

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Přírodovědecká fakulta**

# **Bakalářská práce**

**2016**

**Nikola Mrázková**

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Přírodovědecká fakulta**

**Kritická analýza „6. masové extinkce“ na  
příkladu recentních druhů savců: vliv  
taxonomické historie ohrožených druhů**

Bakalářská práce

**Nikola Mrázková**

Školitel: prof. RNDr. Jan Zrzavý, CSc.

Konzultant: RNDr. Jan Robovský, Ph.D.

Mgr. Pavel Duda

České Budějovice 2016

Mrázková N., 2016: Kritická analýza „6. masové extinkce“ na příkladu recentních savců: vliv taxonomické historie ohrožených druhů [Critical Analysis of the „Sixth Mass Extinction“ of Recent Mammalian Species: Taxonomical History of the Threatened Species Bc. Thesis, in Czech.] – 35 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

### **Annotation**

There are three different ways to describe new species in the last few decades: the discovery of new, very different species, identification of cryptic species and the "taxonomic inflation," i.e. a new concept of species. For the Mammalia, we found a significant relationship between taxonomic history of a species and its extinction risk. Our perception of the current extinction crisis is significantly affected by changes of the theoretical species concepts and current taxonomic practice.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

České Budějovice, 22. 4. 2016

.....  
Nikola Mrázková

## **Poděkování**

V první řadě chci poděkovat svému školiteli prof. RNDr. Honzovi Zrzavému, CSc. za odborné vedení a velkou dávku trpělivosti. Dál bych chtěla poděkovat konzultantům RNDr. Honzovi Robovskému, Ph.D. a Mgr. Pavlovi Dududovi, za jejich ochotu mi pomoci s čímkoliv, co jsem potřebovala. Velké díky patří Mgr. Honzovi Riegertovi, Ph.D. za řadu velmi užitečných rad a připomínek při statistickém zpracování dat.

Rodině děkuji za podporu během studia.

# Obsah

1. Úvod.....	1
2. Literární rešerše .....	4
<b>2.1. Dynamika - kolísání biodiverzity</b> .....	4
<b>2.2. Fossilizace</b> .....	7
<b>2.3. Druhový koncept</b> .....	8
2.3.1. Biologický druhový koncept (BSC) .....	8
2.3.2. Fylogenetický druhový koncept (PSC).....	9
<b>2.4. Nové druhy</b> .....	11
2.4.1. Nově objevené druhy.....	11
2.4.2. Kryptické druhy.....	12
2.4.3. „Taxonomická inflace“ .....	12
<b>2.5. Ochranařská taxonomie</b> .....	14
2.5.1. Taxonomie a ohroženost druhů .....	15
3. Materiál a metodika .....	17
<b>3.1. Materiál</b> .....	17
<b>3.2. Metodika</b> .....	18
3.2.1. Výběr druhů.....	18
3.2.2. Fossilní záznam.....	18
3.2.3. Taxonomická historie druhu .....	19
3.2.4. Statistické zpracování dat .....	20
4. Výsledky .....	21
<b>4.1. Diagnostikovatelnost ve fossilním záznamu</b> .....	21
<b>4.2. Popisy nových druhů</b> .....	21
5. Diskuze.....	28
6. Závěr .....	30
7. Literatura.....	31
8. Apendix .....	34

# 1. Úvod

V současné době je popsáno zhruba 1,9 milionu druhů organismů. Kolik jich ještě zbývá popsat, si vědci z pochopitelných důvodů nejsou jistí. Odhady se pohybují od patrně příliš nízkých dvou milionů k pravděpodobně vysoce přeceňovaným 50 milionům druhů (Monastersky 2014). Dokonce i u tak prozkoumané skupiny, jako jsou savci, se názory značně liší. V současné době je popsáno zhruba 5,5 tisíce druhů savců a přízemnější odhady skutečného počtu savčích druhů se pohybují kolem sedmi tisíc (Reeder et al. 2007). K těm bychom mohli dospět za relativně krátkou dobu vzhledem ke skutečnosti, že nově popisovaných druhů v posledních několika dekádách neustále přibývá (Isaac et al. 2004, Padial and De La Riva 2006, Reeder et al. 2007, Groves et al. 2010, Zachos et al. 2013, Rylands and Mittermeier 2014, Zachos 2014).

Některé nedávno popsané druhy savců jsou velmi výrazné a evolučně vzdálené od příbuzných taxonů. Ač by se dalo očekávat, že takto nově objevená zvířata nemohou být příliš velká, člověk by si jich jinak přece dávno všiml, i zde se najdou výjimky, například v podobě saoly (*Pseudoryx nghentinhensis*) nebo paviánce kipunji (*Rungwecebus kipunji*) (Caballos a Ehrlich 2008, Reeder et al. 2007). Případ sám o sobě je objev laoské skalní krysy (*Laonastes aenigmamus*), pro kterou byla původně dokonce vytvořena vlastní čeleď (Caballos a Ehrlich 2008). Později se zjistila její příslušnost k dávno zaniklé čeledi Diatomyidae, kam byla přeřazena. Je to jeden ze tří případů popsání recentního druhu savce, kterému byla přiřazena vlastní čeleď, od počátku 20. století. Dalšími dvěma čeleděmi založenými na druzích poprvé popsanych až po roce 1900 jsou letouni Craseonycteridae (1974) a hlodavci Calomyscidae (první druh 1905, čeleď 1979) (Reeder et al. 2007).

To je ovšem jen zlomek v poslední době objevených druhů. Daleko větší část pochází ze schopnosti lépe rozeznávat dosud nerozlišitelné kryptické druhy, což je spojeno s nástupem nových metod, a ze změny teoretického pojetí druhu a s tím spojeného povyšování poddruhů do druhů. A právě poslední zmíněný zdroj nových druhů je předmětem bouřlivých diskuzí (Isaac et al. 2004, Gappoliti a Amori (2007), Groves et al. 2010, Zachos et al. 2013, Zachos 2014).

Takto vzniklé druhy jsou často charakterizované malým areálem rozšíření a malým počtem jedinců v populaci, a bývají tedy často ohrožené vymřením. Tím zkreslují naše povědomí o současné 'extinkční krizi', o které se dnes už nepochybuje (Barnosky et al. 2011), neboť ji činí fakticky nesrovnatelnou s předchozími masovými extinkcemi „Velké pětky“. Takovéto druhy jsou totiž ve fosilním záznamu pravděpodobně nerozlišitelné. O současném vymírání víme

mnohem víc než o těch předešlých, takže se nám možná zdá větší (přesněji řečeno: ta minulá se nám zdají menší).

Abychom mohli pracovat s hypotézou, že stojíme na prahu šestého masového vymírání, potřebujeme data, pomocí kterých bychom mohli srovnávat dnešní stav biodiverzity s těmi v minulosti. To nám ztěžuje fakt, že paleontologové pracují s jinými údaji než neontologové, tedy biologové zabývající se současnými organismy. Ještě do 50. let 20. století byli současní savci popisováni a klasifikováni na základě morfologických znaků se zvláštním důrazem na tvrdé tkáně, tedy kosti a zuby. Tento přístup je s tím paleontologickým prakticky totožný a taxony, které se od té doby taxonomicky nerevidovaly, lze s fosilním záznamem obvykle přímo porovnávat. Ve druhé polovině minulého století však začaly získávat na důležitosti cytogenetické, etologické a nakonec i molekulárně genetické metody, které odhalují odlišnosti, jež se nemusí projevit morfologicky. Začalo tedy docházet k popisům takových druhů, které není možné porovnávat s fosilním záznamem, jelikož jsou “fosilně“ (patrně) zcela nerozlišitelné. Tím vznikají dva neporovnatelné seznamy druhů – dnešní biodiverzita a fosilní záznam.

Problém nelze řešit tak, že fosilní záznam připodobníme současné taxonomii, protože značná část informací o fosilních druzích je z principu nenávratně ztracena, ale můžeme to zkusit naopak: zredukovat současnou biodiverzitu na jednotky potenciálně rozlišitelné v budoucím fosilním záznamu a takto vzniklý seznam pak porovnat se seznamem ohrožených druhů.

Pro naše potřeby byla zvolena třída savců kvůli poměrně dobré schopnosti fosilizovat. Je tedy relativně velké množství fosilních pozůstatků savců, které jsou paleontologové schopni klasifikovat. Další z důvodů, díky kterým se savci zdají být vhodná modelová skupina, je, že jde o nejlépe zmapovaný a zároveň dostatečně různorodý taxon. Pro analýzu reálnosti „Šesté masové extinkce“ budeme studovat následující okruhy dat:

1. seznam druhů savců s taxonomií používanou Mezinárodním svazem ochrany přírody (IUCN);
2. údaje o jejich biogeografickém rozšíření a ekologických nárocích, které ovlivňují jak riziko vymření, tak pravděpodobnost fosilizace (klíma – např. tropy versus zbytek světa – nebo přítomnost faktorů ovlivňujících fosilizaci, jako je přítomnost vápenců, sprašových profilů apod.);
3. údaje o velikosti areálu (v digitalizované formě, v km<sup>2</sup>);
4. údaje o ohroženosti druhu (podle kategorií IUCN);
5. populačně-biologické, fyziologické, reprodukční apod. charakteristiky druhů, které mohou ovlivnit jak riziko vymření, tak pravděpodobnost fosilizace (např. velikost těla, populační hustota);

6. údaje o taxonomické historii druhu (rok popisu, rok poslední taxonomické revize, případně rok vytvoření samostatného rodu pro druh nebo skupinu druhů);

7. údaje o přítomnosti recentních druhů/rodů ve fosilním záznamu pleistocénním nebo starším (přítomnost druhu v paleontologických databázích apod.).

V této bakalářské práci se budu zabývat vztahem mezi taxonomickou historií a ohrožeností recentních druhů savců. Otázka je, zda (a v případě, že ano, jak výrazně) se na současné ohroženosti druhů savců podílí pojetí druhu a změny taxonomické praxe v posledních desetiletích.



## 2. Literární rešerše

### 2.1. Dynamika - kolísání biodiverzity

Za posledních 540 milionů let Zemi postihlo celkem pět velkých, tzv. masových vymírání, kdy z povrchu zemského zmizely minimálně tři čtvrtiny v té době žijících druhů organismů za geologicky velice krátkou dobu, která většinou nepřesáhla dva miliony let. Podle Hulla (2015a) se ze všech druhů, které na Zemi vznikly za poslední 3,5 miliardu let, do dneška dochovalo jen asi jedno procent, přičemž více než tři čtvrtiny vymřelých druhů zmizely v době masových vymírání. To ukazuje, že vymírání v určitém měřítku je naprosto přirozený proces, který souvisí s průměrnou délkou životnosti druhu (De Vos et al. 2014). Ta se odhaduje na několik milionů let.

O pěti masových vymíráních v historii Země se familiárně mluví jako o „Velké pětce“ (Barnosky et al. 2011). Tato vymírání se objevila na přelomu ordoviku a siluru, na konci devonu, na přelomu permu a triasu, na přelomu jury a křídly a poslední, tedy i nejlépe prozkoumané, koncem křídly. Spouštěčem těchto dávných vymírání byly klimatické změny, vesmírné impakty, vulkanismus a jiné abnormální ekologické stresory (Barnosky et al. 2011)

Poslední dobou se stalo poměrně běžné nazývat současný pokles biodiverzity jako „šesté masové vymírání“. Podle novějších studií od roku 1500 vyhynulo 322 suchozemských obratlovců a zbylé druhy trpí prudkým, v průměru 25%, poklesem celkového počtu jedinců. Z obratlovců jsou nejvíce ohroženi obojživelníci s 41 % (což činí téměř dva tisíce) ohrožených druhů. Necelých 1 400 (13 %) druhů ptáků patří mezi ohrožené živočichy, stejně tak téměř 1 200 (26 %) druhů savců (Barnosky et al. 2011). Konkrétní rozdělení vybraných skupin živočichů podle jednotlivých kategoriích ohroženosti je v následující tabulce (tab. 1).

