

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra obecné zootechniky a etologie



**Příčiny ohrožení populace medvěda ledního *Ursus maritimus*
Phipps, 1774 ve volné přírodě a možnosti jeho ochrany *in situ*
a *ex situ***

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Zuzana Lhotáková

Obor studia: Zájmové chovy

Vedoucí práce: Ing. Renata Masopustová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci "Příčiny ohrožení populace medvěda ledního *Ursus maritimus* Phipps, 1774 ve volné přírodě a možnosti jeho ochrany *in situ* a *ex situ*" vypracovala 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.

V Praze dne: 11. 4. 2018

Bc. Zuzana Lhotáková

PODĚKOVÁNÍ:

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Renatě Masopustové, Ph.D. za odborné vedení, vstřícný přístup a cenné rady, které mi poskytla při vypracování diplomové práce. Rovněž děkuji Lukáši Pokornému nejen za pomoc a rady při vypracování práce, ale především za jeho podporu, porozumění a trpělivost.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. Aleně Klaschkové za pomoc při statistickém zpracování údajů. Děkuji rovněž Aleně Hofrichterové ze Zoo Praha za pomoc s vyhledáváním odborné literatury v knihovně Zoo Praha. Můj dík patří také Bc. Haně Krčmové za odborné překlady do anglického jazyka.

Závěrem bych chtěla poděkovat mamince Naděždě Lhotákové a všem ostatním, kteří mi byli oporou a poskytli mi vhodné zázemí pro vypracování této práce.

Příčiny ohrožení populace medvěda ledního *Ursus maritimus* Phipps, 1774 ve volné přírodě a možnosti jeho ochrany *in situ* a *ex situ*

SOUHRN

Tato diplomová práce pojednává o hlavních příčinách ohrožení medvědů ledních *Ursus maritimus* ve volné přírodě a zabývá se možnými způsoby ochrany tohoto druhu *in situ* a *ex situ*. Pro komplexní pochopení aktuální situace jsou nejdříve stručně shrnuty poznatky o fylogenezi, taxonomii a způsobu života tohoto druhu, z něhož vycházejí hlavní skutečnosti, které je třeba brát v úvahu při obou typech ochrannářských aktivit.

V současné době žije ve volné přírodě 20 000 až 25 000 jedinců v 19 subpopulacích. Hlavní příčinu ohrožující jejich existenci představují změny klimatu. V posledních desetiletích narůstá v důsledku lidského působení množství CO₂ a dalších skleníkových plynů v atmosféře, které následně oteplují světové klima. Nejzásadnější dopady jsou zřejmé právě v oblasti Arktidy. Od počátku 21. století se několikanásobně zvýšil úbytek ledovců, zejména pak mořského ledu. Ten je pro životní cyklus medvědů ledních nenahraditelný. Dalšími ohrožujícími faktory arktické fauny je kontaminace prostředí chemickými látkami, zvyšující se průmyslová činnost v těchto oblastech, nelegální lov a další konflikty s člověkem. Zachování čistokrevné populace medvěda ledního je rovněž negativně ovlivňováno rostoucí populací hybridů.

Pro dlouhodobou záchranu medvědů ledních je klíčové tyto negativní faktory co nejvíce omezit. Existuje proto mnoho organizací zabývajících se ochranou *in situ*. Mezi hlavní patří např. Arktická rada, WWF Arctic Programme, nebo specializovaná skupina odborníků IUCN Polar Bear Specialist Group. Podporu těmto organizacím představují záchranné programy *ex situ*. Zejména chov druhu v zoologických zahradách, osvěta návštěvníků a pořádání světových kampaní zaměřených na celou oblast, či na konkrétní druhy.

Výzkumná část práce je zaměřena na ochranu druhu *ex situ*, zde konkrétně na analýzu dat z Mezinárodní plemenné knihy pro medvědy lední. Zhodnocena byla jak historie chovu v lidské péči, tak současná žijící populace z hlediska její životaschopnosti a reprodukčních parametrů. Od počátku chovu tohoto druhu v roce 1829 je v plemenné knize zapsáno celkem 3347 jedinců. Nejdříve bylo chováno jen malé množství jedinců, které v období po 2. světové válce začalo

strmě stoupat především z důvodu častějších dovozů zvířat z volné přírody. Od 90. let 20. století však počty tohoto druhu v lidské péči stále klesají. Je to v důsledku velmi omezeného dovozu nových volně žijících jedinců a stále nízké úspěšnosti odchovů mláďat, kde je i přes dílčí úspěchy mortalita velmi vysoká. Celkem se v lidské péči narodilo 2685 jedinců, ale více než jednoho roku se dožilo pouze 1243 z nich (46 %). V posledním desetiletí byla úmrtnost mláďat 27 až 69 %. Pozitivním faktorem do budoucna je příznivá věková struktura chovaných jedinců. K 31. 12. 2015 bylo chováno 297 jedinců (137 samců, 152 samic a 8 jedinců neurčeného pohlaví). Dvě třetiny této populace jsou nyní v reprodukčním věku a 17 % jsou juvenilní jedinci. Testovaná hypotéza „Populace medvěda ledního v lidské péči má i přes dostatečnou chovnou základnu sestupnou tendenci, zejména v důsledku velmi malého počtu úspěšně odchovávaných mláďat“ byla potvrzena.

Hlavním cílem světových záchranných chovů v zoologických zařízeních by do budoucna mělo být udržení co nejširší chovné základny, stálé zkvalitňování expozic a poskytnutí maximálního klidu samicím ve speciálních porodních boxech. Tyto faktory jsou stěžejní pro úspěšný odchov mláďat a celkovou ochranu druhu v lidské péči.

KLÍČOVÁ SLOVA: medvěd lední, *Ursus maritimus*, změny klimatu, *in situ*, *ex situ*

**The causes of threats to the population of polar bear *Ursus maritimus*
Phipps, 1774 in the wild and the possibilities of its conservation *in situ*
and *ex situ***

SUMMARY

This master thesis describes and analyses the major threats to polar bears *Ursus maritimus* in the wild and also focuses on possible ways how to protect this species *in situ* and *ex situ*. In order to understand the issue, firstly this thesis introduces the summary of data on phylogeny, taxonomy, ecology and behaviour of this species. These data provides the main conclusions, that need to be considered in both types of conservation activities.

Currently, there are 20,000 to 25,000 individuals left in the wild in 19 subpopulations. The major threat to polar bears is climate change. As a result of human exposure in recent decades, the amount of CO₂ and other greenhouse gases in the atmosphere has increased, which subsequently warms the global climate. The most fundamental impacts are obvious in the Arctic region. Since the beginning of the 21st century, the melting of glaciers and especially sea ice has increased several times. The sea ice is irreplaceable for the life cycle of polar bears. The other factors that threaten Arctic fauna are the chemical contamination of the environment, increasing industrial activity in these areas, illegal hunting and other conflicts with people. The pure-bred population of polar bear is negatively influenced by growing population of grizzly-polar bear hybrids.

For long-term conservation of polar bears is the most important to reduce these negative factors as much as possible. Consequently, there are many organizations focused on *in situ* conservation. The Arctic Council, the WWF Arctic Programme, or the IUCN Polar Bear Specialist Group are the main of them. These organizations are supported by *ex situ* conservation programmes. In particular, breeding species in zoological gardens, educating visitors and organizing global campaigns aimed at the whole area or to specific species.

The research section of the thesis is focused on *ex situ* conservation, specifically the analysis of data from the International Studbook for Polar Bears. Both, the history of breeding in captivity and the current living population in terms of its viability and reproductive parameters were

evaluated. Since the breeding of this species started in 1829, a total of 3347 individuals have been included in the studbook. At first, only a small numbers of individuals were bred, but in the period after the Second World War, the breeding began to rise sharply, mainly due to more frequent imports of animals from the wild. However, the numbers of this species in captivity have been declining since the 1990s. Particularly as a result of very limited imports of new wild animals and still low success of offsprings breeding in captivity. Despite partial success the mortality rates are very high. In total, 2685 cubs were born in captivity, but only 1243 of them (46 %) survived for more than a year. In the last decade, the mortality rate was between 27 and 69 %. A positive factor for the future is the favourable age structure of reared individuals. By the day 31st December 2015, there were 297 individuals (137 males, 152 females and 8 unidentified cubs) bred. Two thirds of this population are now in reproductive age and 17 % are juvenile. The tested hypothesis "The population of polar bear in captivity has a descending trend despite an adequate breeding base, especially due to a very small number of successfully breeding cubs" was confirmed.

The main focus of world conservation breeding programmes in zoos should be to maintain the widest breeding base, to maintain the quality of the exposures and to provide a maximum comfort to females in special birthplaces. These factors are essential for successful breeding of youngs and for the overall protection of the species in captivity.

KEYWORDS: polar bear, *Ursus maritimus*, climate change, *in situ*, *ex situ*

OBSAH

1	ÚVOD.....	1
2	VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍLE PRÁCE.....	2
2.1	CÍLE PRÁCE	2
2.2	VĚDECKÁ HYPOTÉZA.....	2
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	3
3.1	STRUČNÁ FYLOGENEZE MEDVĚDOVITÝCH ŠELEM	3
3.2	STRUČNÝ VÝVOJ TAXONOMIE ČELEDI MEDVĚDOVITÍ URSIDAE	5
3.3	STRUČNÁ BIOLOGIE MEDVĚDA LEDNÍHO <i>URSUS MARITIMUS</i>	7
3.3.1	Základní informace o morfologii druhu.....	7
3.3.2	Potravní chování	8
3.3.3	Reprodukce	10
3.4	ROZŠÍŘENÍ MEDVĚDA LEDNÍHO <i>URSUS MARITIMUS</i> VE VOLNÉ PŘÍRODĚ.....	12
3.4.1	Biotop.....	12
3.4.2	Historický vývoj rozšíření	12
3.4.3	Aktuální rozšíření volně žijící populace	13
3.5	STUPEŇ OHROŽENÍ PODLE IUCN.....	15
3.5.1	Historie a vývoj ohroženosti druhu.....	15
3.5.2	Aktuální stav ohroženosti druhu	15
3.6	VÝVOJ ČETNOSTI POPULACE MEDVĚDA LEDNÍHO	16
3.7	PŘÍČINY OHROŽENÍ VOLNĚ ŽIJÍCÍ POPULACE.....	19
3.7.1	Změny klimatu a jejich dopady na medvědy lední	19
3.7.1.1	Projevy klimatických změn	19
3.7.1.2	Dopady klimatických změn na volně žijící populaci medvěda ledního	24

3.7.2	Kontaminace	28
3.7.3	Další antropogenní hrozby	29
3.7.3.1	Průmyslová činnost	29
3.7.3.2	Lov.....	30
3.7.3.3	Konflikty s člověkem	32
3.7.4	Mezidruhové křížení	34
3.8	MOŽNOSTI OCHRANY	37
3.8.1	Ochrana <i>in situ</i>	37
3.8.2	Ochrana <i>ex situ</i>	38
4	MATERIÁL A METODIKA	41
4.1	MATERIÁL.....	41
4.2	METODIKA	42
5	VÝSLEDKY	43
5.1	STRUKTURA CELOSVĚTOVÉHO CHOVU MEDVĚDŮ LEDNÍCH V LIDSKÉ PÉČI.....	43
5.1.1	Vývoj početních stavů celosvětové populace	43
5.1.2	Četnost pohlaví a původ všech jedinců zapsaných v plemenné knize.....	45
5.1.3	Věková struktura celosvětové populace	47
5.1.4	Množství chovaných medvědů ledních dle kontinentů a států	49
5.2	PROBLEMATIKA REPRODUKCE MEDVĚDŮ LEDNÍCH V LIDSKÉ PÉČI	53
5.2.1	Porody mláďat	53
5.2.2	Porody a úhyny v celé populaci dle ročních období	57
5.2.3	Počet mláďat na samici a věk samic při porodu	59

6	DISKUZE	61
6.1	DISKUZE KE STRUKTUŘE CELOSVĚTOVÉHO CHOVU MEDVĚDŮ LEDNÍCH V LIDSKÉ PÉČI....	61
6.1.1	Vývoj početních stavů celosvětové populace	61
6.1.2	Četnost pohlaví a původ všech jedinců zapsaných v plemenné knize.....	62
6.1.3	Věková struktura celosvětové populace	64
6.1.4	Množství chovaných medvědů ledních dle kontinentů a států	66
6.2	DISKUZE K PROBLEMATICE REPRODUKCE MEDVĚDŮ LEDNÍCH V LIDSKÉ PÉČI	68
6.2.1	Porody mládřat	68
6.2.2	Porody a úhyny v celé populaci dle ročních období.....	71
6.2.3	Počet mládřat na samici a věk samic při porodu	72
7	ZÁVĚR	73
8	SEZNAM LITERATURY.....	74
9	SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY	87

1 ÚVOD

Medvěd lední *Ursus maritimus* je největším druhem medvěda a největší suchozemskou šelmou. Obývá chladná území Arktidy, k čemuž je anatomicky i životním stylem uzpůsoben. Je to zároveň nejvíce karnivorní druh medvěda, který se živí především tuleni kroužkovanými. Dle Červeného seznamu ohrožených druhů má medvěd lední statut Vulnerable – VU a populace ve volné přírodě v současné době čítá 20 000 až 25 000 jedinců v 19 subpopulacích.

Dané téma bylo zvoleno z důvodu jeho aktuálnosti, neboť tento druh stále více ohrožují změny klimatu, v důsledku nichž medvědi přicházejí o přirozené prostředí, na které jsou adaptováni. Od těchto změn se odvíjejí i další faktory, které představují hrozby pro medvědy lední, a bude o nich v práci podrobněji pojednáno. Důležité jsou nejen výzkumy a ochrana *in situ*, ale také záchranné programy v rámci ochrany *ex situ*. Úkolem výzkumné části této diplomové práce je zanalyzovat data z Mezinárodní plemenné knihy pro medvědy lední a zhodnotit jak historii chovu v lidské péči, tak současnou žijící populaci z hlediska její životaschopnosti a reprodukčních parametrů.

2 VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍLE PRÁCE

2.1 CÍLE PRÁCE

Populace medvěda ledního *Ursus maritimus* jsou vystaveny velkému množství faktorů, které ohrožují jejich přežití ve volné přírodě. V posledních letech jsou to hlavně klimatické změny, jež způsobují oteplování zemského povrchu, tání ledovců a změnu biotopu, který tento druh obývá.

Diplomová práce si proto klade za cíl zhodnotit faktory ohrožující přežití medvěda ledního ve volné přírodě a shrnout možnosti jeho ochrany *in situ* a *ex situ*. Výzkumná část práce se zaměří na celkovou analýzu údajů v rámci světových záchranných chovů *ex situ* uvedených v Mezinárodní plemenné knize pro medvědy lední. Zpracována bude historie chovu, její vývoj nebo původ chovaných jedinců. Dále bude graficky vyhotovena věková struktura populace a početní stavy žijících jedinců dle jednotlivých kontinentů a regionů. Druhá část bude zaměřena na problematiku reprodukce tohoto druhu v lidské péči. Bude zhodnoceno množství narozených a úspěšně odchovaných mláďat a další parametry spojené s reprodukcí.

2.2 VĚDECKÁ HYPOTÉZA

V práci byla stanovena tato vědecká hypotéza: „Populace medvěda ledního v lidské péči má i přes dostatečnou chovnou základnu sestupnou tendenci, zejména v důsledku velmi malého počtu úspěšně odchovávaných mláďat.“

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 STRUČNÁ FYLOGENEZE MEDVĚDOVITÝCH ŠELEM

Vedle původních forem masožravců z dnes již neplatného řádu Creodonta se z hmyzožravých předků v průběhu paleocenní radiace vyvinul i řád šelem představující velmi diverzifikovanou skupinu živočichů (Roček, 2002).

Zástupci prvních medvědovitých šelem čeledi Ursidae mají monofyletický původ a jejich vývojový základ představuje eurasijský rod *Cephalogale* z eocénu a oligocénu, z něhož se ve spodním miocénu oddělila řada linií. Po celé severní polokouli se rozšířily zejména dva rody menších šelem velikosti lišky – *Ursavus* a *Ballusia*, které daly základ rozvětvenému vývoji současných medvědovitých. Tyto šelmy měly již v raném vývoji typický omnivorní chrup nasvědčující všežravému způsobu života. Nicméně ve fylogenezi se objevily i druhy býložravé, např. některé druhy rodu *Tremarctos*, nebo masožravé, např. rychlý a mohutný medvěd krátkočelý *Arctodus simus* pocházející ze Severní Ameriky. Nejstarší druh medvěda rodu *Ursus* má původ patrně v rodu *Ursavus* a pochází z období před cca 3 – 4 miliony let ze svrchního pliocénu (Roček, 2002; Fejfar a Major, 2005). Rod je tvořen dvěma větvemi, přičemž za výchozí formu tzv. černých medvědů bývá pokládán již vymřelý *Ursus minimus* a předchůdce tzv. hnědých medvědů, kam je řazen i medvěd lední, představuje *Ursus boeckhi* (Heráň, 1985).

Čeď Ursidae je nyní celosvětově rozšířena od Jižní a Severní Ameriky přes Eurasii včetně polárních oblastí až po jihovýchodní Asii (Fejfar a Major, 2005). Z hlediska fylogenetického vývoje je nejbazálnějším druhem panda velká *Ailuropoda melanoleuca*, naopak nejbližším druhem k medvědu lednímu je medvěd hnědý *Ursus arctos* (Lindqvist et al., 2010). Fylogenetický strom znázorňuje příloha č. 1, obrázek č. 1.

Ve vědeckých publikacích se značně liší názory na to, kdy došlo k divergenci těchto nejpříbuznějších druhů, všechny se však shodují na období pleistocénu. Na základě porovnání kompletních mitochondriálních genomů došlo dle Yu et al. (2007) k rozštěpení těchto druhů před 1,32 miliony let a podle Krause et al. (2008) před 1,17 – 0,66 miliony let. Talbot a Shields (1996) uvádí nejranější období rozštěpení, a to před 0,25 – 0,2 miliony let. Avšak další fylogenetické analýzy mitochondriálních genomů, mezi kterými byl zahrnut i genom nejstarší dochované fosilie dolní čelisti samce medvěda ledního nalezené v norských Špicberkách datující

se do doby před 0,13 – 0,11 miliony let, popisují i geneticky izolovanou populaci medvěda hnědého. Ta žije na aljašských ostrovech Admiralty, Baranovově a Čičagovově (zkráceně ABC medvědi) a je nejpříbuznější dnešním medvědům ledním. K odštěpení došlo před 150 000 lety (Lindqvist et al., 2010). Ho et al. (2008) udává časové rozpětí mezi 72 – 48 000 lety. Nedávná divergence bývá dávána do spojitosti s ještě nedokonale vyvinutými reprodukčními bariérami, které by zabraňovaly hybridizaci těchto dvou druhů medvědů. Přestože na většině území se medvěd lední nemá možnost setkat s medvědem hnědým, byli ve vědeckých člancích popsáni i kříženci z volné přírody. Při chovu v lidské péči se několikrát rovněž vyskytli hybridní jedinci (Miller et al., 2012).

