

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Přírodovědecká fakulta**



**Identifikace zdrojových populací želvy  
paprsčité (*Astrochelys radiata*) chovaných  
v lidské péči**

bakalářská práce

**Lucie Pavlíková**

Školitel: RNDr. Pavla Robovská, Ph.D.

České Budějovice 2013

Pavlíková, L., 2013: Identifikace zdrojových populací želvy paprscíté (*Astrochelys radiata*) chovaných v lidské péči [Identification of the source populations of the Radiated tortoise (*Astrochelys radiata*) bred in captivity, Bc. Thesis, in Czech.]  
Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

**ANOTACE:**

Tato práce je koncipována jako grantová žádost na financování projektu, jehož cílem je pomocí měření 39 znaků na krunýřích želv paprscitých zjistit, do které ze tří populací na Madagaskaru tyto nezákonně získané želvy patří.

**ANNOTATION:**

This thesis is conceived as a grant application for project funding, which aim is to determine by measuring the 39 characters on the Radiated tortoise shells, in which of the three populations in Madagascar these illegally obtained turtles belong.

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.

V Českých Budějovicích dne 15.3. 2013

Lucie Pavlíková

## **Poděkování:**

Ráda bych poděkovala své školitelce Pavle Robovské za cenné rady a zkušenosti, díky nimž mohla tato práce vzniknout. Velký dík patří ale i Honzovi Robovskému za poskytnuté materiály, potřebné informace a kontakty. Poděkování patří také kurátorům a ošetřovatelům ze zoologické zahrady v Plzni a v Bojnicích, díky kterým jsem mohla paprščité želvy měřit, především Lence Václavové, Zuzaně Mihálovové a Peterovi Luptákovi. Dále Martinovi Čapkovi za zapisování měřených údajů a Janu Riegertovi za pomoc při zpracování výsledků. Také bych ráda poděkovala svým rodičům, kteří mi studium na vysoké škole umožnili.

# Obsah

|   |    |
|---|----|
| 1. Úvod.....                                  | 5  |
| 2. Literární rešerše.....                     | 7  |
| 2.1. Madagaskar.....                          | 7  |
| 2.2. Želva paprsčitá.....                     | 7  |
| 2.3. Snižování populace želv paprsčitých..... | 8  |
| 2.4. Metody zkoumání.....                     | 10 |
| 2.5. Zjištěné výsledky.....                   | 12 |
| 3. Cíl projektu:.....                         | 15 |
| 4. Hypotézy:.....                             | 15 |
| 5. Návrh projektu.....                        | 16 |
| 5.1. Studované želvy paprsčité.....           | 16 |
| 5.2. Metodika.....                            | 16 |
| 5.3. Vlastní měření.....                      | 16 |
| 5.4. Již provedené orientační měření.....     | 17 |
| 5.5. Zpracování výsledků.....                 | 18 |
| 5.6. Rozpočet projektu.....                   | 21 |
| 5.7. Časový harmonogram.....                  | 21 |
| 6. Diskuse.....                               | 22 |
| 7. Závěr.....                                 | 24 |
| 8. Použitá literatura.....                    | 25 |

**Název projektu: Identifikace zdrojových populací želvy paprscíté (*Astrochelys radiata*) chovaných v lidské péči.**

## 1. Úvod

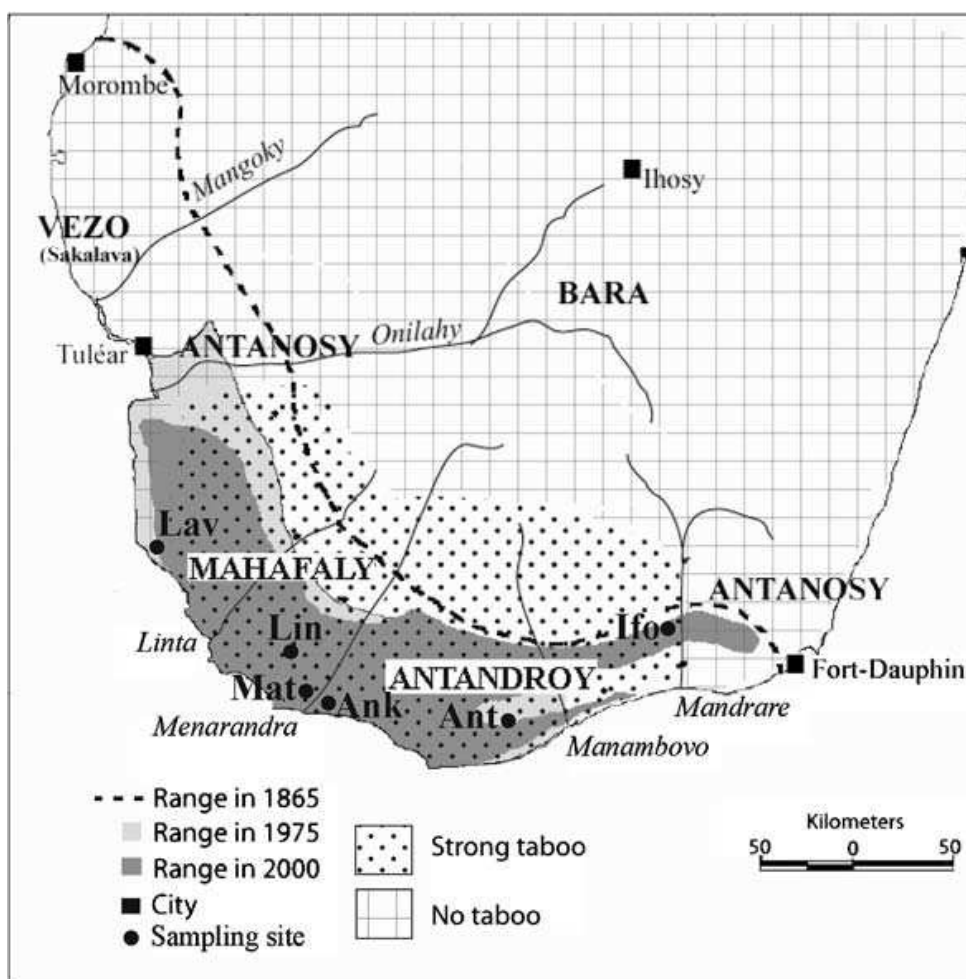
Želva paprscítá (*Astrochelys radiata*) je ohrožený druh žijící v křovinatých lesích a travnatých stepích s trnitými křovisky na jihozápadním pobřeží Madagaskaru. Je to tedy endemit tohoto ostrova. Stepím s dlouhou žlutou trávou je tato želva přizpůsobena svou paprscitou kresbou na výrazně klenutém krunýři. Hlavní hrozbou je pro ni pytláctví a nezákonná těžba dřeva, která vede k úbytku vhodných biotopů. Želvy paprscíté jsou bohužel také loveny pro maso, ač dříve patřily spíše k „tabu“ zvířatům, která se nejí (Jones et al. 2007), ale mnoho želv je obchodním artiklem, který se z této země nezákonně vyváží. V 18. a 19. století bylo velké množství želv paprscitých vyvezeno na ostrovy Réunion a Mauritius u východního pobřeží Afriky, kde byl tento druh považován za pochoutku (Lingard et al. 2003). Od roku 1961 jsou želvy paprscíté chráněné a od roku 1975 zařazené v CITES úmluvě, konkrétně v příloze I. CITES je Úmluva o mezinárodním obchodu s ohroženými druhy volně žijících živočichů a rostlin a je to jedna z nejdůležitějších dohod chránících rostliny a živočichy na mezinárodní úrovni. Příloha I obsahuje nejvíce ohrožené druhy, s nimiž je jakýkoliv mezinárodní obchod zakázán. Přesto se stavy želvy paprscíté snížily za 30 let (1975-2005) o více než 20 % (Paquette et al. 2005). Na Madagaskaru je chráněna vnitrostátními právními předpisy (vyhláška č. 60-26) od roku 1960. Existují tedy právní předpisy pro regulaci obchodu, jejich výkon je ale často velmi laxní. I přes její zařazení v CITES I je velké množství želv paprscitých zabito na jídlo a pro výrobu turistických upomínkových předmětů. Hodně jedinců je také exportováno jako exotické zvíře pro chovatele (Lingard et al. 2003). Pokud bude populace nadále velkou rychlostí klesat, za 40 let by želvy paprscíté mohly vyhynout (Paquette et al. 2009).

