

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA AGROBIOLOGIE, POTRAVINOVÝCH A PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ**  
**KATEDRA OBECNÉ ZOOTECHNIKY A ETOLOGIE**



**Analýza evropského chovu medvěda malajského *Helarctos malayanus*  
(Raffles, 1821) a zjištění hodnot případného inbreedingu u populace v zoo**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**AUTOR PRÁCE: BC. LUKÁŠ HRUBÝ**

**VEDOUCÍ PRÁCE: ING. RENATA MASOPUSTOVÁ, PH.D.**

---

**© 2016 ČZU v Praze**

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou diplomovou práci Analýza evropského chovu medvěda malajského *Helarctos malayanus* (Raffles, 1821) a zjištění hodnot případného inbreedingu u populace v zoo jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Táboře dne 05. 04. 2016

---

Bc. Lukáš Hrubý

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé diplomové práce Ing. Renatě Masopustové, Ph.D. za její trpělivost, velmi cenné rady a důležité konzultace, které mi pomohly vypracovat tuto práci. Dále mnohokrát děkuji Ing. Adéle Dokoupilové, Ph.D. z Katedry obecné zootechniky a etologie za výpočty v této diplomové práci.

V neposlední řadě bych chtěl velice poděkovat celé mé rodině, která mi velmi pomohla a vytvořila pro mne klidné a pohodové prostředí pro práci.

# **Analýza evropského chovu medvěda malajského *Helarctos malayanus* (Raffles, 1821) a zjištění hodnot případného inbreedingu u populace v ZOO**

---

## **SOUHRN**

U druhu medvěda malajského *Helarctos malayanus* rozlišují v současnosti taxonomové dva poddruhy. První poddruh *Helarctos malayanus malayanus* se vyskytuje na většině území jihovýchodní Asie. Druhým popsáním poddruhem je medvěd malajský bornejský *Helarctos malayanus eurysplus*, který obývá území ostrova Borneo.

V důsledku ztráty přirozeného prostředí a vysoké izolovanosti je medvěd malajský uveden na seznamu ohrožených druhů. O rozmnožování a odchovu medvědů malajských ve volné přírodě je toho známo velmi málo. Proto i další studium v rámci záchranných programů *in situ* u zbytkové populace je zásadní pro studium biologie druhu, aby bylo možné získané poznatky následně aplikovat v záchranných chovech *ex situ*.

Z tohoto důvodu je podstatné dbát na to, aby u celé populace medvěda malajského chované v lidské péči byla zachována co největší genetická variabilita. V souvislosti s tím je velice podstatné mít k dispozici dlouhodobý chovný plán a chovné páry sestavovat tak, aby se co nejvíce zamezilo inbreedingu v chovech. Pokud se již inbreeding v chovu vyskytl, je podstatné stávající hodnoty  $F_x$  udržet na co nejnižších hodnotách. Při odchovu je rovněž nutné dbát na znalosti vycházející ze studia etologie tohoto druhu a na správnou techniku chovu.

V práci byly stanoveny dva základní cíle. První se zabývá analýzou evropského chovu medvěda malajského. V analýze chovu bude sledována věková struktura žijící populace v Evropě. Do analýzy bylo zařazeno 212 jedinců vedených v evropské plemenné knize. Druhý cíl se zabývá výpočtem a odhadem koeficientu  $F_x$  v evropském chovu - jednak v individuálním okruhu pro všechny jedince žijící a již uhynulé. Výpočty pro druhý okruh – tzv. Matings – se zaměří na odhad  $F_x$  pro všechny možné potomky, kteří se mohou teoreticky narodit z kombinace páření všech žijících samců a samic a v následné generaci. Z analýzy chovu je jasné, že k dispozici pro výpočet následné generace bylo k 31. 12. 2013 k dispozici celkem 48 žijících jedinců.

Ve výchozí populaci bylo do výpočtů zařazeno 212 jedinců z evropské plemenné knihy a byla u nich zjištěna průměrná hodnota  $F_x$  2,65 %. Ze 48 žijících jedinců bylo sestaveno celkem

527 možných rodičovských kombináci, ze kterých se teoreticky může narodit 527 možných potomků. U nich byl odhadnut koeficient  $F_x$  v průměrné hodnotě 2,47 %.

V práci byla stanovena hypotéza: „Vzhledem k malé chovatelské základně je výskyt inbreedingu v evropských chovech medvěda malajského reálný“. Na základě získaných výsledků byla hypotéza potvrzena.

**Klíčová slova:** Medvěd malajský, *Helarctos malayanus*, inbreeding, populační genetika, stav ohrožení

# **Analysis of the European breeding of bear Malaysian *Helarctos malayanus* (Raffles, 1821) and the establishment of values the possible inbreeding in the population at the zoo**

---

## **SUMMARY**

At species of bear Malaysian *Helarctos malayanus* distinguished taxonomists currently two subspecies. The first subspecies *Helarctos malayanus malayanus* is found throughout most of Southeast Asia. The second is described subspecies of Bornean sun bears *Helarctos malayanus eurysplus* that inhabits the island of Borneo.

As a result of habitat loss and high isolation is a Malaysian bear listed on the threatened species list. The breeding and rearing of Malaysian bears in the wild is known very little. Therefore, other studies in rescue programs in situ with a residual population is essential for studying the biology of the species, in order to subsequently apply knowledge gained in rescue cages ex situ.

For this reason it is essential to ensure that the entire population bear Malaysian reared in captivity maintain what bigger genetic variability. In this context it is very important to have a long-term breeding plan and breeding pairs assembled so as to avoid as much inbreeding in the farms. If already inbreeding breeding occurred, it is essential to keep the existing values  $F_x$  on the lowest values. Rearing is also necessary to ensure knowledge based on the study of ethology of this species and the correct technique for breeding.

At work there were two basic objectives. The first analyzes the European breeding Malaysian bear. The analysis will be monitored breeding age structure of the population living in Europe. The analysis was included 212 subjects conducted in the European studbook. The second objective deals with calculation and estimation coefficient  $F_x$  in European farming - both in the individual circuit for all individuals living and already dead. Calculations for the Second Circuit - called Metings - will focus on the estimation of  $F_x$  for all possible descendants who may theoretically be born from a combination of all living mating males and females, and in subsequent generations. An analysis of breeding it is clear that available to calculate the subsequent generation was 31 12th 2013 a total of 48 individuals living

In the initial population has been included in this calculation 212 individuals of European stud book and had a mean value of 2.65% Fx. Of the 48 live specimens were compiled total of 527 possible combinations of parenting from which theoretically may be born 527 potential offspring. With them was estimated coefficient Fx an average value of 2.47%.

The working hypothesis was stated: “Due to the small breeding base, the incidence of inbreeding in European breeds bear Malaysian real.”

The obtained results confirmed the hypothesis.

**Keywords:** sun bears, *Helarctos malayanus*, inbreeding, population genetics, state of emergency

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. VĚDECKÉ HYPOTÉZY A CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>2</b>
2.1 VĚDECKÉ HYPOTÉZY .....	2
2.2 CÍLE PRÁCE .....	2
<b>3. LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>3</b>
3.1 STRUČNÝ VÝVOJ FYLOGENEZE ŠELEM MEDVĚDOVITÝCH .....	3
3.2 STRUČNÁ TAXONOMIE ČELEDI URSIDAE .....	4
3.2.1 Aktuální přehled taxonomie medvěda malajského <i>Helarctos malayanus</i> .....	5
3.3 ROZŠÍŘENÍ DRUHU/PODDRUHŮ .....	6
3.4 STATUS OHROŽENÍ PODLE IUCN – DRUHY/PODDRUHY .....	7
3.4.1 Ochrana a její aspekty.....	8
3.5 REPRODUKČNÍ STRATEGIE MEDVĚDŮ MALAJSKÝCH.....	9
3.6 INBREEDING A INBREDNÍ DEPRESE .....	13
3.6.1 Inbreeding.....	13
3.6.2 Příčiny inbreedingu u zvířat v lidské péči .....	14
3.6.3 Inbrední deprese .....	15
3.7 POPULAČNÍ GENETIKA .....	16
3.7.1 Rovnovážený stav v populacích.....	16
3.7.2 Genetický drift.....	17
3.7.3 Genetická variabilita.....	18
3.8 HISTORIE A VÝVOJ CHOVU V EVROPĚ.....	19
3.8.1 Historie chovu v Evropě.....	19
3.8.2 Historie chovu v ČR.....	20
3.8.3 Současnost chovů v Evropě - k 31. 12. 2013.....	21
<b>4. MATERIÁLY A METODIKA</b> .....	<b>25</b>
4.1 MATERIÁL.....	25



4.1.1 Plemenná kniha.....	25
4.1.2 Stavy zvířat v evropských zoologických zahradách k 31. 12. 2013.....	27
<b>4.2 METODIKA.....</b>	<b>28</b>
4.2.1 Přepis plemenné knihy.....	28
4.2.2 Výpočet $F_x$ – individuální koeficient rodičovské i historické populace.....	28
4.2.3 Výpočet $F_x$ - potomci.....	29
<b>5. VÝSLEDKY .....</b>	<b>30</b>
5.1 VÝSLEDKY PRO PRVNÍ CÍL - VÝVOJ POČETNÍCH STAVŮ MEDVĚDŮ MALAJSKÝCH .....	30
5.2 VÝSLEDKY PRO STANOVENÍ DRUHÉHO CÍLE .....	35
5.2.1 Výpočty koeficientu $F_x$ .....	35
<b>6. DISKUZE.....</b>	<b>39</b>
6.1 DISKUZE K PRVNÍMU CÍLI - ANALÝZA EVROPSKÉHO CHOVU MEDVĚDA MALAJSKÉHO	39
6.1.1 Vývoj početních stavů medvědů malajských v Evropě.....	39
6.1.2 Věková struktura evropského chovu medvěda malajského v zoo.....	39
6.1.3 Porody mláďat .....	40
6.2 DISKUZE K DRUHÉMU CÍLI – INDIVIDUÁLNÍ KOEFICIENT $F_x$ .....	41
6.3 DISKUZE KE TŘETÍMU CÍLI - KOEFICIENT $F_x$ U NÁSLEDNÉ GENERACE .....	41
<b>7. ZÁVĚR.....</b>	<b>44</b>
7.1 ZÁVĚR K PRVNÍMU CÍLI - ANALÝZA EVROPSKÉHO CHOVU .....	44
7.2 ZÁVĚR K DRUHÉMU A TŘETÍMU CÍLI - VÝPOČTY KOEFICIENTU $F_x$ .....	44
<b>8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>45</b>
<b>9. PŘÍLOHY .....</b>	<b>49</b>

## 1. ÚVOD

Medvěd malajský *Helarctos malayanus* (Raffles, 1821) je nejmenším z osmi druhů medvědů vyskytujících se v rámci celého světa. Je jediným, který obývá nížinné tropické deštné lesy na území jihovýchodní Asie. Areál výskytu na západním okraji začíná v oblasti Bangladéše a severovýchodní Indie, severní okraj je definován v oblasti jižní provincie Yunnan v Číně, odsud se táhne dále na jihovýchod k Sumatře a Borneu (iucnredlist, 2015). Velikost populace v areálu výskytu však není přesně známa a chybějí i kvantitativní údaje o populačních trendech. Vědci však odhadují, že se velikost populace za posledních 30 let snížila zhruba o 30 % (Kolter, 2013). Proto se medvěd malajský řadí dle Červeného seznamu ohrožených druhů IUCN do kategorie zranitelných (Vulnerable).

Důvodem jeho nízkých početních stavů je ubývání vhodných stanovišť. Toto je zapříčiněno zejména výraznou deforestací v oblasti jihovýchodní Asie. Dalším důležitým aspektem je výrazný problém s izolací žijících jedinců, kteří nejsou schopni se v době říje najít.

Výše zmíněná fakta poukazují na důležitost správného chovu tohoto druhu v lidské péči. Pro správný způsob chovu však musí být zajištěn dostatečný počet geneticky vhodných jedinců a dlouhodobý dobře nastavený chovný plán, ideálně propojený napříč všemi kontinenty, na kterých jsou instituce s chovem tohoto druhu. K výběru vhodných zvířat je důležité, aby byly prováděny zápisy do plemenných knih bez chyb a v kompletním znění, protože jen správně vedená plemenná kniha je základem kvalitního chovu zvířat v lidské péči.

## **2. VĚDECKÉ HYPOTÉZY A CÍLE PRÁCE**

### **2.1 VĚDECKÉ HYPOTÉZY**

V práci byla stanovena následující hypotéza: „Vzhledem k malé chovatelské základně je výskyt inbreedingu v evropských chovech medvěda malajského reálný.”.

### **2.2 CÍLE PRÁCE**

Medvěd malajský je v evropských zoologických zahradách poměrně vzácným živočišným druhem. Vzhledem k nízkému počtu jedinců je v chovu vysoká pravděpodobnost výskytu inbreedingu. V návaznosti na tyto skutečnosti byly v práci stanoveny následující cíle, které jsou zkráceně vyjádřeny v uvedených bodech:

- Analýza evropského chovu podle plemenné knihy týkající se především věkové struktury žijících jedinců a dále úspěšnost odchovů v evropských zoologických zahradách.
- Výpočet a následný odhad hodnot inbreedingu u výchozích rodičovských populací v evropských zoo.
- Výpočet koeficientu inbreedingu pro všechna mláďata, která se mohou teoreticky narodit s kombinací páření všech žijících samců a samic v následné generaci.

### 3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

#### 3.1 STRUČNÝ VÝVOJ FYLOGENEZE ŠELEM MEDVĚDOVITÝCH

Evoluce šelem medvědovitých začala před zhruba 25 - 30 miliony lety z primitivních oligocenních savců rodu *Amphicynodon*. Všech osm novodobých druhů sdílí společného předka a tím je *Ursavus*, který se vyvinul v subtropické Evropě během miocénu v období před více než 20 miliony lety a jehož ostatky byly nalezeny ve Francii a Rusku (Craighead, 2000). Z tohoto společného předka se pravděpodobně vyvinuly tři linie dnešních medvědů.

Většina molekulárních studií pandy velké *Ailuropoda melanoleuca* v rámci čeledi medvědovitých a nejnovější fylogenetické rekonstrukce mezi osmi druhy současných medvědů, označily pandu velkou za nejstarší druh (Waits et al., 1999). Panda velká se zřejmě odštěpila od hlavní linie *Ursavus* a přibližně před 20 miliony lety vytvořila samostatný rod *Agriarctos* (Ward a Kynaston, 1995). Při provádění dalších molekulárních analýz, došli vědci k závěru, že dalším současným druhem medvěda, který se vyvinul, je medvěd brýlatý *Tremarctos ornatus* (Waits et al., 1999). Dále Ward a Kynaston (1995) uvádějí, že tento druh, který se pravděpodobně odštěpil od druhu *Ursavus elemensis* před zhruba 14 miliony lety, je také jediným druhem medvěda žijícím v Jižní Americe.

Přímý předek třetí medvědí linie, dříve nazývaný skutečný medvědovitý medvěd, byl *Protursus*, který se asi vyvinul z *Ursus elemensis* před 12 - 10 miliony lety. První opravdový medvěd, *Ursus minimus*, vzešel z *Protursus* a objevil se asi před 5 miliony lety (Ward a Kynaston, 1995). Medvěd malajský pravděpodobně vznikl v jihovýchodní Asii z hlavní linie medvědovitých *Ursus minimus* zhruba před 5 - 4 miliony let. Avšak fylogenetické umístění medvěda malajského mezi medvědovitými, zůstává stále nejasné (Craighead, 2000).

Zhang a Ryder (1994) tvrdí, že na základě analýzy mtDNA je uváděno, že dva druhy - medvěd malajský a medvěd baribal *Ursus americanus* - vzešly jako sesterské taxony. Dalším druhem, který se vyvíjel, byl medvěd pyskatý *Ursus thibetanus*. Avšak Waits et al. (1999) zjistil, že větvení řádu mezi medvědem malajským, medvědem baribalem a medvědem pyskatým však nelze statisticky vyřešit s intervalem spolehlivosti 95 %.