3.2 STRUČNÝ VÝVOJ TAXONOMIE ČELEDI MEDVĚDOVITÍ URSIDAE

Taxonomie medvědovitých šelem prošla v průběhu mnoha desítek let poměrně složitými proměnami. Carl Linné v díle *Systema Naturae* vydaném v roce 1758 popsal jediný druh medvěda *Ursus arctos* (Linnaeus, 1758). Ačkoliv věděl i o existenci medvěda ledního, nepopsal ho jako samostatný druh, protože si nebyl jistý, zda je to opravdu jiný druh, nebo jen varieta jím popsaného medvěda hnědého. Jeho kolegy byl však arktický medvěd považován za samostatný druh a roku 1774 ho Constantine John Phipps popsal latinským názvem *Ursus maritimus* (Phipps, 1774; Wagner, 2012).

Během následujících let se o taxonomii čeledi Ursidae zajímalo velké množství vědeckých pracovníků. Postupně byly popisovány další druhy medvědů a jejich variety, jež definovaly vnitřní variabilitu druhu. Zpočátku docházelo k popisu dle literárních údajů a vlastních pozorování vzhledu a barvy, později na základě kraniálních, dentálních či jiných morfologických znaků. Mnohé nově popsané fosilní i recentní druhy však byly názvy pouze substitučními pro druhy již popsané. Roku 1864 např. John Edward Gray vydal studii, v níž rozlišoval dokonce 18 druhů medvědů, jeho kritéria hodnocení však byla nejednotná, často vycházející z nepřesných až zavádějících informací v literatuře, a tak se toto členění neujalo (Gray, 1864; Wagner, 2012). Podobným způsobem se historie taxonomie medvědovitých šelem mnohokrát měnila, někteří autoři popisovali stále nové druhy a poddruhy medvědů, nejčastěji evropských a severoamerických, jiní zase jejich množství redukovali.

Zlomovým okamžikem v taxonomii medvědů byla revize dle Pocock (1932) ve 30. letech 20. století. Ten ve svém díle sloučil všechny hnědé medvědy Severní Ameriky a Eurasie do jediného druhu s množstvím poddruhů. Tento postup aplikoval i na asijské černé medvědy – medvěda malajského, pyskatého a ušatého (Pocock, 1932; Pocock, 1933).

Medvědi lední byli rovněž sloučeni do jediného druhu a v té době rozčlenění na tři poddruhy (Birula, 1932). Dle Gromov a Baranova (1981) byl pro medvěda ledního vytvořen rod *Thalarctos*, nicméně vzhledem k blízkému fylogenetickému vztahu s medvědem hnědým byl později přeřazen zpět do rodu *Ursus*.

Podobné revize byly provedeny i u ostatních druhů medvědů (Wagner, 2012). Problematické taxony po dlouhou dobu představovaly panda velká *Ailuropoda melanoleuca* a panda červená

Ailurus fulgens, které byly několikrát vyčleňovány do samostatné čeledi. Dle nejnovější taxonomie náleží panda velká do čeledi Ursidae, kde je druh umístěn v samostatné podčeledi Ailurinae, zatímco panda červená je zařazena v samostatné čeledi Ailuridae (Wilson a Reeder, 2005).

Níže je uvedeno aktuální rozdělení čeledi Ursidae podle Mammal Species of the World (Wilson a Reeder, 2005)

Říše:	živočichové	Animalia	Linnaeus, 1758
Kmen:	strunatci	Chordata	Bateson, 1885
Podkmen:	obratlovci	Vertebrata	G. Cuvier, 1812
Nadtřída:	čtyřnožci	Tetrapoda	Gaffney, 1979
Třída:	savci	Mammalia	Linnaeus, 1758
Nadřád:	placentálové	Placentalia	Owen, 1837
Řád:	šelmy	Carnivora	Bowdich, 1821
Podřád:	šelmy psotvárné	Caniformia	Kretzoi, 1938
Čeleď:	medvědovití	Ursidae	Fischer de Waldheim, 1817
Podčeleď:	pandy	Ailuropodinae	Grevé, 1892
Druh:	panda velká	<i>Ailuropoda melanoleuca</i>	(David, 1869)
Podčeleď:	medvědi krátkohlaví	Tremarctinae	Merriam a Stock, 1925
Druh:	medvěd brýlatý	<i>Tremarctos ornatus</i>	(F. Cuvier, 1825)
Podčeleď:	medvědi	Ursinae	Fischer von Waldheim, 1817
Druh:	medvěd malajský	<i>Helarctos malayanus</i>	(Raffles, 1821)
Druh:	medvěd pyskatý	<i>Melursus ursinus</i>	(Shaw, 1791)
Druh:	medvěd baribal	<i>Ursus americanus</i>	Pallas, 1780
Druh:	medvěd hnědý	<i>Ursus arctos</i>	Linnaeus, 1758
Druh:	medvěd lední	<i>Ursus maritimus</i>	Phipps, 1774
Druh:	medvěd ušatý	<i>Ursus thibetanus</i>	G. Cuvier, 1823

Spolu s rozvojem molekulárně-genetických metod byly popsány dva poddruhy u medvěda malajského, dva poddruhy u medvěda pyskatého, 16 poddruhů u medvěda baribala, 16 poddruhů u medvěda hnědého a sedm poddruhů u medvěda ušatého. Panda velká, medvěd brýlatý a medvěd lední nejsou členěni na poddruhy (Wilson a Reeder, 2005).

3.3 STRUČNÁ BIOLOGIE MEDVĚDA LEDNÍHO *URSUS MARITIMUS*

3.3.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE O MORFOLOGII DRUHU

Wilson a Mittermeier (2009) uvádějí délku trupu medvěda ledního 180 až 280 cm s ocasem dlouhým 6 až 13 cm a průměrnou výškou 170 cm. Tělesná hmotnost se liší dle pohlaví, samci bývají dvakrát těžší než samice, což mezi savci představuje jeden z nejvýraznějších znaků pohlavního dimorfismu. Hmotnost dospělého samce se pohybuje v rozmezí od 300 do 650 kg, nicméně byli zaznamenáni i jedinci vážící okolo 800 kg. Dospělé samice váží jen od 150 do 250 kg, v období březosti to však může být až 500 kg. Velikost medvědů ledních může rovněž kolísat v závislosti na obývaném regionu. Nejmenší jedinci se vyskytují na východním pobřeží Grónska a směrem na západ k Beringovu moři se jejich velikost zvětšuje. Dle Hunter a Barrett (2011) je délka trupu u samců 200 až 285 cm, u samic 180 až 247 cm. Kays a Wilson (2009) uvádí velikostní rozpětí ještě specifičtěji – pro samce od 230 do 260 cm a pro samice od 190 do 210 cm. Medvěd lední představuje největší druh medvěda a zároveň je největší suchozemskou šelmou. Velikostně se mu ovšem vyrovnají některé poddruhy medvěda hnědého žijící v chladnějších oblastech, např. kodiak nebo grizzly. Tato skutečnost je nejlépe vysvětlována Bergmannovým pravidlem, které udává, že druhy obývající chladnější, výše položené oblasti mají větší velikost těla, čímž relativně zmenšují plochu styku s okolním prostředím ve vztahu k tělesné hmotnosti a výdej tepla z organismu je tím poměrně nižší (Clauss et al., 2013).

V porovnání s ostatními druhy medvědů má více protáhlé tělo svažující se od mohutné zádi až k úzké, protáhlé hlavě. Oproti jiným medvědům má delší krk a ve srovnání s velikostí těla velmi malé ušní boltce. Tlapy jsou dobře uzpůsobeny k plavání, ale i k chůzi po sněhu a ledu. Prsty jsou do poloviny spojeny plovací blánou a zakončeny krátkými tmavými drápy. Široká chodidla jsou z velké části porostlá srstí, což usnadňuje pohyb a zároveň slouží jako tepelná izolace. Prodloužená srst se u tohoto druhu nachází i na bříše a zbývajících částech končetin (Heráň, 1985; Nowak, 1999; Wilson a Mittermeier, 2009).

Zbarvení srsti je bílé až nažloutlé, bez jakékoliv kresby. Pesíky i podsada jsou ve skutečnosti nepigmentované a průsvitné, čímž se posouvá odstín v závislosti na odrazu světla, např. zlatavá barva při východu a západu slunce, či namodralá při zataženém a mlhavém počasí. Zbarvení je rovněž ovlivňováno akumulací barviv z prostředí, jako jsou krev a oleje ze zabitě kořisti. Duté

pesíky slouží k izolaci tepla a mohou v nich uvnitř růst řasy, což způsobuje zelenavý nádech srsti. Zbarvení kůže je u mláďat růžové, zatímco u dospělých jedinců je kůže černá stejně jako na čenichu. Předpokládalo se, že se jedná o přizpůsobení ke zvýšení absorpce ultrafialového záření, nicméně bylo dokázáno, že průhledné chlupy UV záření absorbují ještě dříve, než se dostane na kůži (Nowak, 1999; Wilson a Mittermeier, 2009).

3.3.2 POTRAVNÍ CHOVÁNÍ

V měnícím se prostředí je klíčem k přežití jednotlivých druhů jejich flexibilita a schopnost přizpůsobení se novým podmínkám. Šelmami bývají za těchto okolností využívány tři hlavní strategie – změna kořisti, omnivorie a kombinace druhů kořisti. Ke změně preferovaného loveného druhu, tzv. prey switching, dochází buď sezónně, nebo během života v reakci na dostupnost či kvalitu původního potravního zdroje. Omnivorie, neboli všežravost, definuje skutečnost, kdy se jedinec živí živočišnými i rostlinnými složkami potravy. To zvýhodňuje primárně karnivorní druhy tím, že jim poskytuje alternativní zdroj v období, kdy je početnost lovených druhů nízká a není snadné ji získat. Časté míchání rostlinných sacharidů a živočišných proteinů může naznačovat použití strategie, kterou využívají některé ostatní druhy čeledi Ursidae k maximálnímu hmotnostnímu přírůstku. Ke kombinování různých kvalitativně odlišných zdrojů za účelem dosažení optimálních poměrů makroprvků dochází kontinuálně, nebo v určitých intervalech (Gormezano a Rockwell, 2013).

Medvědi lední představují všestranné šelmy, které kombinují všechny výše zmíněné strategie v závislosti na podmínkách prostředí, jež obývají. Hledají si potravu oportunisticky s cílem maximalizovat příjem a minimalizovat energetické výdaje spojené s pohybem. Všeobecně je však tento druh nejvíce karnivorním medvědem. Hlavním loveným druhem je tuleň kroužkovaný *Pusa hispida*, méně pak tuleň vousatý *Erignathus barbatus* a v některých oblastech tuleň grónský *Pagophilus groenlandicus*. Příležitostně rovněž loví i další mořské savce, např. mrože *Odobenus rosmarus* a běluhy *Delphinapterus leucas*, hlavně pokud uvíznou na ledu a stanou se tak snadnější kořistí. V obdobích roku, která medvědi lední tráví na pevnině, loví také soby *Rangifer tarandus*, menší savce, ryby nebo mořské ptáky a jejich vejce. Bylo vypořádáno, že se živí i ječmenicí písečnou *Leymus arenarius*, různými bobulemi, mořskými řasami, případně lidskými

odpadky. Nejsou však schopni dlouhodobě přežít jen na tomto složení potravy (Wilson a Mittermeier, 2009; Hunter a Barrett, 2011; Gormezano a Rockwell, 2013). Doplňkový zdroj potravy v období bez ledu představují i mršiny, zejména mrtvých velryb grónských *Balaena mysticetus*, nebo pozůstatky kořisti kosatek velkých *Orcinus orca*. Dle Galicia et al. (2016) by tak vzrůstající abundance velryb a kosatek mohla nepřímo přispívat k navyšování počtu medvědů ledních navzdory stále výraznějšímu tání ledu v důsledku změn klimatu. O této problematice bude pojednáno v kapitole 3.7.1.

Způsob lovu tuleňů je pro medvěda ledního specifický. Nejčastěji na ně číhá u dýchacích otvorů v ledu a čeká, až se kořist bude potřebovat nadechnout, případně se k nim tento predátor přibližuje od moře, přičemž v posledním úseku plave pod vodou, nebo se nepozorovaně připlíží po souši (Heráň, 1985). Hlavní zaměření na lov tuleňů kroužkovaných je zjevné z blízké asociace mezi populační hustotou medvědů ledních a hustotou tohoto druhu tuleně. Tuleni kroužkovaní jsou v důsledku dlouhodobé predace adaptováni tím, že rodí svá mláďata v doupatech ukrytých pod sněhem. Medvědi se však i přesto naučili tyto úkryty odhalit a vyhrabávat. Dle Wilson a Mittermeier (2009) zkonsumuje ročně jeden medvěd v průměru méně než 50 tuleňů kroužkovaných, z čehož 80 % představují mláďata ulovená buď přímo z doupěte, nebo krátce po jeho opuštění.

V období nedostatku potravních zdrojů jsou medvědi lední schopni hladovět a čerpat energii z tukových rezerv akumulovaných z požívání tuleňů. Tuková vrstva medvědů může být silná až 11,4 cm (Hunter a Barrett, 2011). Oproti tomu např. tygr usurijský žijící v mrazivých podmínkách Dálného východu má tukový polštář takřka poloviční, silný 5 cm (Mazák, 1980). Během období půstu se fyziologický stav medvědů ledních podobá hibernaci, nicméně na rozdíl od hibernujících druhů medvědů zůstávají aktivní. Oproti zimní hibernaci může k výše zmíněnému stavu docházet kdykoliv během roku, je-li nedostatek potravy. Březí samice mohou hladovět až 8 měsíců od doby, kdy zalezou do brlohu porodit mláďata, až do dalšího zamrznutí oceánu v poporodním období. Zdraví samci a nebřezí samice hladoví 4 až 6 měsíců, ale na rozdíl od březích samic nepřezimovávají v brložích, pouze v nepřízni počasí hledají dočasné úkryty (Hunter a Barrett, 2011).

3.3.3 REPRODUKCE

Reprodukční cyklus u medvědů ledních je sezónního charakteru (Hunter a Barrett, 2011). Dospělí medvědi žijí samotářským způsobem života a obě pohlaví se potkávají jen na poměrně krátkou dobu, kdy samci intenzivně bojují o samice (viz příloha č. 4, obrázek č. 8). Zvýhodnění bývají větší samci, úspěšně se rozmnožující samec zpravidla bývá dvakrát až třikrát větší než samice (Fitzgerald, 2013). Páření probíhá od března do června (Hunter a Barrett, 2011).

Estrus u samic trvá přibližně tři dny, během kterých dochází k opakovanému páření a indukované ovulaci (Nowak, 1999). Délka březosti je u tohoto druhu delší než u jiných savců podobné velikosti, což je způsobeno tzv. obdobím latence, klidovým obdobím ve vývinu vajíčka. Ačkoliv ke spáření dochází na jaře, oplozené vajíčko projde jen prvními děleními do stádia blastocysty a je implantováno v děloze až na podzim. Březost je tak prodloužena na 195 až 265 dnů, čímž samice vyrovnávají časový rozdíl mezi dobou páření a porodem v oblastech, kde jsou jen po omezené období v roce příznivé klimatické podmínky. Období před implantací představuje pro samici také časový úsek, kdy je nutné nashromáždit potřebné množství tukových zásob nutných k přežití a odchovu mláďat. Pokud medvědice koncem léta nebude mít dané množství tukových zásob a určitou hmotnost, k uhníždění vajíčka nedojde a je absorbováno. Březí samice si začínají ve sněhu vyhrabávat doupě na zimu, kde od poloviny listopadu do poloviny ledna rodí svá mláďata (Heráň, 1985; Hunter a Barrett, 2011; Fitzgerald, 2013).

Ve vrhu bývá jedno až tři mláďata, v průměru se však rodí dvě medvíďata. V lidské péči byl ale zaznamenán i vrh čítající čtyři mláďata. Novorozenec váží kolem 600 g (přibližně 0,23 % hmotnosti matky) a rodí se nevidoucí, porostlý krátkou bílou srstí. Matka s medvíďaty zpočátku setrvává v uzavřeném doupěti, což pro ni představuje několikaměsíční období půstu, během kterého využívá tukové zásoby vytvořené v předchozí sezóně. S příchodem klimaticky příznivějších podmínek na jaře, v březnu a první polovině dubna, začínají mláďata, která v té době dosahují hmotnosti cca 10 až 15 kg, opouštět společně s matkou brloh (viz příloha č. 4, obrázek č. 7). Následují ji několik dalších měsíců, kdy se učí dovednosti potřebné k přežití. Odstav a následný odchod od matky se shoduje s příchodem další pářicí sezóny (Heráň, 1985; Nowak, 1999; Wilson a Mittermeier, 2009). Nowak (1999) udává, že k tomu dochází ve 24 až 28 měsících věku mláďat. Hunter a Barrett (2011) uvádí v průměru 30 měsíců stáří, nicméně

v závislosti na potravní nabídce to může být v 18, ale někdy až ve 42 měsících. Interval mezi dvěma porody bývá mezi 3,1 a 3,6 lety.

Obě pohlaví pohlavně dospívají asi ve 3 až 3,5 letech, ale k prvnímu rozmnožování dochází u samic ve 4 až 6 letech a u samců v 6 až 8 letech (Hunter a Barrett, 2011). Podle Nowak (1999) jsou medvědi lední pohlavně dospělí v 5 až 6 letech, hmotnosti dospělých jedinců dosahují samice v 5 letech, samci však až mnohem později, v 10 až 11 letech. Průměrný věk, kdy mají samice první potomky, bývá odlišný mezi populacemi, Wilson a Mittermeier (2009) udávají věk od 4,6 do 7,2 let. Plodnost samic je nejvyšší do 20 let věku a od dosažení 20. roku postupně klesá. Z lidské péče je však znám i případ, kdy medvědice porodila zdravé mládě v 36 letech a dožila se 45 let (Nowak, 1999). Linke (2016) uvádí i jednu samici, která porodila v 37 letech. Průměrný věk, kterého se tento druh dožívá v přírodě, se však pohybuje kolem 32 roků u samic a 29 let u samců (Hunter a Barrett, 2011).