Řeky Linta, Menarandra, Manambovo, a Mandrare oddělují tři populace želv paprscitých (obr.1), jejichž rozlišení je podloženo analýzou krunýřů (Paquette et al. 2006). Během období sucha jsou sice koryta těchto řek zcela vyschlá, ale shoduje se to i s obdobím, kdy jsou želvy kvůli extrémnímu horku méně aktivní, což je odrazuje k přesunu na větší vzdálenosti. Díky tomu lze morfometricky určit tři dílčí populace želv paprscitých (Paquette et al. 2006).

Projekt by měl Ministerstvu životního prostředí a lesů na Madagaskaru pomoci ke zjištění, ze které ze třech zdrojových populací nezákonně lovené želvy pocházejí. Poté se budou moci ochránci přírody zaměřit přímo na zjištěná místa a docílit tak zvýšené ochrany.

Dále je důležité, aby se jedinci, kteří jsou zabaveni pytlákům, vrátili do své původní zdrojové populace. Zabavené želvy jsou v současnosti buď chovány v zajetí, kde nemusí být vždy vhodné podmínky (na Madagaskaru), nebo jsou vypuštěny do chráněných oblastí, aniž by se zjišťovalo, do jaké populace tyto želvy původně patřily (Paquette & Lapointe 2007).

Podle odborníků zatím želvám paprscitým vyhynutí nehrozí, ale pokud by snižování počtu želv pokračovalo, tak by tento druh mohl opravdu vyhynout. Jakákoliv ochranná opatření za stávající situace, kdy jsou počty relativně slušné, by tak mohla těmto pozoruhodným želvám zajistit dlouhodobější budoucnost.



Obr. 1: Mapa jižního Madagaskaru (Paquette et al. 2006).

## 2. Literární řešerše

### 2.1. Madagaskar

Madagaskar je čtvrtý největší ostrov na světě, zaujímá plochu 587 040 km<sup>2</sup>. Nachází se u jihovýchodního pobřeží Afriky v Indickém oceánu. V důsledku dlouhodobé izolace (cca 270 mil. př.n.l.) na tomto ostrově probíhal vývoj flóry a fauny nezávisle na zbytku světa. Až 80 % všech rostlinných a živočišných druhů se nevyskytuje nikde jinde na světě (Rauh 1998). Žije tam mnoho druhů vzácných plazů, včetně několika druhů želv, které žijí jen na Madagaskaru - želva paprscitá (*Astrochelys radiata*), želva angonoka (*Astrochelys yniphora*), želva pavoučí (*Pyxis arachnoides*) a želva ploskoocasá (*Pyxis planicauda*) (Zaias et al. 2006), přičemž želva angonoka je považována za nejvzácnější želvu a za jednoho z nejvíce ohrožených plazů (Pedrono 2008). Klima ostrova je tropické, ovlivňované východními pasáty. Lidé na Madagaskaru trpí nedostatečným zdravotnictvím a vzdělávacími zařízeními a bohužel také podvýživou - pokud nemají co jíst, zabíjejí i paprscité želvy. Dalšími problémy ostrova je odlesňování, těžba dřevěného uhlí, eroze, pytláctví, znečištění povrchových vod a politická nestabilita (Nussbaum & Raxworthy 2000).

### 2.2. Želva paprscitá

Želva paprscitá bývala řazena do rodu *Geochelone*, nicméně poslední velká revize (Rhodin et al. 2010) a fylogenetická analýza (Fritza & Bininda-Emonds 2007) se přiklání spíše k rodu *Astrochelys*. Je to jedna ze čtyř madagaskarských endemických želv, žije v suchých křovinatých lesích podél jihozápadního pobřeží Madagaskaru a v Národní přírodní rezervaci Andohahela. Je považována za jednu z nejkrásnějších želv, dorůstá délky až 40 cm a může vážit až 16 kilogramů. Její krunýř zdobí hvězdicovité vzory, které vybíhají z vrcholků jednotlivých štítků. Krunýř má vysoce klenutý a poměrně hladký. Samice snáší 2 - 12 vajec, která uloží do 15 - 20 cm hluboké vyhrabané jamky. Délka vývoje vajec závisí na inkubační teplotě a může se pohybovat od 110 do 230 dnů. Narozená mláďata měří 32 - 40 mm a jsou výrazněji zbarvena než dospělé želvy. Potravu želv tvoří trávy (58,1 %), kaktus opuncie (7,6 %), ostatní rostliny (23,3 %), zbytky a produkty ze zvířat (11 %) (Leuteritz 2003). Trnitou vegetací potřebuje ke svému životu i kvůli úkrytům před sluncem, na otevřených savanách ji proto nenajdeme (Nussbaum & Raxworthy 2000). V období

velkého sucha zalézá pod kameny nebo do vyhrabaných děr, kde je chladněji. Častěji ji lze spatřit v období dešťů (Szalay & Szalayová 1985).

Jak jsem se již zmínila, želva paprscitá je zařazena v CITES I. V IUCN červené knize je klasifikována jako ohrožený druh. Další ochranou jsou pro ni přírodních rezervace Tsimanampetsotsa Reserve Naturelle Integrale, Cap Sainte Marie Reserve Sp & ciale, Beza-Mahafaly Reserve Speciale a Andohahela Reserve Naturelle Integrale (Lingard et al. 2003). V Evropě ji chová okolo 60 ZOO.

### **2.3. Snižování populace želv paprscitých**

Po celém světě čelí mnoho druhů želv hrozbám kvůli ničení jejich životního prostředí nebo cílenému lovu pro maso (Obr. 2) či odchytu pro zájmové chovy. Řešení těchto problémů jsou obecně složitá, protože musí respektovat ochranu druhu i lidské potřeby (Leuteritz et al. 2005). Pokud programy ochrany chtějí uspět, musí být do nich z důvodu následného respektování zavedených opatření zapojeni i místní obyvatelé, kteří zůstanou na místech, kde jsou želvy ohrožené, ještě dlouho poté, co je výzkum dokončen (Leuteritz et al. 2005). Želva paprscitá nebyla v přírodě vědecky cíleně sledována až do roku 1990. Následný výzkum přispěl ke zjištění rozsahu úbytku jedinců a ukázal, že tato želva čelí vážnému riziku vyhynutí, pokud se současné rychlé snižování populace nezastaví.

Původní madagaskarské kmeny Mahafaly a Antandroy podle svého náboženství želvy nepojídají - věří, že by to vedlo k nešťastné události (Jones et al. 2007). Většina želv paprscitých tedy žije na území Mahafaly a Antandroy (Paquette et al. 2006). Bohužel stejný přístup neměly k želvám i ostatních přistěhovalecké kmeny. V oblastech, kde žijí kmeny Vezo a Antanosy, želva paprscitá již vyhynula (Paquette & Lapointe 2007). Noví příchozí z jiných krajů často využívají paprscité želvy ve velkých množstvích. Obyvatelé z vesnice Antandroy dovedli výzkumníky k malé jeskyni, kde se nacházejí hromady rozbitých krunýřů a kostí zřejmě dospělých želv paprscitých (Obr. 3). Vedle jeskyně mají lidé z kmene Antanosy oplocení, kde drží želvy a většinou před Vánocemi nebo Velikonocemi je zabijí a připravují z nich sušené maso, které se snadno přepravuje i přes policejní kontroly (Paquette et al. 2009). Antandroy ale proti pytlákům, kteří želvy zabíjejí, nezasáhnou. Bojí se, že by je pytláci, kteří mají zbraně, zranili nebo dokonce zabili. Kmeny Mahafaly také želvy nekonzumují. Na druhou stranu mlčky tolerují, když je pytláci loví, neboť jim želvy okusují pěstované plodiny (Paquette et al. 2009). V sušších oblastech na jihozápadním Madagaskaru jsou želvy často sbírány u zdrojů pitné vody, kde se tato zvířata shromažďují. Taková místa samozřejmě neuniknou ani pytlákům (Doody et al. 2011). Během období



dešťů velké množství želv chodí pít na silnice, takže se stanou lehkou kořistí pro každého, kdo tudy jede (Lingard et al. 2003).

Ve větších městech lze vidět nákladní auta a nákupní košíky plné želv. Želví maso je totiž chutné a levné, takže je o něho velký zájem, a želvy jsou proto v přírodě nezákonně loveny v masivním měřítku.



*Obr. 2: Želvy paprscíté dovážené na trh (O'Brien et al. 2003).*



*Obr. 3: Želvy paprscíté zabití kvůli masu (O'Brien et al. 2003).*

Velkým problémem také je, že větší samice želv paprscitých jsou po celém Madagaskaru ceněné, protože nabízejí nejen maso, ale i vejce (Leuteritz et al. 2005). Tato preference je velkým problémem, protože větší samice má více prostředků na reprodukci a má hlavně větší vejce. Z větších vajec se líhnou větší mláďata, která prokazují v průměru

lepší přežití. Větší vylíhlá mláďata jsou pravděpodobně zvláště významná pro druhy žijící v prostředí, které je pro přežití obtížnější. Ochrana velkých samic by tedy měla být věnována zvláštní pozornost (Leuteritz & Ravolanaivo 2005).