U bezobratlých živočichů je situace ještě o něco horší, udává se 45% úbytek za posledních pět století (Dirzo et al. 2014). Tato skupina je výrazně podhodnocena a Monastersky (2014) uvádí, že by se počet vymřelých druhů bezobratlých živočichů v posledních 500 letech mohl vyšplhat až k sedmi procentům. Odhady druhové ohroženosti podle IUCN požadují robustní data, jako je geografické rozšíření, populační trendy, ohroženost, habitat a ekologii druhu. Tyto informace jsou ovšem dostupné jen pro hrstku druhů, z větší části obratlovců (Régnier et al. 2015), ze kterých jsou dobře prostudovaní právě ptáci, savci, obojživelníci, naopak zoufale málo dat je pro většinu ryb, bezobratlých a rostlin (Monastersky 2014). Konkrétní čísla (tab. 2) byla publikována IUCN (2004), kde je ukázán vztah mezi popsány a hodnocenými druhy napříč jednotlivými vybranými skupinami.

Tab. 1.: Různé stupně ohroženosti u vybraných skupin živočichů (upraveno dle IUCN 2004).  
Vysvětlivky: LC = málo dotčený (Least Concern), DD = chybí údaje (Data Deficient), NT = téměř ohrožený (Near Threatened), LR/cd = závislý na ochraně (Conservation Dependent), VU = zranitelný (Vulnerable), EN = ohrožený (Endangered), CR = kriticky ohrožený (Critically Endangered), EX = vyhynulý (Extinct + Extinct in the Wild)

Class*	EX	EW	Subtotal	CR	EN	VU	Subtotal	LR/cd	NT	DD	LC	Total
Mammalia	73	4	77	162	352	587	1,101	64	587	380	2,644	4,853
Aves	129	4	133	179	345	689	1,213	0	773	78	7,720	9,917
Amphibia**	34	1	35	427	761	668	1,856	0	359	1,290	2,203	5,743
Reptilia	21	1	22	64	79	161	304	3	74	60	36	499
Actinopterygii	81	12	93	161	140	429	730	12	105	290	104	1,334
Crustacea	7	1	8	56	79	294	429	9	2	32	18	498
Insecta	59	1	60	47	120	392	559	3	74	49	26	771
Bivalvia	31	0	31	52	28	16	96	5	60	12	9	213
Gastropoda	260	12	272	213	193	472	878	14	186	531	69	1,950

Tab. 2.: Poměr mezi popsánými a hodnocenými druhy vybraných skupin (upraveno dle IUCN 2004)

	Number of described species	Number of species evaluated	Number of threatened species in 2004	Number threatened as % of species described	Number threatened as % of species evaluated*
<b>Vertebrates</b>					
Mammals	5,416	4,853	1,101	20%	23%
Birds	9,917	9,917	1,213	12%	12%
Amphibians**	5,743	5,743	1,856	32%	32%
Reptiles	8,163	499	304	4%	61%
Fishes	28,500	1,721	800	3%	46%
Subtotal	57,739	22,733	5,274	9%	23%
<b>Invertebrates</b>					
Subtotal	1,190,200	3,487	1,992	0.17%	57%
<b>Plants</b>					
Subtotal	287,655	11,824	8,321	2.89%	70%

Významnou část suchozemské biomasy tvoří rostliny, na jejichž přítomnosti úzce závisí i přežívání ostatních organismů. Monastersky (2014) uvádí, že bylo doposud popsáno něco málo přes 300 tisíc druhů rostlin; odhady skutečného množství stoupají až k 450 tisícům druhů. Z toho 13 % rostlinných druhů je považováno za ohrožené. Toto číslo je pokládáno za velmi podhodnocené, obzvláště vzhledem k chudým údajům o tropických rostlinách, jejichž zastoupení je však většinové. Analýzy zohledňující tento nedostatek v záznamech tropických rostlin odhadují, že ve skutečnosti až polovina druhů rostlin by mohla být ohrožena vyhynutím (Pitman a Jørgensen 2002).

Vymírání obecně je dobře vidět na velkých, charismatických organismech, ale úplně stejně se projevuje i u jiných skupin, například na hlísticích, broucích nebo netopýrech, které nejsou

pro člověka tolik zajímavé, tedy ani příliš prozkoumané (Ripple et al. 2015). Zřejmé také je, že zatímco vymírání druhů často probíhá pozvolna, snižování počtu jedinců v rámci populace může být velice rychlý proces (Dirzo et al. 2014). Současná krize biodiverzity se z hlediska počtu druhů prozatím s předchozími masovými vymíráními nedá vůbec srovnávat; co však znepokojuje, je rychlost, s jakou k ní dochází. Předchozí velká vymírání trvala statisíce až miliony let, zatímco dnes vědci předpovídají, že se na úroveň Velké pětky, pokud bude toto tempo pokračovat, dostaneme už za několik set až tisíc let (Barnosky et al 2011)

Negativní vliv člověka na své okolí je ohromný. Je to problém tak podstatný, že pro to vědci vymysleli i speciální výraz „antropocénní defaunace“ – „defaunace jak ve smyslu snížení počtu druhů, tak i hojnosti v rámci jednoho druhu (Dirzo et al. 2014), antropocén je definován jako éra vlivu člověka na zemské ekosystémy. Požívání tohoto pojmu není úplně jednotné; nejčastěji se používá pro označení období, které následovalo po rozšíření zemědělství či po průmyslové revoluci (Johnson a Morehouse 2014). Organizmy se nestihly za tak krátkou dobu přizpůsobit člověku a jeho vlivu na životní prostředí, ale jejich přežití závisí na schopnosti na ně správně reagovat (Gallagher et al. 2015).

V dnešní době má na úbytku druhů nebo jejich početnosti velký podíl poškození, změny a ztráta habitatu, lov, prozatím ne tak významná je změna klimatu, vliv invazivních druhů, znečištění nebo rozšiřování patogenů. Hodně diskutované jsou v posledních letech člověkem způsobené změny klimatu. Ty se do budoucna těžko předvírají, každopádně by na celou situaci mohly mít nepříznivý vliv a vymírání urychlit. Následkem změn klimatu začne docházet k šíření živočichů, kteří budou narážet na nepřekročitelné bariery a to jak přirozené, jako jsou hory nebo vodní plochy, ale i umělé, vzniklé fragmentací krajiny. Platí to i vertikálně, například posun hranice lesa (Monastersky 2014).

K tomu, abychom vůbec mohli dnešní vymírání porovnat s těmi předchozími, je zapotřebí použít data, která jsou porovnatelná. Fosilie dávají do jisté míry zkrácené a neúplné informace a omezují se hlavně na úroveň rodů; potíží moderních dat je zase to, že zdaleka nejsou popsány všechny druhy a jen malé procento z těch popsanych je vyhodnocené IUCN pro status ohroženosti, kdy spousta z nich navíc spadá do škatulky „chybějících údajů“ – data deficient. Navíc většina moderních přístupů je vázaná na suchozemské biotopy, kdežto fosilie naopak pochází převážně z mořských druhů (Barnosky et al. 2011).

## 2.2. Fosilizace

K tomu, abychom mohli mít alespoň takové povědomí o minulosti, jaké máme, musí nějakým způsobem docházet k uchování někdejších organismů. Ideálně celých, nebo přinejmenším jejich částí. Takovému jevu říkáme fosilizace.

Fosilie většinou pocházejí z území, která mají vysoký uchovací potenciál. V takovém prostředí dochází k akumulaci sedimentů, k tomu dochází třeba v blízkosti vodních ploch, jako jsou jezera, řeky, mokřiny nebo mělká moře, i když i tak je celkem malá šance, že se organismus v podobě fosilie dochová (Hull et al. 2015b). Naopak v tropech s rychlým rozkladem živin nebo v kyselých oblastech, jako jsou rašeliniště, prakticky k tvorbě fosilií nedochází. Současný fosilní záznam nejlépe mapuje pobřežní oblasti moří (obzvláště kvalitní je pro plže, mlže a korály nebo „sedimentotvorné“ prvky a řasy jako Foraminifera a Bacillariophyta), relativně slušný je také pro temperátní suchozemské savce (Barnosky et al. 2011).

Zpravidla je k fosilizaci potřeba určité minimální velikosti těla a nějakých tvrdých, mineralizovaných tělních částí, jako jsou kosti, zuby nebo schránky. Velmi malý organismus složený jen z měkkých tkání nebo pocházející z habitatů, které fosilizaci nepodporují, zanechá fosilie jen výjimečně. Samozřejmě šance zanechání fosilie je přímo úměrná velikosti areálu druhu (Hull et al. 2015b) a době, ze které druh pochází. Lépe známe organismy pocházející z mladší doby – jednak je snáz najdeme, navíc fosilie starších organismů mají větší pravděpodobnost, že byly časem rozrušeny, rozdrceny nebo roztaveny. Mimoto jsou často špatně identifikovány a taxonomicky interpretovány (Benton et al. 2000).

Taxon, který je co do velikosti areálu nebo co do počtu vzácný, má jen malou šanci uchovat se ve fosilním záznamu nebo být zaznamenán paleontology. Tyto taxony mohou být považovány za vymřelé, aniž by skutečně vymřely a pokud dojde k jejich opětovnému objevení, označují se jako „lazarovské taxony“ (Hull et al. 2015b). I mezi velkými savci známe řadu takových případů, jako je např. pekari *Catagonus wagneri* nebo hlodavčí čeleď Diatomyidae.

Druhou stranou těžé mince pak je druhová identifikace dané fosilie. Ve spoustě případů není problém se zařazením do vyšších taxonů, problém nastává v zařazení do druhu, někdy dokonce i do rodu. Na druhou stranu Purvis (2008) poukazuje na to, že ač je vymezení druhů ve fosilním záznamu problematické, většina geologů a paleontologů má pravděpodobně velmi podobné představy o tom, jaké druhy to jsou. Vyšší taxony lze navzájem srovnávat mnohem hůř. Neexistuje například žádné obecně rozšířené pojetí rodu, a není ani zdaleka jasné, co by každá taková koncepce rodu měla odrážet. Stáří, rozmanitost, nebo odlišnost? Taxony jsou obecně postaveny na nějaké funkci alespoň těchto tří hodnot, a ve všech se značně liší. Benton (1995)

zmiňuje, že mluvíme-li o rodech, čeledích a vyšších taxonech, máme na mysli opravdu taxony s určitým taxonomickým zařazením (rankem), nikoli fylogenetické linie (klady) – neboli řád savců není srovnatelný s řádem rostlin nebo dinosaurů, ačkoli jde o správně popsané, objektivně existující klady

Ač by se zdálo, že s postupem doby a stálým zlepšováním vědeckého poznání, bude se i v této oblasti dospívat k úplnějším výsledkům, není to tak úplně pravda. Problémem je propojení současné taxonomie s fosilním záznamem. V současnosti známe čím dál větší množství druhů, které se z velké části liší pouze na základě genetických, cytogenetických či etologických analýz, morfologicky jsou často téměř neodlišitelné. Takové druhy by byly ve fosilním záznamu s největší pravděpodobností nediagnosticské. Právě tyto druhy jsou ale dnes mnohdy velmi ohrožené.

Snaha připodobnit fosilní záznam současné taxonomii je stěžejí reálná, protože fosilní záznam je principiálně informačně neúplný. Jinou možností by bylo ponechat ze současných druhů jenom ty, které jsou srovnatelné s těmi ve fosilním záznamu, a viděli bychom, jak by to ovlivnilo celkový status ohroženosti dnešní přírody.

### **2.3. Druhový koncept**

Aby to nebylo tak jednoduché, vyskytla se tu zároveň situace opačná, totiž “vznik“ mnoha nových druhů. Do jisté míry za to vděčíme lepšímu prozkoumání špatně přístupných lokalit, hlavně tropických oblastí (Caballos a Ehrlich 2008), ohromný podíl na tom však má změna v chápání pojetí druhů (BSC x PSC) nebo rozšíření znalostí o molekulární znaky – to, zda druhy hybridizují, lze dnes testovat molekulární analýzou.