V prvním roce života medvíd'at byla zaznamenána poměrně vysoká úmrtnost, 25 až 65 %. Míra mortality závisí především na množství využitelných zdrojů potravy, neboť mlád'ata hynou nejčastěji v důsledku vyhladovění. Míra přežitelnosti stoupá s každým rokem života a v dospělosti je přirozená mortalita 1 až 4 % (Hunter a Barrett, 2011). Nowak (1999) však udává každoroční mortalitu v populaci dospělých medvědů vyšší, 8 až 16 %. Dospělí jedinci tohoto druhu nemají v přírodě přirozeného nepřitele, kromě dalších medvědů ledních a člověka. V některých případech jsou samci infanticidní, případně výjimečně mohou být mlád'ata ulovena vlky. Byly popsány i ojedinělé případy, kdy medvěd lední napadl mrože a ten jej v sebeobraně smrtelně zranil.

Podle Fitzgerald (2013) je poměr pohlaví v populaci medvědů ledních vyrovnaný, nicméně důležitou roli v populační dynamice sehrává skutečnost, že v daném roce je přibližně jen jedna třetina samic schopna páření. To vyplývá z výše zmíněného faktu, že jsou medvíd'ata odstavována zhruba ve dvou letech, poté nastává další pářicí sezóna, prodloužená březost a porod mlád'at nejdříve rok od odstavu mlád'at předchozích. Ve výsledku tedy připadají tři dospělí samci na jednu samici schopnou páření, v důsledku čehož dochází k intenzivním soubojům, ve kterých zpravidla vítězí největší a nejsilnější samci.

3.4 ROZŠÍŘENÍ MEDVĚDA LEDNÍHO *URSUS MARITIMUS* VE VOLNÉ PŘÍRODĚ

3.4.1 BIOTOP

Druh *Ursus maritimus* je rozšířen cirkumpolárně na severní polokouli v arktické a subarktické zóně. Arktida představuje oblast severně od severního polárního kruhu, kde velkou část plochy zaujímá Severní ledový oceán, který je většinu roku tvořen ledem či ledovými krami, jež obklopují pól. Ostatní oblasti jsou tvořeny ostrovy a severními okraji kontinentů (Anisimov et al., 2007). Ekosystémy jsou rozmanité od oblastí s permanentní sněhovou a ledovou pokrývkou v severních oblastech až po tajgu a boreální lesy v jižních částech regionu. Nejrozsáhlejší ekosystém představuje tundra, ale vyskytují se zde i alpínské a vysokohorské oblasti, listnaté lesy v pobřežních oblastech, údolí a bažiny. Arktické a subarktické oblasti poskytují životní podmínky nemalému množství živočichů, sehrávají důležitou roli v ročním cyklu stěhovavých ptáků a umožňují existenci velké a různorodé populaci ryb (Pearce-Kelly a Kok, 2015). Pro jižní hranici výskytu medvěda ledního je limitní výskyt mořského ledu jako přirozeného habitatu jejich hlavní kořisti – tuleňů (Malenfant et al., 2016).

Arktické klima je velmi variabilní, významně ovlivňováno mořskými proudy a kontinentálními zemskými masami. Po většinu roku zde dominují chladné podmínky a přítomnost ledu, trvale zmrzlé půdy nazývané permafrost, sněhu a vody. Zimy bývají mrazivé s teplotami kolem -40°C , zatímco léta jsou mírná a teploty dosahují maximálně 10°C (Anisimov et al., 2007). V posledních desetiletích je toto klima značně ovlivňováno globálním oteplováním a dalšími vlivy. O této problematice pojednává kapitola 3.7.1.

3.4.2 HISTORICKÝ VÝVOJ ROZŠÍŘENÍ

Medvědi lední, jak již bylo zmíněno výše, mají fylogeneticky nejbližší k medvědům hnědým. Poté, co došlo k druhovému oddělení, se medvědi lední morfologicky i fyziologicky přizpůsobili životu v chladných severských podmínkách (Ho et al., 2008; Lindqvist et al., 2010).

Vzhledem k nedostatku odborných materiálů zabývajících se historickým rozšířením medvěda ledního je obtížné sestavit přesnou mapu dříve obývaného areálu této šelmy. Na základě několika desítek fosilních a archeologických nálezů lze usuzovat, do jakých zeměpisných oblastí výskyt

tohoto druhu zasahoval. Poznatky však s největší pravděpodobností nejsou kompletní, protože medvědi lední se pohybují po obrovských teritoriích jak na pevnině, tak především ve vodním prostředí a na ledových krách, které se často přemísťují nebo roztávají (Crockford, 2012).

Příloha č. 2, obrázek č. 2 znázorňuje předpokládaný historický výskyt medvěda ledního. Z fosilních nálezů částí koster, častěji pouze fragmentů kostí, z období pleistocénu, v evropském prostředí především pozdního pleistocénu (nazývaného v severozápadní Evropě Weichselian glaciation), vyplývá rozšíření této šelmy do jižněji položených oblastí, než ve kterých žije nyní. Nejvzdálenějším dosud objeveným nalezištěm pozůstatků medvěda ledního je Kew Bridge ve Velké Británii, datováno do období 40 000 až 50 000 let př. n. l. Další nálezy z mladších období pochází především z jižního Norska, Švédska a severního Dánska (Kurten, 1964; Crockford, 2012). Dle historických údajů Mithen (2006) se v období pleistocénu na spojnici výše zmíněných oblastí nacházelo území Doggerland, které však bylo zaplaveno při zvýšení hladiny moří v období 10 500 až 6400 let př. n. l., a není tudíž možné provést archeologické průzkumy. Je však velmi pravděpodobné, že i zde by kosterní pozůstatky byly nalezeny.

Kromě prehistorických fosilních nálezů medvěda ledního se k určení historického rozšíření dá použít i materiál z archeologických nalezišť. Tyto nálezy jsou mladšího charakteru a stejně jako fosilní nálezy jsou poměrně vzácné. V důsledku absence těchto nálezů na různých místech lze usuzovat, že došlo k ústupu areálu výskytu medvěda ledního po konci poslední doby ledové. Doposud byly nalezeny kostní ostatky medvěda ledního z archeologických lokalit v Grónsku, severní Kanadě, severní Aljašce a z pobřeží severozápadního Ruska. Tedy z oblastí, kde medvědi lední žijí i dnes. Doposud jediný archeologický nález pozůstatků tohoto druhu v lokalitě mimo současné rozšíření pochází z Aleutských ostrovů (Murray, 2008; Crockford, 2012).

3.4.3 AKTUÁLNÍ ROZŠÍŘENÍ VOLNĚ ŽIJÍCÍ POPULACE

V současné době medvědi lední žijí v 19 subpopulacích, o kterých bude blíže pojednáno v kapitole 3.6, na území pěti států – Kanady, USA, Ruska, Norska a Dánska. Nejrozsáhlejší populace se nachází v Kanadě, v provinciích Labrador, Newfoundland, Manitoba, Nunavut, Ontario, Québec, Yukon a v Severozápadních teritoriích. Dále žijí na Aljašce a ostrovech sv. Vavřince, které náleží Spojeným státům americkým, v Grónsku, jež patří Dánsku,

na norských ostrovech Špicberky, Jan Mayen a na Medvědím ostrově. Obývají také severní oblasti Ruska a přilehlé ostrovy náležící tomuto státu, např. Nová země, Země Františka Josefa, Severní země, Novosibiřské ostrovy nebo Wrangelův ostrov (Wiig et al., 2015).

Z hlediska vodních ekosystémů obývá tento druh Severní ledový oceán, jenž cirkumpolárně omývá severní pól, a moře, průlivy či zálivy poblíž pevniny. U břehů Severní Ameriky je to např. Beaufortovo moře, Baffinovo moře, Labradorské moře, Foxův záliv a Hudsonův záliv. Severně od Evropy a Asie pak Dánský průliv, Grónské moře, Barentsovo moře, Karské moře, moře Laptěvů, Východosibiřské moře, Čukotské moře a Beringův průliv, který spojuje Asii se Severní Amerikou (PBSG, 2014).

Mapa současného rozšíření druhu je v příloze č. 2, obrázek č. 3.

3.5 STUPEŇ OHROŽENÍ PODLE IUCN

3.5.1 HISTORIE A VÝVOJ OHROŽENOSTI DRUHU

Medvěd lední je zařazen v Červeném seznamu ohrožených druhů IUCN v kategorii Vulnerable, tedy zranitelný, od roku 1982. Podle přesné definice IUCN je taxon zranitelný, pokud: „...nejlepší dostupné informace naznačují, že vyhovuje kritériím A až E pro zranitelný druh a v důsledku toho může být považován za ohrožený vyhynutím ve volné přírodě.“ Mezi lety 1996 a 2006 byl tento druh v kategorii Lower Risk/conservation dependent, dle současného názvosloví Least Concern, a nebyl vyhodnocen, že by splňoval podmínky pro kriticky ohrožené, ohrožené, zranitelné, nebo téměř ohrožené druhy (Wiig et al., 2015).

3.5.2 AKTUÁLNÍ STAV OHROŽENOSTI DRUHU

V roce 2006 byl však medvěd lední přeřazen zpět do kategorie Vulnerable a od roku 2008 je hodnocen dle kritéria A3c. Toto označení indikuje zařazení do kategorie A, jež hodnotí snížení velikosti populace na základě několika faktorů. V případě tohoto druhu se klasifikuje předpokládané snížení velikosti populace o $\geq 30\%$ v následujících deseti letech, nebo ve třech generacích dle toho, co je delší (maximálně 100 let), a to na základě poklesu počtu a rozlohy obývaného areálu, rozsahu výskytu a/nebo kvality habitatu (IUCN, 2012).

3.6 VÝVOJ ČETNOSTI POPULACE MEDVĚDA LEDNÍHO

Vědecky podložené odhady globálního rozsahu populace medvěda ledního jsou prováděny IUCN Polar Bear Specialist Group (dále jen PBSG). PBSG je specializovaná skupina odborníků založená roku 1968, která pod záštitou Komise pro přežití druhů řeší záležitosti týkající se výzkumu a managementu volně žijících populací medvědů ledních (PBSG, 2009a).

První odhad velikosti populace tohoto druhu byl proveden roku 1993. Dle statisticky solidních odhadů v té době žilo 21 470 až 28 370 medvědů ledních. Pro většinu subpopulací byly k odhadům realizovány detailní studie, u ostatních subpopulací byly využity poznatky o kvalitě biotopů v kombinaci s vědeckými daty. O tři roky později byl tento počet zaokrouhlen na 22 000 až 27 000 jedinců. V roce 2001 byly provedeny nové výzkumy a PBSG bylo prodiskutováno předpokládané množství medvědů v subpopulacích dosud nedokonale prozkoumaných. Výsledným odhadem bylo 21 500 až 25 000, roku 2005 zjednodušeno na 20 000 až 25 000 jedinců. Dané rozpětí odráží chybějící údaje ze subpopulací, které ještě nebyly blíže prozkoumány (PBSG, 2014). Nejaktuálnější počty mohou rovněž kolísat z důvodu, že sčítání jedinců v jednotlivých subpopulacích probíhalo v rozmezí mnoha let. Např. počty medvědů ledních v Lancasterově průlivu, Norském či Melvillově zálivu pocházejí z 90. let 20. století, a tak může být současná situace poměrně odlišná.

V současné době je populace medvědů ledních rozdělena do 19 subpopulací. Vědecké odhady četnosti populace byly dosud vytvořeny pro 14 z nich (viz tabulka č. 1 níže) (PBSG, 2017a). Využita byla zejména metoda capture-mark-recapture (dále CMR), kdy jsou jedinci odchyceni, označeni, zpětně vypuštěni a při dalším sledování se hodnotí, kolik zachycených jedinců je označeno již z předchozího sledování. Podle podílu zpětných odchytů jedinců již identifikovaných se pak vypočítává celková velikost dané populace a přesnost tohoto odhadu (Pradel, 1996). Méně často byla využívána metoda vzorkování populací, tzv. distance sampling (dále DS), během níž se na rozloze sledovaného území určí několik lineárních či bodových transektů, podél kterých se sleduje množství jedinců daného druhu a jejich vzdálenosti, výsledky jsou nakonec zprůměrovány (Buckland et al., 1993). Do roku 2005 byly v tabulce uváděny i odhady pro subpopulace v Čukotském, Karském a Laptěvově moři, nicméně z ní byly vyjmuty, protože nebyly dostatečně vědecky podloženy. Pro subpopulace v Arktické pánvi a na východě

Grónska nebyly odhady dosud nikdy stanoveny. V první zmíněné nejspíš žije jen velmi málo jedinců a mohou poměrně snadno přecházet do jiných subpopulací (PBSG, 2014).

TABULKA Č. 1: POČETNÍ STAVY MEDVĚDŮ LEDNÍCH VE VOLNÉ PŘÍRODĚ

Subpopulace dle lokality výskytu	Početnost (množství jedinců)	95% interval početnosti (množství jedinců)	Rok	Metoda měření
Arktická pánev	neznámá			
Baffinův záliv	2826	2059 – 3593	2012 – 2013	genetická CMR
Barentsovo moře	2644	1899 – 3592	2004	DS
Čukotské moře	neznámá			
Davisův průliv	2158	1833 – 2542	2007	CMR
vých. Grónsko	neznámá			
Foxův záliv	2585	2096 – 3189	2009 – 2010	CMR, DS
Boothijský záliv	1592	870 – 2314	2000	CMR
Kaneova zátoka	357	221 – 493	2013 – 2014	genetická CMR
Karské moře	neznámá			
Lancasterův průliv	2541	1759 – 3323	1995 – 1997	CMR
Laptěvovo moře	neznámá			
M'Clintockův kanál	284	166 – 402	2000	CMR
sev. č. Beaufortova moře	980	825 – 1135	2006	CMR
Norský záliv	203	115 – 291	1997	CMR
již. č. Beaufortova moře	907	548 – 1270	2010	CMR
již. č. Hudsonova zálivu	943	658 – 1350	2012	CMR, DS
Melvillův záliv	161	93 – 229	1992	CMR
záp. č. Hudsonova zálivu	1030	754 – 1406	2011	DS

(upraveno podle PBSG, 2017a)

Populační trendy medvědů ledních ve výše zmíněných 19 subpopulacích byly dle PBSG v roce 2014 následující: u jedné byla zaznamenána zvyšující se tendence, u tří snižující, šest jich bylo hodnoceno jako stabilních a pro charakteristiku zbývajících devíti nebylo dostatečné množství informací. Subpopulace žijící v oblasti Mc'Clintockova kanálu sice není příliš početná, ale medvědi jsou zde nejméně zabíjeni místními obyvateli a v souvislosti s relativně příznivými životními podmínkami zde dochází ke zvyšování jejich počtu. V posledních 30 letech měla vzrůstající tendenci i subpopulace v Davisově průlivu, ačkoliv nyní je klasifikována jako stabilní. Naopak snižující se tendence byla zaznamenána u subpopulací v jižní části Beaufortova moře, v Kaneově zátocě a v Baffinově zálivu. Jak vyplývá z předchozí tabulky, v Baffinově zálivu nyní žije nejvíce medvědů ledních, proto se také řadí k jedné z nejvíce prozkoumaných subpopulací, na které byly posuzovány klimatické změny. Nelze však přesně určit populační trend, protože v 90. letech 20. století bylo hodnocení množství jedinců tohoto druhu zřejmě podceněno. Na základě současných výzkumů lze však částečně dosledovat, že zde množství medvědů ubývá. Za stabilní jsou považovány subpopulace v severní části Beaufortova moře, v Boothijském zálivu, Foxově zálivu, v západní a jižní části Hudsonova zálivu a v Davisově průlivu. Přičemž v Boothijském zálivu od roku 2015 probíhá tříletá studie zaměřující se mimo jiné na množství jedinců, kteří zde žijí. Ačkoliv je populace na západě Hudsonova zálivu nyní stabilní, od konce 80. let 20. století až do počátku 21. století vlivem výrazného tání mořského ledu docházelo ke zhoršení tělesné kondice medvědů a jejich úbytku. Nejzásadnějším problémem jsou nedostatečné údaje o populačních trendech v následujících devíti subpopulacích – v Čukotském, Laptěvově, Karském a Barentsově moři, v Arktické pánvi, Melvillově zálivu, Norském zálivu, Lancasterově průlivu a ve východní části Grónska. V subpopulacích Čukotského moře, Lancasterově průlivu a Norském zálivu dochází s největší pravděpodobností k ubývání populace medvěda ledního, to však bude dokázáno, či vyvráceno až poté, co budou provedeny relevantní výzkumy (PBSG, 2014; PBSG, 2017a). Na základě nejnovějších informací PBSG (2017a) došlo ke změně trendu v Kaneově zátocě, která ještě v roce 2014 byla hodnocena jako klesající a nyní, o tři roky později, je již vedena jako mírně stoupající. Populační trendy a velikost populace je znázorněna i na obrázku č. 3 v příloze č. 2.

3.7 PŘÍČINY OHROŽENÍ VOLNĚ ŽIJÍCÍ POPULACE

Populace volně žijících medvědů ledních je v současné době ohrožena mnoha faktory, z nichž nejvýznamnější a nejvíce ohrožující jsou změny klimatu, na něž navazují další faktory, jako je úbytek potravy, zhoršení životních podmínek, poruchy reprodukčního cyklu či mezidruhové křížení. Další nebezpečí představuje např. těžba ropy a zemního plynu, pytláctví, trofejní lov a další konflikty s člověkem.

3.7.1 ZMĚNY KLIMATU A JEJICH DOPADY NA MEDVĚDY LEDNÍ

3.7.1.1 PROJEVY KLIMATICKÝCH ZMĚN

Změny klimatu představují v posledních desetiletích velmi významný celosvětový problém. Nejvíce se projevují v polárních oblastech a vzhledem k tématu diplomové práce bude kapitola zaměřována zejména na Arktidu, která je územím, jež má ochlazující efekt na světové klima. Tento efekt je způsoben čtyřmi aspekty – rozsáhlé bílé povrchy (ledové i sněhové) silně odrážejí sluneční energii; ve zmrzlých půdách je uloženo velké množství uhlíku, čímž redukuje míru skleníkových plynů v atmosféře; rovněž ochlazuje masy teplejší vody a vzduchu, které přicházejí i ze vzdálených jižních oblastí; zároveň také exportuje mořský led, chladnou vodu a vzduch směrem na jih (AMAP, 2012). Arktida je však také územím nejvíce oteplovaným. Oproti ostatním částem světa zde v posledních desetiletích vzrostla teplota dvojnásobně (ACIA, 2004).