### 3.2 STRUČNÁ TAXONOMIE ČELEDI URSIDAE

Čeď medvědotí Ursidae je jednou z celkem devíti čeledí šelem psotvárných Caniformia, které obsahují celkem pět rodů s osmi druhy. Prvním druhem je panda velká *Ailuropoda melanoleuca* zastupující rod *Ailuropoda*. Dalším druhem je medvěd malajský *Helarctos malayanus*, který je zařazen do rodu *Helarctos*. *Melurus* je další z pěti rodů a je zde zařazen jediný druh a to medvěd pyskatý *Melurus matitimus*. Posledním rodem s jediným zástupcem je rod *Tremarctos*, ve kterém je zařazen medvěd brýlatý *Tremarctos ornatus*. Nejrozsáhlejším rodem je rod *Ursus*, ve kterém jsou zařazeny čtyři druhy - medvěd baribal *Ursus americanus*, medvěd hnědý *Ursus arctos*, medvěd lední *Ursus maritimus* a medvěd ušatý *Ursus thibetanus* (Wilson a Reeder, 2005). Existují různé názory na to, zda medvěda malajského i nadále zachovávat v samostatném rodu *Helarctos* nebo zda jej zahrnout do rodu *Ursus*, ve kterém je zařazeno již pět druhů medvědotých (Meijaard, 2004; Meijaard et al., 2005). Při srovnání lebek medvěďů malajských pocházejících z různých oblastí jihovýchodní Asie je patrné, že na Borneu s největší pravděpodobností žije odlišný poddruh, který by se měl jmenovat *Ursus malayanus euryspilus*. Pevninský poddruh medvěda malajského by se pak měl přejmenovat na *Ursus malayanus malayanus* (Meijaard, 2004).

V Příloze č. 1 je uveden obrázek č. 1 poukazující na fylogenetickou hierarchii medvěďů a jejich nejbližších příbuzných (Waits et al., 1999).

### 3.2.1 AKTUÁLNÍ PŘEHLED TAXONOMIE MEDVĚDA MALAJSKÉHO *HELARCTOS MALAYANUS*

(dle Wilson a Reeder, 2005)

**Říše:** živočichové Animalia Linnaeus, 1758

**Kmen:** strunatci Chordata Bateson, 1885

**Podkmen:** obratlovci Vertebrata Cuvier, 1812

**Nadtřída:** čtyřnožci Tetrapoda Gaffney, 1979

**Třída:** savci Mammalia Linnaeus, 1758

**Řád:** šelmy Carnivora Bowdich, 1821

**Podřád:** šelmy psotvárné Caniformia Kretzoi, 1938

**Čeleď:** medvědovití Ursidae Fischer de Waldheim, 1817

**Rod:** medvěd *Helarctos* Horsfield, 1825

**Druh:** medvěd malajský *Helarctos malayanus* (Raffles, 1821)

**Poddruh:** medvěd malajský *Helarctos malayanus malayanus* (Raffles, 1821)

**Poddruh:** medvěd malajský bornejský *Helarctos malayanus eurysplus* Horsfield, 1825

### 3.3 ROZŠÍŘENÍ DRUHU/PODDRUHŮ

Vzhledem k tomu, že život medvěda malajského je závislý na lesních biotopech, odlesnění velké části jihovýchodní Asie v posledních třech desetiletích výrazně snížila vhodnou lokalitu pro tento druh medvěda. Lze předpokládat, že globální populace těchto medvědů klesla o 30 % za posledních 30 let, což jsou zhruba tři medvědí populace. Kvůli odlesňování došlo ke snížení obsazenosti a kvality stanovišť, které tito medvědi obývají společně s dalšími druhy zvířat (iucnredlist, 2015).

Areál výskytu medvěda malajského zasahuje na západě do oblasti Bangladéše a severovýchodní Indie, na severu se vyskytuje v oblasti jižní provincie Yunnan v Číně, a dále se táhne na jihovýchod k Sumatře a Borneu (iucnredlist, 2015).

Medvěd malajský obývá hlavně tropické lesy, které jsou v místě jeho výskytu rozděleny do dvou ekologicky odlišných kategorií. Tyto dvě kategorie se liší v klimatu, fenologii a floristickém složení. Zmiňované lokality jsou známé svými častými srážkami, které probíhají relativně rovnoměrně po celý rok. Tropický les také zahrnuje širokou škálu lesních typů, které medvěd malajský využívá. Patří sem například rašeliniště či sladkovodní bažiny apod. Výskyt medvěda malajského byl také hlášen v oblastech mangrovových lesů, ale tyto lokality obývají medvědi pouze tehdy, nenalézají-li se v dosahu jiná příznivější stanoviště (například oblasti Bornea (Wong et al., 2004).

Země, v nichž se medvěd malajský vyskytuje, jsou v oblasti jihovýchodní Asie, jak bylo výše zmíněno, a jsou to následující země: Bangladéš; Brunej; Kambodža; Čína; Indie; Indonésie; Laoská lidově demokratická republika; Malajsie; Myanmar; Thajsko; Vietnam. Region, který dříve medvědi obývali, avšak v současné době je již zaniklý je Singapur (iucnredlist, 2015).

Aktuální rozšíření medvěda malajského je zobrazeno na obrázku č. 2 v Příloze č. 2.

### 3.4 STATUS OHROŽENÍ PODLE IUCN – DRUHY/PODDRUHY

Medvěd malajský je dle klasifikace IUCN řazen do kategorie Vulnerable jako druh zranitelný (iucnredlist, 2015).

Vzhledem k tomu, že jsou medvědi malajští vysoce závislí na tropickém deštném lese, jejich počty v posledních letech klesají v důsledku probíhající deforestace v jihovýchodní Asii. Počet vhodných lokalit pro výskyt medvědů klesl za posledních 30 let zhruba o 30 % (iucnredlist, 2015).

Přesné početní stavy medvědů malajských nejsou známy, jelikož ve volné přírodě žijí velmi skrytým způsobem života. Většina studií vychází z pozorování částí území, kde se tito medvědi vyskytují. Do současné doby nebyl proveden výzkum na takové úrovni, aby byly zjištěny dostatečně přesné kvantitativní informace. Medvěd malajský tak i nadále zůstává nejméně známým medvědem ze všech osmi druhů, co se týká jeho života ve volné přírodě (Linke et al., 2007). V důsledku trvalého úbytku lokalit kvůli těžbě dřeva a převodu lesních pozemků na jiné účely lze předpokládat, že zbývající populace medvědů malajských je do značné míry roztržena a izolována. Tím, že se neustále zmenšují zalesněné oblasti, dochází i k redukci stanovišť vhodných pro život medvědů malajských (Meijaard et al., 2005). Negativní lidská činnost, která neustále likviduje lokality obývané medvědy malajskými, je natolik závažným problémem, že lze předpokládat zmenšování a oddělování jednotlivých populací, které s největší pravděpodobností nastane v brzké době (Kolter, 2013).

Pravděpodobnost, že se deforestace zastaví, je v současné době minimální, proto lze předpokládat, že při současném vývoji vydrží lokality vhodné pro medvědy malajské maximálně následujících 30 let (iucnredlist, 2015).



### 3.4.1 OCHRANA A JEJÍ ASPEKTY

Medvěd malajský je zařazen v CITES I od roku 1979. V současné době je uveden jako druh, který je ohrožen vyhynutím nebo se může stát předmětem mezinárodního obchodu na černém trhu. V minulosti byli medvědi chráněni například v Kalimantanu a na Sumatře. V těchto lokalitách byl zakázán jejich lov, obchod se živými či mrtvými zvířaty a chov medvědů jako domácích mazlíčků. Ve výjimečných případech však tento chov úřady dříve povolovaly (Meijaard, 1997). V Sabahu, části Malajsie byl medvěd malajský veden jako druh zvěřiny, jeho lov však nebyl legální bez vydaného povolení, tímto byl lov do jisté míry regulován. V roce 1999 byl lov tohoto živočišného druhu rovněž povolen v Sarawaku, kde byla ale populace těchto medvědů vysoce ohrožena vzhledem k naprosto neregulovanému lovu (Servheed et al., 1999).

I přesto, že ve většině dotčených zemí existuje platná legislativa zakazující obchodování s částmi těl medvědů nebo přímo s živými exempláři je možné je spatřit k prodeji na trzích ve většině oblastí, kde se medvědi vyskytují. V zemích, kde jsou vysazeny plantáže palmy olejná a zároveň se tyto lokality překrývají s výskytem subpopulací medvědů malajských, jsou tato zvířata stejně jako většina ostatních živočišných druhů, pravidelně zabijena jako škodná. V minulosti byly v mnoha oblastech dospělé samice odchyťovány a jejich mláďata následně pak prodávána jako domácí mazlíčci, případně zabita a prodána do svatyní (Servheed et al., 1999; Meiri et al., 2008).

Primární hrozbou pro medvědy je ztráta stanovišť v důsledku přeměny velké části lesnatých biotopů na plantáže palmy olejná a také těžba dřeva. Další hrozbou v souvislosti s těmito činnostmi je i hluk, který při těžbě vzniká. Okolí stanovišť obývaných medvědy může být znečištěno antropogenním hlukem, který má za následek snížení životní pohody medvědů (Frederiksson, 2005). V takových případech dochází v důsledku stresu ke snížení reprodukce (Owen et al., 2014; Meiri et al., 2008).

Hlavními hrozbami pro medvědy je tedy ztráta jejich původní domoviny a v neposlední řadě komerční lov. Nelze s úplnou jistotou říci, která z těchto dvou hrozeb má vyšší váhu a to hlavně z důvodu, že v každé oblasti to je odlišné. V místech s aktivním odlesňováním jsou medvědi ohroženi především úbytkem přirozeného prostředí již z výše zmíněného důvodu těžby lesa pro zakládání plantáží palmy olejná (Meijaard et al., 2005). V některých místech nepovolené těžby jsou úmyslně zakládány požáry opět z toho stejného důvodu - rozšíření plantáží palmy olejná (Fredriksson et al., 2005).

Komerční lov je prováděn v místech, kde je odlesňování minimální. Typickou zemí je Thajsko, kde byl zbývající les začleněn do chráněných oblastí. Bohužel, i přes tato opatření, se zdejší populace medvědů malajských snížila zhruba o 50 % za posledních 20 let (Servheed et al., 1999). Například v zemích jihovýchodní Asie jsou tito medvědi loveni nebo chováni zpravidla kvůli tradiční asijské medicíně. Pro obyvatele zemí, kde je vysoká poptávka po medvědí žluči, jsou rovněž žádanou pochoutkou medvědí tlapy (Servheed et al., 1999).

### **3.5 REPRODUKČNÍ STRATEGIE MEDVĚDŮ MALAJSKÝCH**

Reprodukční strategie medvědů malajských je zcela odlišná od ostatních druhů medvědovitých. Do jisté míry je tento druh zajímavý i tím, že pokud dojde ke ztrátě mláděte brzy po porodu, říje pak nastává maximálně do půl roku o této události (Frederick et al., 2013).

Do současné doby nejsou k dispozici žádné kvantitativní údaje o reprodukci medvědů malajských ve volné přírodě (Schwarzenberger et al., 2004). Na základě údajů získaných pozorováním těchto medvědů v lidské péči bylo zjištěno, že první říje nastává okolo třetího roku, ale první porod byl zaznamenán až v pátém roce života (Meijaard et al., 2005).

Říje není pouze sezónní záležitostí jako u ostatních druhů medvědů, ale opakuje se každý měsíc (Frederick et al., 2012). Je uváděno, že k porodům mláďat rovněž dochází v průběhu celého roku. V berlínské zoo byl dokonce zaznamenán případ samice, která v roce 1961 porodila dvakrát za rok a to v dubnu a následně v srpnu, jednalo se však o výjimečný případ (Stirling, 1993). Nejčastěji samice rodí pouze jedno mládě, byl však ale pozorován i případ dvou přeživších mláďat z 58 v evropských chovech (Schwarzenberger et al., 2004). Samci medvědů malajských během období páření vyhledávají intenzivně tělesný kontakt, pokoušejí se na samici naskočit a olizují jí zduřelé genitálie, které jsou znatelné i při pohledu z větší vzdálenosti (Puschmann et al., 2013).

Vědci provedli studii na několika skupinách medvědů malajských v amerických chovech. Byl zde pozorován vliv složení skupiny na estrální cyklus u samic. Mimo jiné studie prokázala, že složení skupiny má na estrální cyklus značný vliv. Dalším zjištěným údajem bylo, že chování dvou samic a jednoho samce není pro reprodukci správnou strategií (Fredrick et al., 2013). Velkou roli v reprodukci hraje i vliv prostředí. Na zhoršení reprodukce se do značné míry podílí i stres, který může být vyvolán stereotypním chováním zapříčiněným nevhodnými podmínkami v lidské péči

(Tan et al., 2012). Tuto teorii potvrzují Vickery a Mason (2004), kteří uvádějí, že stereotypní chování bylo daleko více pozorováno u zvířat chovaných v klecích.

Při samotném aktu páření samec přistoupí na samici zezadu a pevně ji zachytí předními končetinami za břicho, při aktu se však nezakusuje do zátylku. Páření většinou probíhá v průběhu 1 - 7 dní, přičemž za jeden den proběhne průměrně 5 - 12 kopulací (Puschmann et al., 2013).

Vlastní období březosti je uváděno v rozmezí 90 - 110 dnů (Kolter, 2013). Avšak byly zaznamenány i případy kdy délka březosti byla 174, ale dokonce i 240 dní, a to ve Fort Worth Zoo v USA. V přírodě samice často využívají k porodům přírodní dutiny na úpatí velkých stromů nebo dutých kmenů (Meijaard et al. 2005). V lidské péči samice nejčastěji rodí 1- 3 mláďata o průměrné porodní hmotnosti kolem 300g. Na rozdíl od některých druhů medvědovitých, kteří hibernují, jsou samice medvědů malajských plně aktivní v průběhu celého odchovu mláďat. V prvních týdnech samice mláďata téměř vůbec neopouští. První potravu přijímá po 2 - 3 týdnech, ale existují zde individuální rozdíly. Samice jsou schopné zabřeznout brzy poté, co přestanou o mládě pečovat nebo o něj přijdou (Kolter, 2013).

**Tabulka č. 1:** Reprodukční parametry medvědovitých Ursidae (Zdroj: Kolter a Usher-Smith, 1998)

Druh	Pohlavní dospělost (roky)	Období páření	Délka březosti (dny)	Období porodů	Velikost vrhu	Mezidobí (roky)	Měsíce hibernace
<b>Lední medvěd</b>	4-5	IV-V (II-VI)	235-254	XI-XII	1-2	2-3	XI-III
<b>Medvěd hnědý</b>	3-5	V-VI (IV-VII)	190-260	XII-I	1-2	2-7	X-IV
<b>Medvěd baribal</b>	2-4	VI-VII	210	I-II	2-3	2-4	XI-IV
<b>Medvěd ušatý</b>	3-4	VI-VIII	210	I-II	2	?	IX-IV
<b>Medvěd pyskatý</b>	3-4	VI	205	XII-I	1-2	?	-
<b>Medvěd malajský</b>	<b>3-4</b>	<b>I-XII</b>	<b>96-107</b>	<b>I-XII</b>	<b>1 (2)</b>	<b>?</b>	<b>-</b>
<b>Medvěd brýlatý</b>	3-4	VI-VII (II-VIII)	191-257	XII-II	1-2	?	-
<b>*Panda velká</b>	5-6	V-VII	45-60 (135)	IX-XI	1-2	?	-

\*Poznámka: Původní tabulka byla doplněna o údaje týkající se pandy velké (Puschmann, 2013).