Nejvíce jsou želvy sbírány v období kolem Velikonoc a Vánoc (Leuteritz et al. 2005). Mnoho madagaskarských obyvatel navíc věří, že pokud budou želvy chovat společně se svými kuřaty a kachnami, odvrátí tím od své drůbeže choroby. Proto želvy z divočiny odchyťávají a drží je v nevyhovujících podmínkách (Leuteritz et al. 2005). Domorodci krunýře želv paprscitých využívají jako koryta pro prasata nebo nádoby na vodu (Zych 2006). Kromě toho jsou paprscité želvy vystaveny ničení svých biotopů při nezákonné těžbě dřeva pro místní spotřebu domorodců, ale ve velké míře i pro vývoz. Dalším problémem je nadměrné spásání - ničení želvích biotopů prostřednictvím nadpočetných hospodářských zvířat (Leuteritz et al. 2005). Skot a kozy ovlivňují populaci želv kromě vlastního spásání dalšími dvěma způsoby. Jak již bylo řečeno, porost želvám poskytuje ochranný úkryt pro tepelnou regulaci. Druhým problémem je udupání - dobytek někdy podupe mladé želvy a pošlape vegetaci. Vyprahlé ekosystémy se po tomto ničení obnovují jen velmi pomalu (Leuteritz et al. 2005), což může výrazně ovlivnit mortalitu místní želví populace. Kvůli zvýšení růstu rostlin jsou na jihu Madagaskaru každý rok záměrně zakládány požáry, které vedou k vypalování lesního porostu a trávy. Želvy tak ztratí své biotopy, pokud přímo nezahynou při požáru (Obst 1986, Zych 2006).

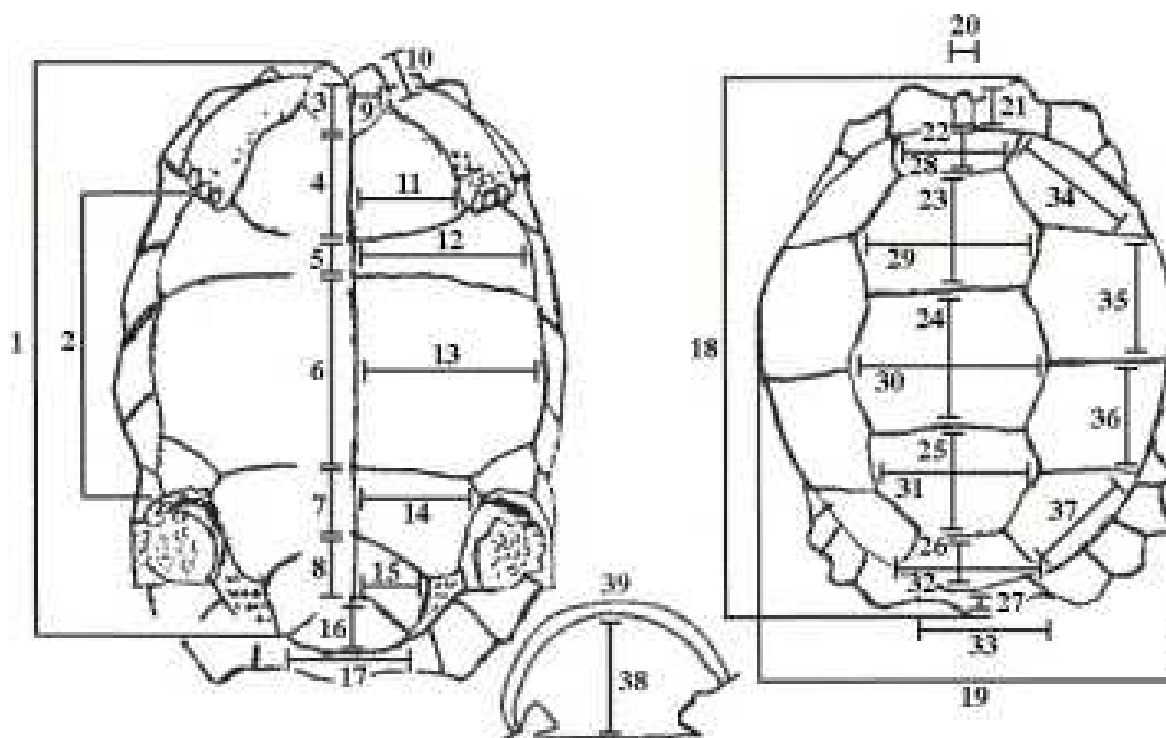
Díky svému vzhledu jsou tyto želvy vysoce ceněné u chovatelů. Dospělý chovný pár může mít hodnotu až 25 000\$ a mládě 5 000\$ (Nussbaum & Raxworthy 2000). Dospělé želvy paprscité nemají na Madagaskaru přirozené nepřátele, ale většina těchto velkých želv je sbírána. Dokud bude na Madagaskaru chudoba a po želvách paprscitých nadále velká poptávka, sběr želv se pravděpodobně nesníží (O'Brien et al. 2003).

## **2.4. Metody zkoumání**

Protože tým biologů zjistil, že želv opravdu rychle ubývá, snažili se vědci určit velikost želví populace. Želva paprscitá je relativně velké a pomalé zvíře, takže průzkumy mezi populacemi jsou obvykle založeny na počítání zvířat po transektech. Odborníci vybrali deset výzkumných lokalit, které byly díky dobré dostupnosti, minimálního narušení a vhodným biotopům pro želvy považovány za velmi výhodné. Tři lokality – Beheloka, Mahaleotse a Národní park Andohahela byly později ze sledovaných lokalit vyjmuty, protože se v nich pro výzkum nalézalo málo jedinců. Zvířata ze zbylých 6 lokalit, které byly nejvhodnější, byly studovány v roce 1999 a sedmé místo bylo zkoumáno v roce 2000

(Leuteritz et al. 2005). Želvy byly počítány během suchých a chladných zimních měsíců, tedy v době, kdy jsou méně aktivní. Průvodce a výzkumník chodili ke každé lokalitě dvakrát denně, hlavně ve špičkách želvích aktivit, což je 06.30-10.00 a poté 15.30-18.00. Pro každého nalezeného jedince byl zaznamenán čas zachycení, hmotnost, velikost, pohlaví, věk, chování, barva krunýře a prostředí, kde byl jedinec nalezen. Navíc želvy označili barvami, aby se zabránilo opakování stejných jedinců (Leuteritz et al. 2005). Určení pohlaví je kvůli následnému statistickému vyhodnocení velmi důležité, přičemž platí, že samci mají konkávní plastron a širší anální vidlici. Mladé želvy (cca do 15 cm) byly z analýzy vyloučeny (Paquette & Lapointe 2007).

U všech želv měřili na krunýři 39 veličin: (1) celková délka plastronu - PL; (2) délka mezi končetinami - BR; (3) délka hrdelního štítu - Gu-m; (4) délka ramenního štítu - Hum-m; (5) délka hrudního štítu - Pec-m; (6) délka břišního štítu - Abd-m; (7) délka stehenního štítu - Fem-m; (8) délka análního štítu - An-m; (9) šířka levého hrdelního štítu - Gu-w; (10) délka přečnávající části levého hrdelního štítu - Gu-l; (11) šířka levého ramenního štítu - Hum-w; (12) šířka levého hrudního štítu - Pec-w; (13) šířka levého břišního štítu - Abd-w; (14) šířka levého stehenního štítu - Fem-w; (15) šířka levého análního štítu - An-w; (16) délka anální vidlice - FoA-m; (17) šířka anální vidlice - FoA-w; (18) celková délka karapaxu - CL; (19) šířka karapaxu - CW; (20) šířka krční štítu - Nu-w; (21) délka krční štítu - Nu-l; (22) výška prvního hřbetního štítu - V1-l; (23) výška druhého hřbetního štítu - V2-l; (24) výška třetího hřbetního štítu - V3-l; (25) výška čtvrtého hřbetního štítu - V4-l; (26) výška pátého hřbetního štítu - V5-l; (27) délka švu mezi nadocasnými štítky - Sup-l; (28) šířka prvního hřbetního štítu - V1-w; (29) šířka druhého hřbetního štítu - V2-w; (30) šířka třetího hřbetního štítu - V3-w; (31) šířka čtvrtého hřbetního štítu - V4-w; (32) šířka pátého hřbetního štítu - V5-w; (33) šířka nadocasných štítků - Sup-d; (34) délka prvního žeberního štítu - C1; (35) délka druhého žeberního štítu - C2; (36) délka třetího žeberního štítu - C3; (37) délka čtvrtého žeberního štítu - C4; (38) výška karapaxu - HE; (39) obvodová délka karapaxu CU (Paquette & Lapointe 2007).