S první snahou klasifikovat živé organismy přišel v 18. století Carl von Linné, který zavedl dodnes užívanou binominální nomenklaturu, tedy začal pojmenovávat organismy dvěma jmény – rodovým a druhovým. Linné a jeho následovníci si v rozpoznávání jednotlivých druhů bohatě vystačili s morfologickými podobnostmi a odlišnostmi a jejich subjektivním hodnocením. Tento přístup vydržel až do poloviny 20. století (Zink a McKittrick 1995) a od té doby se vyrojilo na desítky různých druhových konceptů druhů (Tattersall 2007). Každý zpracovává tento problém z trochu jiného hlediska. Dva z nich jsou dnes široce uznávané a mají obzvláště významné praktické důsledky, a to biologický a fylogenetický druhový koncept.

#### **2.3.1. Biologický druhový koncept (BSC)**

Biologický druhový koncept se do popředí dostal v první polovině 20. století, u jeho zrodu stál ornitolog Ernst Mayr (Tattersall 2007). BSC je definován jako populace, v rámci které se

jedinci vzájemně kříží a dávají plodné potomstvo. Zároveň jsou reprodukčně izolovaní od jiných takto definovaných populací (Zachos et al. 2013).

Tento druhový koncept byl po dlouhou dobu považován za stěžejní, ale nese s sebou několik důležitých nedostatků. Jedním z nich je fakt, že jej nelze použít u asexuálních organismů. Tento mechanismus by vlastně dělal z každého nepohlavně se množícího jedince samostatný druh. Tím se nedá použít u většiny mikroorganismů, části rostlin, ale i bezobratlých živočichů, tedy u velké části, když ne rovnou u většiny, organismů (De Meeùs et al. 2003).

Dalším problémem, který BSC neumí vyřešit, jsou druhy, které jsou schopny se mezi sebou za určitých podmínek křížit. A těch není zase tak málo. Tyto taxony jsou obvykle považovány za rozdílné druhy, pokud si zachovávají genetickou integritu a vznik hybridů je vzácný. Oblíbeným příkladem je tvorba hybridů po křížení vlka, kojota nebo psa (Isaac et al. 2004).

Další překážkou je častý výskyt parafyletických nebo nehistorických skupin. Druhy, které si zachovávají primitivní schopnost hybridizovat (nebo ji znovu nabývají), nemusí být nezbytně sesterské. Navíc Zink a McKitrick (1995) poukazují na to, že speciace, konkrétně rozdělení dvou větví, se může objevit dlouho předtím, než se vytvoří kompletní reprodukčně izolační bariéra. Ta nemusí nutně být příčinou speciace, může být naopak jejím následkem. Speciace není jednorázový proces, naopak někdy může trvat i miliony let.

A asi nejzávažnějším nedostatkem BSC je jeho neschopnost interpretovat blízké příbuzné alopatrické populace. Protože je vzájemná (ne)křížitelnost hlavním kritériem druhu, BSC selhává v situacích, kdy se populace z principu přirozeně křížit nemohou (Zachos et al. 2013, Zink and McKitrick 1995, Isaac et al. 2004). Tyto problémy se snaží řešit fylogenetické pojetí druhu.

### 2.3.2. Fylogenetický druhový koncept (PSC)

S rozvojem fylogenetiky přišla i snaha pomocí jejích metod stanovit nové pojetí druhu. A tak vznikl fylogenetický druhový koncept. Ten je široce podporovaný od roku 1989 (Nixon a Wheeler 1990) a silně ovlivnil klasifikaci obratlovců (Isaac et al. 2004). Druhy v rámci tohoto konceptu mohou být definovány různými způsoby. Obecně lze ale říct, že se PSC rozpadá do dvou typů – diagnostického a monofyletického.

„Diagnostický PSC“ definuje druh na základě rozlišitelnosti pomocí diagnostického znaku. V podstatě se snaží nalézt nejmenší soubor jedinců univerzálně nesoucí společný znak, kterým se liší od ostatních druhů. Tímto znakem může být jakýkoliv rys nebo funkce, ať už fenotypově projevené, nebo viditelné jen v genetickém kódu (Zink a McKitrick 1995). Tato větev PSC nelpí na prokazování monofyletičnosti druhů (Tattersal 2007).

Na monofyletičnost druhů naopak klade důraz „monofyletický PSC“. Ten jednotlivé druhy určuje na základě jejich postavení ve fylogenetickém vývoji (druh je klad) s tím, že druh je nejmenší soubor jedinců s apomorfními znaky. Tedy i zde se používá do jisté míry diagnostických znaků (Zink a McKitrick 1995). Ukázalo se však relativně obtížné zajistit monofyletičnost jednotlivých druhů. Když se například jeden druh odštěpí od mateřského, který také nadále trvá, vzniká parafyletická skupina jedinců, protože vykazuje pouze synapomorfii mateřského druhu, ale žádné vlastní diagnostické apomorfní znaky vzniklé až po odštěpení druhu dceřiného (Isaac et al. 2004). Zink a McKitrick (1995) mimo jiné zdůrazňují, že je třeba rozeznávat po rodičích zděděné znaky od prosté konvergence několika nepříbuzných taxonů.

Tattersal (2007) definuje fylogenetický druh „jako neredukovatelný (bazální) shluk organismů, které jsou diagnosticky odlišné od jiných takových uskupení“. Sám pak ovšem upozorňuje na obtíže s nalezením správného měřítka, protože i ty nejmenší fragmenty druhu lze dále dělit. Jednotlivé populace (ale i rodiny, jedinci) se mezi sebou do jisté míry více či méně znatelně liší a v případě příliš jemného zkoumání může docházet k povyšování těchto populací na druhy (Zachos et al. 2013). Při přísné aplikaci diagnostického PSC tyto problémy nenastávají, protože minimální jednotka je přirozeně definována univerzální přítomností diagnostického znaku nebo monofylií; v praxi je ovšem „diagnostikovatelnost“ často chápána morfometricky (druh je shluk morfometricky podobných jedinců v ordinačním grafu) a diagnostické znaky dle Nixona a Wheelera (1990) tu chybí.

S přechodem z předchozích konceptů (hlavně z BSC) na PSC začalo docházet k prudkému nárůstu popisů nových druhů. V případech, kde BSC uznává rozšířený druh s několika poddruhy (často v závislosti na latitudinálním rozdělení, nebo na postavení v rámci celého rozšíření – okrajové populace mají větší tendence diverzifikovat), vidí fylogenetické pojetí druhu několik rovnocenných druhů. Je to způsobeno tím, že biologický koncept rozlišoval druhy na základě jejich reprodukčních vztahů k jiným druhům a poddruhy pak byly jednotlivé mírně odlišné populace, zatímco fylogenetické pojetí vymezuje podle diagnostických znaků rovnou druhy bez poddruhů (Zrzavý et al. 2016).

Každopádně tato změna pojetí druhu strhla bouřlivou diskuzi, zda je či není popisování nových druhů nutné, zda se tím nenadělá více škody než užitku; mnozí tak tuto situaci začali pejorativně nazývat „taxonomickou inflací“ (Zink a McKitrick 1995, Isaac et al. 2004, Zachos et al. 2013).

## 2.4. Nové druhy

Ke vzniku nových druhů v posledních pár desetiletích dochází třemi způsoby. Jednak je to nalezením nových, dosud neviděných organismů, pak povýšením z poddruhů a konečně rozeznáváním kryptických druhů, které dosud nebyly klasifikovány ani na poddruhové úrovni (Ceballos a Ehrlich 2008).

Padial a De La Riva (2006) zmiňují, že vlivem „taxonomické inflace“, tedy aplikováním fylogenetického pojetí druhu, počet druhů v průměru vzrostl téměř o 50 %, přičemž největší nárůst počtu druhů byl zaznamenán jak u málo známých skupin, jako jsou například houby (Fungi), kde uvádějí nárůst o 300 %, tak i u známých skupin, například primátů, plazů nebo evropských sladkovodních ryb. Naopak malý vliv má ve skupinách, které dříve nebyly výrazně ovlivněny biologickým konceptem, jako je většina bezobratlých živočichů nebo obojživelníci. Kromě toho povýšení poddruhu na druh je možné jen ve skupinách, v nichž se v minulosti poddruh jako taxonomická kategorie běžně užíval (Padial a De La Riva 2006).

### 2.4.1. Nově objevené druhy

Jsou samozřejmě i případy nových druhů, které nebyly dosud zaznamenány. Podle Caballose a Ehrlicha (2008) se zkoumání nových oblastí postaralo téměř o 40 % nových druhů. Poukazují například na objevy lenochoda trpasličího (*Bradypus pygmaeus*), paviánce kipunži (*Rungwecebus kipunji*) nebo obřího muntzaka (*Megamuntiacus vuquangensis*), které se uskutečnily na přelomu tisíciletí. Těmto objevům napomohla moderní technika, kdy byl například pomocí fotopastí objeven v Tanzanii obří bécoun *Rhynchocyon udzungwensis* (Caballos a Ehrlich 2008).

K těmto objevům docházelo nejčastěji v tropech a směrem k pólům nových objevů ubývá, což není nic překvapivého, jelikož diverzita obecně k pólům klesá. Nejvíce nových druhů bylo nalezeno v Jižní Americe a tropické Asii. Caballos a Ehrlich (2008) poukazují na několik zajímavostí. Jednak mají tyto druhy v průměru asi pětinnový rozsah areálu než je běžný poměr u terestrických savců (to je přibližně 400 tisíc km<sup>2</sup>) a 81 % má dokonce areál menší než 10 tisíc km<sup>2</sup>. To je dělá velmi náchylné k vymření. Za velice zajímavý považují fakt, že v průměru byly nové druhy savců větší, než je průměr. To je způsobeno především tím, že jen velmi malou část výrazně odlišných nových druhů tvořili netopýři a hlodavci.

Reeder et al. (2007) porovnávali zastoupení těchto nových objevů s celkovým poměrem zastoupením jednotlivých skupin v rámci celých savců a došli k závěru, že se nedá odhadnout, kolik nových druhů z jednotlivých čeledí či řádů bude v budoucnu objeveno. Například byla objevena jen jedna šelma, ačkoli šelmy tvoří celých 2,5 % savců (takže vypočetli, že mělo být



v předchozích několika dekádách objeveno hned 19 nových druhů šelem). Podobně jsou na tom kopytníci nebo kytovci. Naopak bylo objeveno mnohem více primátů, netopýrů, hlodavců či vačnatců, než kolik předpověděli.

#### 2.4.2. Kryptické druhy

Jak se poslední dobou ukazuje, je kolem nás spousta kryptických druhů, k jejichž rozeznávání se v poslední době často používá mitochondriální a nověji i jaderná DNA. Zachos (2014) podotýká, že kryptická biodiverzita (tj. rozmanitost, která není podchycena taxonomicky) je dost rozšířená, a počet druhů v současných seznamech je tím pádem často podhodnocený. To je zvláště patrné u hmyzu, kde je známa spousta případů původně rozšířeného generalistického druhu, který se následně rozpadl na několik relativně specializovaných druhů (Loxdale et al. 2015).

Není to vzácné ani u obratlovců. Molekulární techniky ukázaly, že kryptické druhy se vyskytují napříč mnoha řády savců, dokonce i v tradičně dobře probádané Evropě. Ukázkou toho jsou například evropští netopýři *Pipistrellus pipistrellus* a *Pipistrellus pygmaeus*. Tito netopýři byli dlouhou dobu považováni za jeden druh - *P. pipistrellus*. Až v roce 1999 byl od něj oddělen *P. pygmaeus*, který, jak se ukázalo, echolokuje na jiné frekvenci než původní druh. Poté, co se geneticky prokázalo, že se jedná o druhy dva, začaly se hledat i vnější znaky, které by druhy od sebe odlišily. Ty se samozřejmě našly a dneska je možno je rozlišit na základě poměru délky druhého a třetího nejdelšího prstu v křídle, barvy penisu nebo vzhledu obličeje (Hulva et al. 2004).

#### 2.4.3. „Taxonomická inflace“

Posledním zdrojem nových druhů v posledních letech je „taxonomická inflace“, tedy povyšování poddruhů na druhy. To se, stejně jako odhalování kryptických druhů, týká hlavně charismatických, důkladně studovaných druhů. Nejvíce v této oblasti čeří vody studie Colina Grovese a jeho kolegů na primátech a nověji i na sudokopytnících, kde ze 143 druhů turovitých vzniklo druhů 279 (Zachos 2014).