**Komentář:** Jak je patrné z výše uvedené tabulky má medvěd malajský v porovnání s ostatními uvedenými druhy nejkratší dobu březosti. Nejdelší březost je uváděna u medvěda hnědého, ledního a brýlatého. Nejranějším druhem, co se pohlavní dospělosti týká, je medvěd baribal u ostatních druhů, mimo pandy velké je to velice podobné. U pandy velké je uváděna pohlavní dospělost až okolo pátého roku života. Medvědovití všeobecně rodí jedno až dvě mláďata. Ve výjimečných případech se rodí tři mláďata. Období porodů a rozmnožování je závislé na druhu medvěda a také na oblasti jeho výskytu. Medvěd malajský se rozmnožuje celoročně a rovněž porody probíhají v průběhu celého roku.

**Tabulka č. 2:** Údaje o mláďatech medvědů v lidské péči (Zdroj: Kolter & Usher-Smith, 1998)

Druh	Porodní hmotnost (g)	Hmotnost v 1. měsíci (g)	Hmotnost v 2. měsíci (g)	Hmotnost ve 3. měsíci (g)	Otevírání očí (dny)	První zuby (dny)	Snaha o chůzi (dny)	Příjem pevné potravy (dny)
<b>Lední medvěd</b>	440-775	3500	5500	11000	26-40	35-50	45-60	80-90
<b>Medvěd hnědý</b>	400	1700	4300	7400	25-35	35-40	45-55	75-90
<b>Medvěd baribal</b>	250-330	1800	3500	10000	30-40	40-50	45-55	85-110
<b>Medvěd ušatý</b>	350			3500	20-30		45-60	110-120
<b>Medvěd pyskatý</b>	450	2500	4500	6800	25-35	25-30	45-55	65-75
<b>Medvěd malajský</b>	<b>255-325</b>	<b>1800</b>	<b>4000</b>	<b>6800</b>	<b>20-30</b>	<b>35-45</b>	<b>25-35</b>	<b>65-85</b>
<b>Medvěd brýlatý</b>	300-360	1300	2500	4000	25-40	35-45	35-45	80-90

Jak je patrné z tabulky č. 2 mláďata medvědů malajských mají jednu z nejnižších porodních hmotností, kterou snadno dohání v několika následujících měsících po porodu. I přes to, že jde o nejmenší druh medvěda, je jeho průměrná váha ve 3. měsíci života zhruba o půl kilogramu nižší, než je tomu například u mnohem většího medvěda hnědého. Mláďata medvědů malajských rovněž jako jedna z prvních otevírají oči a jako vůbec první má snahu chodit. Jako jedni z prvních začínají přijímat pevnou potravu. Tyto zmíněné aspekty svědčí o celkové ranosti tohoto druhu.

## 3.6 INBREEDING A INBREDNÍ DEPRESE

### 3.6.1 INBREEDING

Inbreeding je páření jedinců, kteří jsou příbuzní (Frankham et al., 2010). K inbreedingu dochází ve většině případů tehdy, je-li malý počet jedinců ve skupině, která je delší dobu izolována. Touto formou izolace se rozumí například ztráta habitatu znečištěním prostředí, introdukcí nových druhů nebo chovem zvířat v lidské péči. Je prokázáno, že v malé populaci je pravděpodobnost příbuznosti daných párů mnohem vyšší, nežli je tomu u velkých rozsáhlých populací. Právě toto může být důvodem ohrožení existence populace jako důsledku inbreedingu. Například populace zvířat na ostrovech jsou více náchylné k vyhynutí, než je tomu u populací žijící na pevnině. Toto je spíše přisuzováno negenetickým faktorům, ale určitou měrou by se na tomto mohl podílet i inbreeding a také ztráta genetické diverzity. Populace obývající ostrovy jsou totiž mnohem více postihnuty inbreedingem a mají rovněž nižší genetickou diverzitu (Hill and Mackay, 2004; Reed et al. 2003). Jeden z důvodů, který má odpovědnost za ztrátu genetické diverzity druhů je snížení heterozygotnosti a zvýšení homozygotů způsobené příbuzenským pářením (Jakubec et al., 2010).

V inbredních populacích se poté často snižuje schopnost adaptovat se na prostředí, které je změněno, toto prostředí může zahrnovat např. parazity, potravní konkurenty, nové nemoci, změny týkající se podnebí či vliv člověka. Při inbreedingu se zvyšuje pravděpodobnost, že na jednom lokusu budou dvě recesivní alely, které budou škodlivé. Tato situace se ve velkých populacích vyskytuje jen vzácně, na rozdíl od populací malých. Následkem toho se v malých populacích s vyšším výskytem recesivních homozygotů často vyskytuje inbrední deprese (Reed et al., 2003; Townsend et al., 2010). Právě inbrední deprese se může projevit na rozmnožování daných jedinců např. nízkou fertilitou, počtem potomků, kteří přežili a kteří zemřeli apod. (Hedrick a Kalinowski, 2000; Frankham et al., 2010).

V malých populacích často dochází k potlačování přirozeného přírodního výběru vlivem genetického driftu a může tak docházet k větší míře škodlivých mutací (Seddon a Baverstock 1998).

Stupeň inbreedingu lze matematicky vyjádřit pomocí tzv. koeficientu inbreedingu  $F_x$ . Tento koeficient je vyjádřen v procentech nebo absolutních hodnotách. Hodnotou  $F$  (%) je vyjádřeno, že jedinec, který se narodil z příbuzenské plemenitby, bude mít s největší pravděpodobností o tuto

procentuální hodnotu méně heterozygotních párů, než byl jejich průměrný počet u zvířat v celé sledované populaci (Frankham et al., 2010). Koeficient inbreedingu  $F_x$ , jenž stanovuje hodnotu potomka a koeficient příbuznosti ( $R_{xy}$ ), který vyjadřuje vztah mezi dvěma jedinci, navrhl v roce 1922 Wright a dodnes slouží pro stanovení intenzity příbuzenské plemenitby (Bezdíček et al., 2010).

**Wrightův vzorec:  $F_x = \Sigma (0,5 n_1 + n_2 + 1) * (1 + Fa)$**

- $\Sigma$  – součet hodnot všech společných předků (pouze v případě, že byl daný jedinec výsledkem příbuzenské plemenitby s více než jedním společným předkem)
- $n_1$  ( $n$ ) – počet volných generací na straně otce
- $n_2$  ( $m$ ) – počet volných generací na straně matky
- $Fa$  – označení předka, který je sám výsledkem příbuzenské plemenitby

Ideálním výsledkem pro zachování zdraví a genetické variability je výsledek 0 %. Čím vyšší je koeficient, tím nižší je genetická variabilita a znaky se mohou projevit na potomcích nejen genotypově, ale i fenotypově (Wright, 1922).

### 3.6.2 PŘÍČINY INBREEDINGU U ZVÍŘAT V LIDSKÉ PÉČI

Chov zvířat v lidské péči je do značné míry ovlivněn nárokem živočišného druhu na životní prostor a finanční náročností chovu tohoto druhu. Tyto dva faktory mohou být do značné míry limitující, zejména ve vztahu k počtu držených jedinců například v rámci jedné zoo. Tento fakt je jedním z důvodů výskytu inbreedingu u zvířat v lidské péči, zejména v zoologických zahradách. U velmi málo početných populací pak dochází ke snižování genetické variability a tím i k ohrožení populace jako celku a to zejména v důsledku inbrední deprese. Dopadem chovu málo početných populací zvířat v lidské péči je produkce inbredních linií, ve kterých může docházet ke změnám ve fenotypu, ale i k problému s reprodukcí apod. Takovéto jedince není poté možno reintrodukovat zpět do volné přírody a jsou tedy bezcenní pro zachování druhu ve volné přírodě (Townsend, 2010). Tato rizika jsou minimalizována vedením plemenných knih a organizací chovu daného druhu. To zabezpečuje celá řada institucí jako je EAZA, WAZA apod. Tyto instituce zajišťují cílenou výměnu zvířat v rámci chovů v zoologických zahradách a zmírňují tak následky inbreedingu a inbrední deprese. V krajních případech pro zmírnění následků inbreedingu je přikročeno

k řízenému odchytu zvířat z volné přírody. Jedná se však o krajní řešení, kterému se snaží každá odpovědná organizace vyhnout (WAZA, 2015).

Aby mohlo docházet ke správnému řízení chovu, je nutná pečlivá a poctivá evidence každého zvířete v rámci chovu. Tato evidence je vedena v plemenných knihách na různém stupni. Chov je pak následně podle těchto plemenných knih snadněji řízen jako celek. K zachování genetické rozmanitosti je rovněž nutné, aby zvířata nebyla křížena ani v rámci poddruhů a byla tak zajištěna co nejčistší zvířata k produkci následných generací (WAZA, 2015).

### **3.6.3 INBREDNÍ DEPRESE**

Inbrední deprese jako taková může mít dvě roviny pohledu a to z hlediska kvalitativních a kvantitativních znaků. V otázce kvalitativních znaků je možnost projevu recesivní alely v populaci nízká, z čehož vyplývá, že i pravděpodobnost setkání takových alel je malá. V případě inbreedingu neboli příbuzenské plemenitby se takováto pravděpodobnost zvyšuje, jelikož se zvyšuje i procento koeficientu  $F_x$ , čímž dochází k zvyšování homozygotnosti. Jinak je tomu u znaků kvantitativních, které jsou většinou podmíněny větším počtem genů, čili i projev je většinou neaditivní (Bezdiček et al., 2010).

Inbrední deprese se vyskytuje i u volně žijících živočichů. Co se týká jejího projevu, jde nejčastěji o nižší životaschopnost, nižší odolnost oproti stresu, nižší porodní hmotnost a celkově nižší reprodukci (Keller a Waller, 2002).



### **3.7 POPULAČNÍ GENETIKA**

Populační genetika je nauka o změnách zastoupení alel jednotlivých genů v populaci. Takovéto změny, které se mohou stát v důsledku přirozeného výběru, ale i genetického driftu. Oba tyto principy zpravidla omezují genetickou variabilitu populace. Mezi další hlediska měnící různorodost života, o které se populační genetika zajímá a která naopak variabilitu zvyšují, patří např. mutace. Právě mutace v průběhu určitého časového úseku vytváří nové alely, které přenášejí dědičné informace z populace do populace (Hartl, 2010). Právě mutace a rekombinace jsou tedy zdrojem genetické variability. Z hlediska účinku takovéto změny mohou být pro svého nositele nevýhodné, neutrální nebo naopak výhodné. Mutace vznikají zcela náhodně, genofond populace je poté ovlivněn řadou procesů, které mohou způsobit výrazné změny ve frekvencích jednotlivých alel a to relativně krátkém časovém období. Takovéto změny mohou dokonce vést ke vzniku nových druhů (Flegr, 2007).

Populaci lze obecně definovat jako soubor všech jedinců stejného druhu, kteří existují ve stejném čase na stejném místě a vzájemně si mezi sebou vyměňují genetickou informaci. Ideální populací je populace panmiktická, kde se nekonečné množství jedinců náhodně kříží mezi sebou (Snustad a Simmons, 2009).

#### **3.7.1 ROVNOVÁŽNÝ STAV V POPULACÍCH**

Organismus jako takový se může vyvíjet pouze v takové populaci, u které je zajištěna genetická variabilita a genetické faktory si udrží svou totožnost i v následujících generacích. Rovnovážený stav v populacích je vyjádřen pomocí Hardyho-Weinbergova zákona o rovnováze populací, který byl formován v roce 1908 ve Velké Británii G. H. Hardym a nezávisle na něm v Německu lékařem W. Weinbergem (Townsend et al., 2010). V případě, že na danou panmiktickou populaci nepůsobí vnější vlivy, kterými jsou migrace, mutace a selekce, jsou genové a genotypové četnosti udržovány v přirozené rovnováze, což je vyjádřeno výše zmíněným zákonem (Jakubec et al., 2010).

Celkové genotypové složení dané populace lze vyjádřit vzorcem:

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

V tomto případě se pravděpodobnost vzniku dominantního homozygota zapisuje  $p \times p$ , pravděpodobnost vzniku recesivního homozygota  $q \times q$  a pravděpodobnost vzniku heterozygota. V reálné populaci jsou podmínky Hardy-Weinbergova zákona velmi často porušovány. Je to dáno řadou evolučních faktorů, které na něho působí. Mezi tyto faktory patří genetický drift, migrace, mutační a selekční tlak.

### 3.7.2 GENETICKÝ DRIFT

Jde o proces, který se odehrává mimo přírodní výběr, při němž je populace jako celek měněna následkem faktorů životního prostředí. Pokud se v malé populaci alela vyskytuje v nízké frekvenci, je zde vysoká pravděpodobnost, že se do následující generace nepřenese a bude z genetické výbavy populace vytracena. Vyskytuje-li se pak v populaci například alela zvyšující životaschopnost mláďat v nízké frekvenci, je velmi pravděpodobné, že bude z populace vytěsněna a tím dojde k ohrožení populace jako celku. Pokud rovněž vezmeme v úvahu, že jedinci s výhodnou alelou se ani nemusí rozmnožovat, je pravděpodobnost vytěsnění takovéto alely ještě vyšší. Ke ztracení alely může dojít rovněž i za předpokladu jejího předání do následující generace a to na základě běžného Mendelismu, z čehož vyplývá, že i u jedince majícího dva potomky je dvacetipětiprocentní pravděpodobnost, že alela bude vytěsněna (Allendorf et al., 2012).

Většina populací je tvořena tzv. subpopulacemi, v těchto subpopulacích rovněž dochází k nezávislému genetickému driftu, který vede k vyšší genetické rozmanitosti v populaci jako celku. Struktura takovéto subpopulace je pak dána silou selekce a genetického driftu. V případě kdy existuje více subpopulací, ve kterých je izolováno několik typů různých alel, je populace jako celek geneticky variabilní a tím i lépe adaptabilní vůči okolnímu prostředí (Jakubec et al., 2010).

### 3.7.3 GENETICKÁ VARIABILITA

Podstatnou součástí evoluce je i genetická variabilita, bez níž by populace nebyly schopny čelit měnícímu se prostředí a byly by tak vystaveny vyhynutí. Problémem ohrožených druhů se tak může stát nízká genetická variabilita mezi jednotlivými příslušníky populace, čímž může být ohrožena nejen existence populace, ale v některých případech i existence druhu vůbec (O'Grady et al., 2006). I ztracená genetická variabilita může být obnovena, ale pouze za předpokladu, že dojde k nahromadění žádoucích mutací ve více generacích. Genetická variabilita je velice nezbytná pro adaptabilitu a odolnost populací, z tohoto důvodu by i chovy ohrožených druhů měly vést k co nejnižším ztrátám genetické variability (Gilbert et al., 1990).

Genetická variabilita je vytvořena mutacemi, zvětšována rekombinacemi a změněna procesy jako je selekce, genetický drift a páření. Tyto procesy jsou na jedné straně výplodem čisté náhody, jak je tomu například u genetického driftu, nebo mohou být důsledkem působení prostředí, jak je tomu například u selekce nebo mohou být pro organizmy vrozené. V ideálních podmínkách je populace v rovnováze, z čehož vyplývá, že genetické složení populace se při přenosu mezi generacemi nemění. Pokud se tyto ideální podmínky změní, jak je tomu například v běžném životě organismů, mění se i reprodukční schopnosti genotypů, čímž je ovlivněna i genotypová frekvence (Townsend et al., 2010).