Obr. 4: Měřené veličiny na krunyři želv paprscitých (Leuteritz et al. 2005).

Protože genetické analýzy (Paquette et al. 2009) prokázaly, že želvy paprscité vytváří šest odlišných populací (Beza-Mahafaly, Sakotoavo, West, Central, Ifotaka, Parc National d'Andohahela), odborníky zajímalo, zda půjde tyto populace odlišit i morfologicky.

## 2.5. Zjištěné výsledky

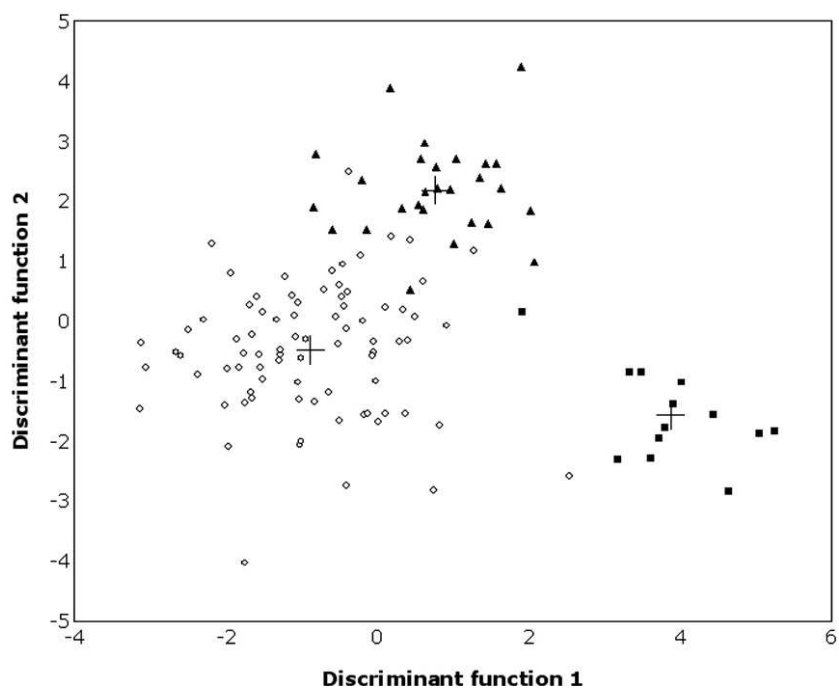
Odhad hustoty populace na všech sedmi lokalitách se v roce 2000 pohyboval od 27 do 5744 želv/km<sup>2</sup>, s průměrnou hodnotou 2522,2 ks/km<sup>2</sup>. Za dva roky studie vědci odchytili a označili 1438 želv - 13,3 % samců, 13,1 % samic, 4,2 % neurčili a 69,4 % byla mláďata (Leuteritz et al. 2005). V hustotě želv byly velké rozdíly. Důvodů může být ale mnoho. Nejpravděpodobnější je, že se želvy v době měření mohly pohybovat na jiných místech nebo nebyly započítány malé želvy, protože je obtížnější je najít. Stanoviště rovněž nebyla vybrána náhodně - Lewisův pás lesa pro výzkum byl založený jen podél cest, což mohlo mít za následek zkreslení populace. Avšak i přesto, že stanovišť nebylo dostatek, mimo jiné i kvůli finančnímu omezení, Lewisův průzkum zatím poskytl nejlepší dostupné údaje o tomto druhu želv. Lewis (1995) odhadl hustotu populace želv v přírodní rezervaci Lac Tsimanampetsotsa, asi 75 km jižně od Tulear, na 262,2 ks/km<sup>2</sup>. Jen o čtyři roky později (1999) průzkumníci zaznamenali více prázdných krunyřů než žijících želv a odhadli hustotu želv na 27,5 ks/km<sup>2</sup>. O'Brien et al. (2003) proto ve své studii došel k závěru, že pokud se

aktuální míra úmrtí a odchyty želv nezastaví nebo nesníží, želvy v divočině vymřou. Vzhledem ke dvěma studiím publikovaným odlišnými vědci, je pravděpodobné, že se výsledné počty želv budou lišit. I přesto je zřejmé, že dochází k masivnímu snižování počtu těchto zvířat. Během projektu (1998-2000) byly zaznamenány pozůstatky 68 želv, z nichž 36 bylo z rezervace Cap Sainte Marie. Identifikovatelné příčiny úmrtí v rezervaci pravděpodobně zahrnovaly predaci nezpůsobenou člověkem (19 %), nemoci (8 %), úmrtí čerstvě narozených mláďat (6 %), udupání dobyt看em (8 %), střety s automobily (6 %) a lidskou predaci (3 %). Příčinu smrti pro zbývající zvířata (50 %) nebylo možné spolehlivě určit. O tři roky později se na místo pozorování výzkumníci vrátili, ale našli želv mnohem méně. Domnívají se, že to bylo způsobeno v letech 2001 - 2003, kdy byla rezervace dočasně uzavřena z důvodu nedostatku finančních prostředků a lidé želvy masivně sbírali (Leuteritz et al. 2005).

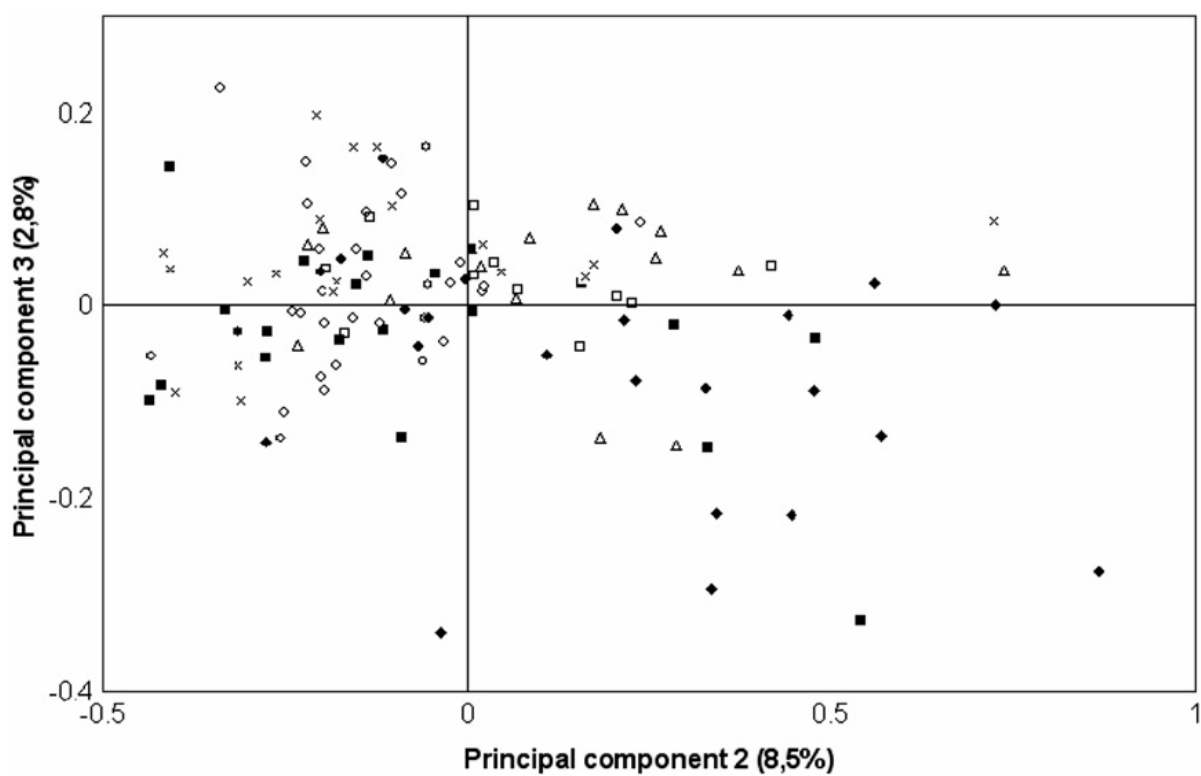
Morfometrická analýza prokázala, že na základě veličin změřených na krunýřích lze rozlišit tři populace želv paprscitých žijících na Madagaskaru (první je na území Bezaha-Mahafaly, druhá zahrnuje lokality Sakotoavo, Lavavolo, Besily, Kilibory a třetí oblasti Antsifitse a Ifotaka). Tato analýza zařadila želvy do geografických populací s úspěšností 83 %. (Paquette & Lapointe 2007).