Tyto objevy jsou přijímány různě, a to i v rámci jediné organizace. Příkladem toho je postoj IUCN k již zmíněnému zmnožení druhů v řádech primátů a sudokopytníků. Nová taxonomie primátů byla IUCN uznána (425 druhů – IUCN Red List 2014), zatímco sudokopytníků nikoliv (139 druhů). To znamená, že jsou-li primáti „ohroženější“ než sudokopytníci, může to být zčásti dáno i rozdílným přístupem expertních skupin IUCN k taxonomii.

Primáti byli vůbec prvním savčím řádem, který byl pomocí PSC plně zrevidován (Zachos et al. 2013), a jejich počet za posledních několik desetiletích stoupl z nějakých 180 druhů v 80. letech až na 488 v roce 2013. Nejvíce se tato revize dotkla titiů (*Callicebus*) a lemurů (Lemuriformes). Z původně tří druhů (a 13 poddruhů) titiů v roce 1963 máme dnes přes 30 druhů (Rylands a Mittermeier 2014). V 80. letech bylo známo 36 druhů madagaskarských lemurů (Tattersall 2007), do roku 2010 tento počet vzrostl na 97 druhů (Rylands a Mittermeier 2014).

Ale netýká se to jen velkých, zásadně revidovaných skupin. V polovině minulé dekády došlo k rozdělení levharta oblačkového (*Neofelis nebulosa*) na dva druhy (*N. nebulosa* a *N. diardi*). Vzhledem k širokém geografickém areálu těchto zvířat a s tím spojené morfologické odlišnosti jednotlivých populací, byly v rámci tohoto druhu už před 150 let stanoveny čtyři poddruhy. Vlivem fylogenetického druhového konceptu dnes máme druhy dva, od sebe jasně odlišitelné geneticky, morfologicky (tvarem a velikostí skvrn) i geograficky (obr. 1), kdy *N. nebulosa* obývá kontinentální asijskou část původního areálu a *N. diardi* indonéskou (Kitchener et al. 2006).



Obr. 1: Současnou taxonomií uznávané dva druhy *Neofelis nebulosa* a *Neofelis diardi* a jejich morfologická různorodost (Kitchener et al. 2006)

Dalším podobně charismatickým savcem je nosorožec tuponosý (*Ceratotherium simum*). Ten se původně skládal ze dvou poddruhů, jižního a severního. V posledních letech došlo k povýšení poddruhů tohoto druhu na dva druhy – jižní, jehož stavy byly z posledních pár kusů obnoveny na několik tisíc jedinců (*C. simum*), a severní (*C. cottoni*), který byl naopak ještě nedávno relativně hojný a dnes je na pokraji vymření (Groves et al. 2010).

Jak je vidět, fylogenetické pojetí druhů má tendenci skoncovat s poddruhy. Rylands a Mittermeier (2014) to považují za ztrátu, jelikož se tím opouští základní pojmy evolučního procesu (rozeznatelné poddruhy nám dokumentují historický vznik nových druhů).

Isaac et al. (2004) poukazuje na fakt, že, jak se některé taxony takto neřízeně rozpadají, zatímco jiných se to dotýká jen okrajově, dochází i k jinému poměru zastoupení jednotlivých složek v celku. Například primáti byli před uplatněním fylogenetického konceptu druhu až šestým nejpočetnějším savcím řádem. Po nové revizi poskočili na třetí příčku hned za hlodavce a netopýry. Oproti tomu šelmy, které byly považované za početnější než primáti, zaznamenaly značný relativní pokles.

Padial a De La Riva (2006), Groves (2014) a jiní nepovažují „taxonomickou inflaci“ za neopodstatněnou, jeví se jim jako přirozený následek většího množství dat v rámci nového koncepčního rámce. Rylands a Mittermeier (2014) tvrdí, že problém není taxonomie sama o sobě, ale její následná manipulace v rámci ochrany.

## **2.5. Ochránářská taxonomie**

Jak je vidět, ač se v poslední době stále více spekuluje nad tím, co to ten druh vlastně je, nedochází se k jednotnému výsledku. Vyzkoušela se spousta modelů, které nahlížely na situaci z různých hledisek, ale žádný zcela nevyhovuje, vždy se vyskytly nějaké nesrovnalosti nebo případy, ve kterých použití daného konceptu není vhodné. A ono je to vlastně celkem logické. Speciace je pozvolný, kontinuální proces a každá snaha ho uměle rozsekat a zaškatulkovat do jednotlivých balíčků je už dopředu odsouzena k nezdaru. Ať už si totiž uklidíme na jakékoliv úrovni, vždy, když se podíváme o trošku blíže, hlouběji, uvidíme nepořádek (Tattersall 2007).

Jak upozorňují De Meeús et al. (2003), určitou překážku v tom hraje i skutečnost, že většina prací na toto téma se zabývá obratlovci, případně hmyzem, a pak jsou tendence poznatky z těchto studií zobecňovat i na další organizmy. S jistým potěšením uznávají, že se v tomto směru začalo více pracovat s mikroorganizmy, zároveň ale odkazují na značné množství skupin, na které se nebere zřetel (např. parazitické organizmy, které podle odhadů tvoří až 30 % druhů eukaryot, což není zrovna zanedbatelná část). Po zahrnutí dosud přehlížených skupin se musí

nutně dojít k závěru, že nelze pro všechny organizmy vytvořit jeden druhový koncept tak, aby vyhovoval všem skupinám. Tím, že nejsme schopni určit tuto základní jednotku, se stává téměř nemožné přemýšlet i o tak jednoduchých otázkách, jako jak vlastně druhy „obecně“ vznikají (De Meeús et al. 2003), kolik druhů se na Zemi vyskytuje nebo jak moc je globální biodiverzita ohrožená.

Naneštěstí jsou na definování druhů přímo závislá mnohá biologická odvětví, například srovnávací, evoluční nebo ochránářská biologie (Isaac et al. 2004). Pomocí druhů mohou vymezovat evoluční jednotky a fylogenetické hypotézy zobrazující hierarchické vztahy mezi jednotlivými druhy (Zink a McKittrick 1995). Skutečným problémem jsou ale praktické, mimovědecké aplikace, např. ochrana přírody.

Je obecně známo, že taxonomické označení má zásadní vliv na plánování ochrany přírody (Kitchener et al. 2006). Systém je nastaven tak, že se chrání především druhy; proto v této oblasti nárůst druhů vlivem „taxonomické inflace“ způsobuje takové zvraty. K těm dochází i z opačného konce – je podezření, že se občas vymezují nové druhy za účelem ochrany příslušné populace, v takovém případě se mluví ironicky (a neoficiálně) o tzv. konzervačním pojetí druhu (CSC; Gamauf et al. 2005). Pokud by se chránily i ohrožené poddruhy, hlavní námitky proti „taxonomické inflaci“ by pozbyly platnosti, aniž by se na ohroženosti diverzity a na jejím taxonomickém poznání cokoli změnilo.

A tady se střetávají dva různé přístupy ke světu – biologie jako věda a ochrana, která je řízená převážně politicky (Groves 2014). Při posuzování chráněných oblastí je pohlíženo mimo jiné i na množství druhů, které se na tomto území vyskytují. V tom případě je vhodné rozeznávat a oddělovat od sebe kryptické druhy (Zachos et al. 2013). Zrovna tak je důležitým faktorem ohroženost jednotlivých druhů. Tím, že se vlivem fylogenetického druhového konceptu rozpadají jednotlivé druhy, ať už běžné, nebo vzácné, na dva či více dalších druhů, získáváme velké množství taxonů, které jsou ohroženější, než byl ten předchozí. To je trochu dvojsečná zbraň, protože pokrýt finanční výdaje, ale i kvalifikovanou pracovní sílu na ochranu všech druhů nelze a snadno se tak chrání organismus, který se příliš neliší od blízce příbuzných druhů, na úkor jiných, fylogeneticky významnějších. Dalším rizikem je zbytečně větší lákadlo pro pytláky, kterým takto vzniklé, vzácnější druhy jistě jsou (Zachos et al. 2013).

### 2.5.1. Taxonomie a ohroženost druhů

Asi nejznámější ochránářskou organizací je IUCN neboli Mezinárodní svaz ochrany přírody (International Union for Conservation of Nature). Tato mezinárodní organizace byla založena roku 1948 a zaměřuje se na výzkum a ochranu přírodních zdrojů. IUCN každé dva roky

vydává tzv. Červený seznam ohrožených druhů. Ten je široce využíván při odhadech ohroženosti biodiverzity nebo plánování ochrany (IUCN 2014). Na druhou stranu, je třeba si uvědomit, že v Červeném seznamu se vedeno přibližně 76 000 druhů a to činí zhruba 4 % z 1,9 milionu doposud popsaných druhů (Monastersky 2014). Jednotlivé druhy jsou v seznamu rozděleny podle toho, jak jsou ohroženy vymřením. To se posuzuje z různých hledisek, jako je například velikost populace a její zeměpisný rozsah, změny početnosti populace v čase a jejich kombinací (Collen et al. 2016).

Tento seznam se snaží být co nejvíce obecný, ideálem je aplikovatelnost jednotných kategorií ohroženosti na všechny organismy (živočichy, rostliny, houby...). S tím je samozřejmě mnoho problémů, ať už z hlediska rozmnožování, ale i nároků na prostředí. Existují například organismy, které mají přirozeně malý areál rozšíření, který ani v historii nebyl větší, aniž by nutně musely být ohroženy vyhynutím. Použití obecných kritérií je tak v tomto případě zcela zavádějící. Vhodným řešením by mohlo být upravení prahových hodnot pro jednotlivé skupiny. Tím by ovšem seznam přestal být obecný. Další často kritizovanou věcí je subjektivita, jejíž přítomnost je očekávatelná vzhledem k množství odborníků, kteří se na hodnocení podílejí (Collen et al. 2016).

Zhruba před deseti lety byl spuštěn projekt EDGE of Existence (EDGE 2014), který se pokouší odlišit druhy fylogeneticky důležité od těch mladých a evolučně bezvýznamných, které ale přesto splňují definici druhu dle PSC. Do svého hodnocení ohroženosti druhů zahrnují i evoluční stáří a fylogenetickou izolovanost jednotlivých druhů („evolutionarily distinct“ = ED). A čím je druh evolučně starší (tj. má vyšší ED), tím je považován za hodnotnější. Kombinací ED a globální ohroženosti dle IUCN pak vzniká hodnota EDGE („evolutionarily distinct and globally endangered“), která by měla být užívána k identifikaci ochranných priorit.

Benton (1995) naznačuje, že současná taxonomie má ještě spoustu mezer. Ale, ačkoliv Zachos et al. (2013) upozorňují, že pravděpodobně nikdy nedospějeme k plnému uspokojení našich nároků, neměli bychom se tím nechat zastrašit, neboť cesta je cíl.

## 3. Materiál a metodika

### 3.1. Materiál

Pro sumarizaci dat (tab. 3) pro další analýzy byly použity tři seznamy savčích druhů – Červený seznam IUCN (leden 2016, <http://www.iucnredlist.org/>), seznam z databáze EDGE (leden 2016, <http://www.edgeofexistence.org/>) a databáze PanTHERIA (Jones et al. 2009). IUCN seznam poskytl informace ohledně velikosti areálů, taxonomické historie a ohroženosti; z EDGE seznamu pochází data pro evoluční odlišnost a databáze PanTHERIA nese informace ohledně velikosti a polohy areálů a biologie jednotlivých druhů. Informace ohledně fosilního záznamu byly vyhledávány v knize McKenna a Bella (1998), případně v modernějších databázích, knihách a článkách (viz Apendix).