Následkem toho je snížení heterozygotnosti populace, která může být způsobena i příbuzenským pářením a zároveň se tak zvyšuje i pravděpodobnost inbrední deprese. Spolu s nižší heterozygotností se snižuje i obranyschopnost a adaptibilita příslušníků dané populace, ta je pak opět vystavena vysokému riziku vyhynutí (Reed et al., 2003)

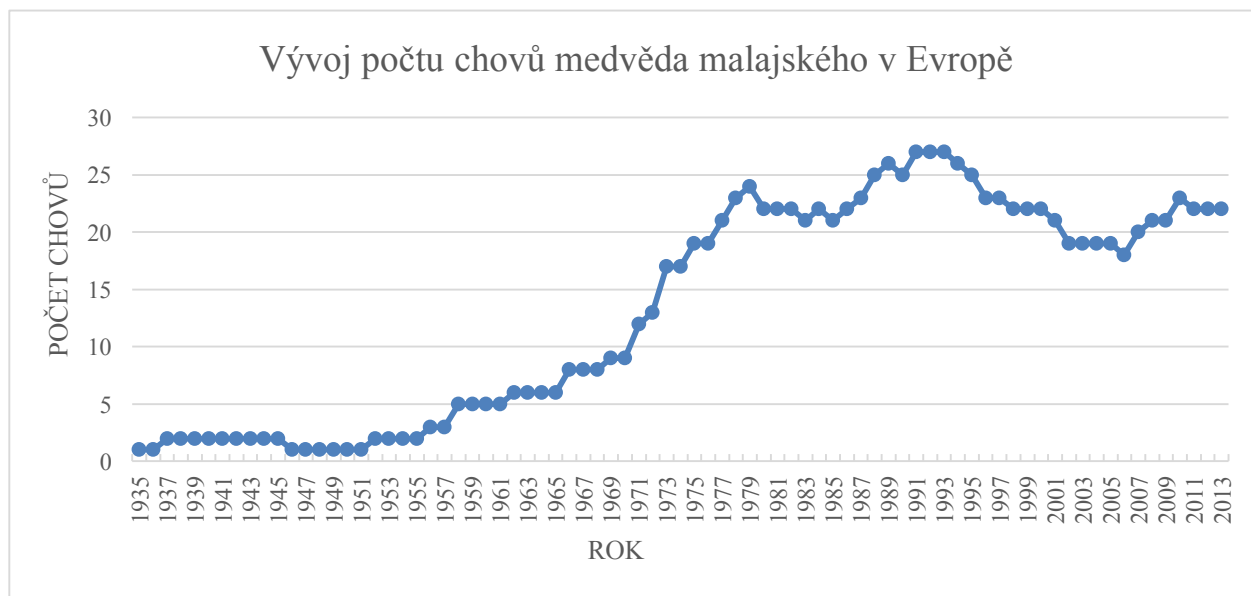
## **3.8 HISTORIE A VÝVOJ CHOVU V EVROPĚ**

### **3.8.1 HISTORIE CHOVU V EVROPĚ**

Historie chovu medvědů malajských se v Evropě začala psát v roce 1935, kdy 11. května byla do frankfurtské zoo přivezena samice Maja, která pocházela z volné přírody. Další zoologickou zahradou, která začala chovat medvědy malajské, byla zoo ve švýcarské Bazileji, kam byly dne 12. června 1937 dovezeny hned tři exempláře tohoto druhu, z čehož byl jeden samec a dvě samice. Transportem o devět dní později byla přivezena do Bazileje samice Braune a o dalších devět dní později dorazily ještě další dvě samice. Třetí evropskou zahradou chovající tento druh se dne 27. července 1952 stala zoo v tehdy východoněmeckých Drážďanech, kam byl přivezen samec jménem Jonny (Kolter, 2013).

První mládě narozené na evropském kontinentě přišlo na svět ve švýcarské Bazileji 9. května 1960, avšak ještě téhož dne uhynulo. O pět dní později se narodilo druhé mládě, které mělo bohužel stejný osud jak mládě první. Úplně prvním přeživším mládětem byl sameček Tien, který se narodil 30. srpna 1961 v Tierpark Berlín. Tato zahrada zároveň obsadila i další dvě místa v úspěšném odchovu medvědů malajských v Evropě. Dne 28. června 1964 se zde narodila první samička Toba, jenž byla sestrou prvního odchovaného samečka v Evropě. Dalo by se tedy říci, že první úspěšným párem, co se týká odchovů, byli samice Tschita a samec Oskar. O pár měsíců později, dne 23. listopadu přišlo na svět třetí přeživší mládě v Evropě, v celkovém pořadí páté evropské. Byla jím samička Michalinka, která se narodila také v Tierparku Berlín (Kolter, 2013).

**Graf č. 1:** Vývoj počtu chovů medvěda malajského v Evropě



(Zdroj: Kolter, 2013)

Z výše uvedeného grafu je patrné, že od založení prvního chovu v Evropě měl počet jednotlivých chovů rostoucí tendenci. Nejvíce chovů bylo v letech 1991 až 1993 a to dvacetsedm. Od té doby počty chovů začaly klesat, až klesly na úroveň osmnácti chovů v roce 2007. Následně chovy opět přibývaly. V současné době je v Evropě 22 zoologických zahrad, které se zabývají chovem medvědů malajských (údaje k 31. 12. 2013).

### 3.8.2 HISTORIE CHOVU V ČR

Chov medvědů malajských v České republice se datuje 23. května 1987 v Zoo v Ústí nad Labem, kam z Vietnamu přicestovaly samice Misutka a Lotynka, ke kterým o několik měsíců později dne 19. listopadu 1987 přibyl ještě samec Toto. Všichni tři jedinci pocházeli z volné přírody. Tím byl založen první chov medvědů malajských na našem území. Druhou zahradou chovající medvědy malajské se dne 10. června 1988 stala Zoo v Olomouci, kam byli dopraveni z Vietnamu dva jedinci rovněž pocházející z volné přírody a to samec Oskar a samice Bara. Třetí institucí, které se podařilo získat medvědy malajské, byla Zoo v Jihlavě, kam byli 25. ledna 1989 dovezeni rovněž z Vietnamu samec Wang a samice Li (Kolter, 2013).

První mládě, které se narodilo v České republice, přišlo na svět v prvním českém chovu v Ústí nad Labem 2. prosince 1992, bohužel však žilo pouze 11 dní. Prvním odchovaným mládětem byla samička Bora, která pocházela od stejných rodičů a narodila se 10. května 1993. Na první mládě odchované v ČR čekali chovatelé téměř šest let. Druhé odchované mládě se narodilo v Olomouci 28. října 1995 a byl jím sameček Tedy. Třetí české mládě přišlo na svět opět v Ústí nad Labem. Mládě se narodilo stejným rodičům jako dvě předchozí (první u nás, první odchované) 26. září 1997 a byl jím sameček Cecil (Kolter, 2013).

### **3.8.3 SOUČASNOST CHOVŮ V EVROPĚ - K 31. 12. 2013**

#### **Burgers'Zoo, Arnhem, Nizozemí**

Chov v této zahradě začal dne 13. května 1974, kdy sem dorazily tři samice. Do současné doby se zahrada žádného úspěšného, ale ani neúspěšného odchovu nedočkala.

#### **Zoologischer Garten Basel, Bazilej Švýcarsko**

Chov medvědů malajských v této zahradě začal dne 12. června 1937, kdy sem byly dovezeny hned tři exempláře tohoto druhu, z čehož byl jeden samec a dvě samice. Transportem o devět dní později byla do Bazileje přivezena samice Braune a o dalších devět dní později dorazily ještě dvě samice.

#### **City of Belfast Zoo, Belfast, Severní Irsko**

První medvěd malajský, který byl v této zahradě chován, přišel 9. listopadu 1997 z frankfurtské zoo a byla jím ústecká samice Bora. Samec sem dorazil až v roce 2011 ze Singapuru. Zahrada se zatím nedočkala žádného odchovu.

#### **Tierpark Berlin-Friedrichsfelde GmbH, Berlín, Německo**

Tierpark začal s chovem 4. května 1956 příchodem samice Tchity. Prvního odchovu se zahrada dočkala 4. dubna 1961. Celkem se zahrada dočkala 51 mlád'at, z nichž se pouhých dvacet podařilo odchovat. Naprostá většina mlád'at uhynula v den narození, jiní se nedožili ani jednoho roku.

### **Zoologischer Garten Berlin AG, Berlín, Německo**

Berlínská zoolgická zahrada založila svůj chov 17. května 1955 a za svou historii se dočkala celkem patnácti mláďat, z nichž se většinu podařilo odchovat. Nepodařilo se odchovat pouze šest mláďat.

### **Colchester Zoo, Colchester, Anglie**

V této zahradě začali s chovem poměrně nedávno, a to dne 9. září 2010. Jelikož jde o poměrně mladý chov, zatím zde nemají žádný chovatelský úspěch v podobě odchovu.

### **Zoo Děčín, Děčín, Česká republika**

Děčínská zahrada je jedním z nejmladších chovů v Evropě. První zvířata sem připutovala 6. června 2012 a zatím nemají žádný odchov, jelikož jde o starou samici bez samce.

### **Edinburgh Zoo-Scottish National Zoo, Edinburgh, Skotsko**

Tato zahrada začala chovat medvědy malajské dne 1. června 2010 příchodem dvou samců z volné přírody.

### **Safaripark Beekse Bergen, Hilvarenbeek, Nizozemí**

V této zahradě začali chovat medvědy 28. září 1989. Do dnešní doby nedošlo k žádnému odchovu.

### **Zoologická zahrada Hodonín, Hodonín, Česká republika**

Hodonínská zahrada začala s chovem 10. září 2008 a dosud neměla žádný odchov, jelikož chovala a i nadále chová jednu starou samici.

### **Zoologická zahrada Jihlava, Jihlava, Česká republika**

Jihlavská zahrada, které se podařilo získat medvědy malajské 25. ledna 1989. Medvědi připutovali z Vietnamu. Jihlavská zahrada doposud na svůj odchov čeká.

### **Cologne Zoo, Kolín nad Rýnem, Německo**

Chov v kolínské zoo začal 28. prosince 1983. Za celou její historii měla zahrada celkem deset odchovů, z nichž osm bylo úspěšných.

### **Espace Zoolog de St-Martin-la-Plaine, Rhone, Francie**

Historie chovu v této zahradě se začala psát 1. ledna 1973. Za dobu historie měla celkem dva odchovy, z nichž jeden byl úspěšný.

### **Miejski Ogrod Zoologiczny w Lodz, Lodž, Polsko**

Chov v lodžské zoo začal 27. ledna 1999 a za celou dobu se zahrada zatím nedočkala žádného odchovu.

### **Zoo Aquarium de Madrid, Madrid, Španělsko**

V Madridu začali medvědy malajské chovat 5. října 1971. Narodila se jim zde dvojčata, která se bohužel nepodařilo odchovat.

### **Westfälischer Zoologischer Gtn Münster, Münster, Německo**

Chov v této zahradě začal 11. března 1974. Za dobu jeho působení v této zahradě měli celkem pět odchovů, z nichž dva byly úspěšné.

### **Nyíregyházi Állatpark Nonprofit KFT, Sostofurdo, Maďarsko**

V této zahradě se jedná o poměrně mladý chov, který začal 4. prosince 2009. Zatím tato maďarská zahrada neměla žádný odchov.

### **Zoologická zahrada Olomouc, Olomouc, Česká republika**

Druhý nejstarší chov medvědů malajských v České republice začal dne 10. června 1988. Byli sem dopraveni z Vietnamu dva jedinci pocházející z volné přírody, a to samec Oskar a samice Bara.

### **Touroparc, Rhone, Francie**

Chov v této zahradě začal 7. prosince 1981 a za dobu jeho fungování zde měli dva úspěšné a jeden neúspěšný odchov.

### **Parc Zoologique de Tregomeur, Tregomeur, Francie**

Další z mladých evropských chovů začal dne 23. ledna 2007. Dosud zde neměli žádný odchov.



### **Zoo Ústí nad Labem, Ústí nad Labem, Česká republika**

Chov medvědů malajských v Ústí nad Labem začal 23. května 1987, z Vietnamu sem přicestovaly samice Misutka a Lotynka, ke kterým o několik měsíců později přibyl ještě samec Toto. Všichni tři jedinci pocházeli z volné přírody. Tím byl založen první chov medvědů malajských na našem území.

### **Zagreb Zoo, Záhřeb, Chorvatsko**

Chov medvědů malajských začal v záhřebské zoo 20. července 2000. Doposud se zde nedočkali žádného odchovu.

## 4. MATERIÁLY A METODIKA

### 4.1 MATERIÁL

Pro přepis plemenné knihy k následné analýze byl zvolen program Microsoft Excel, z jehož pomoci byly do tabulky přepsány veškeré potřebné údaje, které dále slouží k následným výpočtům.

Pro výpočet odhadu  $F_x$  byl zvolen statistický program SAS. Pomocí procedury IINBREED byl vypočítán odhad koeficientu inbreedingu  $F_x$  pro všechny jedince na základě údajů uvedených v plemenné knize, tedy pro všechny žijící i nežijící medvědy malajské v zoo v několika generacích od začátku chovů až do 31. 12. 2013.

#### 4.1.1 PLEMENNÁ KNIHA

Hlavním zdrojem pro analýzu evropského chovu medvěda malajského byla Evropská plemenná kniha European Regional Malayan Sun Bear Studbook *Helarctos malayanus*, jejímž vedením je pověřena Zoo Kolín v Německu, která byla uzavřena 31. 12. 2013. V plemenné knize jsou zapsáni všichni dohledaní jedinci daného druhu, kteří jsou drženi v lidské péči od evidovaných počátků chovu do daného data analýzy. Plemenné knihy lze obecně rozdělit na mezinárodní a regionální (Kolter, 2013).

**Mezinárodní** – zahrnují informace o jedincích daného druhu chovaných institucemi celého světa

**Regionální** – v případě evropských institucí je regionální plemennou knihou tzv. ESB neboli European Studbook, jenž často bývá předstupněm Evropského záchovného programu (EEP).

Plemenné knihy lze rovněž rozdělit nejen podle jejich obsahu, ale i podle kompetencí jejich vedoucího. V ESB - European Studbook neboli Evropská plemenná kniha, její vedoucí neřídí přímo chov daného druhu, ale je poradním hlasem v případě sestavování geneticky nepřibuzných párů či při přesunu zvířat v rámci zahrad, které jsou v ESB zařazeny. U medvěda malajského je tímto poradním hlasem Lydia Kolter. Dalo by se říci, že ESB je předstupněm EEP - European Endangered Species Programmes - Evropský záchovný program. Do EEP je daný druh většinou

zařazován na základě doporučení vedoucího plemenné knihy ESB. Děje se tak pro větší kontrolu chovu a pro přímé centrální řízení chovu.

V EEP se nehovoří o vedoucím plemenné knihy, ale o tzv. koordinátorovi evropského chovu. Ten řídí chov na evropské úrovni a organizuje přesuny a spárování zvířat v jednotlivých evropských chovech.

O tom, kdo Evropskou plemennou knihu povede, a zda bude vůbec založena, rozhodují odborné komise organizace EAZA (Evropská asociace zoologických zahrad a akvárií). Návrh pak definitivně schválí výkonný orgán této asociace, jímž je EAZA Office (EAZA, 2015).

V případě evropského chovu medvěda malajského jsou tedy informace shromažďovány v ESB (Kolter, 2015).

#### 4.1.2 STAVY ZVÍŘAT V EVROPSKÝCH ZOOLOGICKÝCH ZAHRADÁCH K 31. 12. 2013

K 31. 12. 2013 bylo v evropských zoo chováno celkem žijících jedinců MM, z čehož bylo 17 samců a 31 samic. Medvědi malajští byli chováni ve 22 institucích v Evropě. V České republice se chovem těchto zvířat zabývalo celkem pět zoologických zahrad, přičemž ve dvou z nich byly chovány pouze starší samice - jedna v Děčíně a druhá v ZOO Hodonín. Avšak pouze v zoologických zahradách v Jihlavě, Olomouci a Ústí nad Labem byla úspěšně odchována mláďata (viz tabulka č. 3).

Tabulka č. 3: Početní stavy žijících zvířat v evropských zoologických zahradách k 31. 12. 2013.