Genetická a morfometrická analýza se zcela shodují v jedné oblasti: Beza-Mahafaly. Druhá populace (z pohledu výše uvedené morfometrické analýzy) se přibližně shoduje s populacemi West a Sakotoavo (z pohledu výše uvedené genetické analýzy). Třetí populace (vymezena morfometricky) se rovněž přibližně shoduje s populacemi Central, Ifoataka a Parc National d'Andohahela (vymezeny geneticky). Srovnání obou analýz je zkruseno tím, že porováváme dva odlišné soubory vzorků želv. Zásadním rozdílem ve výsledcích těchto analýz je tedy počet populací, do kterých byly želvy rozřazeny (6 u genetického x 3 u morfologického studia).

V zahraniční literatuře jsem se setkala s měřením i jiných druhů želv. Například za účelem porovnání velikosti želv západní a východní oblasti Jižní Dakoty (*Chrysemys picta bellii*, *Chelydra serpentina*, *Apalone spinifera*, *Apalone mutica*, *Graptemys pseudogeographica*, *Terrapene ornata*, *Emydoidea blandingii*) a vlivu potravy na deformaci krunýře (Bandas 2003) nebo rozlišování druhů klapavek (*Kinosternon*) (McCord et al. 1990). Metodiku používali méně podrobnou - na krunýřích želv měřili jen některé znaky. Některé studie rozlišují populace pomocí genetiky a následně i morfometriky, kdy měří krunýře želv s přesností na 0,1 mm (McLuckie et al. 1999).



Obr. 5: Rozlišení tří populací *Astrochelys radiata* s centroidy (Paquette & Lapointe 2007).



Obr. 6: PCA analýza změřených krunýřů jedinců *Astrochelys radiata* ze sedmi populací: Bezaha-Mahafaly (◆), Sakotoavo (■), Lavavolo (○), Besily (•), Kilibory (x), Antsifitse (Δ), Ifotaka (□) (Paquette & Lapointe 2007).

### **3. Cíl projektu:**

Identifikace třech zdrojových populací želv paprscitých u jedinců chovaných v lidské péči.

### **4. Hypotézy:**

1. Chované želvy paprscité budou po morfologickém zhodnocení zařaditelné do jedné ze tří geograficky odlišných populací.
2. Chov v lidské péči může způsobit tvarové rozdíly oproti jedincům z volné přírody, znesnadňující odlišení populací.

## **5. Návrh projektu**

### **5.1. Studované želvy paprscíté**

Projekt bude uskutečňován především v české Zoologické zahradě v Plzni a na Slovensku v ZOO v Bojnicih. Do projektu by se měly také zapojit želvy paprscíté, které budou zabavené na hranicích nebo u chovatelů, kteří tyto želvy chovají nelegálně, zde např. želvy v Zoo Bojnice, kam se dostaly po zabavení.

### **5.2. Metodika**

V předchozích studiích byly identifikovány tři morfologicky odlišné populace želv paprscítých a díky tomuto projektu bychom mohli na základě 39 měřených veličin na krunýři zjistit, do které ze tří populací želvy paprscíté patří.

U každé želvy je důležité určit pohlaví, protože krunýře samců a samic se liší. Během růstu želv se tvar krunýře mění, a proto jsou mláďata z měření vyřazena. Krunýře jsem měřila želvám, které měly karapax (svrchní polovinu krunýře) delší než 15 centimetrů, protože Paquette & Lapointe (2007) uvádějí, že nejpřesnější je měřit dospělé jedince.

U dospělých jedinců lze navíc mnohem snadněji identifikovat pohlaví podle délky anální vidlice a ocásku. Jak jsem vlastním pokusem zjistila, měření jedné želvy trvá cca 30 minut - ve spolupráci dvou lidí (první měří, druhý zapisuje výsledky). Zejména želvy, se kterými bylo v minulosti špatně zacházeno, mají velmi citlivý krunýř, takže se měření musí provádět velmi opatrně.

### **5.3. Vlastní měření**

Měřit se budou dospělé želvy paprscíté. Na každé želvě se pomocí posuvného měřítka a krejčovského metru změří na krunýři 39 veličin a zapíše se pohlaví želvy. Následně se výsledky PCA metodou vyhodnotí. Po statistickém zpracování naměřených údajů se každá želva paprscítá zařadí do jedné ze tří populací.





*Obr. 7: Zjišťování čísel čipů želv.*



*Obr. 8: Měření posuvným měřítkem.*

## **5.4. Již provedené orientační měření**

Rozměry na želvách paprscitých jsem měřila v milimetrech mechanickým a digitálním posuvným měřítkem. V červnu roku 2011 jsem naměřila 8 dospělců želv paprscitých v Zoologické zahradě v Plzni. Dále jsem měřila želvy v Zoologické zahradě v Bojnicích na Slovensku. Tam jsem naměřila 16 želv živých a 16 uhynulých, které mají uschované v mrazícím boxu. Neměly takové štěstí jako ostatní a kvůli žalostným podmínkám při nelegálním transportu, popř. krátce po něm, uhynuly. V Bojnicích na tom nebyly ani živé želvy kvůli tomu, co dříve zažily, fyzicky příliš dobře, takže jsem u první změřila všech 39 rozměrů, ale protože byly želvy citlivé na manipulaci, u dalších jedinců jsem měřila už jen veličiny na karapaxu. V červenci roku 2012 jsem se vypravila do Plzně znovu a naměřila jsem dalších 8 želv v zoologické zahradě a ještě 4 želvy v Akva Teře. Většina želv, které jsem měla možnost měřit, byla zabavena pašerákům. V Plzni se letos v září po 12 letech podařilo odchovat 3 mláďata.

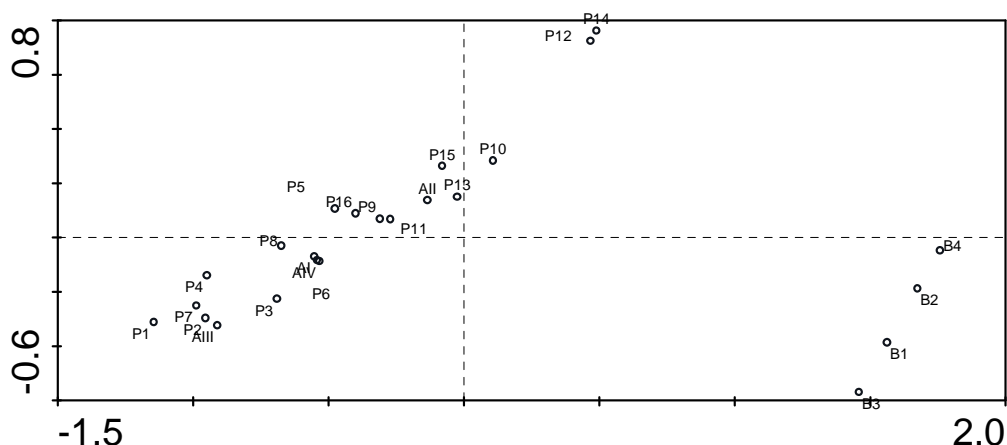
Podle studie Paquette & Lapointe (2007) pytláci loví a následně převáží přes hranice většinou dospělé želvy, ale má zkušenost je opačná. V ZOO Bojnice jsem měla možnost měřit mrtvé želvy, které byly pašerákům zabaveny, a nejdelší karapax uhynulých želv měřil 215 mm. Většinou se délky pohybovaly pouze okolo 120 mm. Po změření 16 mrtvých želv jsem po nějaké době zjistila, že měření bylo zcela zbytečné. Neznala jsem totiž pohlaví želv, které ovšem u některých jedinců již ani nešlo spolehlivě určit. Pohlaví želv je důležité, protože rozměry krunyřů se liší mezi populacemi i pohlavím (Rowe 1997). Navíc, jak jsem již zmínila, minimální doporučená délka krunyře vhodná pro měření se uvádí cca 150 mm (Paquette & Lapointe 2007).