Tab. 3: Počty zpracovaných druhů pro „velký soubor dat“ – uvedeny jsou počty druhů, pro které je příslušná vlastnost pozitivně skórována a zdroje těchto dat. Vysvětlivky: EX = vyhynulý (Extinct), EW = vyhynulý v přírodě (Extinct in the Wild), DD = chybí údaje (Data Deficient)

znak	počet druhů	zdroj	poznámky
počet druhů IUCN	5417	IUCN	včetně EX
počet druhů EDGE	5285	EDGE	neobsahuje EX
počet druhů sloučený	5372	orig.	vymřelé druhy ze seznamu IUCN (EX) ponechány
<b>Rozšíření</b>			
velikost areálu	5290	IUCN	bez EX a EW
ostrovní endemit	915	orig.	z 3621 endemitů s malými areály
horský endemit	985	orig.	z 3621 endemitů s malými areály
poloha areálu (MaxLat, MinLat, MedLat)	4669	PanTHERIA	
<b>Biologie</b>			
hmotnost těla	3543	PanTHERIA	nutná revize
hustota populace	957	PanTHERIA	nutná revize
velikost vrhu	2502	PanTHERIA	nutná revize
hmotnost těla novorozence	1076	PanTHERIA	nutná revize
maximální délka života	1014	PanTHERIA	nutná revize
věk pohlavní dospělosti	1052	PanTHERIA	nutná revize
<b>Taxonomická historie</b>			
rok popisu	5372	IUCN	
rok poslední taxonomické revize	5372	IUCN, Wilson a Reeder, orig.	
<b>Fosilní záznam</b>			
fosilní záznam druhu	879	orig.	

fosilní záznam rodu	3652	McKenna a Bell	
záznam rodu pleistocénní	3836	McKenna a Bell, orig.	
záznam rodu starší než pleistocénní	3108	McKenna a Bell, orig.	
fosilní diverzita rodu	3007	McKenna a Bell	
<b>Evoluční odlišnost</b>			
ED	5019	EDGE	
EDGE	5019	EDGE	
<b>Ohroženost</b>	4430	IUCN	bez DD

## 3.2. Metodika

### 3.2.1. Výběr druhů

Z analýzy se nejprve vyřadili mořští savci, konkrétně kytovci (Cetacea), sirény (Sirenia) a ploutvonožci (Phocoidea), a to z důvodu jejich odlišné fosilizovatelnosti, typu areálů a jiného vztahu k člověku - převládá u nich přímá likvidace lovem. Sladkovodní kytovci byli také vynecháni, naopak mořské lasicovité šelmy ponechány.

Druhovú taxonomie byla převzata ze seznamu IUCN (2014), aby bylo možné použít údaje o ohroženosti druhů. Problém je, že IUCN sleduje taxonomické revize v různých skupinách různě ochotně, podle toho, kdo tvoří příslušnou expertní skupinu. Výsledkem je taxonomie primátů silně založená na PSC (např. *Microcebus* – 20 druhů, *Avahi* – 9 druhů, *Callicebus* – 30 druhů), zatímco taxonomie kopytníků je z velké části vůči současným revizím inertní, a to i v případech, které jsou vnímány jako málo kontroverzní (např. jeden druh žiraf a afrických slonů, *Cervus elaphus* i ve východní Asii a v Americe, *Tragelaphus scriptus* v širokém smyslu, tedy druh zjevně polyfyletický).

### 3.2.2. Fosilní záznam

Poté se k jednotlivým rodům savců zaznamenávaly údaje z knihy McKenna a Bell (1998), konkrétně podrody a historická synonyma, se kterými se bude pracovat jako s nepřímým indikátorem fosilní diverzity, respektive faktu, že ve fosilním záznamu rodu jsou rozlišovány odlišné jednotky. Současně se vyhledávalo, zda recentní druhy či rody mají fosilní záznam. V případě, že daný rod fosilní záznam má, bylo zjišťováno, z jaké doby pochází a kde byly pozůstatky nalezeny. Díky novějším databázím, článkům a knihám (viz appendix), které se zabývají touto problematikou, bylo možné použít jemnější síto a zaměřit se do jisté míry i na jednotlivé druhy. Navíc se předchozí údaje pomocí nich zpřesnily, zaktualizovaly, případně doplnily. Pro zpracování byla použita následující geologická období: pleistocén (0,01-2,58 Mya),

pliocén (2,58-5,3 Mya), miocén (5,3-23 Mya), oligocén (23-34 Mya) a eocén (34-56 Mya). Později se tato období pro jednoduchost rozdělila na dvě kategorie: fosilie pleistocénní a fosilie starší než pleistocénní. Tím se nejen zohlednila míra fosilizace, tedy předpoklad, že druhy dochované pouze z pleistocénu pravděpodobně fosilizují hůře než druhy, které byly nalezeny také ze starších období, ale hlavně u pleistocénních fosilií máme větší důvod předpokládat, že to je opravdu tentýž druh, který známe ze současné fauny. V budoucnu bude třeba porovnat údaje o fosilním záznamu se stářím druhů a rodů odvozeným z molekulárně-fylogenetických studií (např. projekt EDGE). Výsledkem bude *relativní* zachovanost taxonu ve fosilním záznamu jako odhad jeho schopnosti fosilizovat v minulosti a první přiblížení možné budoucí fosilizace.

### 3.2.3. Taxonomická historie druhu

Ze sjednoceného seznamu recentních druhů savců se využily údaje o letopočtu popisu jednotlivých druhů; údaje o poslední taxonomické revizi z taxonomických poznámek v seznamu ohrožených druhů IUCN po konfrontaci s údaji z knihy Wilson a Reeder (2005; internetová verze dostupná na <http://www.departments.bucknell.edu/biology/resources/msw3/browse.asp>).

Údaje o taxonomických revizích jsou nezbytné pro analýzu vlivu současné taxonomické praxe na poznání diverzity a jejího ohrožení – značná část nově uznávaných druhů jsou ve skutečnosti druhy „staré“, popsané často v 19. století, v průběhu 20. století klasifikované (v rámci BSC) jako poddruhy a nově povýšené na druhy. Z nomenklatorických důvodů je jméno takového nového druhu stále beze změny staré, takže pouhé letopočty popisů nám o taxonomických změnách často neřeknou nic. Za hranici pro popisování nových druhů nebo revidování druhů starých byl zvolen rok 1950. V případě, že byl v období po roce 1950 od dříve popsaného druhu oddělen druh nový (ať už šlo o povýšení poddruhu na druhovou úroveň, nebo o odlišení nového kryptického druhu), vystupuje v databázi nový letopočet u druhu nového i u druhu „mateřského“.

Výsledkem bylo rozdělení druhů do čtyř typů typů:

(a) druhy popsané před rokem 1950, které nebyly objektem pozdější taxonomické revize (např. *Lynx rufus*, *Rangifer tarandus*, nebo *Lemur catta*);

(b) druhy nově popsané po roce 1950, přičemž pro ně byl vytvořen nový rod (v době popisu nebo později; např. *Rungwecebus kipunji*, *Laonastes aenigmanus*, *Pseudoryx ngetinhensis*) – do této kategorie byly zařazeny i druhy popsané jako samostatné rody, ale později zařazené do jiného rodu (např. „*Megamuntiacus*“, dnes *Muntiacus vuquangensis*) a



druhy popsané v minulosti jako fosilní, ale v období po roce 1950 objevené jako recentní (např. *Catagonus wagneri*, popsáný 1930, jako recentní objeven 1971);

(c) druhy vzniklé po roce 1950 povýšením dávno známých poddruhů;

(d) druhy nově popsané po roce 1950, obvykle odštěpené od starých druhů.

V praxi je často obtížné konkrétní příklady klasifikovat. Například netopýr *Pipistrellus pygmaeus* byl nově identifikován v roce 1999 (kategorie d), ale byl pro něho nalezeno dávné jméno (1825), což by odpovídalo kategorii (c), jenže jméno „*P. pygmaeus*“ bylo celou dobu zapomenuté a žádný poddruh „*P. pipistrellus pygmaeus*“ nikdy neexistoval. Také mezi nově popsanými druhy mohou být formy morfologicky velmi odlišné od druhů starých, které byly opravdu nově objeveny v terénu, čímž by se kvalifikovaly do kategorie (b), ačkoli pro ně nikdy nebyl vytvořen samostatný rod (např. *Cercopithecus lomamiensis* 2012). Kategorie (b) a (d) jsou tedy v následujícím přehledu vymezeny velmi přísně a podrobnější revize patrně rozšíří počet druhů obou typů.

#### 3.2.4. Statistické zpracování dat

Závislost ohroženosti druhu na jeho taxonomické historii jsem testovala pomocí regrese v program Statistika v. 11. Kategorie ohroženosti představovala závislou proměnnou, faktor „dekáda“ byla nezávislá proměnná – v jednom případě rok popisu druhu, podruhé rok poslední taxonomické revize. Vstupní jednotkou byl druh savce.

## 4. Výsledky

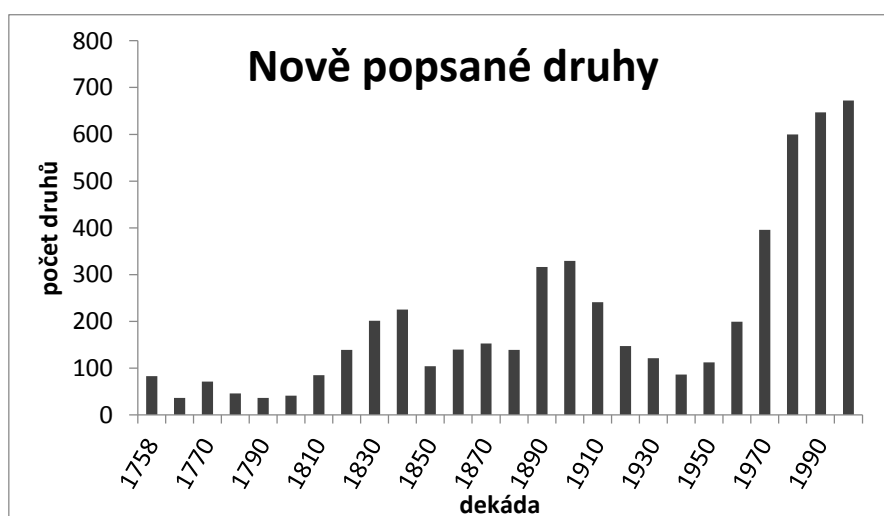
### 4.1. Diagnostikovatelnost ve fosilním záznamu

První částí této práce bylo shromáždit informace (ohledně fosilizovatelnosti a historických synonym) k jednotlivým rodům, případně druhům savců. Seznam obsahoval celkem 1320 rodů a fosilní záznam byl nalezen k necelé polovině z nich, konkrétně v 649 případech. Z toho 389 rodů má záznam pleistocénní a starší, pro 33 rodů byly nalezeny fosilie pouze starší než pleistocénní a u 227 rodů byl nalezen záznam jen z pleistocénního období. Celkem 307 rodů má fosilie, které nelze přiřadit ke konkrétnímu recentnímu druhu. Pouze u 879 druhů byl dohledán fosilní záznam, z toho v 751 případech to byly pleistocénní fosilie, ve 114 pleistocénní a starší a 14 druhů je známo jen z období staršího, než je pleistocén.

### 4.2. Popisy nových druhů

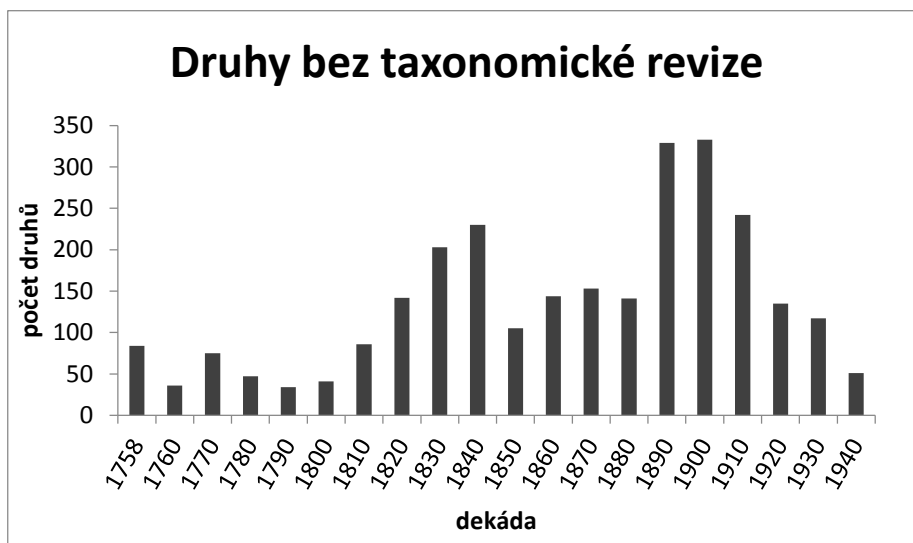
Druhá část se věnuje zjišťování různých závislostí ohroženosti a počtu popsáných druhů na čase v jednotlivých světových regionech.

