563	0,2813	0,1094	0,0938	0,0547

M / F	E169 KIYO	E17 ANNIE	E172 MISHA	E177 BOVENKANTJE	E193 HABIBA	E194 ERMINE	E198 MILA	E200 NO NAME	E202 PÜTYPÜRÜTY	E205 HIMBA	E211 NURU	E214 SAPHIRA	E215 LOTTE
E40 AFER	0,0625	0,125	0,000	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,2813	0,0625	0,000
E94 DELA	0,2500	0,000	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,125	0,000	0,2500	0,000
E127 QUIGGLY	0,125	0,2500	0,2500	0,2500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0625	0,125	0,125	0,000
E128 ELVIS/WINNIE	0,0625	0,125	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,125	0,0625	0,0625	0,000
E135 HELMUT/GUNDA	0,0313	0,0625	0,0625	0,0625	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,125	0,0313	0,0313	0,000
E145 IRMO	0,0313	0,0625	0,0625	0,0625	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,2500	0,0313	0,0313	0,000
E151 PLUCKY	0,0781	0,1563	0,125	0,1563	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0313	0,1563	0,0781	0,000
E160 PUFF	0,1641	0,0781	0,125	0,0781	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0781	0,0781	0,1641	0,000
E179 HENKJAN	0,125	0,125	0,2500	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,1563	0,0625	0,125	0,000
E180 DRACO	0,2500	0,125	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0781	0,0703	0,2500	0,000
E181 NO NAME	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E187 NO NAME	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E191 KARL HEINZ	0,0547	0,1094	0,0938	0,1094	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0781	0,0938	0,0547	0,000
E192 TATSU	0,2500	0,125	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0781	0,0703	0,2500	0,000
E195 ERNST	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,2500
E197 VARKI	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E199 NO NAME	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E201 FULIKE	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,2500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E206 SCORCH	0,2500	0,125	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0781	0,0703	0,2500	0,000
E208 NO NAME	0,0547	0,1094	0,0938	0,1094	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0781	0,0938	0,0547	0,000

PŘÍLOHA Č. 22: VÝSLEDKY ODHADU F_x ČTVRTÉHO OKRUHU PRO NÁSLEDNÉ POTOMKY PRO AMERIKU

Tato tabulka doplňuje výpočty v kapitole č. 5.2.4 Výsledky čtvrtého okruhu k 31. 12. 2012..

TABULKA Č. 45: PŘEHLED KOEFICIENTU F_x PRO VŠECHNY POTOMKY Z NÁSLEDNÉHO PÁŘENÍ - AMERIKA

M / F	A150 ALICE	A153 DAISY	A157 ANAKIN	A160 LILY	A162 RACHAAEL	A163 DALISO	A164 JESSI	A165 SUNSHINE	A168 TILLI	A170 PAATSY	A177 IZZY	A181 AMANI	A184 PADMAE	A188 ROXAANE
A91 BERNAARD	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2500	0,0000	0,125	0,0000	0,125
A108 ANDREW JR	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0156	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0156	0,0000	0,0078	0,0000	0,0078
A134 AMY BOB	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,125	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,125	0,0000	0,0625	0,0000	0,0625
A136 PHIL	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0391	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0391	0,0000	0,0195	0,0000	0,0195
A143 ALVIN	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2500	0,0000	0,0000	0,0000	0,2500	0,0000
A152 BOSS HOG	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
A159 MCHIMBAJI	0,2500	0,0000	0,2500	0,0000	0,0000	0,2500	0,0000	0,0000	0,125	0,0000	0,0000	0,2500	0,125	0,0000
A167 GUMU	0,2500	0,0000	0,125	0,0000	0,125	0,125	0,0000	0,0000	0,0625	0,125	0,0000	0,125	0,0625	0,2500
A173 ARTHUR	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,125
A176 FRITZ	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
A182 ERDFERKL	0,0000	0,0000	0,0000	0,2500	0,0625	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0625	0,0000	0,0313	0,0000	0,0000
A187 HOOVER	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0313
A192 NO NAME	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2500	0,0000	0,0000	0,0000
A194 NO NAME	0,0000	0,125	0,0000	0,0000	0,0156	0,0000	0,2500	0,0000	0,0000	0,0156	0,0000	0,0078	0,0000	0,0000

PŘÍLOHA Č. 23: SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY NA PŘILOŽENÉM CD NOSIČI

TABULKA Č. 46: FINÁLNÍ TABULKA PRO CHOVNÝ PLÁN (PDF)

Tabulka č. 46 obsahuje odhady koeficientu Fx pro 1394 případných potomků z následujícího páření všech hrabáčů v chovech a doplňuje kapitolu č. 5.2.5 Výsledky pátého okruhu - Fx pro následné páření - Evropa a Amerika.

TABULKA Č. 47: CELKOVÝ RODOKMEN HRABÁČŮ V EVROPSKÝCH ZOO (1912 AŽ 2012)

Velkoplošná mapa s rodokmenem celé evropské populace 217 hrabáčů od počátků chovu do roku 2012. Doplňuje kapitolu č. 5.3 Výsledky pro třetí cíl - databanka, rodokmeny, choný plán. Originální elektronická verze rodokmenu je databanka, jejíž spuštění je vázáno na instalaci potřebného programu. Proto je zde rodokmen uložen pouze jako ukázka ve formátu pdf.

TABULKA Č. 48: CELKOVÝ RODOKMEN HRABÁČŮ V AMERICKÝCH ZOO (1923 AŽ 2012)

Velkoplošná mapa s rodokmenem celé americké populace 198 hrabáčů od počátků chovu do roku 2012. Současně doplňuje kapitolu č. 5.3 Výsledky pro třetí cíl - databanka, rodokmeny, choný plán. Originální elektronická verze rodokmenu je databanka, jejíž spuštění je vázáno na instalaci potřebného programu. Proto je zde rodokmen uložen pouze jako ukázka ve formátu pdf.