Nejprve je potřeba specifikovat pojem kryosféra, tedy sféra zahrnující části zemského povrchu, které jsou po nějakou dobu v roce zamrzlé – permafrost (trvale zmrzlá půda), sníh, led na jezerech a řekách, zamrzlá moře, ledovce a ledovcové příkrovy. Během roku přirozeně v menší míře některé části kryosféry roztávají, čímž dochází k přesunu vody mezi jejími jednotlivými částmi, které tak tvoří dynamický systém (AMAP, 2012; Pearce-Kelly a Kok, 2015). Nejakutnější změny kryosféry probíhají v sezónním schématu sněhové pokrývky a ledu na vodních plochách, s dřívějším táním na jaře a pozdějším zamrznáním na podzim, případně v menším množství tání zamrzlých ploch během léta. Z dlouhodobějšího hlediska permafrost postupně rozmrzá a ledovce včetně ledovcových příkrovů tají. Hloubka vrstvy, která každoročně roztává, se na mnoha lokalitách rovněž neustále zvyšuje. Od 80. let 20. století došlo k ohřevu permafrostu o 2°C a jeho jižní hranice se na území Ruska a Kanady posunula na sever,

v západním Rusku o 30 až 80 km, v kanadském Québecu o 130 km. Nedojde-li k výraznému zlepšení situace, očekává se během tohoto století její posun o několik stovek kilometrů severně. Nejrozsáhlejší a nejdéle zamrzlé masy arktického ledu, kam patří mnohaletý mořský led, horské ledovce, ledovcové příkrovy a ledová pokrývka Grónska, rovněž degradují od počátku 21. století výrazně rychleji, než tomu bylo např. v 90. letech 20. století. Tyto změny budou do budoucna mít dalekosáhlé ekologické důsledky nejen na území Arktidy, ale i na přírodu a obyvatelstvo na celém světě (ACIA, 2004; Zhang et al., 2008; AMAP, 2012).

Ke změnám klimatu samozřejmě v evoluci Země docházelo postupně, v důsledku přírodních příčin a různých odchylek. Trendy a vzory, které jsou v tomto ohledu pozorovány v posledních desetiletích, však indikují jako hlavní příčinu stále se zvyšující vlivy lidské populace na životní prostředí. Dominantním faktorem, od něhož se odvíjejí všechny ostatní, je narůstající množství CO_2 a ostatních skleníkových plynů (O_3 , CH_4 , N_2O , atd.) v atmosféře v důsledku lidského působení, které následně oteplují světové klima. Skleníkové plyny se v atmosféře Země vyskytují přirozeně a pomáhají zde tzv. skleníkovým efektem navozovat tepelné podmínky vhodné k životu. Ovšem již od průmyslové revoluce je narušen tento přirozený jev zvýšenou mírou lidských aktivit. Nejvíce negativně ovlivňuje množství skleníkových plynů v atmosféře spalování fosilních paliv, deforestace, lesní požáry a narušení krajinného rázu přeměnou na ornou půdu. Tyto pochody jsou pak zacykleny, protože ohřevem zemského povrchu dochází ke stále většímu uvolňování těchto plynů z tajícího permafrostu (Bhatnagar, 2016). Podle modelů Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) nejnovější výsledky ukazují, že zvýšení teploty vlivem skleníkového efektu v průběhu 21. století bude mezi 1,0 a 3,7°C v závislosti na budoucích emisích skleníkových plynů. Na konferenci Organizace spojených národů o změně klimatu byl však koncem roku 2015 vypracován plán, dle něhož by se mělo lidstvo co nejvíce podílet na snižování emisí CO_2 a dalších skleníkových plynů s cílem omezit nárůst globální teploty o méně než 2°C (Anderson et al., 2016). Jak již bylo zmíněno dříve, ke zvýšení teploty dochází nejvíce na území Arktidy a to i přesto, že emise skleníkových plynů primárně nepocházejí z těchto oblastí, ale naopak hlavně z oblastí obydlených lidmi. Následně pak změny, k nimž dochází v Arktidě, zpětně ovlivní ostatní části planety (ACIA, 2004).

Sníh je dominantním prvkem arktického terestriálního prostředí po dobu osmi až deseti měsíců v roce. Má tak podstatný vliv na zdejší floru, faunu i tamější obyvatelstvo. Množství sněhu

v Arktidě se měří několika způsoby. Nejvíce využívány jsou tři z nich – hodnotí se počet dnů v roce se sněhovou pokrývkou (snow-cover duration), plocha pokrytá sněhem v daném čase (snow-cover extent) a skutečné množství sněhu, často měřené jako jeho hloubka. K prvním dvěma způsobům se využívá satelitního měření, které již od roku 1966 provádí kontinuálně každý týden americký Národní úřad pro oceán a atmosféru (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA). Hodnocení hloubky sněhu je obtížnější, protože musí probíhat na zemi a pozorování jsou tak méně rozsáhlá. Snížení doby trvání sněhové pokrývky během roku je mnohem výraznější na jaře než na podzim, zejména v pobřežních regionech na Aljašce, v severní Skandinávii a na severu Kanady. Dle měření mezi lety 1972 a 2008 bylo v celé Arktidě období se zimní sněhovou pokrývkou každé desetiletí v průměru o čtyři dny kratší. Někdy bylo zkráceno až o devět dnů, s výjimkou pobřeží Karského a Čukotského moře. Území pokryté sněhem se dle satelitních snímků pořízených v letech 1966 až 2008 v květnu a červnu zmenšilo o 18 % (AMAP, 2012; Hori et al., 2017). Dle ACIA (2004) se rozloha sněhové pokrývky v Arktidě za posledních 30 let zmenšila o 10 % a do roku 2070 se podle současných projekcí zmenší o dalších 10 až 20 %.

Dle AMAP (2012) tvoří v Arktidě horské ledovce a ledovcové čepice 250 000 km³ ledu a ledovcový příkrov Grónska dokonce 2 930 000 km³ ledu. Z těchto údajů je zřejmé, jak velké nebezpečí mohou tyto arktické zaledněné plochy představovat v případě, že by vlivem globálního oteplování kompletně roztály. V takovém případě bylo vědci zjištěno, že by hladina světového oceánu stoupla o 7,9 m, čímž by mnohé nejen pobřežní aglomerace skončily pod vodou (Bamber et al., 2001). V tomto ohledu má výrazný vliv i zvýšení hladiny o desetiny metru. Ačkoliv se neočekává, že by v nejbližších desítkách let všechen tento led roztál, to by trvalo tisíce let, současnou míru degradace ledovcových ploch nelze zanedbat. K měření změn množství ledu se využívají tři hlavní metody. V první se měří celková změna masy ledu tím, že se zjišťuje, kolik ledu za určité období přibude (sněhové srážky) a kolik se ztratí (přeměna na vodu, odtržené kry). Druhá mapuje přesnou výšku ledu za pomoci odrazu laserových nebo radarových paprsků z letadel či družic. Změny ve výšce ledu v průběhu času využívají ke zjištění dlouhodobé soudržnosti ledových ploch. Třetí metoda využívá změn gravitace. Od roku 2002 se ve vzdálenosti 200 km od sebe pohybují po stejné dráze dvě družice, jež sledují vzdálenost mezi sebou. Rychlost a tedy i jejich následná vzdálenost je ovlivněna gravitačním polem Země, jehož síla závisí na distribuci pevných hmot (ledu a hornin) na povrchu pod pozicí každého

ze satelitů. Změna v jejich vzdálenosti se využívá pro výpočet skutečné hmotnosti ledu na různých místech, což se dále hodnotí z pohledu změn v čase. Hojně se využívá i porovnávání map, leteckých fotografií a satelitních snímků, na nichž je vidět, jak se v průběhu času mění oblasti pokryté ledem (Sørensen et al., 2010; AMAP, 2012).

Za poslední století velké množství ledovců a ledovcových příkrovů ustoupilo a ve většině regionů se míra ztráty výrazně zvětšila zejména v posledních deseti až patnácti letech. Od 60. let 20. století je měřena pomocí satelitů hmotnostní bilance více než 300 ledovců na celém světě, jejichž evoluce se v zásadě shoduje. V období mezi lety 1961 a 1990 se odhaduje úbytek ledovců o objemu $219 \pm 112 \text{ kg/m}^2$ za rok, který se v období let 2001 a 2004 více než zdvojnásobil na $510 \pm 101 \text{ kg/m}^2$ (Kaser et al., 2006; Pearce-Kelly a Kok, 2015). V oblasti Arktidy připadá více než polovina celkových ztrát ledu na jižní Aljašku a na kanadskou část Arktidy. Zde se průměrný čistý úbytek ledových ploch od roku 2005 zvýšil dokonce třikrát. Vědci bylo zjištěno, že mezi lety 2000 a 2011 v Arktidě ubývalo každý rok více než 150 Gt ledu (jedna gigatuna představuje jeden trilion kilogramů). V Grónsku, jehož zaledněný objem je téměř dvanáctkrát větší než předchozí zmíněný, dochází každoročně k degradaci průměrně 200 Gt ledu, která probíhá až čtyřikrát rychleji než před rokem 2000 (AMAP, 2012). Tyto závěry potvrzuje i Velicogna (2009) a AMAP (2011), dle nichž mezi lety 1995 a 2000 byl úbytek grónského ledu $50 \pm 50 \text{ Gt}$ za rok, zatímco v letech 2005 a 2006 to bylo již $205 \pm 50 \text{ Gt}$ ročně a v rozmezí let 2007 až 2009 už dokonce 286 Gt. Bylo zjištěno, že pokud by se tato degradace nezpomalila, způsobila by do roku 2100 navýšení hladiny světového oceánu o 5 cm. Modely však předpovídají další ztráty ledovcové hmoty, zvýšenou míru tání při neustále probíhajícím oteplování a nárůst hladiny moře o 10 až 19 cm do výše zmíněného roku 2100. Dané modely jsou nicméně stále neúplné a není objasněn vliv interakcí atmosféry, proto je uváděna i maximální předpokládaná ztráta ledu z Grónska, která by do roku 2100 měla za následek nárůst hladiny moří o 40 cm (Dahl-Jensen et al., 2009).

Z hlediska životního cyklu medvědů ledních je nejpodstatnější mořský led. Ten představuje dynamický systém, který se periodicky v zimě rozšiřuje a v létě naopak do určité míry přirozeně roztává. Tento koloběh je však od počátku 21. století narušen. Celoroční satelitní monitorování extenzity mořského ledu probíhá nepřetržitě od roku 1979. Pro statistická měření se využívá prahové hodnoty, pod kterou klesá množství ledu při směřování k letnímu minimu, nebo stoupá

k zimnímu maximu. Ve všech 19 subpopulacích medvědů ledních dochází k předčasnému ústupu mořského ledu na jaře a k jeho pozdějšímu nástupu na podzim (Sahanatien a Derocher, 2012; Stern a Laidre, 2016). Průměrná plocha pokrytá ledem v září, tedy na konci léta, je od roku 2000 o více než třetinu menší, než byla v průběhu prvních dvaceti let měření, a k poklesu dochází rychleji, než se předpokládalo. Rekordní minimum bylo zjištěno v září roku 2007. Rozloha zaledněných ploch se snižuje i v zimním období, avšak ne tak rapidně, jako během léta. V příloze č. 3. na obrázku č. 4 je znázorněna aktuální síla ledu na konci zimy a na začátku léta včetně modelové projekce ve stejném období za 30 let, kdy se předpokládá, že mořský led bude výrazně tenčí a v létě téměř roztaje. Období tání v posledních letech rovněž přichází dříve na jaře. Odhaduje se, že na počátku 21. století začínalo období tání o 13 dní dříve, než tomu bylo v 80. letech 20. století. Napříč celou Arktidou se délka sezónního tání prodloužila přibližně o 20 dní (AMAP, 2012). Stern a Laidre (2016) uvádějí, že období ústupu mořského ledu přichází každé desetiletí v průměru o 3 až 9 dní dříve na jaře a na podzim přichází opětovné zamrzání o 3 až 9 dní později. Za desetiletí se pak dle těchto autorů sezónní tání prodloužilo o 7 až 19 dní.

Další neopomenutelnou změnu představuje měnící se stáří mořského ledu. Ten byl dříve tvořen převážně víceletým ledem zpravidla silným 3 až 5 metrů (i 12 metrů), který setrval ve zmrzlém stavu více než jednu sezónu tání. V posledních deseti letech tohoto ledu ubývá a stává se tenčím, když se pod ním tvoří vrstvy nové. Naopak stále přibývá míst pokrytých jednoletým ledem silným 0,3 až 2 metry, který se vytvoří v zimě a během následujícího letního oteplení kompletně roztaje (Warner et al., 2013). AMAP (2012) uvádí jako příklad, že na konci léta roku 2008 bylo v Arktidě o 42 % méně víceletého ledu, než tomu bylo o pouhé tři roky dříve v roce 2005. Zároveň v letech 2007 a 2008 byly více než dvě třetiny Arktického oceánu pokryty jednoletým ledem. Průměrná síla ledu se změnila z 3,64 m v roce 1980 na téměř polovinu, 1,89 m v roce 2008. Schéma proměnlivosti víceletého ledu mezi lety 1985 a 2011 zachycuje obrázek č. 5 v příloze č. 3.

V podstatě shodné trendy ohledně zalednění vykazují i arktické řeky a jezera. K jejich tání dochází dříve, dříve nastává i maximální průtok a zamrzají později, což má vliv na místní faunu i obyvatelstvo. Vodní plochy, které nejsou pokryty ledem, se také rychleji ohřívají, což přispívá celkovému oteplování. Arktický oceán je oceánem nejvíce ovlivněným přítokem vody z řek, (cca 11 %), takže spolu se změnou zalednění a průtoku řekami dochází i ke změně na úrovni

oceánské. Nejzásadněji je ovlivněna salinita a hustota, protože do oceánu přitéká větší množství sladké vody. Pokud by tento trend přetrvával, nebo se navyšoval, mohlo by to způsobit změny v cirkulaci oceánů, a ovlivnit tak klima regionu (ACIA, 2004).

3.7.1.2 DOPADY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA VOLNĚ ŽIJÍCÍ POPULACI MEDVĚDA LEDNÍHO

Naše planeta zažívá v posledních desetiletích stále rychlejší posun v environmentální stabilitě, který je obtížně slučitelný s adaptivní kapacitou zejména arktických mořských savců. Biogeografie života na Zemi se mění spolu s klimatem neustále, hlavní rozdíl však nyní spočívá v rychlosti, se kterou se ekosystémy mění (Walsh, 2008; Derocher et al., 2013). Evoluční historie demonstruje schopnost arktických mořských K-stratégů se adaptovat na hlavní klimatické posuny a ekosystémové odchylky, nicméně předpokládaný průběh a míra současných změn představuje nové výzvy pro přežití nejen těchto druhů (Harington, 2008). Lze je shrnout do čtyř obecných kategorií – modifikace habitatu, změna ekosystému, tlak na tělesnou kondici a zdraví a interakce s lidmi. Změny mořského ledu jsou společným jmenovatelem všech těchto možných dopadů, neboť přímá ztráta tohoto stanoviště představuje největší arktickou hrozbu. Významné mohou být i změny v kořisti, včetně potenciálního snížení celkové mořské produkce, ačkoli mnohem větší nejistota existuje ohledně trajektorií potravních sítí. Snížení tělesné kondice nebo zvýšení výskytu onemocnění, společně s intenzivnějšími interakcemi s člověkem, lze považovat za sekundární výzvy (Moore a Huntington, 2008; Wiig et al., 2008; Derocher et al., 2013).

Z důvodu životního stylu závislého na mořském ledu jsou nejvíce zranitelní právě medvědi lední, mroži, tuleni vousatí a tuleni kroužkování, zatímco dopady např. na narvaly, běluhy či velryby grónské, jejichž životní cyklus je s mořským ledem spjat méně, nejsou jisté. Dalších devět druhů (plejtvák myšok, plejtvák malý, keporkak, čepcol hřebenatý, tuleň grónský, pruhovaný a pacifický) sezónně obývá arktické a subarktické habitaty a bude-li pokračovat současný celkový trend posunu k teplejšímu arktickému klimatu, mohou zasahovat do severnějších zeměpisných šířek a setrvat tam déle, čímž by mohly konkurovat nyní zde žijícím druhům (Laidre et al., 2008; Moore a Huntington, 2008).

Nejvíce komplexní dlouhodobý průzkum populace medvědů ledních (jejich tělesné kondice, velikosti subpopulace, početnost a reprodukční úspěch) byly provedeny u subpopulace v západní části Hudsonova zálivu (Stirling et al., 1999; Regehr et al., 2007). Byly dokumentovány statisticky významné vztahy mezi stále dřívějším příchodem období tání, které zkracuje dobu

příjmu potravy medvědů ledních v nejdůležitější části roku a prodlužuje tak půst, a poklesem indexu průměrné tělesné kondice v tomto období (Stirling et al., 1999; Regehr et al., 2007; De la Guardia et al., 2013), poklesem průměrné hmotnosti březích samic před porodem (Stirling a Parkinson, 2006) a poklesem v přežitelnosti juvenilních, subadultních a stárnoucích jedinců (Regehr et al., 2007). Dle Regehr et al. (2007) byl tento proces neúmyslně zrychlen působením Inuitů podél západního pobřeží Hudsonova zálivu. V subpopulaci v jižní části Hudsonova zálivu, kde dochází k prodloužení období bez mořského ledu o 5 až 9,5 dne každé desetiletí, bylo na základě analýzy údajů do roku 2009 vysledováno, že nejlepším modelem pro předpověď tělesné kondice jedince v období bez ledu v daném roce je délka tohoto období v roce předchozím. Existuje tedy statisticky významný vztah mezi délkou bezledového období v jednom roce a tělesnou kondicí jedince v roce následujícím (Stirling a Derocher, 2012). Vědeckými výzkumy v subpopulaci jižní části Beaufortova moře bylo zaznamenáno, že přežití medvědů ledních se snížilo poté, co se zvýšilo množství dnů v roce bez mořského ledu. Mezi lety 2001 a 2003 trvalo bezledové období v průměru 101 dní a přežití dospělých samic medvěda ledního bylo vysoké (96 až 99 %). Zatímco v letech 2004 a 2005 bylo prodlouženo na průměrných 135 dní a míra přežití se výrazně zmenšila (73 až 79 %) (Hunter et al., 2010; Regehr et al., 2010). Molnár et al. (2010) s využitím individuálního dynamického modelu energetických rozpočtů uvedli, že v subpopulaci západní části Hudsonova zálivu by zemřelo hlady 3 až 6 % dospělých samců, kdyby období půstu trvalo 120 dní. Při jeho prodloužení na 180 dní by půst nepřežilo 28 až 48 % adultních samců. Očekávané změny v přežitelnosti jsou tedy nelineární (sigmoidní) jako funkce délky období půstu. Dle Regehr et al. (2010) platí, že čím delší dobu stráví medvědi na pevnině, tím nižší je úspěšnost reprodukce a přežitelnost mláďat. Tyto dopady ztrát mořského zalednění se mohou týkat i dalších subpopulací, pokud mají podobnou dynamiku a zaznamenaly podobnou či vážnější míru degradace ledových ploch. Zjištění jsou relevantní pro riziko zániku, jemuž čelí přibližně jedna třetina světové populace tohoto druhu.

Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.3.2, medvědi lední se živí převážně několika druhy mořských savců, nejvíce využívaný zdroj však představují tuleni kroužkovaní. Koncem jara a začátkem léta se tomuto druhu tuleně rodí mláďata a o šest týdnů později je matky odstavují. Právě toto období, kdy mají medvědi snadný přístup k tulením mláďatům z povrchu ledových ploch, je stěžejní pro přežití zdejších subpopulací medvědů. Mladí tuleni jsou ještě nezkušení ve vztahu k predátorům a jejich tělní tkáň se skládají až z 50 % z tukových zásob. Později,

jakmile nastane období tání, se tuleni stávají pelagickými a v otevřených vodách jsou již medvědům takřka nedostupní (Thiemann et al., 2008; Stirling a Derocher, 2012). Stirling a Øritsland (1995) udávají, že ve většině oblastí medvědi lední nahromadí v těchto měsících dvě třetiny i více energetických zásob, ze kterých pak čerpají po zbytek roku. Při dřívějším tání jsou tedy nuceni předčasně ukončit lov v jeho nejhojnější fázi a období půstu trvá déle, zatímco tukových zásob získaných z kořisti mají méně. Předpokládá se, že v důsledku klimatických změn bude tento trend pokračovat. Rovněž se předpokládá, že zhoršené podmínky pro lov na podzim a v zimě, spolu s pozdějším zamrznáním, způsobují další stres březím medvědům a v případě samic po porodu může tato situace zapříčinit zastavení laktace, což zvýší mortalitu mláďat (Derocher et al., 1993). Cirkumpolární rozšíření a vysoká abundance tuleňů kroužkovaných představuje klíčový článek v arktické potravní síti. Tento druh je v trofické kaskádě vysoce postaveným predátorem, avšak zároveň kořistí v prostředí relativně druhově chudém (Hamilton et al., 2015; Pilfold et al., 2015). Tuleni kroužkovaní jsou silně závislí na mořském ledu, skoro nikdy se nevyskytují na pevnině. Je tedy očividné, že změny klimatu a dřívější tání mají významný vliv na jejich životní cyklus. Leteckými průzkumy Ferguson et al. (2017) byl zjištěn postupný pokles hustoty tuleňů od roku 1995 do roku 2013, kdy bylo dosaženo nejnižší hustoty. Tělesná kondice byla snížena a míra stresu (hodnoty kortisolu) se s časem zvyšovala úměrně tomu, jak dlouhou dobu strávili jedinci v otevřených vodách, než došlo k opětovnému zamrznutí. Klimatické změny rovněž vedou k nižší míře ovulace a březosti nebo k vyššímu výskytu nemocných jedinců, protože v teplejších vodách se vyskytuje více parazitů a patogenů. Vyšší míra stresu také přispívá ke zvyšování náchylnosti tuleňů k těmto hrozbám. Dřívější tání ledových ploch a úkrytů ve sněhu, kde jsou mladí tuleni odchováni, vede k předčasnému oddělení od jejich matek a vystavení mláďat mořskému prostředí a predátorům. O to snadnější kořistí se pro medvědy stávají a ještě více se snižuje stav jejich populace, což zpětně ovlivňuje medvědy lední (Foden a Stuart, 2009; Ferguson et al., 2017).

Nashromáždění menšího množství tukových zásob a následný půst je nejkritičtější pro březí samice, které na rozdíl od ostatních medvědů hladoví osm měsíců, od roztání ledových ploch až do následujícího jara, a starají se o mláďata (Stirling a Derocher, 2012). Nejvíce výzkumů bylo od 70. let 20. století provedeno v kanadském Hudsonově zálivu, kde leží nejjižnější hranice výskytu tohoto druhu a klimatické změny se zde začaly projevovat nejdříve. Derocher a Stirling (1992) zjistili, že pokud tělesná hmotnost dospělého medvěda bude na podzim nižší

než tzv. kritická tělesná hmotnost cca 189 kg, nebude se daný jedinec schopen reprodukovat. Bylo zaznamenáno, že od 80. let se každoročně průměrná váha březích medvědic a subadultních jedinců snižuje, což značí stále významnější problém. Důvodem těchto tělesných ztrát je pravděpodobně kombinace několika faktorů – dřívější tání, pozdější zamrzání, jarní deště nebo méně sněhu (Obbard et al., 2006). S využitím dynamických modelů energetických rozpočtů bylo Molnár et al. (2010) předpovězeno, že 40 až 73 % březích samic by se nepodařil porod a odchov mláďat, pokud by k tání mořského ledu došlo o měsíc dříve než v 90. letech 20. století. Pokud by k němu došlo dokonce o dva měsíce dříve, nedokázalo by odchovat svá mláďata 55 až 100 % samic.

Klimatické změny mají vliv i na schopnost samic najít vhodné doupě pro porod a raný odchov mláďat. Březí samice obvykle zůstávají na mořském ledu až do jeho rozpadu, aby maximalizovaly své tukové zásoby předtím, než se dostanou na pevninu a vytvoří brloh, ve kterém tráví následující měsíce bez příjmu potravy. Dle Derocher et al. (2011) ovlivňuje pozdější znovuoobnovení ledových ker schopnost medvědů ledních dosáhnout území na pevnině, kde tvoří doupata, a to hlavně v jižních částech jejich výskytu. Subpopulace v jižní části Beaufortova moře byla ještě v 90. letech 20. století jedinou, v níž významná část březích samic měla své brlohy na stabilních ledových krách tvořených víceletým ledem (Amstrup a Gardner, 1994). Jižní okraj ledových ploch se však v letních měsících posouvá stále severněji, víceletý led ubývá, větší část zbývajících ledu je méně pevná a délka sezóny bez ledu je stále delší. Všechny zmíněné faktory zapříčinily to, že samice už tato místa většinou nevyužívají ke stavbě doupat. Podíl samic, jež jsou označeny obojky se satelity a na severu Aljašky odchovávaly mláďata v doupatech na ledových krách, klesl z 62 % v letech 1985 až 1994 na 37 % v letech 1998 až 2004. Předpokládá se, že další pokles dostupnosti vhodného mořského ledu bude mít za následek vyšší množství medvědic zimujících na pevnině. Ovšem pouze do té míry, dokud ledové plochy nebudou natolik daleko od pevniny, že by se k ní samice nemohly dostat (Fischbach et al., 2007).

3.7.2 KONTAMINACE

Dalším ohrožujícím faktorem pro medvědy lední, který však také souvisí mimo jiné i s klimatickými změnami, je kontaminace prostředí různými chemickými látkami. Kompozice druhů, které medvědům ledním slouží jako kořist, je důležitým prvkem v porozumění jejich ekotoxikologie. Jelikož změny klimatu mění distribuci a hojnost kořisti, dokumentace současných predačních modelů je nezbytná pro pochopení toho, jak se vystavení znečišťujícím látkám v prostředí může lišit v důsledku přeměn klimatu (McKinney et al., 2009). McKinney et al. (2009) zdokumentovali na subpopulaci v Hudsonově zálivu, jak změny potravního složení následkem změn v distribuci mořského ledu a dostupnosti kořisti zvýšily množství několika kontaminantů v tkáních medvědů. Vědecké práce McKinney et al. (2011) a McKinney et al. (2013) na subpopulaci východního Grónska také ukázaly, že se vystavení kontaminantům změnilo účinkem dietních změn.

Uvolňování kontaminantů do životního prostředí bylo v Evropě zaznamenáno od roku 1850 do roku 1930. Široká škála umělých znečišťujících látek (mezi nimi organochloriny) byla od té doby transportována vzduchem a oceánskými proudy z jižních průmyslových oblastí do Arktidy. Tyto vysoce lipofilní sloučeniny jsou odolné vůči biologické degradaci a ukládají se zejména ve tkáních. Arktické organismy jsou adaptovány k tomu, aby se vyrovnaly s krátkou periodou vysoké produkce, během níž si vytváří zásoby energie z lipidů, což vede k vysoké závislosti živočichů na tucích na většině trofických úrovní (Andersen a Aars, 2016). Medvědi lední mají schopnost metabolizovat několik organických polutantů, avšak metabolity, které jsou výsledkem tohoto procesu, mají ještě negativnější efekt, než původní sloučeniny (Gutleb et al., 2010). Kontaminanty u medvědů byly zkoumány ve většině současných subpopulací (Sonne, 2010; Andersen a Aars, 2016).

Nejčastějším polutantem jsou polychlorované bifenyly (dále jen PCB), což jsou chemicky stálé a odolné, lipofilní látky s nejméně čtyřmi navázanými atomy chlóru. PCB byly u medvědů ledních poprvé identifikovány v 70. letech 20. století (Andersen a Aars, 2016). Bernhoft et al. (1997) zjistili u medvědů žijících na souostroví Špicberky, že jejich tkáň vykazuje srovnatelné hladiny PCB, jako mají tuleni kroužkování v Baltském moři, u nichž byly zjištěny poruchy reprodukce. U této subpopulace byl popsán možný imunotoxický účinek a negativní souvislost

mezi organochloriny, retinolem a hormony štítné žlázy. Organické znečišťující látky mají také negativní vliv na imunitní odpověď a metabolismus (Skaare et al., 2000).

Výzkum Andersen et al. (2001) ukázal regionální rozdíly v kontaminaci PCB v krvi medvědů ledních mezi evropskými, ruskými a západními severoamerickými arktickými oblastmi. Bylo zjištěno, že úroveň PCB je nejvyšší na západě ruské Arktidy, kde se vyskytují PCB s vyšším počtem atomů chlóru, které jsou toxičtější, a směrem na východ jejich toxicita klesá. Studie naznačuje, že pozorované odchylky jsou způsobeny rozdílným vystavením medvědů ledních PCB napříč regiony, což může být způsobeno těžším znečištěním v některých oblastech, ale také rozdíly v potravních sítích, na kterých jsou medvědi závislí. Dlouhodobé i krátkodobé rozdíly v potravní historii daných jedinců pravděpodobně ovlivňují koncentrace a vzory v množství organochlorinů, což ztěžuje vyvození závěrů z krevních analýz. Interpretaci výsledků může rovněž komplikovat také fakt, že kojící samice tyto kontaminanty vylučují v mateřském mléku (Andersen et al., 2001; Bytingsvik et al., 2012).

3.7.3 DALŠÍ ANTROPOGENNÍ HROZBY

Kromě významného antropogenního vlivu na změny klimatu a kontaminaci prostředí medvědů ledních, mají na tento druh vlivy i jiné hrozby způsobené lidmi, jako je např. průmyslová činnost, pytláctví a trofejní lovy nebo zvýšené interakce poblíž lidských obydlí. Na rozdíl od mnoha druhů velkých savců, jejichž habitaty byly významně změněny, či zničeny člověkem, stanoviště medvědů ledních byla z důvodu polárních podmínek lidem hůře dostupná. Tání a oteplování však umožňuje větší přístup lidí do těchto habitatů a v tomto ohledu přináší mnoho změn (Wilson et al., 2014).

3.7.3.1 PRŮMYSLOVÁ ČINNOST

Ačkoli jsou klimatické změny a ztráta mořského ledu primárními příčinami ohrožení medvědů ledních, ostatní faktory mohou tyto dopady ještě zhoršit. Patří mezi ně např. vystavení jednotlivých subpopulací rostoucí průmyslové činnosti. Jelikož má Arktický oceán obrovský potenciál pro těžbu ropy a zemního plynu, je v nadcházejících desetiletích očekáván negativní vývoj (Wilson et al., 2014). Globální poptávka po energii bude v blízké budoucnosti do značné míry uspokojena rozvojem netradičních ropných a plynárenských zdrojů. Identifikace biologicky

důležitých oblastí by měla značně zlepšit plánování, a snížit tak dopady na populace volně žijících živočichů (Northrup a Wittemyer, 2013).

Stávající výzkumy naznačují, že medvědi lední se častokrát vyskytují poblíž pobřežních zařízení sloužících pro těžbu, jež mohou měnit ledové podmínky a vytvářet semipermanentní vodiče, které přitahují tuleně a jinak by neexistovaly. Pravděpodobně největší riziko příbřežního rozvoje představuje vystavení živočichů ropným skvrnám (Wilson et al., 2014). Amstrup et al. (2006) modelovali hypotetický únik ropy v jižní části Beaufortova moře a zjistili, že velký únik (5912 barelů) může přímo ovlivnit několik desítek medvědů této subpopulace. Projekce v Čukotském moři ukazují 40% pravděpodobnost úniku ropy z alespoň jednoho vrtu (1000 barelů) po dobu jeho životaschopnosti (Bureau of Ocean Energy Management, 2011). Ropné skvrny mohou ovlivňovat medvědy lední různými způsoby, nejčastěji snížením izolační schopnosti jejich srsti a tím i schopnosti termoregulace, což se stává v těchto podmínkách fatálním. Nebezpečná je rovněž konzumace ropných produktů prostřednictvím groomingu nebo konzumací kontaminované kořisti, u které bylo pozorováno, že to vede k otravě až smrti (Derocher a Stirling, 1991).

3.7.3.2 Lov

Pro mnohé komunity žijící v arktických nehostinných podmínkách představuje lov, rybaření, chov zvířat a sběr obnovitelných zdrojů důležitou součástí života a hlavní zdroje pro živobytí. Lov medvědů ledních je vysoce hodnocen a role lovce je často považována za vzorovou pro celou komunitu. Lovecké aktivity slouží nejen k uspokojení kulturních, sociálních a nutričních potřeb, ale také k finančnímu zajištění rodiny a domácnosti. Produkty z ulovených medvědů jsou tedy využívány komunitou, např. konzumace masa či zpracování kožešiny na oděvy, nebo se prodávají na domácím a mezinárodním trhu, např. lebky, drápy, výrobky z kožešin a dalších částí (Klein et al., 2005). Peníze získané z prodeje produktů živočišného původu se využívají k nákupu vybavení a úhradě nákladů na bydlení, nicméně toto obchodování není primárním podnětem k lovu, jen jeho vedlejším produktem. Finanční výnos z prodeje rovněž hraje důležitou roli při zajišťování ochrany volně žijících živočichů, jejich stanovišť a udržování zdravých populací (Environment Canada, 2010).

Od 18. století až do poloviny 20. století byly velké počty medvědů ledních loveny pro sportovní a komerční účely. Roku 1973 se však všech pět států, na jejichž území žije tento

druh, dohodlo, že medvědi potřebují ochranu prostřednictvím koordinovaných vnitrostátních opatření, a byla podepsána Mezinárodní dohoda o ochraně medvědů ledních (Agreement on the Conservation of Polar Bears). Ta představuje první multilaterální dohodu o přijetí koncepce ekosystémového managementu a stanovuje, že lov tohoto druhu je výhradním právem domorodých národů v rámci jednotlivých států, zatímco komerční lov je zakázán na území všech států, kde medvědi žijí. Legálně lze v Kanadě vyvážet pouze nepotravinářské produkty a veškerý mezinárodní obchod je řízen úmluvou CITES (Larsen a Stirling, 2009; Environment Canada, 2010; Shadbolt et al., 2012). Tato dohoda výrazně zlepšila management a ochranu medvědů ledních, došlo ke zvýšení výzkumných a monitorovacích aktivit a stanovení limitů či kvót pro lov za účelem živobytí, jenž je v současné době legálně povolen na území Kanady, USA a Grónska. Přestože se vyskytly obavy ohledně míry lovu, celá situace je monitorována a korigována státními orgány, které mají pravomoc v případě potřeby upravit a omezit stanovené limity. Zavedení těchto kvót zredukovalo množství ulovených jedinců na udržitelnou úroveň (Shadbolt et al., 2012). Stanovení výše kvót je založeno na velikosti dané subpopulace zjištěné výzkumy a údaje o ulovených jedincích jsou pečlivě sledovány. Zaznamenává se počet zabitých jedinců, jejich pohlaví a věk tak, aby byla zajištěna životaschopnost dané části populace. Samice s mláďaty je zakázáno lovit a v poměru samců vůči samicím jsou z 60 až 70 % loveni samci, kterých je na zachování reprodukčního potenciálu populace potřeba méně. Sportovní lov je povolen pouze v Kanadě jako součást přidělené kvóty dané komunitě, pro kterou představuje významný zdroj příjmů. Sportovní lovcí jsou navíc často neúspěšní, licenci však nelze vydat znovu, a tak přidělená kvóta mnohdy není využita (PBSG, 2009b). Dle Shadbolt et al. (2012) bylo v letech 2006/2007 až 2010/2011 v průměru každoročně uloveno 735 medvědů ledních, přičemž průměrně 554 připadalo na kanadské subpopulace, 136 na Grónsko a 45 na USA. Podrobnější statistiky ukazuje tabulka č. 2. Každoročně jsou tedy uloveny přibližně 3 až 4 % světové populace medvědů ledních. V norské části Arktidy a v západních ruských oblastech jsou medvědi chráněni před všemi formami lovu. Jedinou výjimkou může být zabití medvěda v rámci sebeobrany. Avšak i z tabulky č. 2 vyplývá, že množství ulovených jedinců v Rusku v průběhu sledovaných let není známo. PBSG (2009b) i Shadbolt et al. (2012) se shodují, že rozsah nelegálního lovu a obchodu v Rusku je nejistý a do budoucna může pro tento druh představovat významnou hrozbu. Celé situaci negativně napomáhá skutečnost, že početnost tohoto druhu je aktuálně neznámá ve všech ruských subpopulacích (PBSG, 2017a).