Počty popsáných druhů v 19. a 20. století značně kolísaly (obr. 2). Dva nižší vrcholy se vyskytují na konci první poloviny 19. století a na přelomu 19. a 20. století. To je pravděpodobně následek průzkumů nových lokalit například v Austrálii nebo Neotropické oblasti v důsledku (především britské) koloniální expanze, je tu i jistá souvislost s vynalezením myší pastičky koncem 19. století. Naopak ke značnému poklesu dochází během první i druhé světové války, rozdíl je značný - mezi lety 1900 a 1909 bylo popsáno na 329 druhů, zatímco ve 40. letech minulého století tento počet nedosáhl ani 90 druhů. Strmý nárůst je pak zřetelně vidět v druhé polovině 20. století. Průměrně se v každé dekádě popíše 215 druhů.



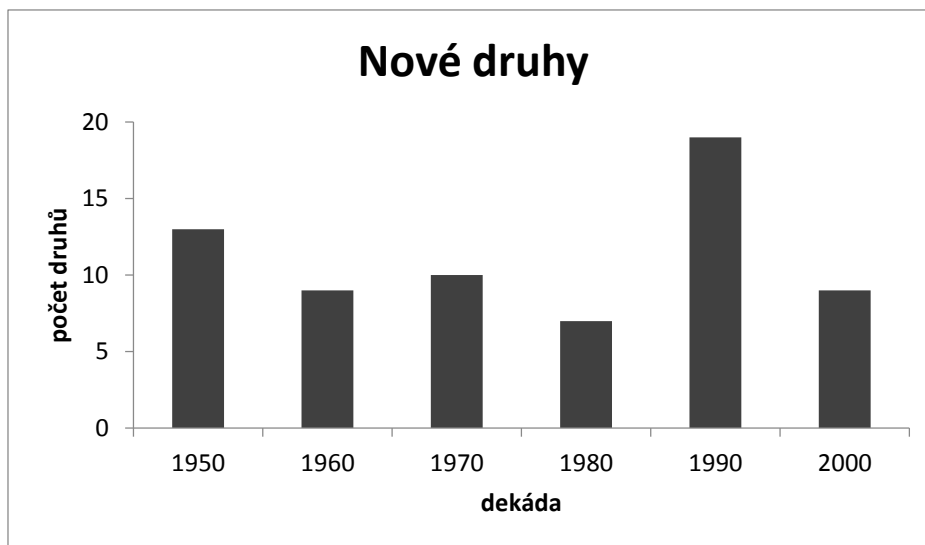
Obr. 2.: Počet savčích druhů nově popsáných v jednotlivých dekádách od počátku moderní taxonomie (1758)

U celkem 2 750 druhů savců, které byly popsány do poloviny minulého století, nebyla provedena taxonomická revize (obr. 3).



Obr. 3.: Počet druhů popsanych do druhé poloviny minulého století bez taxonomické revize

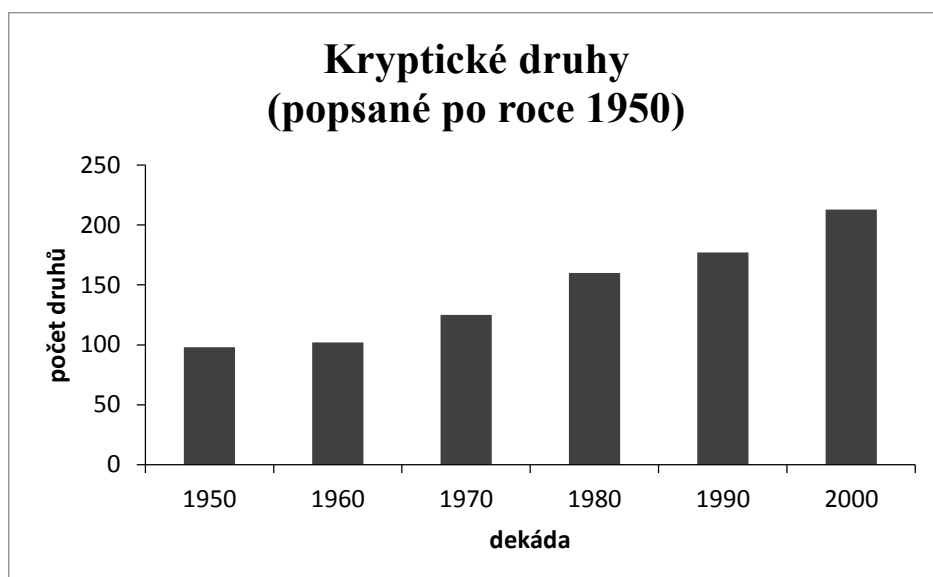
Od roku 1950 bylo objeveno 67 nových druhů savců, které do té doby nikdo nepopsal a které jsou dost odlišné, aby byly aspoň na nějaký čas klasifikovány jako nové rody (obr. 4). V jejich rozdělení nebyl nalezen žádný trend (drobný nárůst v 90. letech je spojen s otevřením dosud nepřístupných oblastí po konci studené války, především v Orientální oblasti).



Obr. 4.: Počet savčích druhů, které byly od roku 1950 nově popsány jako nové rody

Zhruba třináctkrát více bylo popsáno kryptických druhů - od poloviny minulého století přesně 875 savčích druhů. U kryptických druhů je možné pozorovat mírný vzrůst těchto objevů

s každou další dekadou (obr. 5), očividně spojený s rozvojem molekulárních metod a nárůstem jejich obecné dostupnosti (od 90. let také s nástupem PSC a větším důrazem na studium „vnitrodruhové“ variability).



Obr. 5.: Počet kryptických druhů savců popsáných po roce 1950

Největší vliv na nárůst počtu druhů savců po roce 1950 má postupná změna konceptu druhu a s ní spojená tzv. „taxonomická inflace“. Důsledkem toho přibýlo za posledních šedesát let 1680 nových druhů (obr. 6). Nápadný je nárůst od 80. a 90. let 20. století, tedy v období, kdy bylo zavedeno a začalo se šířit fylogenetické pojetí druhu (PSC).



Obr. 6.: Nárůst počtu druhů vlivem „taxonomické inflace“

Za posledních šedesát let bylo nově popsáno nebo zrevidováno 2622 druhů. Úplně nově byly popsány necelé 3 %, podíl kryptických druhů činí zhruba 33 % a vlivem taxonomické

inflace vzniklo 64 % „nových“ druhů. To znamená, že téměř jedna třetina všech dnes dosud popsanych savců vznikla následkem taxonomické revize; nově uznané druhy tedy obvykle skutečně nemají nové jméno.

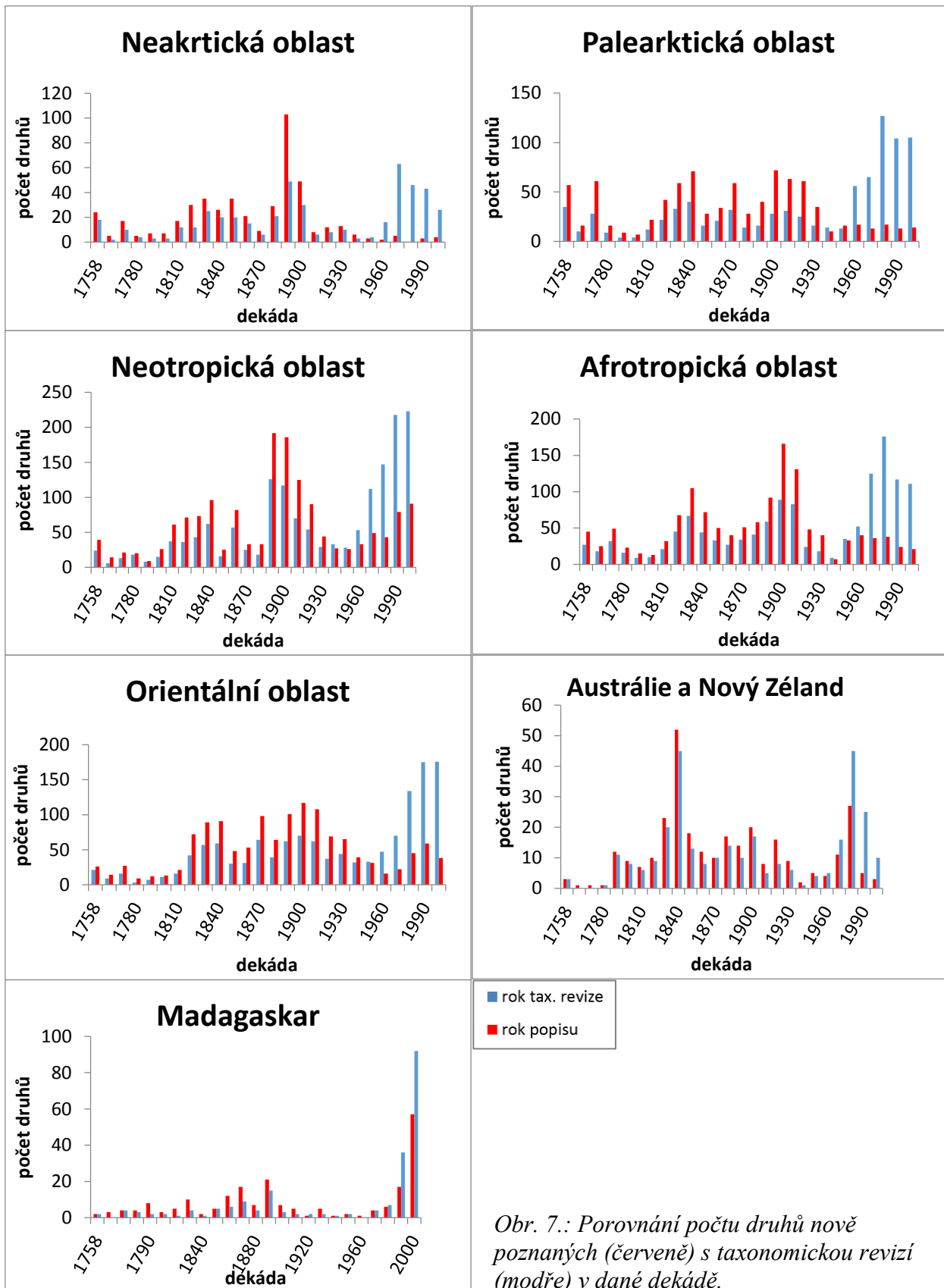
Rozdíly jsou patrné nejen mezi jednotlivými dekádami a různými způsoby objevů, ale také mezi jednotlivými regiony (obr. 7). Zoogeografické oblasti v této analýze pocházejí z práce Holta et al. (2012):

1. Austrálie včetně Nového Zélandu (AUSTR),
2. Jižní a Střední Amerika (Neotropická oblast, NEOTR),
3. Severní Amerika (Nearktická oblast, NEARC),
4. severní Eurasie se severem Severní Ameriky (Palearktická oblast, PALEA),
5. Madagaskar s přilehlými ostrovy (MADAG),
6. tropická Asie a Oceánie včetně Nové Guineje (Orientální oblast, ORIEN),
7. Afrika a jihozápadní Asie (Afrotropická oblast, AFROT).

Celkový počet druhů v jednotlivých oblastech byl následující: Nearktická – 475, Palearktická – 880, Neotropická – 1 588, Afrotropická 1 322, Orientální – 1 347, Austrálie a Nový Zéland – 300 a Madagaskar – 209 druhů.

Jde o specifické zoogeografické členění zemské souše na základě rozšíření recentních druhů savců, ale také podle fylogenetických vztahů mezi nimi. Oproti klasické Wallaceově biogeografii se liší hranice jednotlivých oblastí – např. celou Oceánii včetně Nové Guineje řadíme k Orientální oblasti, ne k Austrálii; Afrotropická oblast má zde východní hranice až v Íránu, přičemž celá severní Afrika a JZ Asie se běžně řadí k Palearktické oblasti; sever Severní Ameriky má blíž k Palearktické oblasti než k vlastní Nearktické (Holt et al. 2012).