## 5.5. Zpracování výsledků

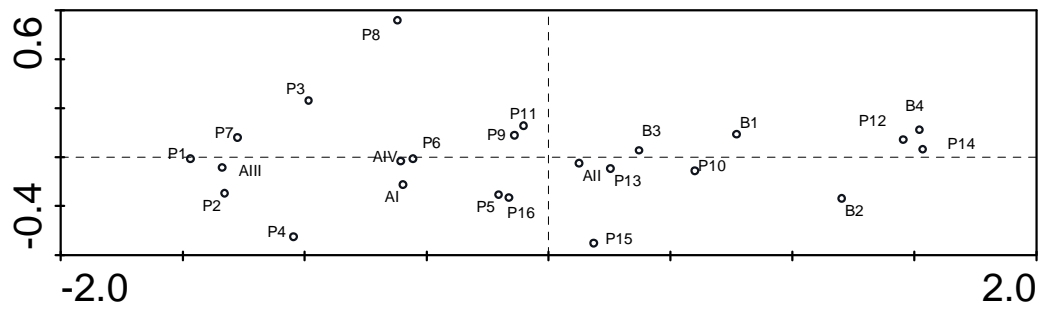
Naměřené údaje jsem vizualizovala metodou PCA (analýza hlavních komponent), která zestručňuje informaci obsaženou ve velkém počtu originálních proměnných do menšího počtu nových dimenzí s minimální ztrátou informací. PCA pracuje s lineární závislostí proměnných a na jejím základě definuje nezávislé komponenty variability dat. Cílem PCA je určit úhel mezi původními a novými osami souřadné soustavy a souřadnice objektů v novém systému souřadnic (Littnerová 2008). Využívala jsem program CANOCO v. 4.5 (Braak & Šmilauer 2002).

Nejprve byly analyzovány krunýře včetně chybějících hodnot spodní strany krunýře (Obr. 9, I a II osa vysvětlovala 94,8 %) a následně bez nich (Obr. 10, vysvětlená variabilita 92,9 %), aby byl odhalen vliv chybějících hodnot. Ze srovnání obou grafů (Obr. 9 a 10) je patrné, že plachá zvířata z Bojnic vytváří na základě stejných chybějících údajů arteficiální podobnost, proto je vhodnější nepracovat s chybějícími údaji nebo vyřadit zvířata s chybějícími údaji (Obr. 11, vysvětlená variabilita 86,1 %). Obr. 12 jinak ukazuje, jak se dílčí rozměry podílejí na pozici jednotlivých jedinců. Obr. 11 vznikl metodicky stejným přístupem jako PCA analýza v práci, na kterou jsme navazovali (Paquette & Lapointe 2007).

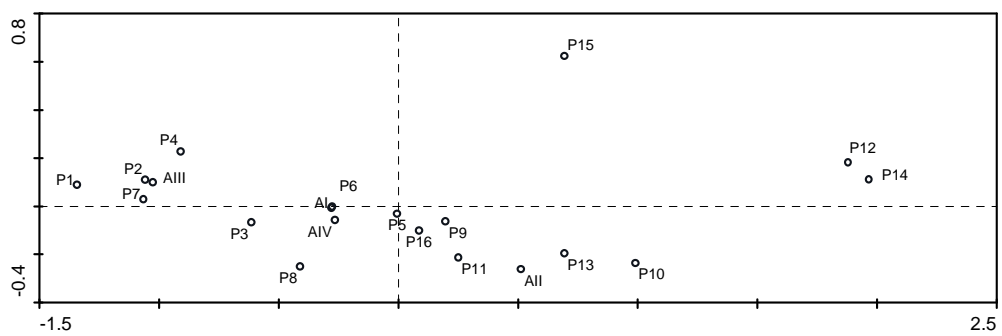
Pro omezené srovnání mých a publikovaných výsledků (viz diskuse) uvádím též průměrné hodnoty rozměrů krunýře pro mé a publikované vzorky – Tab. I porovnání průměrných hodnot dílčích rozměrů krunýřů.



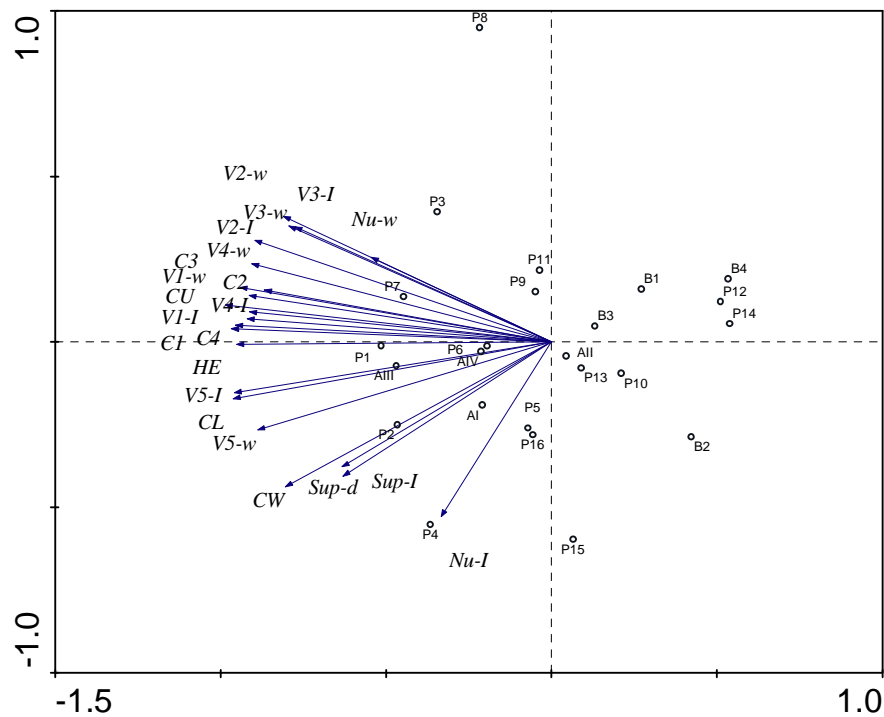
Obr. 9: PCA metoda, vysvětlená variabilita 94,8 %. Analýza krunýřů želv paprskčitých s použitím chybějících hodnot. V grafu se odchyľují vzorky B (Bojnice) z důvodu změření hodnot pouze na karapaxu.



Obr. 10: PCA metoda, vysvětlená variabilita 92,9 %. Analýza krunýřů želv paprscitých bez znaků s chybějícími hodnotami, jde tedy o výsledky na základě změřených hodnot pouze na karapaxu (u všech jedinců).



Obr. 11: PCA metoda, vysvětlená variabilita 86,1 %. Analýza krunýřů želv paprscitých po vyřazení jedinců ze Zoo Bojnice.



Obr. 12: PCA metoda. Analýza krunýřů želv paprscitých bez znaků s chybějícími hodnotami s promítnutím vlivu dílčích rozměrů na pozici jednotlivých želv.

Tab. I: Porovnání průměrných hodnot dílčích rozměrů krunýřů.