Zoologická zahrada	Počet samců	Počet samic	Zoologická zahrada	Počet samců	Počet samic
Burgers'Zoo, Arnhem, Nizozemí	1	2	Cologne Zoo, Kolín, Německo	1	3
Zoologischer Garten Basel, Bazilej Švýcarsko	0	1	Espace Zoolog de St-Martin-la- Plaine, Rhone, Francie	1	1
City of Belfast Zoo, Belfast, Severní Irsko	1	1	Miejski Ogrod Zoologiczny w Lodz, Lodž, Polsko	1	1
Tierpark Berlin-Friedrichsfelde GmbH, Berlín, Německo	1	3	Zoo Aquarium de Madrid, Madrid, Španělsko	1	1
Zoologischer Garten Berlin AG, Berlín, Německo	0	1	Westfälischer Zoologischer Gtn Munster, Munster, Německo	1	1
Colchester Zoo, Colchester, Anglie	1	1	Nyíregyházi Állatpark Nonprofit KFT, Sostofurdo, Maďarsko	0	2
Zoo Děčín, Děčín, Česká republika	0	1	Zoologická zahrada Olomouc, Olomouc, Česká republika	1	1
Edinburgh Zoo-Scottish National Zoo, Edinburgh, Skotsko	2	0	Touroparc, Rhone, Francie	0	2
Safaripark Beekse Bergen, Hilvarenbeek, Nizozemí	0	2	Parc Zoologique de Tregomeur, Tregomeur, Francie	1	1
Zoologická zahrada Hodonín, Hodonín, Česká republika	0	1	Zoo Ústí nad Labem, Ústí nad Labem, Česká republika	2	3
Zoologická zahrada Jihlava, Jihlava, Česká republika	1	1	Zagreb Zoo, Záhřeb, Chorvatsko	1	1

(Zdroj: Kolter, 2013)

## 4.2 METODIKA

### 4.2.1 PŘEPIS PLEMENNÉ KNIHY

Informace, týkající se praktické části, byly získány a následně přepsány z Evropské plemenné knihy European Regional Malayan Sun Bear Studbook, která eviduje jedince od roku 1935 vydána na začátku roku 2014 a jsou v ní data do 31. 12. 2013. Tuto plemennou knihu vede Zoologická zahrada v Kolíně nad Rýnem.

Plemenná kniha je rozdělena na několik hlavních částí. V první části je pojednáno celkově o biologii medvěda malajského, o jeho rozšíření, taxonomickém rozdělení. V druhé části jsou k nahlédnutí informace o žijících jedincích a v následující kapitole o změnách, které se udály od 1. 1. 2010 do 31. 12. 2013. V poslední části je pojednáváno o historii všech evropských chovů od jejich založení do současnosti. Je možné zde nalézt veškeré dostupné informace ohledně jednotlivých zvířat, jejich přesuny v rámci institucí atd.. Do programu excel byla přepsána tato data: registrační číslo jedince, pohlaví, datum narození, registrační čísla obou rodičů, místo narození popřípadě další přesuny, datum úhynu, místo úhynu a případný poddruh.

### 4.2.2 VÝPOČET $F_x$ – INDIVIDUÁLNÍ KOEFICIENT RODIČOVSKÉ I HISTORICKÉ POPULACE

Výpočet  $F_x$  byl vytvořen v programu SAS v proceduře INBREED a MATING. Výpočty koeficientu  $F_x$  byly rozděleny do dvou samostatných a vzájemně na sebe navazujících okruhů.

**První okruh - Inbreeding Coefficients of Individuals** – výpočet individuálního koeficientu  $F_x$  pro všech 212 žijících a nežijících samců a samic, kteří jsou evidováni v evropské plemenné knize k datu 31. 12. 2013. Ve výpočtu nebyli zahrnuti jedinci neznámého pohlaví.

**Druhý okruh - Inbreeding Coefficients of Matings - pro Evropu** – výpočet koeficientu  $F_x$  pro potomky, kteří se mohou teoreticky narodit z kombinace následných páření všech 48 žijících rodičů chovaných v Evropě (17 samců a 31 samic).

Všechny potřebné údaje o jedincích vedených v plemenné knize byly zadány do programu SAS, z tohoto množství byl vypočten koeficient inbreedingu pro všechny žijící i nežijící medvědy malajské zapsané v plemenné knize.

### 4.2.3 VÝPOČET $F_x$ - POTOMCI

Inbreedingem neboli příbuzenskou plemenitbou je rozuměno páření dvou jedinců, jejichž stupeň příbuznosti je vyšší nežli průměrně náhodný stupeň v celé populaci (Jakubec et al., 2010). V případě vysokého stupně příbuznosti se zvyšuje homozygotnost populace, což znamená, že daný znak je zastoupen pouze jedním typem alel, přičemž se může jednat o homozygotnost dominantní či recesivní.

Pro stanovení koeficientu  $F_{(x)}$  neboli intenzity inbreedingu je obecně používán následující vzorec, jehož výsledek je uváděn v absolutních hodnotách nebo procentech. Výpočet pomocí následujících vzorců je však vhodný spíše pro menší soubory dat. V případě velkého množství dat, byl použit pro snazší a rychlejší výpočet výše zmiňovaný statistický program SAS.

$F_x = 0,5 \frac{n_1 + n_2 + 1}{n_1 + n_2 + 1} (1 + F_a)$  -  $F_x$  je koeficient inbreedingu sledovaného jedince x.

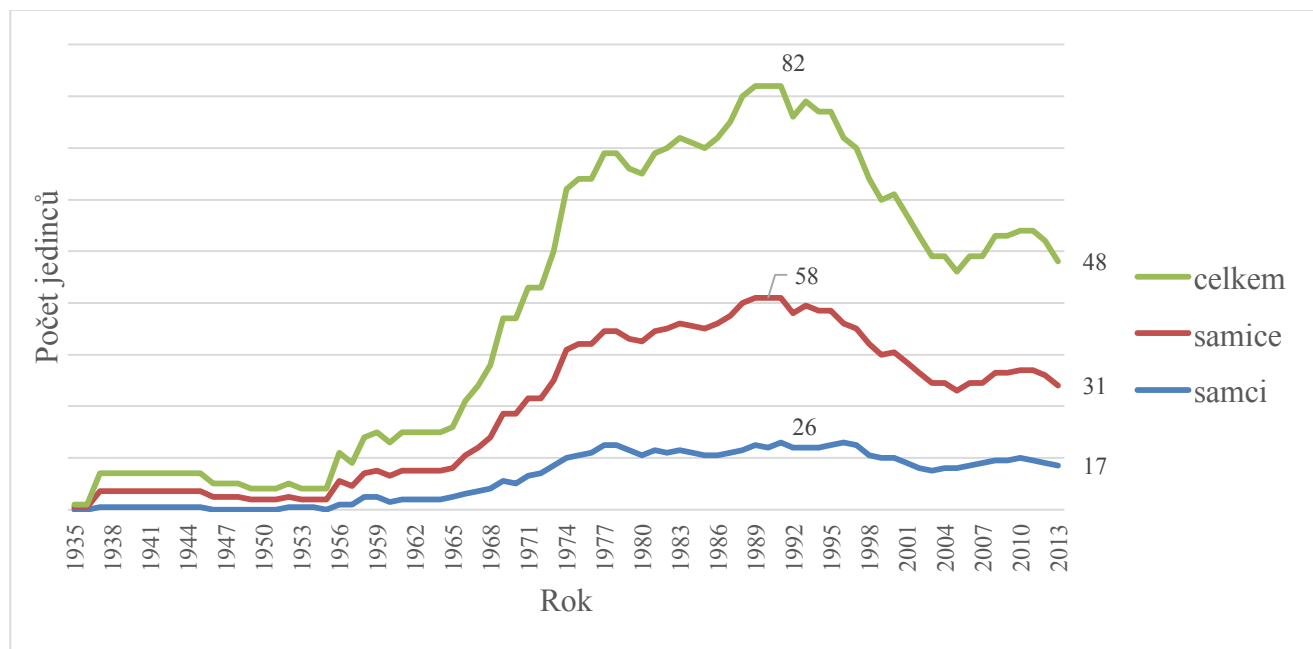
-  $n_1$  a  $n_2$  je počet volných generací mezi společným předkem a jedincem x ze strany otce a matky.

-  $F_a$  je koeficient inbreedingu společného předka obou rodičů

## 5. VÝSLEDKY

### 5.1 VÝSLEDKY PRO PRVNÍ CÍL - VÝVOJ POČETNÍCH STAVŮ MEDVĚDŮ MALAJSKÝCH

Graf č. 2: Vývoj evropského chovu medvěda malajského



Od založení evropského chovu měly početní stavy spíše celkovou rostoucí tendenci (graf č. 2). K významnějšímu zvratu došlo v 90. letech 20. století kdy rostoucí tendence začala stagnovat a následně stavy zvířat začaly klesat. Mezi lety 1991 až 2005 došlo k výraznému propadu celkového počtu zvířat, a to téměř o 44 % na 46 jedinců. Od té doby celkový počet zvířat mírně narůstá. V 80. letech se narodilo v evropských chovech vůbec nejvíce jedinců a to 41, z nichž se více než jednoho roku dožilo pouze 16. Od roku 1985 se situace v úspěšných odchovech obrátila a v evropských institucích se daří úspěšně odchovat zhruba dvě třetiny narozených mláďat. V době nejvyšších počtů byl v evropských institucích chován více jak dvojnásobný počet samic oproti samcům.

**Tab. č. 4:** Věkové zastoupení žijících samců *Helarctos malayanus*

Věk	Počet jedinců	Zastoupení v %
1-5 let	1	5,88 %
6-10 let	5	29,41 %
11-15 let	2	11,76 %
16-20 let	4	23,52 %
21-25 let	2	11,76 %
26-30 let	3	17,64 %
<b>celkem</b>	<b>17</b>	<b>100 %</b>

Z tabulky č. 4 je patrné, že největší podíl v žijící populaci samců, jsou samci od šesti do deseti let. Z tabulky rovněž vyplývá, že téměř 76 % žijící samčí populace je v produktivním věku, který byl v tomto případě stanoven na skupiny 6-25 let a to podle záznamů uvedených v plemenné knize.

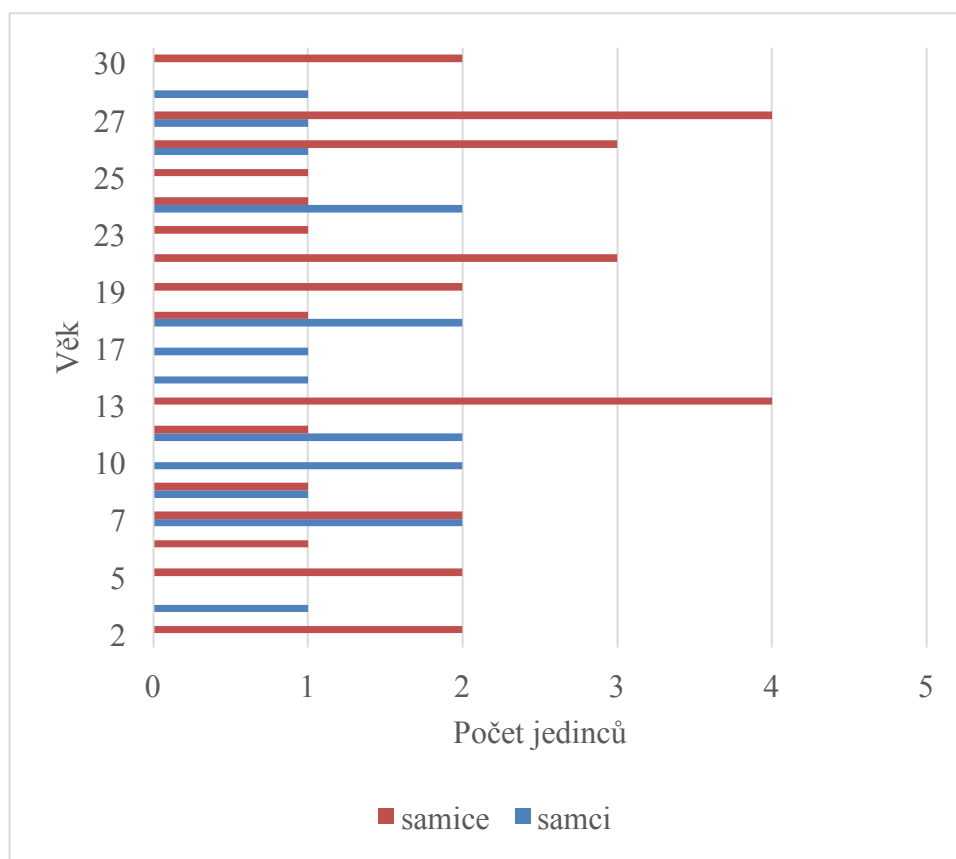
**Tab. č. 5:** Věkové zastoupení žijících samic *Helarctos malayanus*

Věk	Počet jedinců	Zastoupení v %
1-5 let	4	12,90 %
6-10 let	4	12,90 %
11-15 let	5	16,12 %
16-20 let	6	19,35 %
21-25 let	3	9,67 %
26-30 let	9	29,03 %
<b>celkem</b>	<b>31</b>	<b>100 %</b>



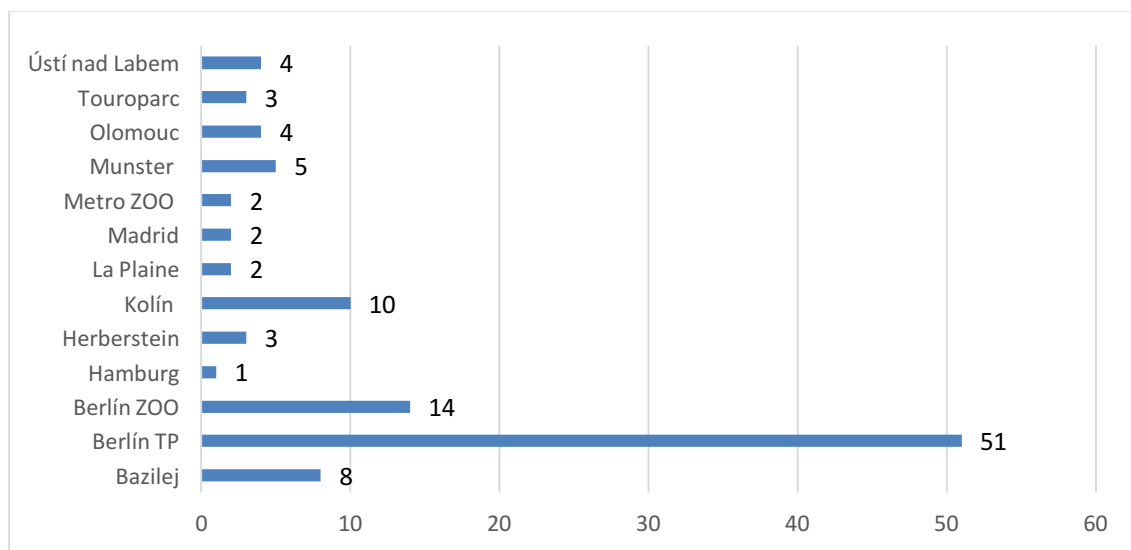
Tabulka č. 5 výše nám ukazuje věkové zastoupení žijících samic medvěda malajského, u nichž byl produktivní věk podle záznamů v plemenné knize stanoven na 4-25 let, což v našem případě zahrnuje 58% žijící populace samic. Nemalou skupinu 29% zde tvoří i samice, které už ve svém věku rodí jen výjimečně.

**Graf č. 3:** Věk a počet žijících jedinců k 31. 12. 2013



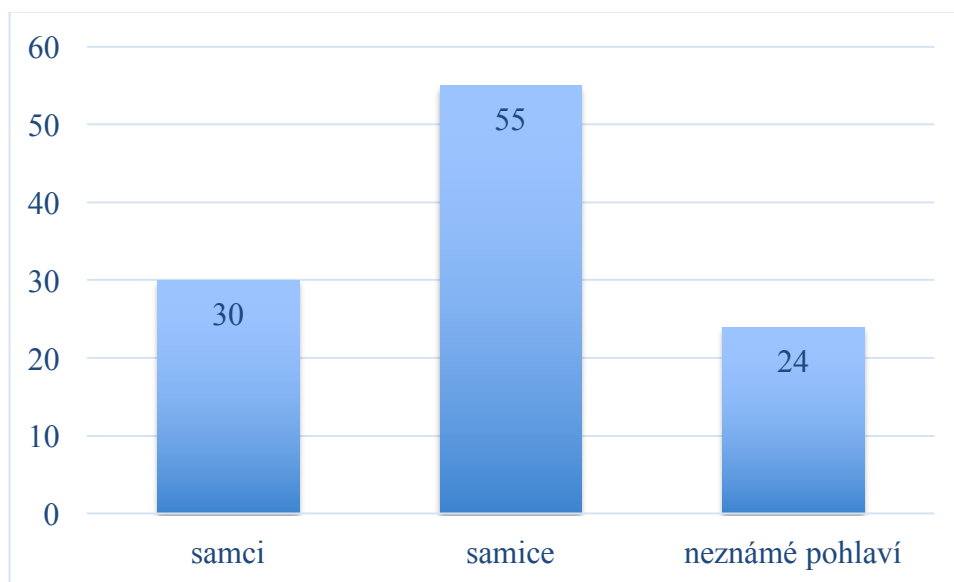
V Evropě bylo chováno k 31. 12. 2013 celkem 48 jedinců – 17 samců a 31 samic. Na grafu č. 3 je vidět věková struktura chovaných jedinců.