TABULKA Č. 2: POČETNÍ STAVY ULOVENÝCH MEDVĚDŮ LEDNÍCH DLE JEDNOTLIVÝCH STÁTŮ V LETECH 2006/2007 AŽ 2010/2011

Stát	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	Průměr
Kanada	579	510	552	500	628	554
Grónsko	145	132	145	124	132	136
USA	72	35	35	27	56	45
Rusko	neznámý	neznámý	neznámý	neznámý	neznámý	neznámý
Norsko	1	1	3	0	0	1
Celkem	797	678	735	651	816	735

(zdroj: Shadbolt et al., 2012)

3.7.3.3 KONFLIKTY S ČLOVĚKEM

Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.3.2, vlivem oteplování klimatu a dřívějšímu tání mořského ledu začíná medvědům ledním obdobím pústu stále dříve. Jedinci, co nenasbírali dostatečné množství tukových zásob, jsou mnohdy vyhladovělí a stále častěji se přibližují k lidským obydlím, kde se živí např. odpadky. Problémové medvědy je možno legálně zastřelit, jedná-li se o sebeobranu, ale hlavní snahou je těmto konfliktům předcházet. Množství usmrcených medvědů lze tedy snížit pomocí náležitých opatření nebo školení o likvidaci odpadků a vhodném plánování táborů (PBSG, 2009b). Nevhodně umístěné či špatně udržované tábory zvyšují riziko konfliktů. Jedinci bývají přitahováni nejen odpadky, ale i pachy z připravovaného jídla, případně se mohou vydávat na průzkum nových věcí v teritoriu (stany, sněžné skútry, samotní lidé). Všechny zmíněné faktory mohou vést k habituaci daných jedinců. Ti se poměrně rychle naučí, že lidská obydlí jsou zdrojem potravy, a to se jim pak stává osudné (PBSG, 2009c).

V posledních letech stále více lidí vyhledává dobrodružství v nových oblastech, a tak stoupá zájem o turismus v Arktidě. Cestovní ruch sám o sobě není přímou hrozbou pro medvědy lední, přesto však existuje mnoho situací, kdy nedbalost či nevědomost může vést k usmrcení medvěda. Je pravděpodobné, že se množství těchto konfliktů bude navyšovat v souvislosti s vyšším počtem lidí v habitatu tohoto druhu (PBSG, 2009c). Overrein (2002) zkoumal tuto problematiku

v norských Špicberkách, kde jsou rekreační aktivity, jako je turistika a kempování, zdrojem nejvíce setkání lidí s medvědy ledními. Za posledních 40 let se zde, stejně jako v dalších oblastech, výrazně zvýšilo využití sněžných skútrů. Ve snaze se vyhnout skalnatému terénu s nimi místní lidé i turisté jezdí po mořském ledu, kde vyrušují tuleně kroužkované, medvědy při lovu tuleňů, samice s mláďaty i ostatní jedince, kteří se po mořském ledu přesouvají z místa na místo (Andersen a Aars, 2016). Studie týkající se vyrušování medvědů vlivem lidské činnosti jsou však jen zřídka schopny posoudit dopady těchto disturbancí na přežití a reprodukční úspěch či jiné účinky na úrovni populace. Lze pouze studovat a hodnotit změny chování nebo fyziologické reakce jako hlavní ukazatele. Avšak i tyto výzkumy jsou považovány za cenné, je-li dobře známa biologie druhu a dají-li se provést hodnověrné interpretace toho, jak tyto změny mohou souviset s demografickými procesy. Dalším omezením je skutečnost, že sledovaný účinek je naměřen u konkrétního jedince a má krátkou dobu trvání. Kumulativní účinky na úrovni populace je těžké odhadnout u většiny volně žijících populací, zejména u dlouhověkých mobilních druhů, kam spadají i medvědi lední (Andersen et al., 2008; Andersen a Aars, 2016).

Medvědi vykazují vyhýbavé chování poté, co slyší přibližující se sněžné skútry a lodě, přestože ještě nejsou na dohled. Lidé jsou však schopni je pronásledovat a vzhledem k relativní bezpečnosti přiblížení se medvědům v těchto vozidlech, se k nim přibližují na nejkratší možnou vzdálenost, aby měli turisté lepší výhled (PBSG, 2009c). PBSG (2009c) uvádí příklad, kdy medvědice byla pronásledována tak dlouho, dokud nedošlo k jejímu oddělení od mláďat, která byla následně na nějakou dobu separována a fotografována. Tvůrci dokumentárních filmů se někdy chovají obdobně. Byla zaznamenána situace, kdy tito lidé po dobu jednoho týdne pronásledovali matku s mláďaty, která poprvé vyvedla z doupěte, a divili se, že za celou dobu natáčení medvědice neulovala ani jediného tuleň. Přitom samice po opuštění doupěte musí co nejdříve začít lovit, aby doplnila tukové rezervy, jež byly čerpány po dobu půstu, a mohla se dál starat o mláďata. Je tedy pravděpodobné, že disturbance ze strany filmových tvůrců u ní značně ovlivnily lovecký úspěch a následnou péči o medvíďata. K podobným závěrům došli i Andersen a Aars (2008), po vyrušení sněžnými skútry vykazovaly samice s mláďaty silné vyhýbavé reakce. Opakované narušení jejich prostředí může vést ke zvýšenému energetickému stresu během doby, kdy potřebují obnovit tukové zásoby. Problémy způsobují i návnady v turistických vozidlech, které pak medvědi následují. Byly zaznamenány případy, kdy se pak medvědice s mláďaty dostaly do oblastí, kterým by se jinak přirozeně vyhnuly. Konkrétně tam,

kde žije mnoho medvědů, což představuje ohrožení pro mláďata (PBSG, 2009c). Andersen a Aars (2008) pozorovali medvědy, kteří po antropogenním vyrušení opustili dýchací otvory, u nichž číhali na tuleně kroužkované, a dali se na útěk. Takto dokázali uběhnout nejméně jeden kilometr, někteří dokonce pět kilometrů. K rychlému běhu na delší vzdálenosti však nejsou fyziologicky přizpůsobeni a zvláště u velkých jedinců dochází k přehřívání organismu. Takový stres by mohl medvědy donutit využívat suboptimální stanoviště a více se zdržovat ve vodě. Mohl by také vést k častějšímu přerušení lovu či následného krmení, čímž by byla ovlivněna tělesná kondice dospělých i růst mláďat. PBSG (2009c) rovněž potvrzují, že pronásledování a chronické obtěžování může vést k tomu, že medvědi opouštějí upřednostňovaná stanoviště, což bude mít dlouhodobé důsledky pro populaci.

Všechny tyto negativní efekty mohou být zmírněny či odstraněny místním plánováním a vydáním předpisů. Např. v již zmiňovaných Špicberkách existující předpisy, které omezují dopravu zejména na sněžných skútrech po mořském ledu v jarním období, kdy samice vyvádějí svá mláďata z brlohů (Andersen a Aars, 2008; Andersen a Aars, 2016).

3.7.4 MEZIDRUHOVÉ KŘÍŽENÍ

V minulosti se v přírodě místa výskytu medvědů ledních a hnědých obvykle nepřekrývala, proto výskyt hybridů těchto dvou druhů byl sporadický. V některých oblastech Arktidy a na Sibiři je však v posledních desetiletích možno pozorovat medvědy hnědé, jak se toulají po ledových plochách (Doupe et al., 2007). V důsledku globálního oteplování se zároveň medvědi lední častěji vyskytují na pevnině, protože při roztátí ledových ker přicházejí o lovecká území a hledají alternativní zdroj potravy. Existují dvě teorie – v první se vědci domnívají, že by se medvědi mohli vrátit zpět do svého původního prostředí na pevninu, zatímco ve druhé teorii jiní vědci toto zpochybňují a tvrdí, že ke klimatickým změnám dochází příliš rychle a medvědi nejsou schopni se přizpůsobit. Faktem však zůstává, že s prodlouženou délkou období bez mořského ledu tráví tento druh stále více času na pevnině (Struzik, 2003).

Bylo již zmíněno v kapitole 3.1, že medvědi lední a hnědí se od sebe fylogeneticky oddělili nejpozději, a proto jejich reprodukční bariéry nejsou doposud dokonale vyvinuty. V lokalitách, kde se biotopy obou druhů překrývají (viz příloha č. 3, obrázek č. 6), tedy existuje možnost

hybridizace a rodí se plodní jedinci. Ke spáření dochází obvykle s poddruhem grizzly. Výsledným hybridům se pak neoficiálně říká „pizzly“, pokud je otcem medvěd lední a matkou medvědice grizzly, nebo „grolar“, je-li otcem grizzly a matkou medvědice lední. Inuité je označují jako „nanulak“ či „aknuk“, protože označení „nanuk“ znamená v jejich jazyce medvěda ledního a „aklak“ grizzlyho (Hartwell, 2013; Fiske, 2015). Ačkoliv zmínky o hybridech těchto druhů byly již dříve, prvním geneticky podloženým případem v přírodě byl jedinec zastřelený v kanadském Nelson West na Banksově ostrově v dubnu 2006. Roku 2010 byl v kanadské Arktidě zabit další jedinec, u něhož bylo DNA testy zjištěno, že byl z druhé generace tohoto spojení, jeho matka byla hybrid, zatímco otec byl grizzly. Bylo to poprvé, co byl v přírodě potvrzen jedinec pocházející z druhé generace. S postupujícími klimatickými změnami lze očekávat, že množství zaznamenaných hybridů ve volné přírodě bude stoupat. Tento jev není ojedinělý ani u jiných arktických druhů. V 80. letech 20. století byl na západě Grónska objeven hybrid narvala a běluhy, roku 2009 v Beringově moři mezi Aljaškou a Ruskem např. jedinec vzniklý ze spojení velryby grónské a černé. Zaznamenáni byli i kříženci tuleně grónského a čepcola hřebenatého (Kelly et al., 2010).

V lidské péči se hybridy medvědů ledních a hnědých objevovali již od 19. století, kdy zoologické zahrady sloužily především k vystavování zvířat, a hlavní snaha byla ukázat raritní jedince, které jiné zoo neměly. Proto docházelo mnohdy záměrně k mezidruhovému křížení. Zoo v Halle od roku 1874 až do počátku 20. století několikrát úspěšně rozmnožila samce medvěda ledního se samicí medvěda hnědého, v následujících letech křížili i hybridy s vlastními rodiči. Od roku 1876 bylo zaznamenáno několik hybridních vrhů i v soukromé německé zoo ve Stuttgartu, jež byla uzavřena roku 1906 (Scherren, 1907; Hartwell, 2013). Jako další příklad lze uvést americkou Národní Zoo ve Washingtonu, kde se roku 1936 dostala samice kodiaka do výběhu medvěda ledního. Výsledkem byla trojčata, která se v následujících letech pářila mezi sebou (Hartwell, 2013). Kowalska (1969) dokumentuje v polské Zoo Lodž čtyři vrhy hybridů mezi lety 1961 a 1965, kteří se v následujících letech dále plodně pářili, včetně spojení s vlastním otcem.

Jako důsledek společného chovu dvou druhů medvědů se tedy narodila hybridní mláďata v mnoha chovatelských institucích nejen Německa a USA, ale i Polska, Španělska, Ruska či Izraele. Ve 40. letech žil dokonce jedinec jménem Tedy i v tehdejší Československu,

v liberecké zoo (Podaný, 1946). Preuß et al. (2009) provedli detailní studii dvou hybridních sourozenců opačného pohlaví, kteří se narodili v zoo Osnabrück v roce 2004. Tamější samec medvěda ledního a samice medvěda hnědého obývali společný výběh od roku 1980 a chovatelé nepředpokládali, že by se tomuto páru po tolika letech mohla narodit mláďata. Vědeckému zkoumání byly podrobeny behaviorální i morfologické (např. zbarvení, osrstění, stavba těla) charakteristiky hybridů a obou rodičů. Některé znaky odpovídaly znakům matky či otce, jiné měly míru znaku mezi oběma rodiči. Z hlediska chovu v lidské péči by mezidruhové křížení ve větším měřítku mohlo způsobit problémy ohledně druhové či poddruhové čistoty. Jelikož je však tento jev ojedinělý, nepředstavuje v současné době majoritní hrozbu.

3.8 MOŽNOSTI OCHRANY

3.8.1 OCHRANA *IN SITU*

Pro zachování genetické rozmanitosti se používají dvě základní strategie – ochrana *in situ* a *ex situ*. *In situ* vyjadřuje ochranu přirozeného prostředí, ekosystémů a stanovišť, v nichž se nachází určitý druh či poddruh. Základním prostředkem pro udržení a případnou obnovu životaschopných populací je vytváření sítě chráněných území a biokoridorů, které umožňují jejich efektivní propojení. Patří sem také označování, kvalitní řízení a monitorování jednotlivých taxonů v místě jejich výskytu (Engels et al., 2002; Gaisler a Zima, 2007). Níže je uvedeno jen několik hlavních organizací zabývajících se ochranou *in situ* druhu *Ursus maritimus*.

Hlavní mezivládní organizací, jež se zaměřuje na problémy oblasti, kde žijí medvědi lední, je Arktická rada (Arctic Council). Podporuje spolupráci, koordinaci a interakci mezi arktickými státy, komunitami a dalšími zdejšími obyvateli týkající se zejména otázek udržitelného rozvoje a ochrany životního prostředí v Arktidě. Byla založena roku 1996 a členskými státy mohou být pouze ty, které leží na jejím území: tedy Kanada, USA, Dánsko, Finsko, Island, Norsko, Rusko a Švédsko. Práce Rady je prováděna šesti skupinami, tzv. Working Groups:

- ACAP (Arctic Contaminants Action Program)
- AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme)
- CAFF (Conservation of Arctic Flora and Fauna)
- EPPR (Emergency Prevention, Preparedness and Response)
- PAME (Protection of the Arctic Marine Environment)
- SDWG (Sustainable Development Working Group).

ACAP působí jako posilující a podpůrný mechanismus, který podporuje vnitrostátní opatření ke snížení emisí a dalších úniků znečišťujících látek. **AMAP** monitoruje a hodnotí prostředí Arktidy, ekosystémy a obyvatelstvo. Poskytuje také vědecké poradenství pro podporu vlád, které se zabývají znečištěním a nepříznivými účinky změn klimatu. **CAFF** je organizace zaměřující se na zachování arktické biologické rozmanitosti (flóry i fauny) a snažící se zajistit udržitelnost živých zdrojů Arktidy. **EPPR** je pracovní skupina pro prevenci, připravenost a reakci na mimořádné události, jež zajišťuje ochranu prostředí Arktidy před hrozbami či dopady náhodného uvolnění znečišťujících látek nebo radionuklidů. **PAME** představuje ústřední bod

činnosti Arktické rady zabývající se ochranou a udržitelným využíváním arktického mořského prostředí. Poslední pracovní skupina, **SDWG**, pracuje na podpoře udržitelného rozvoje a zlepšování podmínek arktických komunit (Arctic Council, 2018).

Roku 1992 byl v kanadském městě Ottawa založen WWF Arctic Programme, pod jehož záštitou funguje velké množství projektů napříč Arktidou. Úřady WWF v sedmi arktických zemích (všechny země Arktické rady kromě Islandu) spolupracují při boji proti hrozbám pro toto území a zachování biologické rozmanitosti ekosystémů. Důležité je rovněž zajistit udržitelné využívání obnovitelných přírodních zdrojů nebo snížit znečištění a zbytečnou spotřebu. WWF Arctic Programme je jedinou cirkumpolární nevládní organizací působící v oblasti ochrany životního prostředí, která působí v Arktické radě, kde má status pozorovatele (WWF, 2017a).

Ochranu *in situ* zajišťuje i již několikrát zmíněná IUCN Polar Bear Specialist Group (PBSG), specializovaná skupina odborníků založená roku 1968. Pod záštitou Komise pro přežití druhů se zabývá záležitostmi týkajícími se výzkumu a managementu volně žijících populací medvědů ledních. Tento druh má na rozdíl od ostatních druhů medvědů svou vlastní specializovanou skupinu, protože jeho management je řízen Mezinárodní dohodou o ochraně medvědů ledních, jež byla roku 1973 podepsána v norském Oslu pěti státy – Kanadou, USA, Norskem, Dánskem a bývalým Sovětským svazem. Roku 2012 došlo ke změně podmínek pro členství z důvodu navýšení velikosti této skupiny z 25 členů na maximální počet 35 členů, kteří jsou voleni předsedou a z každého z pěti signatářských států musí být zvoleni minimálně tři zástupci (PBSG, 2009a; PBSG, 2017b).

3.8.2 OCHRANA *EX SITU*

Druhou strategií zachování druhů je ochrana *ex situ*, tedy v uměle vytvořených podmínkách chovu mimo přirozené prostředí, která se realizuje zejména u kriticky ohrožených či v přírodě již vyhubených druhů. Důležitá je však i u dalších druhů, jež v současnosti nemají tento status, ale v budoucnu by mohly mít (Engels et al., 2002; Gaisler a Zima, 2007).

Základní prvek představují záchranné programy, jejichž cílem je i podpora programů *in situ*. Významnou roli *ex situ* programů sehrávají zoologické zahrady, ačkoli ani přes veškeré úsilí

nemohou nahradit ochranu v přirozeném prostředí (Engels et al., 2002; Gaisler a Zima, 2007). O chovu medvěda ledního v lidské péči bude detailně pojednáno v kapitole 5.

Do ochrany *ex situ* spadají i světové kampaně. Světová asociace zoologických zahrad a akvárií (World Association of Zoos and Aquariums, WAZA) také podporuje vědu a výzkum nebo environmentální vzdělávání, které má motivovat k udržitelnosti životního prostředí, bojuje proti změnám klimatu, podporuje dobré životní podmínky zvířat a účastní se mezinárodních kampaní (WAZA, 2018). Mezinárodní kampaně jsou již od roku 2000 řízeny nejčastěji Evropskou asociací zoologických zahrad a akvárií (European Association of Zoos and Aquaria, EAZA) a zaměřují se zpravidla na určitou oblast, taxon či skupinu druhů (EAZA, 2018).

Mezi lety 2013 a 2015 pořádala EAZA v pořadí již 11. kampaň Pole to Pole zaměřenou na oba póly - Arktidu a Antarktidu, na druhy zde žijící a na hrozby, kterým v současné době čelí. Vlajkovými druhy se za severní pól stal medvěd lední, za jižní pól tučňák patagonský. Ještě před začátkem kampaně bylo formulováno několik cílů, které se v následujících letech podařilo úspěšně splnit. Cílem bylo zajistit účast na kampani co nejvíce zoologických zahrad a akvárií celého světa, ovlivnit pozitivní změnu chování mezi zoo, školami a návštěvníky zoo nebo snížit emise uhlíku předložením petice, jež vyzývá světové vůdce ke snížení emisí CO₂ pod 350 ppm. Po celém světě se do kampaně zapojilo 250 institucí, čímž ukázaly angažovanost a zapojení zookomunity v boji proti změnám klimatu. Byly vytvořeny vzdělávací materiály, informační letáky, brožury či speciální loga a všechny zdroje byly přeloženy z angličtiny do sedmi evropských jazyků. Součástí kampaně bylo i aktivní zapojení do slibu „Pull the Plug“ týkajícího se vytahování elektrických zařízení ze zásuvky, pokud nejsou používána, čímž se významně šetří elektrická energie a snižují se emise CO₂. Dle EAZA byla osvětová kampaň úspěšná, nicméně pouze odstartovala snahy, ve kterých je třeba i nadále pokračovat. Proto internetová stránka kampaně funguje i nadále, je pravidelně aktualizována a jsou zde sdíleny zprávy o vývoji změn klimatu nebo o nových iniciativách zoologických zahrad a ochránářských komunit (EAZA, 2018; PoleToPole Campaign, 2018).