|    | Bojnice<br>(pouze karapax) |     | Plzeň  |        | Plzeň+Bojnice<br>(pouze karapax) |        | Paquette &<br>Lapointe 2007 |        |
|----|----------------------------|-----|--------|--------|----------------------------------|--------|-----------------------------|--------|
|    | F                          | M   | F      | M      | F                                | M      | F                           | M      |
| 1  | x                          | x   | 266,22 | 306,91 | x                                | x      | 246,56                      | 291,33 |
| 18 | 225                        | 247 | 287,89 | 326,18 | 272,17                           | 319,58 | 268,89                      | 316,53 |
| 19 | 191,67                     | 179 | 208,44 | 221,36 | 204,25                           | 217,83 | 195,94                      | 223,68 |
| 38 | 155,00                     | 185 | 181,11 | 204,27 | 174,58                           | 202,67 | 159,97                      | 180,37 |
| 39 | 406,00                     | 420 | 474,44 | 526,36 | 457,33                           | 517,50 | 401,92                      | 473,40 |
| 3  | x                          | x   | 33,33  | 42,45  | x                                | x      | 28,34                       | 38,07  |
| 4  | x                          | x   | 55,00  | 62,09  | x                                | x      | 47,98                       | 59,48  |
| 5  | x                          | x   | 23,22  | 30,36  | x                                | x      | 14,72                       | 16,05  |
| 6  | x                          | x   | 83,67  | 87,09  | x                                | x      | 78,66                       | 89,28  |
| 7  | x                          | x   | 41,22  | 45,91  | x                                | x      | 36,02                       | 43,07  |
| 8  | x                          | x   | 22,67  | 30,27  | x                                | x      | 20,14                       | 26,82  |
| 10 | x                          | x   | 29,11  | 39,00  | x                                | x      | 41,86                       | 52,32  |
| 9  | x                          | x   | 23,11  | 29,73  | x                                | x      | 38,97                       | 46,93  |
| 11 | x                          | x   | 56,67  | 64,91  | x                                | x      | 53,34                       | 63,33  |
| 12 | x                          | x   | 88,11  | 99,64  | x                                | x      | 84,41                       | 98,63  |
| 13 | x                          | x   | 88,89  | 103,09 | x                                | x      | 95,61                       | 101,88 |
| 14 | x                          | x   | 65,67  | 74,09  | x                                | x      | 60,95                       | 74,87  |
| 15 | x                          | x   | 40,78  | 55,00  | x                                | x      | 38,42                       | 50,45  |
| 16 | x                          | x   | 42,89  | 42,36  | x                                | x      | 32,27                       | 33,32  |
| 17 | x                          | x   | 67,33  | 93,00  | x                                | x      | 53,63                       | 80,37  |
| 2  | x                          | x   | 134,00 | 141,00 | x                                | x      | 122,53                      | 138,02 |
| 21 | 19,00                      | 14  | 20,33  | 22,55  | 20                               | 21,83  | 20,08                       | 22,23  |
| 20 | 11,00                      | 13  | 14,67  | 15,18  | 13,75                            | 15,00  | 12,45                       | 15,92  |
| 22 | 55,00                      | 52  | 67,22  | 75,09  | 64,17                            | 73,17  | 58,34                       | 69,32  |
| 23 | 56,00                      | 60  | 70,11  | 72,18  | 66,58                            | 71,17  | 65,03                       | 73,35  |
| 24 | 53,67                      | 58  | 67,11  | 66,27  | 63,75                            | 65,58  | 64,48                       | 71,85  |
| 25 | 62,33                      | 61  | 71,67  | 79,73  | 69,33                            | 78,17  | 68,06                       | 78,60  |
| 26 | 56,67                      | 60  | 71,67  | 87,36  | 67,92                            | 85,08  | 64,64                       | 82,87  |
| 27 | 47,00                      | 41  | 51,78  | 57,18  | 50,58                            | 55,83  | 45,16                       | 55,35  |
| 28 | 61,67                      | 62  | 71,67  | 78,91  | 69,17                            | 77,50  | 62,73                       | 73,82  |
| 29 | 70,00                      | 79  | 85,11  | 88,09  | 81,33                            | 87,33  | 78,77                       | 88,47  |
| 30 | 78,33                      | 87  | 93,56  | 96,55  | 89,75                            | 95,75  | 91,20                       | 101,43 |
| 31 | 64,33                      | 70  | 81,56  | 89,18  | 77,25                            | 87,58  | 79,16                       | 90,42  |
| 32 | 77,67                      | 78  | 90,33  | 100,36 | 87,17                            | 98,50  | 83,11                       | 101,63 |
| 33 | 75,33                      | 72  | 77,22  | 89,64  | 76,75                            | 88,17  | 56,31                       | 67,70  |
| 34 | 74,67                      | 76  | 87,56  | 96,82  | 84,33                            | 95,08  | 81,67                       | 93,70  |
| 35 | 41,67                      | 45  | 54,44  | 56,27  | 51,25                            | 55,33  | 51,28                       | 58,77  |
| 36 | 45,33                      | 48  | 58,89  | 61,55  | 55,50                            | 60,42  | 55,00                       | 63,22  |
| 37 | 57,67                      | 57  | 71,56  | 78,73  | 68,08                            | 76,92  | 65,84                       | 77,60  |

## 5.6. Rozpočet projektu

Tab. II: Finanční náročnost projektu

|   |                 |
|---|-----------------|
| <u>Měření želv:</u>                       |                 |
| cestovné                                  | 5 000,-         |
| ubytování a strava (2 pracovníci, 3 noci) | 4 000,-         |
| posuvné měřítko                           | 1 700,-         |
| mzda (2 pracovníci - 40 hodin)            | 16 000,-        |
|   |                 |
| <u>Zpracování dat:</u>                    |                 |
| mzda (1 pracovník - 10 hodin)             | 2 000,-         |
|   |                 |
| <b><u>Celkem:</u></b>                     | <b>28 700,-</b> |

## 5.7. Časový harmonogram

Tab. III: Časový harmonogram projektu.

|                         | září 2013 | říjen 2013 | listopad 2013 |
|-------------------------|-----------|------------|---------------|
| příprava na měření želv | x         |            |               |
| vlastní měření          |           | x          |               |
| zpracování vzorků       |           |            | x             |

## 6. Diskuse

Po celém světě čelí mnoho druhů želv hrozbám, jako je lov pro maso, obchod se zvířaty vázaný na chovatele, ale především ničení biotopů. Současný stav nelegálního obchodu s volně žijícími zvířaty je neutěšený a nemůžeme si dovolit ho ignorovat. Na regulaci obchodu s volně žijícími živočichy na regionální i mezinárodní úrovni bychom se měli více zaměřit (Rosen & Smith 2010). Řešení těchto problémů bývají velmi složitá, protože dokonce i ochrana želv musí být přijatelná pro zachování populací, ale i lidských potřeb. Pokud chceme, aby programy k ochraně želv uspěly, měli by být zapojeni místní obyvatelé. Místní lidé by si měli uvědomit, jak je ochrana želv důležitá (Leuteritz et al. 2005). Sběratelé želv obdrží jen 0,08 % z konečné ceny želvího masa na trhu. To odporuje Úmluvě o biologické rozmanitosti, která prosazuje sdílení zisků spojených s využíváním genetických zdrojů (Paquette et al. 2009).

Chov v zajetí pro znovuoobnovení populace zatím není potřeba, protože reprodukce se populace přirozeně obnovuje a hustota želv je tak (zatím) dostatečně vysoká. Místo toho by se ochranná úsilí mělo zaměřit na ochranu přírodních stanovišť a omezení sběru želv (Leuteritz et al. 2005). Zabavené želvy by mohly sloužit jako chovné a tržby z prodeje by mohly být použity na vymáhání práv k zachování a uchování lokalit výskytu. Výnosy určené pro zachování vhodných lokalit jsou bohužel často zneužívány na zemědělskou techniku, investiční zisky, provozní rozpočty nebo vládní fondy (Leuteritz et al. 2005).

Ačkoliv v současnosti existují na ochranu želv různé zákony, jejich realizování je často laxní. Želvy paprscíté jsou velmi často považované hlavně za levné maso ve městech, než jen potrava pro venkovany. V rezervacích a chráněných oblastech by měl být zakázán volný pohyb psů, protože ti zabíjejí mladé želvy. Dále by se měli prozkoumat rostliny, například kaktus opuncie, které požírají želvy i skot/kozy a posoudit jejich význam pro přežití želv. Z důvodu osvěty by bylo vhodné distribuovat do restaurací, malých obchodů, škol a místních vládních úřadů obrázkové plakáty, které by měly být vytvořeny k zastavení lovu želv - vytvářet kulturní podvědomí, posílit zákazy a zdůraznit, že je nezákonné jíst, prodávat nebo chytat želvy (Leuteritz et al. 2005). Přes skutečnost, že odhady počtu populace želv paprscitých jsou spíše vyšší, neměl by být tento druh vyřazen z přílohy CITES I. Přestože by toto vyřazení usnadnilo chov v zajetí, mohlo by to způsobit zvýšení želvího obchodu na Madagaskaru.

K metodě pravidelného sčítání zvířat na určitých místech se želvy na rozdíl od savců a ptáků dobře hodí, protože nejsou příliš mobilní. Metoda měření 39 veličin na želvích

krunýřích k zařazení do určité populace by teoreticky mohla být aplikována i na jiné druhy želv (Paquette & Lapointe 2007).

Lze provádět i genetickou analýzu s úspěšností 87 %, ale ta je finančně náročnější a vzhledem k ekonomickým možnostem Madagaskaru je vhodnější upřednostnit tu morfometrickou. Morfometrickou analýzu mohou dělat proškolení lidé, nemusí to být přímo odborníci. Tato metoda je ceněná, pokud je provedena rychle, přesně a za použití minimálních prostředků (Chiari & Claude 2011). V našich podmínkách se jeví výhodnější rutinní molekulárně-genetické analýzy, zvláště, když se pašují malé želvy (krunýř menší než 150 mm), nebo je želva citlivá na manipulaci. Pašované želvy jsou navíc díky špatným podmínkám při převozu hodně stresované. Genetika má větší rozlišovací schopnost a identifikuje populace přesněji. Pokud ale budeme měřit dostatečný počet dospělých želv, mohla by být pro naše účely vhodná i morfometrická metoda, která bude v projektu použita. K měření by mělo docházet co nejdříve po zabavení, aby se minimalizoval vliv člověka na vývoj želv. Důležité je rovněž určení pohlaví a evidence želv, ideálně pomocí čipů.