**Graf č. 4:** Počty narozených mláďat v jednotlivých evropských zoo

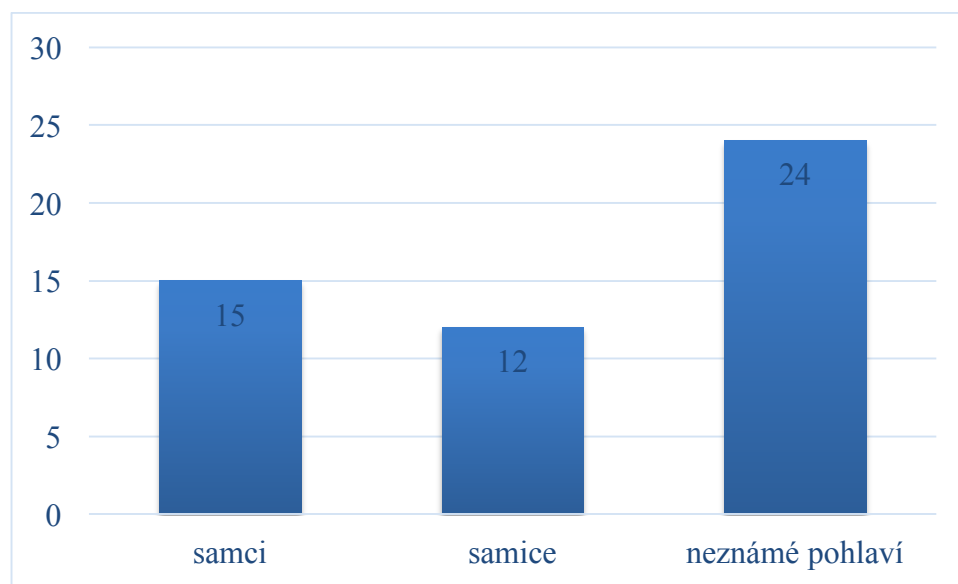


Jak vyplývá z grafu č. 4 nejúspěšnější z hlediska odchovů byl Tierpark Berlin. U nás se narodilo k 31. 12. 2013 celkem 8 mláďat.

**Graf č. 5:** Počty narozených mláďat v evropské populaci - rozdělení dle pohlaví



**Graf č. 6:** Počet uhynulých mláďat v prvním roce



Jak je patrné z grafu č. 5 a č. 6 v evropských chovech se rodilo výrazně více samic než samců. Mláďata neznámého pohlaví všechna uhynula v prvním roce života a to především hned v prvním dni. Z celkem 30ti narozených samců přežilo pouze 50 %. U samic byla situace podstatně příznivější. Z 55ti samic uhynulo pouze necelých 22 %.

## 5.2 VÝSLEDKY PRO STANOVENÍ DRUHÉHO CÍLE

### 5.2.1 VÝPOČTY KOEFICIENTU Fx

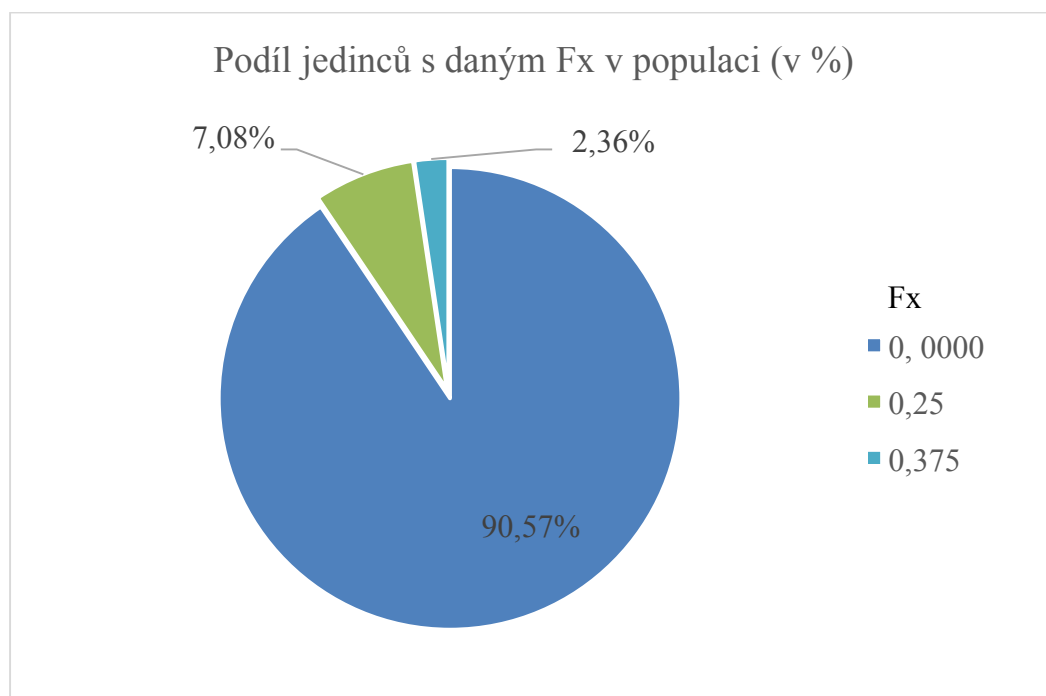
Tab. č. 6: Individuální Fx evropského chovu 1935 až 2013

Hodnoty koeficientu Fx	0,0000	0,25	0,375
Počet hodnocených jedinců	192	15	5
Mezisoučet Fx pro každou hodnotu	0	3,75	1,875
Podíl jedinců s daným Fx v populaci (v %)	90,57%	7,08%	2,36%
Celkový Fx hodnocené populace (v %)	$5,625 : 212 = 0,0265 \times 100 = 2,65 \%$		

V tabulce č. 6 jdou nashromážděna data pro 212 hodnocených jedinců z evropských chovů. Ve výpočtu nebyli zařazeni jedinci neznámého pohlaví. Průměrný koeficient Fx pro celou evropskou populaci činil 2,65 % (viz příloha č. 3 tabulka č. 7).

Výsledky získané jako výstup ze statistického programu SAS ukazují, že v dané populaci medvědů malajských *Helarctos malayanus* je průměrná hodnota inbreedingu Fx 2,65 %. V této populaci se vyskytovala nejvyšší hodnota Fx 37,5 % a to u pěti jedinců. Ve 192 případech byla vypočítána nulová hodnota koeficientu příbuzenské plemenitby. Toto je výsledkem zejména vysokého variačního koeficientu, který je důsledkem nesourodosti a neúplnosti statistického souboru. To je zřejmě zapříčiněno velkým počtem jedinců pocházejících z volené přírody, u nichž chybí data o jejich původu.

**Graf č. 7:** Četnost koeficientu Fx v dané populaci



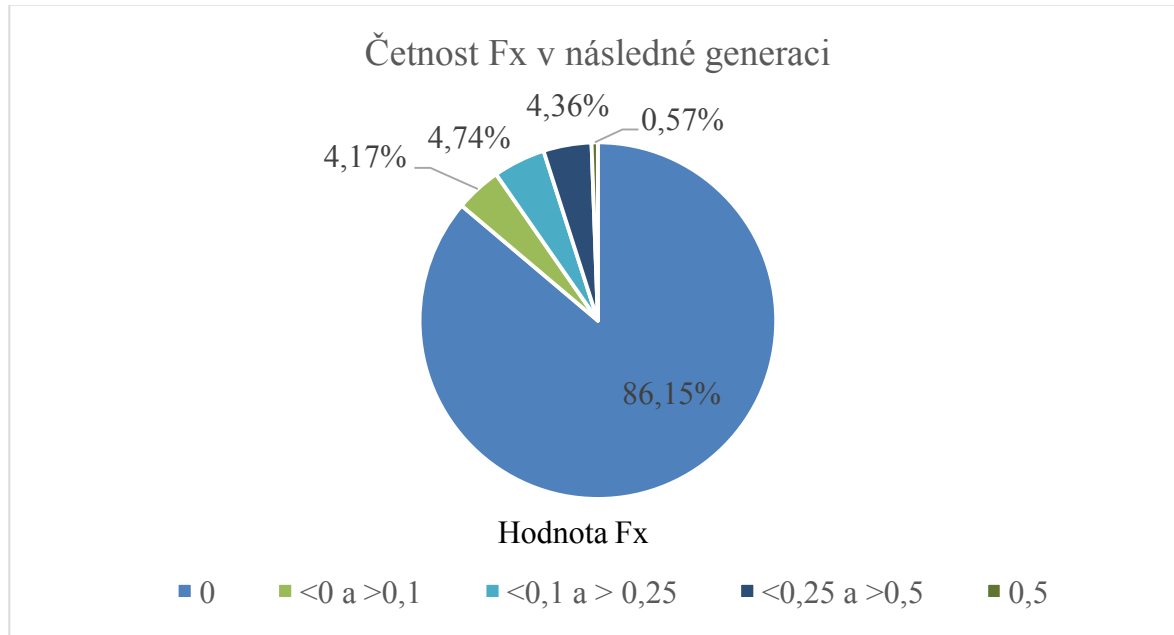
V grafu č. 7 jsou přehledně zobrazeny údaje z tabulky č. 6. V populaci jedinců vedených v plemenné knize je 90,57 % jedinců s hodnotou koeficientu Fx 0. Více jak 7 % populace má hodnotu koeficientu Fx 0,25. Zbývá 2,26 % má nejvyšší vypočítanou hodnotu koeficientu Fx 0,375.

**Tab. č. 8** Přehled Fx pro potomky z následných páření ( 527 potomků)

Hodnoty koeficientu Fx	0	0,0156	0,0234	0,0313	0,0352	0,0469	0,0938	0,125
Počet hodnocených jedinců	454	8	3	6	1	1	3	16
Podíl jedinců s daným Fx v populaci (v %)	86,15%	1,52%	0,57%	1,14%	0,19%	0,19%	0,19%	3,04%
Mezisoučet pro každou hodnotu	0	0,1248	0,0702	0,1878	0,0352	0,0469	0,2814	2
Hodnoty koeficientu Fx	0,1875	0,2031	0,2188	0,25	0,375	0,4375	0,4688	0,5
Počet hodnocených jedinců	3	4	2	16	3	1	3	3
Podíl jedinců s daným Fx v populaci (v %)	0,57%	0,76%	0,38%	3,04%	0,57%	0,19%	0,57%	0,57%
Mezisoučet pro každou hodnotu	0,5625	0,8124	0,4376	4	1,125	0,4375	1,4064	1,5
Celkový Fx hodnocené populace (v %)	$13,03 : 527 = 0,0247 \times 100 = 2,472 \%$							

Jak vyplývá z tabulky č. 8 následně byla data podrobena možným kombinacím jednotlivých žijících jedinců. Zkombinováno bylo 527 možných párů. Zde byla průměrná hodnota inbreedingu Fx 2,472 %. V následné generaci tedy došlo k mírnému navýšení průměrné hodnoty koeficientu inbreedingu o 0,092 %. U 454 možných potomků byl koeficient vypočítán na hodnotu Fx = 0. Maximální hodnota koeficientu Fx = 0,5 vyšla v případě třech párů, a to konkrétně párů: samce 205 se samicemi 224, 232 a 239. (viz příloha č. 4 tabulka č. 9)

**Graf č. 8** Četnost Fx v následné generaci



V grafu č. 8 je znázorněna četnost výskytu jednotlivých vypočítaných Fx při sestavování párů *Helarctos malayanus* pro následnou generaci. Nejvyšší procento potomků bylo zastoupeno v nulové hodnotě koeficientu a to více jak 86 %. U 4,17 % následné generace se hodnota Fx pohybovala v rozpětí větší než nula a zároveň menší než 0,1. V 4,74 % budoucí generace se koeficient pohybuje v rozpětí větší než 0,1 a menší než 0,25. Hodnota koeficientu větší než 0,25 a menší než 0,5 se vyskytovala v 4,36 % následné generace. Nejvyšší hodnota koeficientu Fx byla vypočítána ve třech případech, což odpovídá 0,57 % budoucí generace. Do programu byla vložena sestava 31 žijících samic a 17 samců. Ze 17 samců bylo vyhodnoceno 7 jako univerzálně použitelných pro všechny samice s hodnotou koeficientu Fx = 0. Avšak pouze o 2 samcích z těchto 7 (samec164 a 240) máme k dispozici kompletní informace. Zbylých 5 samců pochází z volné přírody, čili nemáme k dispozici údaje jako je datum narození, rodiče apod.

U samic byla situace o něco lepší. Z volné přírody, tudíž bez kompletních údajů o rodičích, datu narození atd. bylo pouze sedm samic z 31.

## **6. DISKUZE**

### **6.1 DISKUZE K PRVNÍMU CÍLI - ANALÝZA EVROPSKÉHO CHOVU MEDVĚDA MALAJSKÉHO**

#### **6.1.1 VÝVOJ POČETNÍCH STAVŮ MEDVĚDŮ MALAJSKÝCH V EVROPĚ**

V grafu č. 2 je zobrazen vývoj evropského chovu, který na tomto kontinentě započal roku 1935. Z počátku byl chov medvěda malajského spíše vedlejší záležitostí bez přímo cíleného odchovu mláďat. K výraznějšímu posunu v této oblasti došlo po roce 1960, kdy se začaly celkové počty chovaných jedinců navyšovat a došlo i k historicky prvnímu odchovu medvěda malajského v lidské péči na území Evropy. Během následujících několika desetiletí postupně docházelo ke zdokonalování podmínek chovu, uzpůsobování výběhů apod., ke snižování stresu a stereotypního chování s cílem vyšší reprodukce a úspěšného odchovu mláďat. Toto tvrzení je v souladu s tím, co uvádějí Tan et al. (2012).

V roce 1990 byl evropský chov na svém vrcholu. V tu dobu bylo chováno celkem 82 jedinců, z čehož bylo 58 samic a 24 samců. Nejvíce samců v evropském chovu bylo v roce 1996 a to 26. V letech 1991 - 1993 bylo zároveň v Evropě nejvíce institucí chovajících medvěda malajského (graf č. 1).

Od této doby stavy zvířat v evropských institucích začaly klesat (Kolter, 2013). Dle mého názoru to bylo zapříčiněno omezením importovaných zvířat z volné přírody a zároveň postupným stárnutím populace.

#### **6.1.2 VĚKOVÁ STRUKTURA EVROPSKÉHO CHOVU MEDVĚDA MALAJSKÉHO V ZOO**

V evropském chovu bylo k 31. 12. 2013 chováno celkem 48 jedinců - 17 samců a 31 samic. Z námi sledované populace je 35 % samců a 65 % samic. Z hlediska reprodukce je situace příznivější na straně samců. U samic je téměř 30 % v postreprodukčním věku nebo ve věku kdy se odchovy daří jen velmi výjimečně. Tyto údaje jsou shodné s informacemi, které uvádí Kolter (2013).