Medvědů ledních se částečně týkala i 8. kampaň zaměřená na evropské masožravce (EAZA European Carnivore Campaign) vedena mezi lety 2008 a 2010. Bylo vybráno 12 nejohroženějších vlajkových druhů – liška polární *Alopex lagopus*, medvěd hnědý *Ursus arctos*, vydra říční *Lutra lutra*, rys ostrovid *Lynx lynx*, kočka divoká *Felis silvestris*, norek

evropský *Mustela lutreola*, šakal obecný *Canis aureus*, vlk obecný *Canis lupus*, rys pardálový *Lynx pardinus*, tchořík skvrnitý *Vormela peregusna*, medvěd lední *Ursus maritimus* a rosomák *Gulo gulo*. Hlavním cílem kampaně bylo zvýšit povědomí o ochraně přírody v Evropě se zvláštním zaměřením na karnivorní druhy na tomto kontinentu. Snahou bylo upoutat pozornost na způsob, jakým lidská činnost vede ke ztrátě a znečištění stanovišť. Dalším klíčovým cílem bylo získání finančních prostředků na záchranné projekty vedené napříč Evropou. V roce 2009 bylo přidáno dalších pět druhů – sviňucha obecná *Phocoena phocoena*, orel královský *Aquila heliaca*, orel iberský *Aquila adalberti*, sup hnědý *Aegypius monachus* a sup mrchožravý *Neophron percnopterus*. Působení kampaně se také rozšířilo na specifické problémy způsobené nezákonným využíváním jedů pro kontrolu predátorů, které mají zásadní negativní dopad na populace ohrožených masožravců i na iniciativy v oblasti ochrany těchto druhů (EAZA Executive Office, 2012).

Od března 2007 do března 2009 probíhal v pořadí již čtvrtý Mezinárodní polární rok (International Polar Year, IPY), což byl rozsáhlý vědecký program zaměřený na studium komplexních klimatických jevů na obou pólech, Arktidě i Antarktidě. Je organizovaný prostřednictvím Mezinárodní rady pro vědu (International Council for Science, ICSU) a Světové meteorologické organizace (World Meteorological Organization, WMO). Předchozí Mezinárodní polární roky probíhaly v letech 1882 až 1883, 1932 až 1933 a 1957 až 1958. Za účelem plného a rovnoměrného pokrytí Arktidy i Antarktidy zahrnuje IPY dva úplné roční cykly mezi lety 2007 a 2009, více než 200 projektů, kdy tisíce vědců z více než 60 zemí zkoumaly širokou škálu fyzikálních, biologických i sociálních témat (IPY, 2007).

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 MATERIÁL

Jako výchozí materiál pro celkovou analýzu chovu posloužily údaje z Mezinárodní plemenné knihy pro medvědy lední (International Studbook for Polar bears) uzavřené k 31. 12. 2015.

V plemenné knize jsou k tomuto datu evidováni všichni žijící i nežijící jedinci, kteří byli chováni v zoologických zahradách a dalších institucích, včetně soukromých zařízení a cirkusů, a u kterých se podařilo jejich existenci dohledat v historických záznamech. K výše zmíněnému datu je v plemenné knize vedeno 3347 jedinců (1270 samců, 1328 samic, 749 jedinců neznámého pohlaví) ve 430 institucích. Z tohoto počtu je žijících 298 jedinců (143, 155, 0) ve 133 institucích (Linke, 2016).

Mezinárodní plemenná kniha pro medvědy lední je vedena v německé Zoo Rostock od roku 1985. V tomto roce ji poprvé vydal Gerhard Fricke, který začal sbírat záznamy o tomto druhu již od roku 1980. Historické údaje před tímto rokem nejsou dosud kompletní. Nejstarší zapsaný jedinec, kterého se zatím podařilo dohledat, se narodil roku 1829 a žil v londýnské zoo. Jedinci, u nichž byla neúplná data, nereprodukovali se nebo žili v některé zoo jen po krátkou dobu aniž by byly známy informace o jejich původu, příjezdu a odjezdu, nebyli do plemenné knihy zahrnuti. Roku 1993 převzala vedení plemenné knihy Dr. Karin Linke, rovněž ze Zoo Rostock (Linke, 2016).

Statistické vyhodnocení bylo řešeno formou popisné statistiky, k vytvoření finálních grafů a tabulek byl zvolen program Microsoft Excel.

4.2 METODIKA

Všechny údaje z Mezinárodní plemenné knihy pro medvědy lední byly před zahájením výpočtů převedeny do dokumentu v Microsoft Excel. Z těchto kompletních údajů pak byly dále filtrovány potřebné údaje pro danou část analýzy chovu. Analýze byla podrobena celosvětová populace žijících i již nežijících medvědů ledních v lidské péči, kterou se dosud podařilo dohledat.

Výsledky byly řešeny formou popisné statistiky. Diplomová práce se blíže zaměřuje na dvě sledované oblasti:

STRUKTURA CELOSVĚTOVÉHO CHOVU MEDVĚDŮ LEDNÍCH V LIDSKÉ PÉČI

- **vývoj početních stavů**
- **četnost pohlaví a původ všech jedinců zapsaných v plemenné knize – od počátku chovu v roce 1829 do 31. 12. 2015**
- **věková struktura celosvětové populace**
- **množství chovaných medvědů ledních dle kontinentů a států**

PROBLEMATIKA REPRODUKCE MEDVĚDŮ LEDNÍCH V LIDSKÉ PÉČI

- **porody mlád'at – mrtvě narozená, uhynulá do jednoho roku, odchovaná**
- **porody a úhyny v celé populaci dle ročních období**
- **počet mlád'at na samici**
- **věk samic při porodu.**

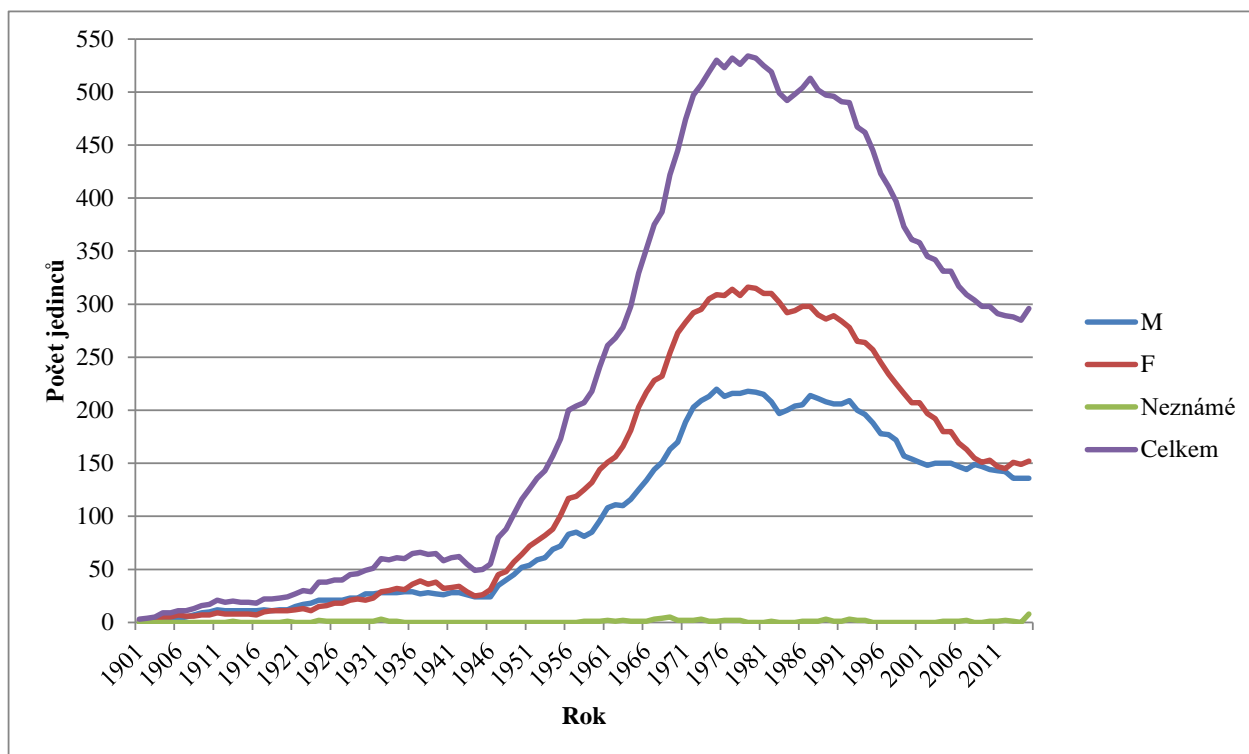
Na reprodukci mají vliv také vnější faktory, mezi které patří např. podmínky chovu, kvalita péče nebo výživa. Ty však nebylo možno statisticky zpracovat dle údajů z plemenné knihy.

5 VÝSLEDKY

5.1 STRUKTURA CELOSVĚTOVÉHO CHOVU MEDVĚDŮ LEDNÍCH V LIDSKÉ PÉČI

5.1.1 VÝVOJ POČETNÍCH STAVŮ CELOSVĚTOVÉ POPULACE

GRAF Č. 1: VÝVOJ CELOSVĚTOVÉHO CHOVU MEDVĚDŮ LEDNÍCH OD ROKU 1901 DO ROKU 2015



V grafu č. 1 jsou uvedena všechna chovaná zvířata v zoologických zahradách a dalších chovatelských zařízeních od roku 1901. Samotný chov započal již v roce 1829. V letech 1829 až 1900 bylo chováno 18 jedinců, ti však byli pro přehlednost grafu vynecháni. 15 z nich bylo dovezeno z přírody a chováno v zoo ve Filadelfii, Washingtonu a Londýně. V londýnské zoo se je v tomto období podařilo dvakrát rozmnožit. V roce 1865 se narodilo jedno mládě, o rok později dvě mláďata stejnému chovnému páru.

Až do poloviny 40. let 20. století bylo množství samců a samic nižší než 50 jedinců, jen s mírným nárůstem stavů. Zlom přišel až v tomto období, kdy začaly počty chovaných jedinců strmě stoupat nejen z důvodu dovozů z volné přírody, ale i vlivem zvyšujícího se množství narozených a odchovaných mláďat. Chovatelé postupně získávali nové zkušenosti a poznatky

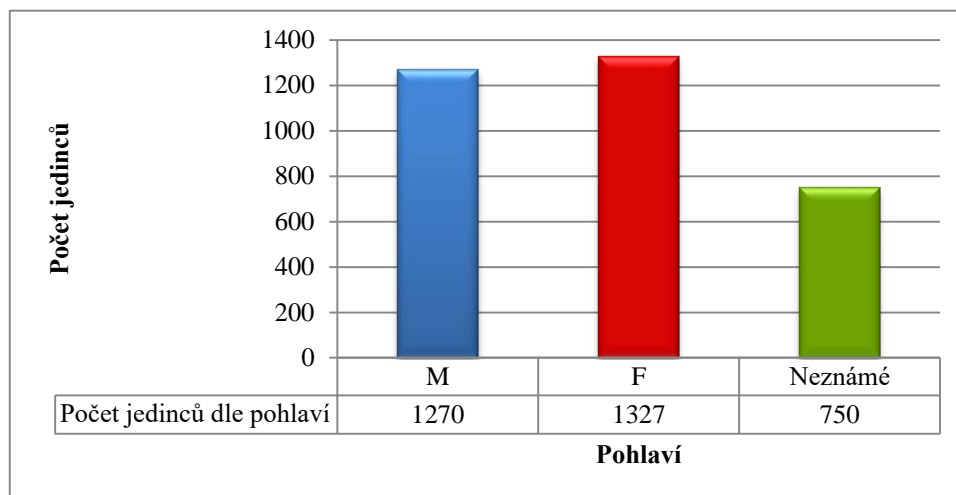
z biologie a etologie medvědů ledních, zejména ohledně přirozeného chování během odchovu mláďat.

Množství jedinců v následujících desetiletích stoupalo a průměrně bylo celosvětově v chovech o cca 100 samic více než samců. Chovatelského vrcholu bylo dosaženo v roce 1979, kdy bylo na celém světě chováno v lidské péči 534 medvědů ledních (218 samců a 316 samic).

Až počátkem 90. let 20. století začaly počty jedinců mírně klesat, zejména z důvodu omezeného dovozu nových zvířat z volné přírody, a množství samců a samic se postupně vyrovnávalo. Množství jedinců neznámého pohlaví je v průběhu sledovaných let zanedbatelné, vždy se jedná pouze o několik zvířat. V posledním desetiletí mají počty chovaných medvědů ledních mírně klesající tendenci.

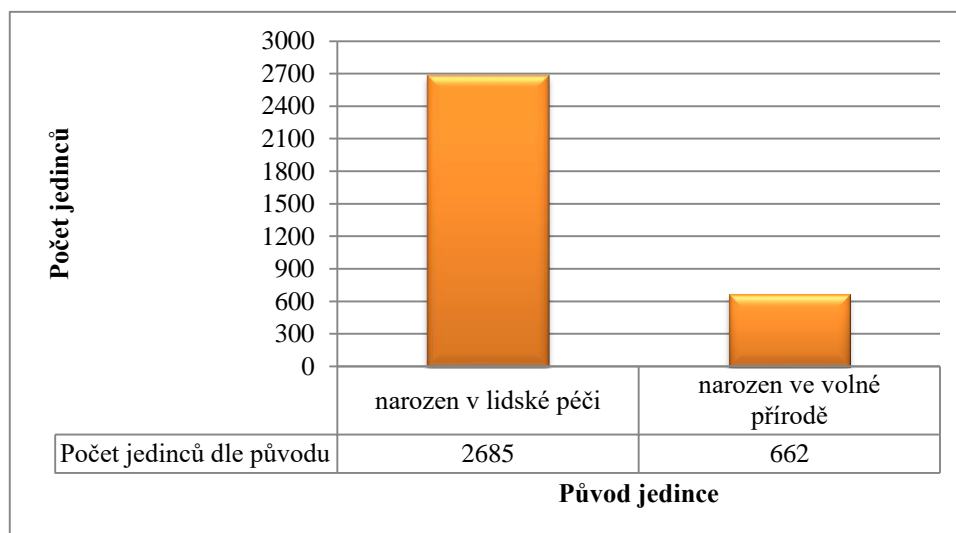
5.1.2 ČETNOST POHLAVÍ A PŮVOD VŠECH JEDINCŮ ZAPSANÝCH V PLEMENNÉ KNIZE

GRAF Č. 2: ČETNOST POHLAVÍ VŠECH JEDINCŮ ZAPSANÝCH V PLEMENNÉ KNIZE



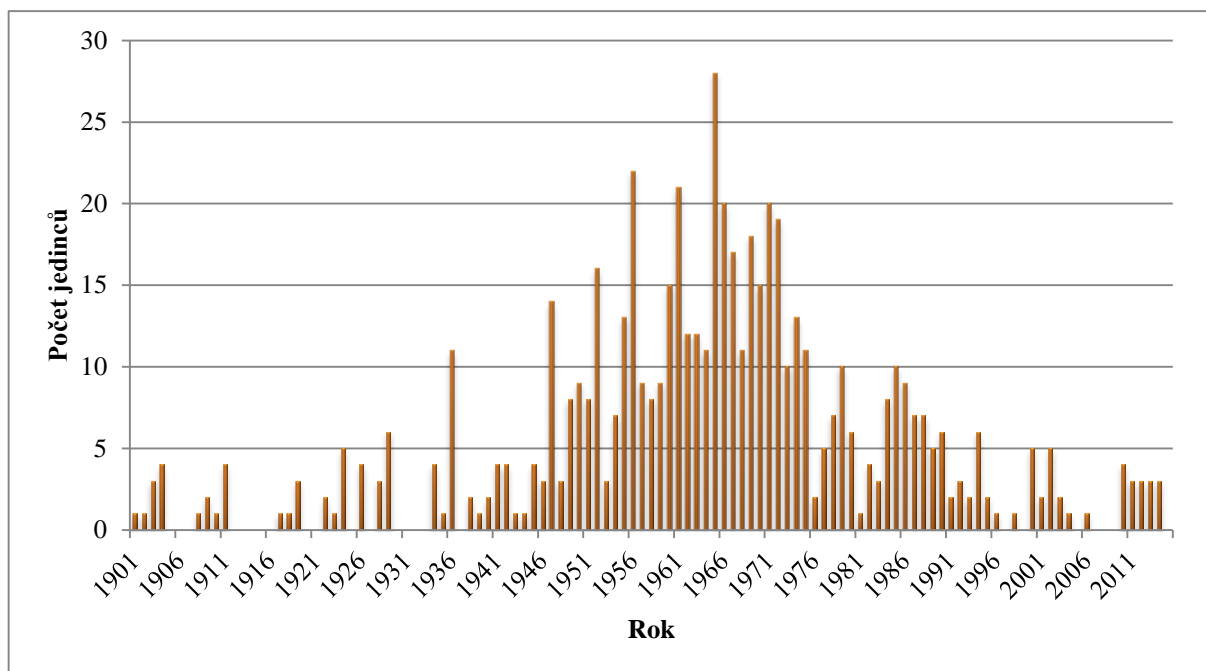
Z grafu č. 2 je zřejmé, že z celé populace (3347 jedinců) na všech kontinentech bylo k 31. 12. 2015 zapsáno v plemenné knize 1270 samců (38 %), 1327 samic (40 %) a 750 jedinců neznámého pohlaví (22 %). Kastrovaní jedinci jsou započítáni mezi samce, případně mezi samice.

GRAF Č. 3: PŮVOD VŠECH JEDINCŮ ZAPSANÝCH V PLEMENNÉ KNIZE



Graf č. 3 uvádí, že ke stejnému datu bylo v plemenné knize evidováno 2685 jedinců narozených v lidské péči (80 %) a 662 jedinců narozených ve volné přírodě (20 %). Tento graf neřeší, zda se jedince narozené v lidské péči podařilo odchovat, či nikoliv.