V online přílohách byly centroidy nekompatibilní s mými daty, a proto se mohu pokusit jen velmi rámcově odhadovat zdrojové populace při promítnutí svých výsledků s originální prací, pokud vůbec. Polovina mnou změřených vzorků (Obr. 11) se po statistickém zpracování nachází mimo publikovaný graf (Obr. 6). Druhá polovina vzorků se nachází ve čtvrtém kvadrantu grafu, což nejlépe odpovídá oblasti Bezaha-Mahafaly. Výsledky jsou tedy nekompatibilní. Důvodem by mohl být malý počet vzorků a také změny v rozměrech krunýřů způsobené odlišnými podmínkami chovu v lidské péči. Výzkumem bylo totiž prokázáno, že želvy chované v zajetí rostou mnohem rychleji, než želvy žijící v přírodě (Ritz et al. 2010). To by také mohlo mít vliv na deformaci krunýře, případně nesouměřitelnost divokých a zoo-zvířat. Proto by bylo nejvhodnější želví krunýř měřit hned po nabytí (zabavení pytlákům) želv z přírody.

Srovnání mých a publikovaných výsledků přesně nelze, proto jsem navíc vytvořila srovnání zprůměrovaných hodnot jednotlivých veličin mých výsledků s výsledky ze studie (Tab. 1). Zjistila jsem, že některé veličiny se výrazně liší. U veličin 5, 9, 10, 16 a 33 je markantní rozdíl, který mohl být způsoben deformací krunýře želv v zoo a v zajetí.

## 7. Závěr

Morfometrická analýza je sice užitečná, ale má své limity. Můžeme ji využít pouze pro měření dospělých želv a je potřeba znát jejich pohlaví. Proto je důležité, aby si zoologické zahrady pohlaví želv důkladně evidovaly. U živých jedinců pomocí čipů a u mrtvých alespoň čísla na krunýři. Dále by bylo pro účely ochrany želv z jednotlivých populací vhodné, aby si zoologické zahrady vedly evidenci nabytí želv. To po zařazení do populace napomůže pátrání po distribučních sítích organizovaného pašování těchto želv.

Za největší komplikace při použití morfometriky považuji, že se želvám v zajetí krunýř vyvíjí jinak než želvám ve volné přírodě. Proto je žádoucí provádět morfometrickou analýzu co nejrychleji po zisku (zabavení) želv.

Dalším faktorem ovlivňujícím výsledky morfometrické analýzy je dostatečný počet vzorků, aby nedocházelo ke zkreslení při statistickém zpracování. Z těchto důvodů se v našich podmínkách jeví nejlepší aplikovat molekulárně-fylogenetické srovnání bez potřeby určení pohlaví.



## 8. Použitá literatura

Bandas S.J. (2003): Geographical distribution and morphometrics of South Dakota turtles. South Dakota State University: 50-54.

Braak C.J.F., Šmilauer P. (2002): CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca, NY, USA (www.canoco.com): Microcomputer Power.

Chiari Y., Claude J. (2011): Morphometric identification of individuals when there are more shape variables than reference specimens: A case study in Galápagos tortoises. *C. R. Biologies* 335: 62–68.

Doody J.S., Castellano CH.M., Rakotondrainy R., Ronto W.M., Rakotondriamanga T.M., Duchene J.J., Randria Z. (2011): Aggregated drinking behavior of Radiated Tortoises (*Astrochelys radiata*) in arid Southwestern Madagascar. *Chelonian Conservation and Biology* 10 (1): 145–146.

Fritza U., Bininda-Emonds O.R.P. (2007): When genes meet nomenclature: Tortoise phylogeny and the shifting generic concepts of Testudo and Geochelone. *Zoology* 110: 298–307.

Jones J.P.G., Andriamarivololona M.M., Hockley N. (2007): The importance of taboos and social norms to conservation in Madagascar. *Conservation Biology*, Volume 22, No. 4: 976–986.

Leuteritz T.E.J. (2003): Observations on diet and drinking behaviour of radiated tortoises (*Geochelone radiata*) in Southwest Madagascar. *African Journal of Herpetology* 52 (2): 127–130.

Leuteritz T.E.J., Lamb. T., Jean Claude Limberaza J.C. (2005): Distribution, status, and conservation of radiated tortoises (*Geochelone radiata*) in Madagascar. *Biological Conservation* 124: 451–461.

Leuteritz T.E.J., Ravolanaivo R. (2005): Reproductive ecology and egg production of the radiated tortoise (*Geochelone radiata*) in southern Madagascar. *African Zoology* 40 (2): 233-242.

Lewis R. (1995): Status of the radiated tortoise (*Geochelone radiata*). Unpublished Report, World Wildlife Fund, Madagascar Country Office.

Lingard M., Raharison N., Rabakonandrianina E., Rakotoarisoa J.A., Elmqvist T. (2003): The Role of local taboos in conservation and management of species: The Radiated Tortoise in Southern Madagascar. *Department of Systems Ecology, Stockholm University* 1 (2): 223-246.

Littnerová S. (2008): Mnohorozměrné statistické metody v hodnocení interakcí biologických společenstev a prostředí: bakalářská práce. Brno: Masarykova univerzita, Fakulta přírodovědecká: 18-19.

McCord R.D., Strauss R.E., Lowe Ch.H. (1990): Morphometric variation in *Kinosternon* Turtles of the Western United States and adjacent Mexico. *Journal of Herpetology* 24 (3): 297-301.

McLuckie A.M, Lamb T., Schwalbe C.R., McCord R.D. (1999): Genetic and morphometric assessment of an Unusual Tortoise (*Gopherus agassizii*) population in the Black Mountains of Arizona. *Journal of Herpetology* 33 (1): 36-44.

Nussbaum R.A., Raxworthy CH.J. (2000): Commentary on conservation of “*Sokatra*,” the radiated tortoise (*Geochelone radiata*) of Madagascar. *Amphibian and Reptile Conservation* 2 (1): 6-14.

O’Brien S., Emahalala S.E., Beard V., Rakotondrainy R.M., Reid A., Raharisoa V., Coulson T. (2003): Decline of the Madagascar radiated tortoise *Geochelone radiata* due to overexploitation. *Oryx* Vol 37.

Obst F.J. (1986): Turtles, Tortoises and Terrapins. Edition Leipzig. Produced by: Druckerei Fortschritt Erfurt: 67.

Paquette S.R., Behncke Č.S., O'Brien S.H., Brenneman R.A., Louis E.E., Lapointe F.J. (2006): Riverbeds demarcate distinct conservation units of the radiated tortoise (*Geochelone radiata*) in southern Madagascar. *Conserv Genet* 8: 797–807.

Paquette S.R., Ferguson B.H., Lapointe F.J., Louis E.E. (2009): Conservation genetics of the Radiated Tortoise (*Astrochelys radiata*) population from Andohahela National Park, Southeast Madagascar, with a discussion on the conservation of this declining species. *Chelonian Conservation and Biology* 8 (1): 84–93.

Paquette S.R., Lapointe F.J. (2007): The use of shell morphometrics for the management of the endangered malagasy radiated tortoise (*Geochelone radiata*). *Biological Conservation* 134: 31–39.

Paquette S.R., Shore G.D., Behncke S.M., Lapointe F.J., Louis E.E. (2005): Characterization of polymorphic microsatellite markers for the endangered Malagasy radiated tortoise (*Geochelone radiata*). *Molecular Ecology Notes* 5: 527–530.

Pedrono M. (2008): The tortoises and turtles of Madagascar. Kota Kinabalu: Natural History Publications V-147.

Rauh W. (1988): Madagaskar, "Evolution ohne Vorbilder". *Naturwissenschaften* 75: 8–17.

Rhodin A.G.J., Dijk P.P., Iverson J.B., Shaffer H.B. (2010): Turtles of the World, 2010 update: Annotated checklist of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status. *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises*: 5.

Ritz J., Hammer C., Clauss M. (2010): Body size development of captive and free-ranging Leopard tortoises (*Geochelone pardalis*). *Zoo Biology* 29: 517–525.

Rosen G.E., Smith K.F. (2010): Summarizing the evidence on the international trade in illegal wildlife. *EcoHealth* 7: 24–32.

Rowe J.W. (1997): Growth rate, body size, sexual dimorphism and morphometric variation in four populations of Painted Turtles (*Chrysemys picta belli*) from Nebraska. American Midland Naturalist 138 (1): 174-188.

Szalay F., Szalayová H. (1985): Želvy. Edice chov. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 100.

Zaias J., Norton T., Fickel A., Spratt J., Altman N.H., Cray C. (2006): Biochemical and hematologic values for 18 clinically healthy radiated tortoises (*Geochelone radiata*) on St Catherines Island, Georgia. Vet Clin Pathol. 35 (3): 321-5.

Zych J., PharmDr. (2006): Želvy v přírodě a v péči člověka. Nakladatelství Brázda, Praha, první vydání: 128.