Ve všech histogramech je odlišen vlastní rok popisu druhu a rok jeho povýšení na validní druh v rámci taxonomické revize.



Obr. 7.: Porovnání počtu druhů nově poznanych (červeně) s taxonomickou revizí (modře) v dané dekádě.

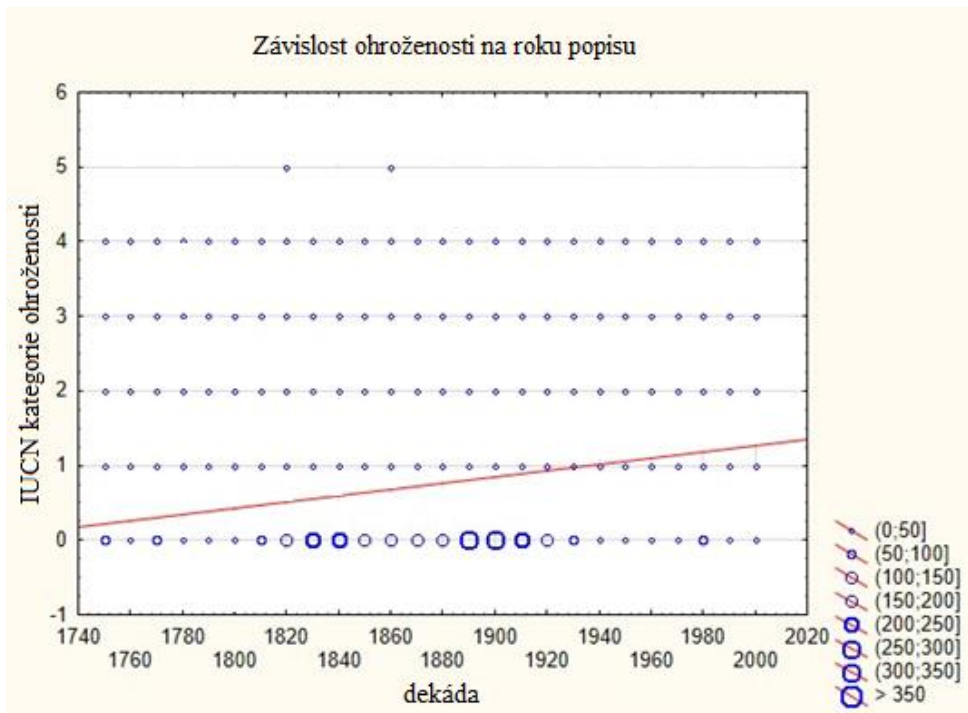
Při vyhodnocování závislosti ohroženosti na roku popisu druhu byly použity kategorie ohrožeností tak, jak je předkládá IUCN (tab. 4). Druhy, kde chyběly údaje o ohroženosti (DD), byly z analýzy vyřazeny.

*Tab. 4.: Počet druhů savců v jednotlivých kategoriích ohroženosti podle IUCN a jejich procentuální zastoupení. Vysvětlivky: LC = málo dotčený (Least Concern), NT = téměř ohrožený (Near Threatened), VU = zranitelný (Vulnerable), EN = ohrožený (Endangered), CR = kriticky ohrožený (Critically Endangered), EX = vyhynulý (Extinct + Extinct in the Wild), DD = chybí údaje (Data Deficient)*

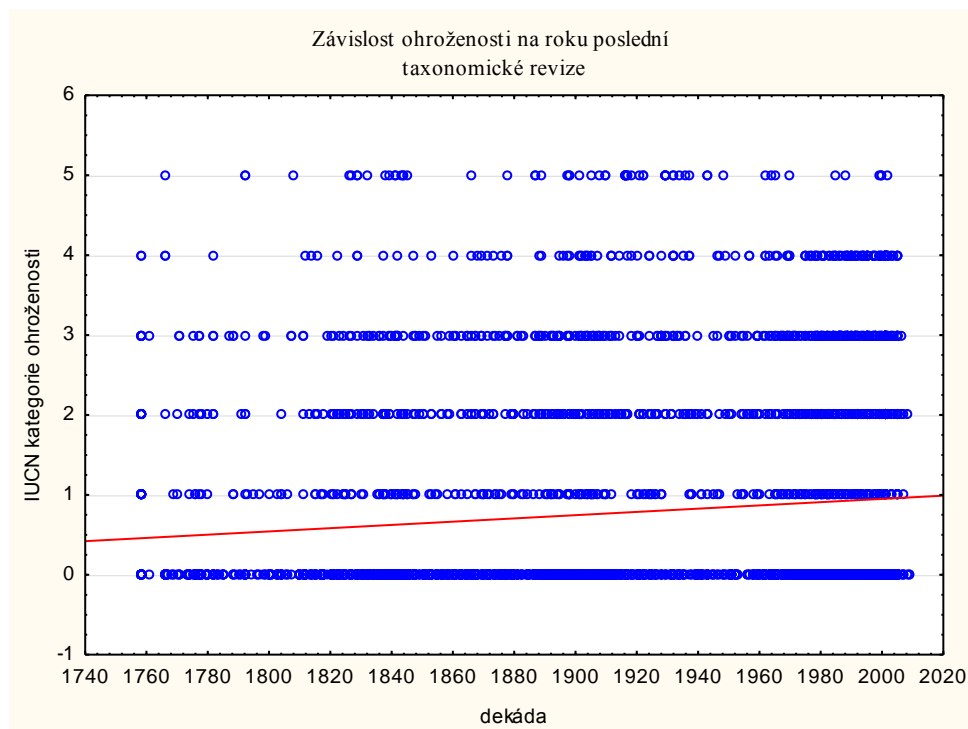
<b>Stupeň ohroženosti</b>	LC	NT	VU	EN	CR	EX	DD
<b>Počet druhů</b>	3000	310	469	418	168	64	943
<b>Poměrové zastoupení (%)</b>	56	6	9	8	3	1	17

Závislost ohroženosti jednotlivých druhů na roku popisu (obr. 8) je průkazná ( $p < 0.0000001$ ), neboli nově ustavované druhy jsou zároveň ohroženější. Vzhledem k tomu, že počet skutečně nových druhů (a to včetně kryptických) je relativně nízký (rozhodně méně než 40 % „nových“ druhů, které vstoupily do současné taxonomické praxe po roce 1950), můžeme uzavřít, že se potvrdila hypotéza, že současné pojetí druhu a s ním spojená taxonomická praxe se výraznou měrou podílejí na celkové ohroženosti savčí fauny. Přímé srovnání současné extinkční krize s minulými masovými extinkcemi je tedy nesporně obtížné, možná nemožné.

Obdobné výsledky, ačkoli ne tolik průkazné ( $p < 0,5000$ ), dává použití roku poslední taxonomické revize (obr. 9).



Obr. 8: Závislost ohroženosti na roku popisu druhu. Vysvětlivky: IUCN kategorie ohroženosti: 0 = málo dotčený, 1 = téměř ohrožený, 2 = zranitelný, 3 = ohrožený, 4 = kriticky ohrožený, 5 = vyhynulý



Obr. 9.: Závislost ohroženosti na roku poslední taxonomické revize druhu. Vysvětlivky: IUCN kategorie ohroženosti: 0 = málo dotčený, 1 = téměř ohrožený, 2 = zranitelný, 3 = ohrožený, 4 = kriticky ohrožený, 5 = vyhynulý

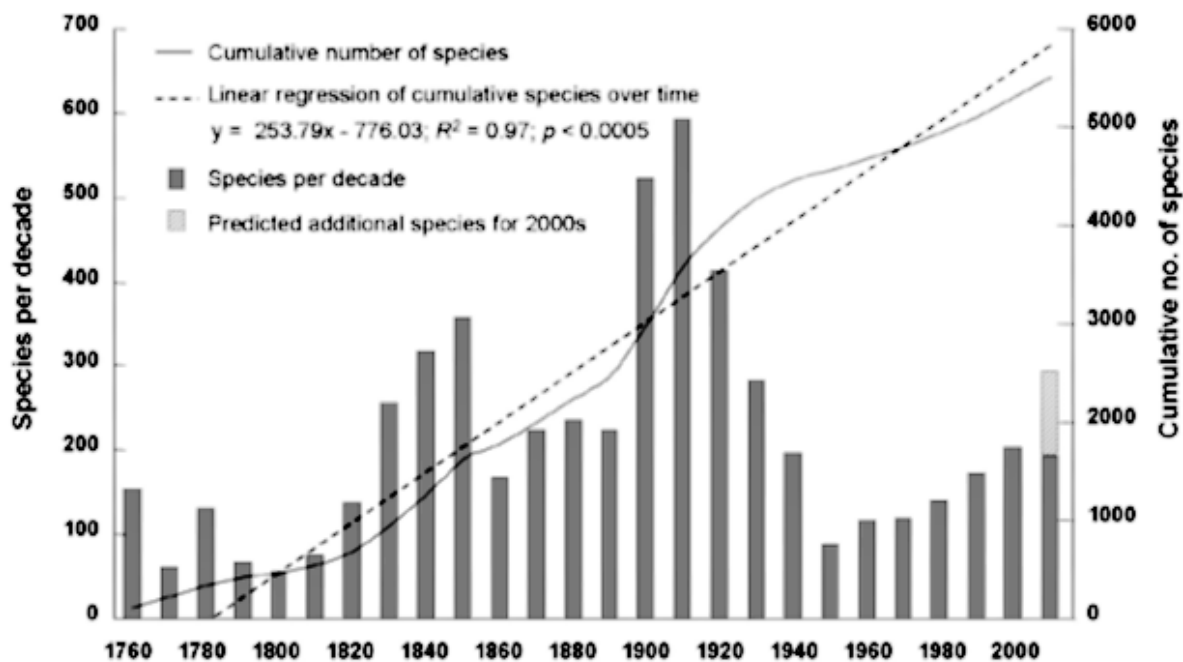


## 5. Diskuze

Ačkoliv je tato práce pouze pilotní, už teď ukazuje, že nárůst druhů v posledních několika desetiletích je významný a jaké vlivy v tom hrají roli. Z našich výsledků jasně vyplývá, že i přesto, že v posledních letech byla (nově nebo znovu) popsána téměř polovina všech dnes uznávaných druhů savců, pouhá tři procenta z nich patřila zvířatům, se kterými se dosud věda nesetkala. Tyto druhy mohou být považovány ve srovnání s těmi ostatními za obzvlášť cenné, protože jejich pozice je nezastupitelná; nemají natolik blízké příbuzné, kteří by jejich místo v ekosystému zastoupili tak, aby mohli nepozorovaně zmizet (EDGE 2014).

Zvláštním případem jsou druhy kryptické. Z naší práce vyplývá, že věda v rozpoznávání kryptických druhů stále postupuje kupředu a molekulární metody, kterých je při tom potřeba, jsou využívány čím dál častěji (obr. 5).

Reeder et al. (2007) zpracovali počet popsáných druhů na dekádu v průběhu času (obr. 9). V jejich rozboru však nezohlednili revidované taxony a tím současný vývoj podhodnotili (pro srovnání obr. 2). Podobně s daty ve své publikaci manipulovali Gappoliti a Amori (2007), kteří pracovali s databází Mammal Species of the World z roku 2005. Uvedli, že nově databáze obsahuje 787 druhů, z toho 260 dosud nejmenovaných a 527 (téměř 10 % všech druhů savců), které byly dříve považovány za poddruhy. Po zohlednění následných revizí jednotlivých druhů jsme dospěli k mnohem výraznějším výsledkům. Mezi lety 1950-2010 bylo nově popsáno, případně zrevidováno, 2622 druhů. Z toho 942 druhů jsou druhy dosud nepopsané (výrazné i kryptické) a 1680 (31 % všech druhů savců) druhů vzniklo povýšením z poddruhů. Naše hodnoty jsou zhruba třikrát vyšší než u zmiňované studie.