### 6.1.3 PORODY MLÁĐAT

V evropském chovu dosáhl celkový počet narozených mláďat hodnoty 109 jedinců. Téměř 47 % těchto jedinců se narodilo v Tierpark Berlin, který je z historického hlediska nejúspěšnější institucí s počtem narozených mláďat (graf č. 4). Z počtu 109 jedinců se narodilo 27,5 % samců, 50,5 % samic a 22 % jedinců neznámého pohlaví. Z narozených jedinců přežilo 15 samců a 43 samic. Uhynulo tedy 50 % narozených samců a 22 % samic. Z toho vyplývá, že samice jsou životaschopnější a rodí se více než samci. Tak vysokou úmrtnost lze vysvětlit tím, že v lidské péči jsou zvířata ovlivňována výraznými vnějšími vlivy (stres, podmínky chovu, lidský element, výživa, věk při porodu apod.). Tyto aspekty nejsou u zvířat v lidské péči, zejména zoologických zahradách, otázkou jen medvědů malajských, ale týkají se i jiných živočišných druhů.

Porody probíhaly v průběhu celého roku, není zde vyzorována sezónnost. Tento fakt je shodný s tím, jak porody probíhají ve volné přírodě, což uvádí Fredrick et al. (2010). Podle Schwarzenberger et al. (2004) rodí samice nejčastěji jedno mládě. Toto tvrzení se potvrdilo i analýzy v této práci. První porody probíhají nejčastěji v pátém roce života samice, což je v souladu s tvrzením Meijaard et al. (2005).

## **6.2 DISKUZE K DRUHÉMU CÍLI – INDIVIDUÁLNÍ KOEFICIENT Fx**

V evropské populaci čítající 212 jedinců byla zjištěna průměrná hodnota Fx 2,65 %. V tomto výpočtu byli zahrnuti žijící i nežijící jedinci. Jedinci neznámého pohlaví zde zahrnuti nebyli. Tento fakt není v přímé souvislosti s tím co, uvádí Kolter (2013). Ta uvádí, že diverzita populace se pohybuje okolo 90 %. V tomto případě je diverzita ještě vyšší. Avšak je nutné podotknout, že 192 jedinců dosahovalo hodnoty Fx 0 což může být následkem neúplnosti dat v plemenné knize a to zejména v důsledku neznámého původu značné části populace. Z toho vyplývá, že průměr v % zvyšuje pouze 20 jedinců, což odpovídá 8,5 % celé evropské populace.

## **6.3 DISKUZE KE TŘETÍMU CÍLI - KOEFICIENT Fx U NÁSLEDNÉ GENERACE**

V následné generaci je možné sestavit ze 48 žijících samců a samic celkem 527 párů. Z těchto párů by případně vznikl stejný počet jedinců, u nich by průměr odhadovaného Fx činil 2,47 %. U 454 by potomků dosahovala hodnota koeficientu Fx 0. Tři jedinci z následné generace by měli velmi rizikové hodnoty Fx 0,5. Tito konkrétní jedinci by vznikli spojením samce č.205 se samicemi č. 224, 232 a 239. Dle mého názoru by bylo vhodné se tomuto spojení vyhnout. Tyto závěry nejsou v současné době porovnatelné s jiným autorem, protože nebyly v jiných publikacích uváděny.

**Tab č. 10** Odhad inbreedingu případných potomků v existujících skupinách v Evropě

Zoologická zahrada	Odhady Fx pro potomky	Aktuální situace chovné skupiny	Početní stavy	Poznámka
Burgers' Zoo, Arnhem, Nizozemí	0,000%	Bezproblémová	1.2	
Zoologischer Garten Basel, Švýcarsko	0,000%	Bezproblémová	0.1	Chov bez samce
City of Belfast Zoo, Belfast, Severní Irsko	0,000%	Bezproblémová	1.1	
Tierpark Berlin-Friedrichsfelde GmbH, Německo	37,5 %; 0 %; 50 %	Nejhorší v Evropě	1.3	
Zoologischer Garten Berlin AG, Německo	0,000%		0.1	Chov bez samce
Colchester Zoo, Anglie	0,000%	Bezproblémová	1.1	
Zoo Děčín, Česká Republika	0,000%		0.1	Chov bez samce
Edinburgh Zoo-Scottish National Zoo, Skotsko	0,000%		2.0	Chov bez samic
Safaripark Beekse Bergen, Hilvarenbeek, Nizozemí	0,000%		0.2	Chov bez samce
Zoologická zahrada Hodonín, Česká Republika	0,000%		0.1	Chov bez samce
Zoologická zahrada Jihlava, Česká Republika	0,000%	Bezproblémová	1.1	
Cologne Zoo, Německo	0 %; 25 %; 25 %	Druhá nejhorší	1.3	
Espace Zoolog de St-Martin-la-Plaine, Rhone, Francie	0,000%	Bezproblémová	1.1	
Miejski Ogród Zoologiczny w Lodz, Polsko	18,75%	Třetí nejhorší	1.1	
Zoo Aquarium de Madrid, Španělsko	0,000%	Bezproblémová	1.1	
Westfälischer Zoologischer Gtn Munster, Německo	0,000%	Bezproblémová	1.1	
Nyíregyházi Állatpark Nonprofit KFT, Sostofurdo, Maďarsko	0,000%		0.2	Chov bez samce
Zoologická zahrada Olomouc, Česká Republika	0,000%	Bezproblémová	1.1	
Touroparc, Rhone, Francie	0,000%		0.2	Chov bez samce
Parc Zoologique de Tregomeur, Francie	0,000%	Bezproblémová	1.1	
Zoo Ústí nad Labem, Česká Republika	0%; 0%; 25%	Riziková	2.3	
Zagreb Zoo, Chorvatsko	0,000%	Bezproblémová	1.1	

Z tabulky č. 10 je patrné, že situace v existujících skupinách je v Tierpark Berlin. Situace je způsobena tím, že v chovu je pouze jedna nepříbuzná samice, jedna polosestra samce a jedna dcera. Druhým nejhorším chovem je Cologne Zoo kde jsou mimo jedné nepříbuzné samice chovány dvě dcery. Třetím nejhorším evropským chovem je Zoo Lodž, kde chovají dva polosourozence. Bylo by vhodné příbuzné jedince umístit do jiných evropských institucí. Kromě třech zmíněných případů je situace v ostatních institucích bezproblémová. Například v Edinburgh Zoo jsou chováni dva desetiletí samci, kteří pocházejí z volné přírody a mohli by být vyměněni vzájemně s Nyíregyházi Állatpark Nonprofit KFT, Sostofurdo což je jedna maďarská instituce, která chová dvě mladé samice.

Největší chovnou skupinu má zoologická zahrada v Ústí nad Labem, avšak ani tato skupina není bezproblémová. Je zde chována mladá samice, jenž je potomkem jednoho z chovaných samců a doporučoval bych jí vyměnit do jiné zahrady. V instituci jsou rovněž chováni dva jedinci na hranici reprodukčního věku.

## **7. ZÁVĚR**

### **7.1 ZÁVĚR K PRVNÍMU CÍLI - ANALÝZA EVROPSKÉHO CHOVU**

Je velice důležité věnovat se i nadále problematice záchrany medvěda malajského. Důležité je i další studium tohoto druhu a to zejména v otázce biologie druhu ve volné přírodě. Aby bylo možné i nadále zlepšovat podmínky chovu jedinců v lidské péči.

Výsledkem analýzy je, že se potvrdila hypotéza: Vzhledem k malé chovatelské základně je výskyt inbreedingu v evropských chovech medvěda malajského reálný. Jak je vidno v tabulce č. 6 v evropských institucích a celkově evropském chovu je výskyt reálný a potvrzený.

Výrazným problémem je i celkové stárnutí populace, které povede k většímu zúžení chovatelské základny a tím i k vyšší pravděpodobnosti výskytu inbreedingu. Důležité je centrální řízení chovu, aby například v některých institucích nebyli chováni jedinci stejného pohlaví v reprodukčním věku. Problémem může být určitá fixovanost zahrad na odchované či dlouho chované jedince.

Určitým přínosem pro rozšíření chovatelské základny by mohl být import jedinců z ostatních institucí mimo Evropu.

### **7.2 ZÁVĚR K DRUHÉMU A TŘETÍMU CÍLI - VÝPOČTY KOEFICIENTU $F_x$**

V evropském chovu medvěda malajského (*Helarctos malayanus*) se podařilo analyzovat stav chovu k 31. 12. 2013. Hodnoty  $F_x$  v evropském chovu mohou být do jisté míry zkresleny neúplností údajů v plemenné knize. Hodnotu 0,000  $F_x$  má 192 jedinců což představuje 90,5 % populace.

Cílem této práce rovněž bylo vypočítat míru vyskytujícího se inbreedingu v následné generaci. Průměrná hodnota  $F_x$  byla 2,47 %.

V práci byla stanovena hypotéza: „Vzhledem k malé chovatelské základně je výskyt inbreedingu v evropských chovech medvěda malajského reálný“. Na základě získaných výsledků byla hypotéza potvrzena.

## 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

**Allendorf, F. W., Luikart, G., Aitken, S. N. 2012.** Conservation and the genetics of populations. John Wiley & Sons. Chichester. p. 630. ISBN: 9781118408568.

**Bezdiček, J., Šubrt, J., Louda, F. 2010.** Projev inbrední deprese u znaků mléčné užitkovosti. Agrovýzkum Rapotín s. r. o.. Rapotín. 46 s. ISBN: 9788087144084.

**Craighed, L. 2000.** Bears of the World. Voyageur Press. Stillwater. 132 s. ISBN: 08-965-8503-4.

**Flegr, J. 2007.** Úvod do evoluční biologie. Academia. Praha. 544 s. ISBN: 978-80-200-1539-6

**Frankham, R., Ballou, J. D., Briscoe, D. A. 2010.** Introduction to Conservation Genetics. Cambridge University Press. New York. p. 607. ISBN: 9780521702713.

**Frederick, C., Hunt, K., Kyes, R., Collins, D., Durrant, B., Ha, J., Wasser, S. K. 2013.** Social Influences on the Estrous Cycle of the Captive Sun Bear (*Helarctos malayanus*). Zoo Biology. 32 (6). 581-591.

**Frederick, C., Hunt, K. E., Kyes, R., Collins, D., Wasser, S. K. 2012.** Reproductive timing and aseasonality in the sun bear (*Helarctos malayanus*). Journal of Mammalogy. 93(2). 522-531.

**Frederick, C., Kyes, R., Hunt, K., Collins, D., Durrant B., Wasser, S. K. 2010.** Methods of estrus detection and correlates of the reproductive cycle in the sun bear (*Helarctos malayanus*). Theriogenology. 74 (7). 1121-1135.

**Fredriksson, G. M. 2005.** Predation on Sun Bears by Reticulated Python in East Kalimantan, Indonesian Borneo. The Raffles Bulletin of Zoology. 53 (1). 165-168.

**Gilbert, D. A., Lehman, N., O'Brien, S. J., Wayne, R. K. 1990.** Genetic fingerprinting reflects population differentiation in the Channel Island fox. Nature 344 (6268). 764-767.

**Hartl, D. L. 2010.** Principles of population genetics. Sinauer Associates. Sunderland. p. 652. ISBN: 0878932720.

**Hedrick, P. W., Kalinowski S. T. 2000.** Inbreeding depression in conservation biology. Annual Review of Ecology and Systematics. 31. 139–162.

**Hill, W. G., Mackay, T. F. 2004.** DS Falconer and Introduction to quantitative genetics. Genetics. 167 (4). 1529-1536.

- Chauhan, N. P. S., Jagdish Singh R. K. 2006.** Status and distribution of sun bears in Manipur, India. International Association for Bear Research and Management. 17 (2). 182-185.
- Craighead, L. 2000.** Bears of the World. Voyageur Press. Stillwater. p. 132. ISBN: 0896580083.
- Jakubec, V., Bezdíček, J., Louda, F. 2010.** Selekce – Inbríding – Hybridizace. Agrovýzkum Rapotín s.r.o.. Rapotín. 382 s. ISBN: 978-80-87144-22-0.
- Keller, L. F., Waller, D. M. 2002.** Inbreeding effects in wild populations. Trends in Ecology and Evolution. 17 (5). 230-241.
- Kolter, L. 2013.** European Regional Malayan Sun Bear Studbook, *Helarctos malayanus*. Zoo Köln.
- Kotler, L., & Usher-Smith, J. 1998.** EEP Ursid Husbandry Guidelines. Zoologische Garten Köln.
- Linke, M., Dinata, Y., Nugroho, A., Haidir I. A. 2007.** Estimating occupancy of a data deficient mammalian species living in tropical rainforests: Sun bears in the Kerinci Seblat region, Sumatra. Biological Conservation. 137 (1). 20-27.
- Meiri, S., Meijaard, E., Wich, S. A., Groves, C. P., Helgen, K. M. 2008.** Mammals of Borneo – small size on a large island. Journal of Biogeography. 35 (6). 1087–1094.
- Meijaard, E. 2004.** Craniometric Differences Among Malayan Sun Bears (*Ursus malayanus*); Evolutionary and Taxonomic Implications. Raffles Bulletin Zoology. 52 (2). 665-672.
- Meijaard, E., Sheil, D., Nasi, R., Augeri, D., Rosenbaum, B., Iskandar, D., Setyawati, T., Lammertink, J., Rachmatika, M. I., Wong, A., Soehartono, A., Stanley, S., O'Brien, T. 2005.** Life After Logging: Reconciling wildlife conservation and production forestry in Indonesian Borneo. Center for International Forestry Research. Bogor, Indonesia. p. 345. ISBN: 9793361565.
- O'Grady, J. J., Brook, B. W., Reed, D. H., Ballou, D., Tonkync, D. W., Frankham, R. 2006.** Realistic levels of inbreeding depression strongly affect extinction risk in wild populations. Biological Conservation. 133(1). 42–51.
- Owen, M. A., Hall, S., Bryant, L., Swaisgood, R. R. 2014.** The Influence of Ambient Noise on Maternal Behavior in a Bornean Sun Bear (*Helarctos malayanus euryspilus*). Zoo Biology. 33 (1). 49-53.

- Puschman, W., Zscheile, D., Zscheile, K. 2013.** Savci - chov zvířat v zoo. Zoo Dvůr Králové nad Labem. Dvůr Králové nad Labem. 976 s. ISBN: 978-80-905184-3-8
- Reed, D. H., Lowe, E. H., Briscoe, D. A., Frankham, R. 2003.** Inbreeding and extinction: Effects of rate of inbreeding. *Conservation Genetics*. 4 (3). 405-410.
- Seddon J.M. and Baverstock P.R. 1998.** Variation on islands: Major histocompatibility complex (Mhc) polymorphism in populations of the Australian bush rat. *Molecular Ecology*. 8 (12). 2071–2079.
- Servheen, C., Herrero, S., Peyton, B. 1999.** Bears: Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN. Gland. p. 309. ISBN: 2831704626.
- Spencer, T. E., Bazer, F. W. 2002.** Biology of progesterone action during pregnancy recognition and maintenance of pregnancy. *Frontiers in bioscience*. 7. D1879-D1898.
- Stirling, I., Kirshner, D., Knight, F. 1993.** Bears: Majestic Creatures of the wild. St. Martin's Press. New York.p. 240. ISBN: 0875965520
- Schwanzenberger, F., Fredriksson, G., Schaller, K., Kolter L. 2004.** Fecal steroid analysis for monitoring reproduction in the sun bear (*Helarctos malayanus*). *Theriogenology*. 62 (9). 1677–1692.
- Snustad, D., Simmons, J. M. 2009.** Genetika. Masarykova univerzita. Brno. 871 s. ISBN 978-802-1048-522.
- Tan, H. M., Ong, S. M., Langat, G., Bahaman, A. R., Sharma, R. S. K., Sumita, S., 2012.** The influence of enclosure design on diurnal activity and stereotypic behaviour in captive Malayan Sun bears (*Helarctos malayanus*). *Research in Veterinary Science*. 94 (2). 228–239.
- Townsend, C. R., Begon, M., Harper, J. L. 2010.** Essentials of Ecology. Blackwell Publishing. Malden.p. 505. ISBN: 9781405156585.
- Vickery, S., Mason, G. 2004.** Stereotypic Behavior in Asiatic Black and Malayan Sun Bears. *Zoo Biology*. 23(5). 409–430
- Waits, L., Paetkau, D., Strobeck, C. 1999.** Genetics of the Bears of the World. Bears: Status Survey and Conservation Action Plan. 25-32.



**Ward, P., Kynaston, S. 1995.** Bears of the World. Blandford, London. p. 191

**Wilson, D. E., Reeder, D. M. 2005.** Mammal species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. The Johns Hopkins University Press. Baltimore. p. 2142. ISBN: 9780801882210.

**Wong, S. T., Servheen, Ch. W., Ambu, L. 2004.** Home range, movement and activity patterns, and bedding sites of Malayan sun bears *Helarctos malayanus* in the Rainforest of Borneo. *Biological Conservation*. 119 (2).169-181.

**Wright, S. 1922.** Coefficients of inbreeding and relationship. *American Naturalist*. 56 (645). 330-338.

**Zhang, Y., Ryder, O. A. 1994.** Phylogenetic Relationships of Bears Inferred from MtDNA Sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 3 (4). 351-359.

#### **INTERNETOVÉ ZDROJE**

**WAZA. 2015.** [on-line]. World Association of Zoos a Aquariums. Aktualizace 15. března 2014 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z: <<http://www.waza.org/en/site/about-waza>>.

**The IUCN Red List of Threatened Species, 2015.** *Helarctos malayanus* [on-line]. Aktualizace 15. září 2015 [cit. 2015-09-30]. . Dostupné z:  
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T9760A13014055.en>

## **9. PŘÍLOHY**

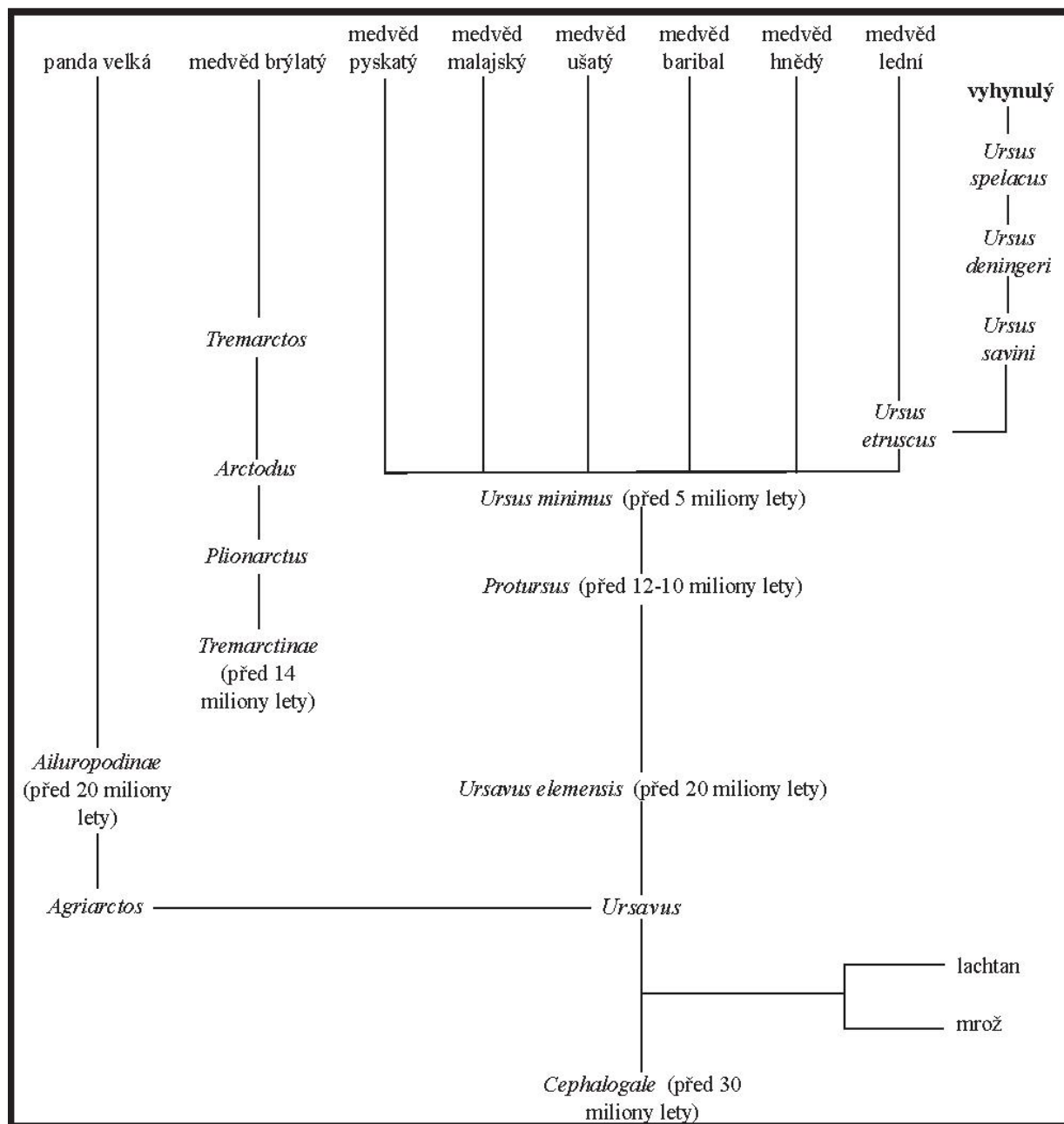
PŘÍLOHA Č. 1: FYLOGENETICKÁ HIERARCHIE MEDVĚDŮ A JEJICH NEJBLIŽŠÍCH PŘÍBUZNÝCH

PŘÍLOHA Č. 2: AKTUÁLNÍ ROZŠÍŘENÍ MEDVĚDA MALAJSKÉHO

PŘÍLOHA Č. 3: HODNOTY INDIVIDUÁLNÍHO FX

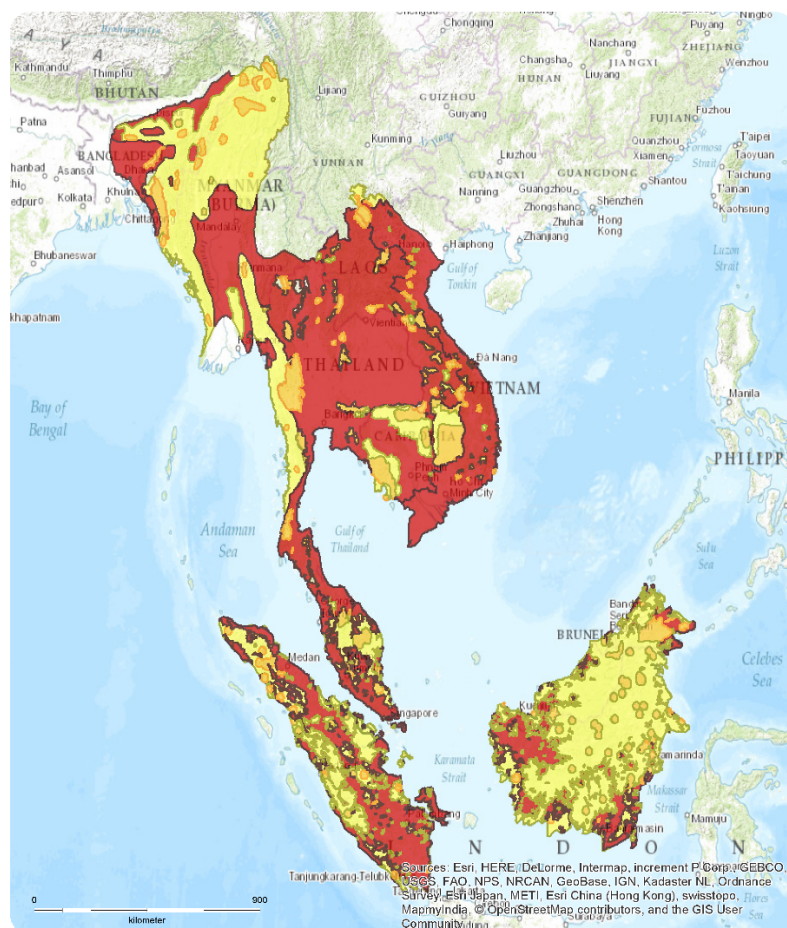
PŘÍLOHA Č. 4: PŘEHLED KOEFICIENTU FX PRO VŠECHNY POTOMKY Z NÁSLEDNÉHO PÁŘENÍ  
V EVROPSKÉ POPULACI

## PŘÍLOHA Č. 1



**Obrázek č. 1** o tomto obrázku je pojednáváno v kapitole 3.2. Stručná taxonomie čeledi ursidae.

## PŘÍLOHA Č. 2

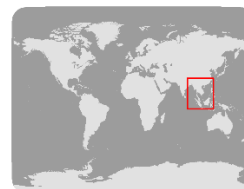


### *Helarctos malayanus*

#### Range

- Extant (resident)
- Extinct
- Probably Extant (resident)

Compiled by:  
Wildlife Conservation Society



The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply any official endorsement, acceptance or collaboration by IUCN.

**Obrázek č. 2:** O tomto obrázku se píše na v kapitole 3.3. Rozšíření druhu/poddruhů. V obrázku č 2. je zobrazen výskyt medvěda malajského v areálu jeho výskytu ve volné přírodě. Oranžová barva označuje místa, kde se medvědi vyskytují. Červená barva označuje místa, kde se druh už nevyskytuje a žlutá barva označuje místa, kde se medvědi již pravděpodobně nevyskytují.

### PŘÍLOHA Č. 3

Tabulka č. 7 – Hodnoty individuálního Fx

jedinec	otec	matka	Fx
10	wild	wild	0
11	wild	wild	0
12	wild	wild	0
13	wild	wild	0
14	wild	wild	0
15	wild	wild	0
16	wild	wild	0
17	wild	wild	0
18	wild	wild	0
19	wild	wild	0
20	wild	wild	0
21	wild	wild	0
22	wild	wild	0
23	wild	wild	0
24	wild	wild	0
25	wild	wild	0
26	wild	wild	0
27	wild	wild	0
28	wild	wild	0
29	wild	wild	0
30	wild	wild	0
31	wild	wild	0
32	wild	wild	0
33	wild	wild	0
34	30	24	0
35	30	29	0
36	21	20	0
37	21	20	0
38	21	20	0
39	21	19	0
40	wild	wild	0
41	wild	wild	0
42	21	20	0
43	wild	wild	0

44	wild	wild	0
45	wild	wild	0
46	21	20	0
47	wild	wild	0
48	wild	wild	0
49	wild	wild	0
50	wild	wild	0
51	wild	wild	0
52	wild	wild	0
53	21	36	0.2500
54	wild	wild	0
55	wild	wild	0
56	wild	wild	0
57	wild	wild	0
58	21	20	0
59	wild	wild	0
60	wild	wild	0
61	37	36	0.2500
62	wild	wild	0
63	wild	wild	0
64	21	20	0
65	wild	wild	0
66	wild	wild	0
67	wild	wild	0
68	wild	wild	0
69	wild	wild	0
70	wild	wild	0
71	wild	wild	0
72	wild	wild	0
73	wild	wild	0
74	wild	wild	0
75	wild	wild	0
76	wild	wild	0
77	wild	wild	0
78	wild	wild	0
79	wild	wild	0
80	wild	wild	0
81	wild	wild	0
82	62	46	0

83	wild	wild	0
84	wild	wild	0
85	wild	wild	0
86	wild	wild	0
87	wild	wild	0
88	48	47	0
89	wild	wild	0
90	wild	wild	0
91	62	64	0
92	wild	wild	0
93	wild	wild	0
94	wild	wild	0
95	62	46	0
96	wild	wild	0
97	62	46	0
98	wild	wild	0
99	62	42	0
100	wild	wild	0
101	62	58	0
102	62	64	0
103	wild	wild	0
104	62	58	0
105	wild	wild	0
106	wild	wild	0
107	wild	wild	0
108	62	42	0
109	62	64	0
110	62	58	0
111	wild	wild	0
112	37	32	0
113	62	46	0
114	wild	wild	0
115	78	79	0
116	92	93	0
117	78	79	0
118	wild	wild	0
119	wild	wild	0
120	37	32	0
121	62	42	0

122	94	65	0
123	wild	wild	0
124	wild	wild	0
125	wild	wild	0
126	wild	wild	0
127	37	32	0
128	92	93	0
129	wild	wild	0
130	wild	wild	0
131	62	58	0
132	78	79	0
133	92	93	0
134	118	119	0
135	62	64	0
136	wild	wild	0
137	62	42	0
138	62	58	0
139	62	64	0
140	wild	wild	0
141	62	42	0
142	62	46	0
143	62	64	0
144	wild	wild	0
145	62	42	0
146	62	46	0
147	62	46	0
148	37	112	0.2500
149	92	52	0
150	62	42	0
151	37	112	0.2500
152	62	46	0
153	37	112	0.2500
154	wild	wild	0
155	wild	wild	0
156	78	81	0
157	71	144	0
158	62	64	0
159	96	111	0
160	129	130	0



161	wild	wild	0
162	wild	wild	0
163	107	133	0
164	71	155	0
165	107	133	0
166	wild	wild	0
167	wild	wild	0
168	62	46	0
169	wild	wild	0
170	62	46	0
171	wild	wild	0
172	wild	wild	0
173	wild	wild	0
174	62	46	0
175	wild	wild	0
176	wild	wild	0
177	wild	wild	0
178	wild	wild	0
179	wild	wild	0
180	wild	wild	0
181	wild	wild	0
182	wild	wild	0
183	78	132	0.2500
184	62	64	0
185	107	133	0
186	62	64	0
187	wild	wild	0
188	62	174	0.2500
189	187	151	0
190	169	166	0
191	169	166	0
192	107	133	0
193	107	133	0
194	149	157	0
195	129	130	0
196	62	174	0.2500
197	187	151	0
198	62	174	0.2500
199	wild	wild	0

200	171	172	0
201	96	159	0.2500
202	96	159	0.2500
203	149	142	0
204	171	172	0
205	62	174	0.2500
206	wild	wild	0
207	wild	wild	0
208	149	194	0.2500
209	169	166	0
210	wild	wild	0
211	206	192	0
212	149	142	0
213	206	193	0
214	169	172	0
215	129	195	0.2500
216	149	212	0.2500
217	169	172	0
218	205	174	0.3750
219	205	174	0.3750
220	92	51	0
221	92	51	0
222	92	51	0
223	149	157	0
224	205	174	0.3750
225	149	142	0
226	206	193	0
227	206	193	0
228	wild	wild	0
229	wild	wild	0
230	wild	wild	0
231	wild	wild	0
232	205	174	0.3750
233	206	192	0
234	wild	wild	0
235	203	201	0
236	203	201	0
237	wild	wild	0
238	wild	wild	0

239	205	174	0.3750
242	wild	wild	0
245	wild	wild	0
240	242	245	0
241	228	229	0
243	wild	wild	0
244	wild	wild	0

Z této tabulky vychází zjednodušená tabulka č. 6 v kapitole 5.2.1 Výpočet koeficientu Fx



197	198	201	211	212	213	214	217	224	226	229	230	232	233	239	241
0.0469	0.2188	0	0	0.0938	0	0	0	0.2031	0	0	0	0.2031	0	0.2031	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0.2500	0.2500	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0234	0.1250	0	0.0156	0.2500	0.0156	0	0	0.1250	0.0156	0	0	0.1250	0.0156	0.1250	0
0	0	0	0	0	0	0.1250	0.1250	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0234	0.3750	0	0	0.1250	0	0	0	0.5000	0	0	0	0.5000	0	0.5000	0
0	0	0	0.2500	0	0.2500	0	0	0	0.2500	0	0	0	0.2500	0	0
0	0	0	0	0	0	0.1250	0.1250	0	0	0	0	0	0	0	0
0.0352	0.3750	0	0	0.1250	0	0	0	0.4688	0	0	0	0.4688	0	0.4688	0
0.0234	0.1250	0	0.0156	0.2500	0.0156	0	0	0.1250	0.0156	0	0	0.1250	0.0156	0.1250	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2500
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Z tabulky č. 9 vycházejí hodnoty v tabulce č. 8 v kapitole 5.2.1 Výpočet koeficientu Fx