Obr. 9.: Počet popsáných savčích druhů v jednotlivých dekádách (Reeder et al. 2007)

Fosilní záznam byl nalezen pro 16 % druhů savců, z toho 85 % fosilií pochází z období pleistocénu. Plotnick et al. (2016) ve své velmi podobně laděné práci prezentují, že jen malá část dnešních ohrožených druhů savců (necelých 9 %) se vyskytuje ve fosilním záznamu. Oproti tomu asi 20 % běžných druhů fosilní záznam má. Autoři mimo jiné uvedli, že druhy mající fosilní záznam byly popsány zpravidla v polovině 19. století a ty bez fosilního záznamu až mnohem později. Nejnověji popsány jsou pak druhy bez fosilního záznamu se sklonem k vyšší ohroženosti. Zdá se, že obecně opravdu platí, že druhy, které známe z fosilního záznamu, mají větší velikost těla a jsou široce distribuované oproti druhům, jejichž fosilní záznam nemáme (Plotnick et al. 2016). Na rodové úrovni je fosilní záznam kompletnější – zhruba polovina savčích rodů fosilní záznam má; v případě rodů je ovšem ve hře mnohem větší diverzita v jejich geologickém stáří, počtu druhů, rozšíření, evolučních trendech apod., takže je nejde jednoduše navzájem srovnávat.

## **6. Závěr**

V rámci této bakalářské práce se shromáždila data, která budou dále využita při posuzování diagnostikovatelności jednotlivých taxonů ve fosilním záznamu. Zjistilo se zastoupení různým způsobem popsáných druhů v souboru nově objevených druhů savců v posledních několika desetiletích. A podařilo se prokázat vztah mezi ohrožeností a rokem popisu či revize druhu.

## 7. Literatura

- Barnosky A. D., Matzke N., Tomiya S., Wogan G. U. O., Swartz B., Quental T. B., et al. (2011) Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature* 471. 51–57.
- Benton M. J., Wills M. A., Hitchin R. (2000) Quality of the fossil record through time. *Nature* 403. 534-537.
- Caballos G., Ehrlich P. R. (2008) Discoveries of new mammal species and their implications for conservation and ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106. 3841-3846.
- Collen B., Dulvy N. K., Gaston K. J., Gärdenfors U., Keith D. A. (2016) Clarifying misconceptions of extinction risk assessment with the IUCN Red List. *Conservation biology*. *Biology Letters* 12. 1-5.
- De Meeùs T., Durrand P., Renaud F. (2003) Species concepts: what for? *Trends in Parasitology* 19. 425-427.
- De Vos J. M., Joppa L. N., Gittleman J. L., Stephens P. R., Pimm S. L. (2014) Estimating the normal background rate of species extinction. *Conservation Biology* 29. 452-462.
- Dirzo R., Young H. S., Galetti M., Ceballos G., Isaac N. J. B., Collen B. (2014) Defaunation in the Anthropocene. *Science* 345. 401-406.
- EDGE of Existence: Evolutionarily Distinct & Globally Endangered.  
<http://www.edgeofexistence.org/index.php> (citováno dne 10. 4. 2016).
- Gallagher A. J., Hammerschlag N., Cooke S. J., Costa D. P., Irschick D. J. (2015) Evolutionary theory as a tool for predicting extinction risk. *Trends in Ecology and Evolution* 30, 61–65.
- Gamauf, A., J. O. Gjershaug, N. Rov, K. Kvaloy, and E. Haring. 2005. Species or sub-species? The dilemma of taxonomic ranking of some South-East Asian hawk-eagles (genus *Spizaetus*). *Bird Conservation International* 15. 99-117.
- Gappoliti S., Amori G. (2007) The problem of subspecies and biased taxonomy in conservation lists: the case of mammals. *Folia Zoologica* 56. 113–117.
- Groves C. P., Fernando P., Robovský J. (2010) The Sixth Rhino: A Taxonomic Re-Assessment of the Critically Endangered Northern White Rhinoceros. *PLoS ONE* 5. 1-15.

- Holt B. G., Lessard J. P., Borregaard M. K., Fritz S. A., Araújo M. B., Dimitrov D. et al. (2012) An update of Wallace's zoogeographic regions of the world. *Science* 339. 74-78.
- Hull P. (2015a) Life in the Aftermath of Mass Extinctions. *Current Biology* 25. 941-952.
- Hull P. M., Darroch S. A. F., Erwin D. H. (2015b) Rarity in mass extinction and future of ecosystem. *Nature* 528. 345-351.
- Hulva P., Horáček I., Strelkov P. P. Benda P. (2004) Molecular architecture of *Pipistrellus pipistrellus*/*Pipistrellus pygmaeus* complex (Chiroptera: Vespertilionidae): further cryptic species and Mediterranean origin of the divergence. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 32. 1023-1035.
- Isaac N. J. B., Mallet J., Mace G. M. (2004) Taxonomic inflation: its influence on macroecology and conservation. *Ecology and Evolution* 19. 464-469.
- IUCN 2004: Red List of threatened species: a global species assessment of threatened species: a global species assessment. <https://portals.iucn.org/library/node/9830>.
- IUCN 2014. <http://www.iucn.org/> (citováno dne 14. 4. 2016).
- IUCN Red List 2014. <http://www.iucnredlist.org/> (citováno dne 16. 4. 2016).
- Johnson E., Morehouse H. (2014) After the Anthropocene: Politics and geographic inquiry for a new epoch. *Progress in Human Geography* 38. 439-456.
- Kitchener A. C., Beaumont M. A., Richardson D. (2006) Geographical Variation in the Clouded Leopard, *Neofelis nebulosa*, Reveals Two Species. *Current Biology* 16. 2377-2383.
- Loxdale H. D., Davis B. J., Davis R. A. (2015) Known knowns and unknowns in biology. *Biological Journal of the Linnean Society* 117. 386-398.
- McKenna M., Bell S. K. (1998) Classification of mammals: Above the species level. Columbia university press. New York. IX + 633.
- Monastersky R. (2014) Life - a statistics report: Species are disappearing quickly - but researchers are struggling to assess how bad the problem is. *Nature* 516. 159-161.
- Padial J. M., De La Riva I. (2006) Taxonomic Inflation and the Stability of Species Lists: The Perils of Ostrich's Behavior. *Systematic biology* 55. 859-867.
- Patterson B. D. (2001) Fathoming tropical biodiversity: the continuing discovery of Neotropical mammals. *Diversity and Distributions* 7. 191-196.

- Pitman N. C. A., Jørgensen P. M. (2002) Estimating the size of the threatened world flora. *Science* 298. 989.
- Plotnick R. E., Smith F. A., Lyons S. K. (2016) The fossil record of the sixth extinction. *Ecology Letters* 19. 546-553.
- Purvis A. (2008) Phylogenetic Approaches to the Study of Extinction. *The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 39. 301-319.
- Reeder D. M., Helgen K. M., Wilson D. E. (2007) Global trends and biases in new mammals species discoveries. *Museum of Texas Tech University* 269. 1-36.
- Régnier C., Achaz G., Lambert A., Cowie R. H., Bouchet P., Fontaine B. (2015) Mass extinction in poorly known taxa. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112. 7761–7766.
- Ripple W. J., Newsome T. M., Wolf C., Dirzo R., Everatt K. T., et al. (2015) Collapse of the world's largest herbivores. *Science Advances* 1. 1-12.
- Rylands A. B., Mittermeier R. A. (2014) Primate Taxonomy: Species and Conservation. *Evolutionary Anthropology* 23. 8–10.
- Tattersall I. (2007) Madagascar's Lemurs: Cryptic Diversity or Taxonomic Inflation? *Evolutionary Anthropology* 16. 12–23.
- Wilson E., Reeder D. M. (editors). (2005) *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed), Johns Hopkins University Press, 2 142.
- Zink R. M., McKittrick M. C. (1995) The debate over species concepts and its implications for ornithology. *The Auk* 112. 701-719.
- Zachos F. E. (2014) Taxonomic inflation, the Phylogenetic Species Concept and lineages in the Tree of Life – a cautionary comment on species splitting. *Journal of zoological systematics and evolutionary research* 53. 180-184.
- Zachos F. E., Apollonio M., Barmann E. V., Festa-Bianchet M., Gohlich U. et al. (2013) Species inflation and taxonomic artefacts - A critical comment on recent trends in mammalian classification. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde* 78. 1-6.
- Zrzavý J., Burda H., Storch D., Begallová, Mihulka S. (2016) *Jak se dělá evoluce*, 2. přepracované vydání (nakl. Dokořán, Praha).

## 8. Apendix

Databáze, knihy a články, v nichž se vyhledávaly informace ohledně fosilního záznamu jednotlivých rodů, případně druhů.

Internetové databáze:

Fossilworks: Gateway to the Paleogeology Database.

<http://fossilworks.org/bridge.pl?a=basicMapForm> (citováno dne 10. 10. – 26. 11. 2015).

NOW – New and Old Worlds – Database of fossil mammals

[http://pantodon.science.helsinki.fi/now/species\\_list.php](http://pantodon.science.helsinki.fi/now/species_list.php) (citováno dne 10. 10. – 28. 11. 2015).

Knihy:

Graham R. W., Lundelius Jr. E. L., Graham M. A., Steraley R. F., Schroeder E. K. et al. (1994)

Faunmap: A database documenting late quaternary distributions of mammals. Springfield: Illinois State Museum. VII + 690 p.

Kurtén B. (1938) Pleistocene mammals of Europa. Weidenfeld and Ncolson 5 Winsley street London W1. vii + 317.

Kurtén B., Anderson E. (1980) Pleistocene mammals of North America. Columbia university press. New York. XVII + 442.

Long. J., Archer M., Flannery T., Hand S. (2002) Prehistoric mammals of Australia and New Guinea: One hundred milion years of evolution. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press. 244.

Martin P. S., Klein R. G. (1984) Quaternary extinctions, a prehistoric revolution. The university of Arizona press, Tucson, Arizona. X + 891.

Ohdachi S. D., Ischibashi Y., Iwasa M. A., Saitoh T. et al. (2010) The Wild Mammals of Japan. Kyoto: Shoukadoh Book Seller. XII + 544 + 6 p.

Wang X., Flynn L. J., Fortelius M., (2013) Fossil Mammals of Asia: Neogene Biostratigraphy and chronology; New York: Columbia University Press. IX + 732 p.

Werdelin L., Sanders W. J. (2010) Cenozoic mammals of Africa. Berkeley & London: University of California Press. XXI + 986 p.

Články:

Badam G. L. (2013) An integrated approach to the quaternary fauna of south and south east Asia – a Summary. *Journal of the Palaeontological Society of India* Volum 58. 93-114.

Canto J., Yáñez J., Rovina J. (2010) Estado actual del conocimiento de los mamíferos fósiles de Chile: Present knowledge on the fossil mammals record from Chile. *Estudios Geológicos* 66. 255-284.

Chauhan, P. R. (2008) Large mammal fossil occurrences and associated archaeological evidence in Pleistocene contexts of peninsular India and Sri Lanka. *Quaternary International* 192. 20–42.

Cosgrove R., Field J., Garvey J., Brenner-Coltrain J., Goede A., et al. (2010) Overdone overkill - the archaeological perspective on Tasmanian megafaunal extinctions. *Journal of Archaeological Science* 37. 2486-2503.

Harrington C. R. (2011) Pleistocene vertebrates of the Yukon Territory. *Quaternary Science Reviews* 30. 2341-2354.

Lawrence R. H., Philip J. P., Armand S. B. M. (2011) The first fossil record of endemic murid rodents from the Philippines: A late Pleistocene cave fauna from northern Luzon. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 124. 234-247.

Nixon, KC and QD Wheeler. 1990. An amplification of the phylogenetic species concept. *Cladistics* 6. 211-223.

Ogino H., Otsuka H., Harunari H. (2009) The Middle Pleistocene Matsugae Fauna, Northern Kyushu, West Japan. *Paleontological Research* 13. 367-384.

Pavelková Říčánková V., Robovský J., Riegert J. (2014) Ecological structure of Recent and Last Glacial mammalian faunas in Northern Eurasia: the case of Altai-Sayan refugium. *PLoS ONE* 9. 1-8.

Samonds K. E. (2007) Late Pleistocene bat fossils from Anjohibe Cave, northwestern Madagascar. *Acta Chiropterologica* 9. 39-65.

Tougaard, C. (2001) Biogeography and migration routes of large mammal faunas in South-East Asia during the Late Middle Pleistocene: focus on the fossil and extant faunas from Thailand. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 168. 337–358.