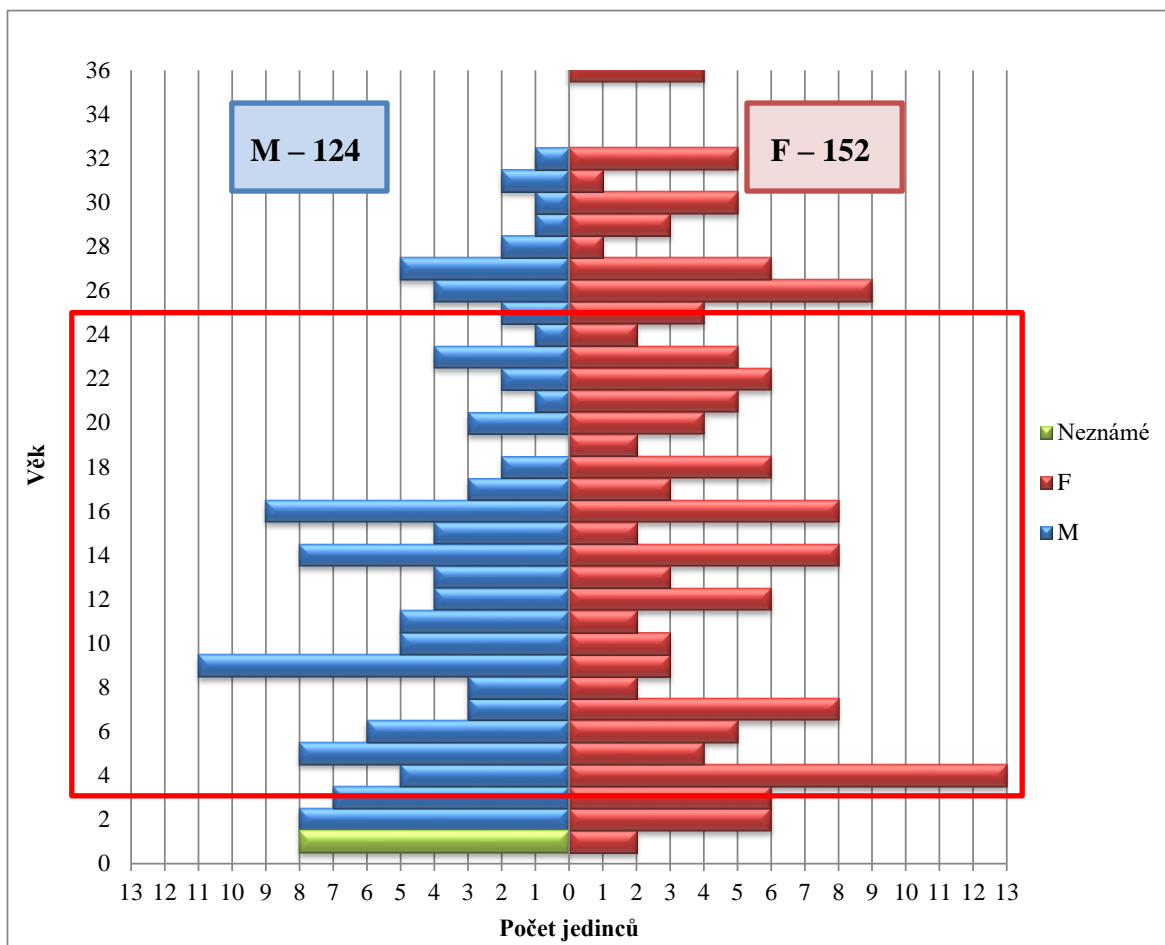
GRAF Č. 4: ODCHYTY Z VOLNÉ PŘÍRODY OD ROKU 1901 DO ROKU 2015



Graf č. 4 ukazuje, kolik medvědů ledních bylo odchyceno ve volné přírodě v jednotlivých letech od roku 1901 do roku 2015. Z důvodu přehlednosti grafu zde není zaznamenáno 15 jedinců odchycených mezi lety 1829 a 1900. Množství odchytů začalo stoupat od druhé poloviny 40. let 20. století a svého vrcholu dosáhlo roku 1965, kdy byly chovy po celém světě obohaceny 28 jedinci. V následujících letech počet dovezených medvědů ledních klesal a od počátku 90. let již byly dovozy nových jedinců z přírody velmi omezené.

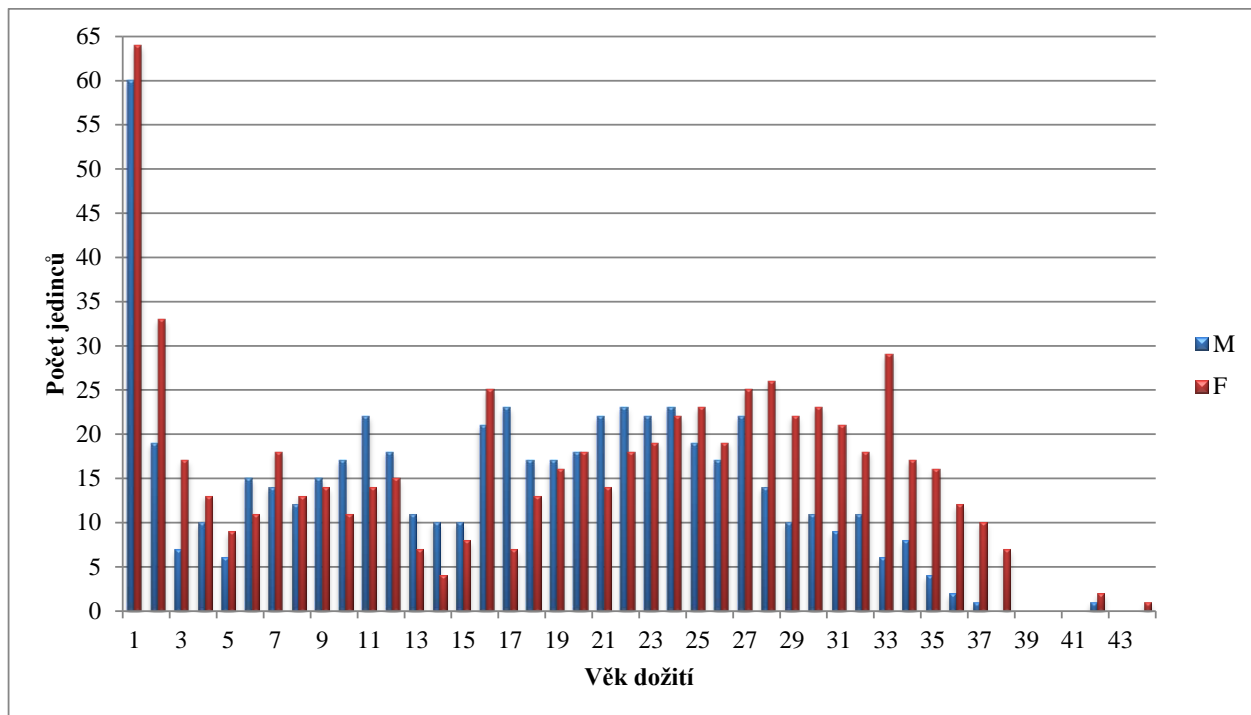
5.1.3 VĚKOVÁ STRUKTURA CELOSVĚTOVÉ POPULACE

GRAF Č. 5: VĚKOVÁ PYRAMIDA CELÉ POPULACE ŽIJÍCÍCH MEDVĚDŮ LEDNÍCH, K 31. 12. 2015



Dle grafu č. 5 bylo v lidské péči v rámci jednotlivých regionů k 31. 12. 2015 chováno celkem 297 jedinců – 137 samců, 152 samic a 8 jedinců neurčeného pohlaví. Do věkové pyramidy však bylo zařazeno pouze 124 samců, protože zbývajících 13 samců je kastrováných, nemají tedy z reprodukčního hlediska význam. Do následujících výpočtů rovněž nejsou zařazeni jedinci neurčeného pohlaví. V hodnocené populaci 276 medvědů ledních (124 samců a 152 samic) se v optimální věkové kategorii pro reprodukci (5 až 26 let, viz graf č. 20) nacházelo 92 samců (33 %) a 100 samic (36 %). Mezi juvenilními jedinci (do 5 let) bylo 20 samců (7 %) a 27 samic (10 %). V postreprodukčním věku (nad 26 let) bylo 12 samců (5 %) a 25 samic (9 %), nicméně byly zaznamenány případy, kdy došlo výjimečně k reprodukci i u jedinců v této kategorii.

GRAF Č. 6: VĚK DOŽITÍ SAMCŮ A SAMIC



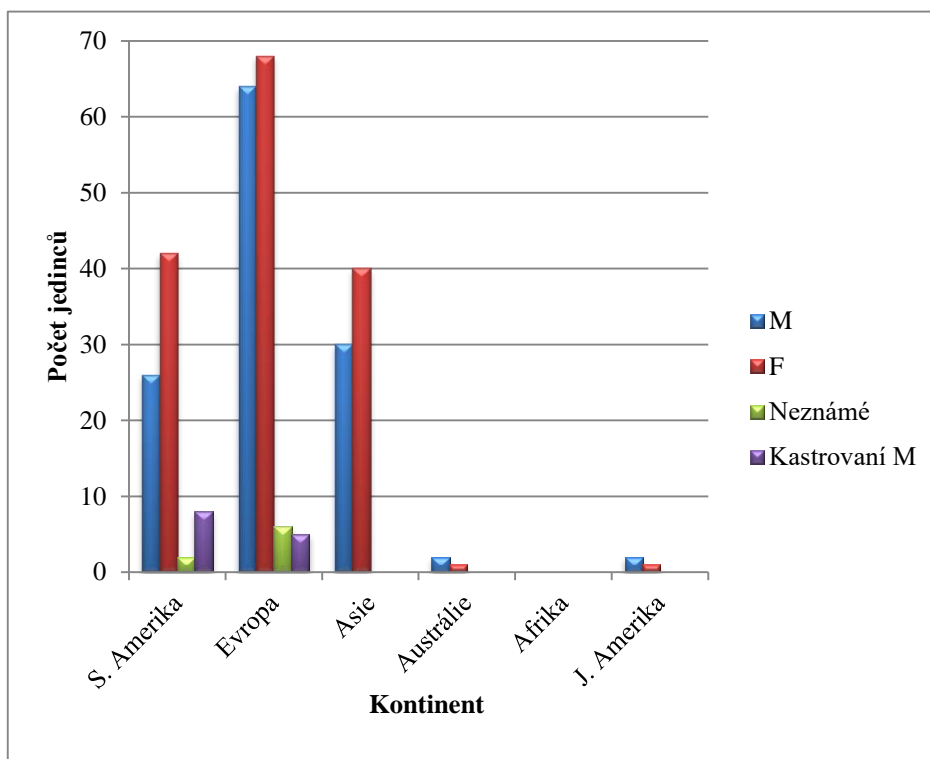
Graf č. 6 zobrazuje věk dožití samců a samic nad jeden rok věku. Byl hodnocen věk dožití u 567 samců z celkového počtu 1098 již nežijících samců a 674 samic z celkového počtu 1156 již nežijících samic zapsaných v plemenné knize. V grafu nebylo zohledněno 531 samců a 482 samic, u kterých nebyl ve zdroji uveden rok narození či úmrtí, nebo uhynuli do jednoho roku věku.

5.1.4 MNOŽSTVÍ CHOVANÝCH MEDVĚDŮ LEDNÍCH DLE KONTINENTŮ A STÁTŮ

TABULKA Č. 3: MNOŽSTVÍ ŽIJÍCÍCH JEDINCŮ NA JEDNOTLIVÝCH KONTINENTECH

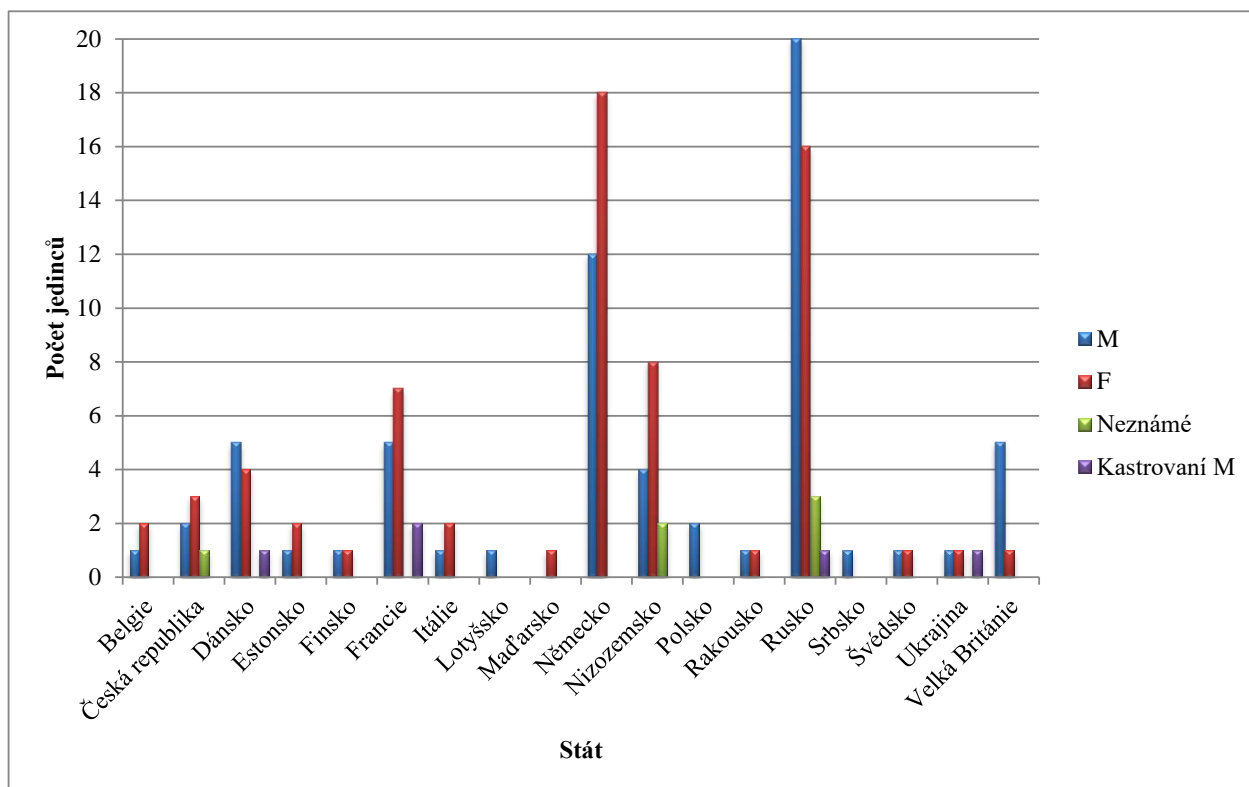
Kontinent	M	F	Neznámé	Kastrovaní M	Celkem
Severní Amerika	26	42	2	8	78
Evropa	64	68	6	5	143
Asie	30	40	0	0	70
Austrálie	2	1	0	0	3
Afrika	0	0	0	0	0
Jižní Amerika	2	1	0	0	3
Celkem	124	152	8	13	297

GRAF Č. 7: MNOŽSTVÍ ŽIJÍCÍCH JEDINCŮ NA JEDNOTLIVÝCH KONTINENTECH



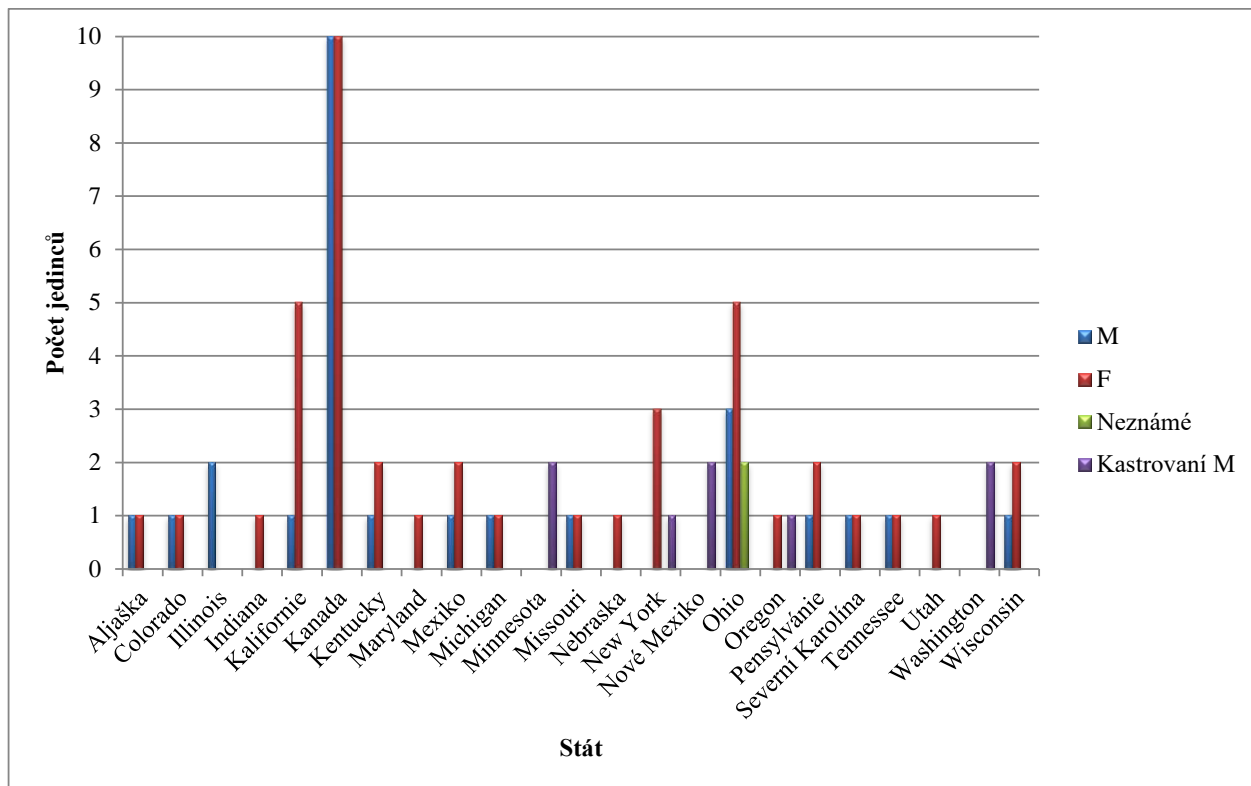
Celkový počet žijících medvědů ledních na celém světě k 31. 12. 2015 činil 297 jedinců (tabulka č. 3, graf č. 7). Nejvíce zastoupena je Evropa se 143 jedinci (48 %), dále pak Severní Amerika se 78 jedinci (26 %) a Asie se 70 jedinci (24 %). V Austrálii k tomuto datu žili 3 jedinci (1 %), v Jižní Americe také 3 jedinci (1 %) a v Africe žádný jedinec.

GRAF Č. 8: MNOŽSTVÍ ŽIJÍCÍCH JEDINCŮ V EVROPĚ DLE JEDNOTLIVÝCH STÁTŮ



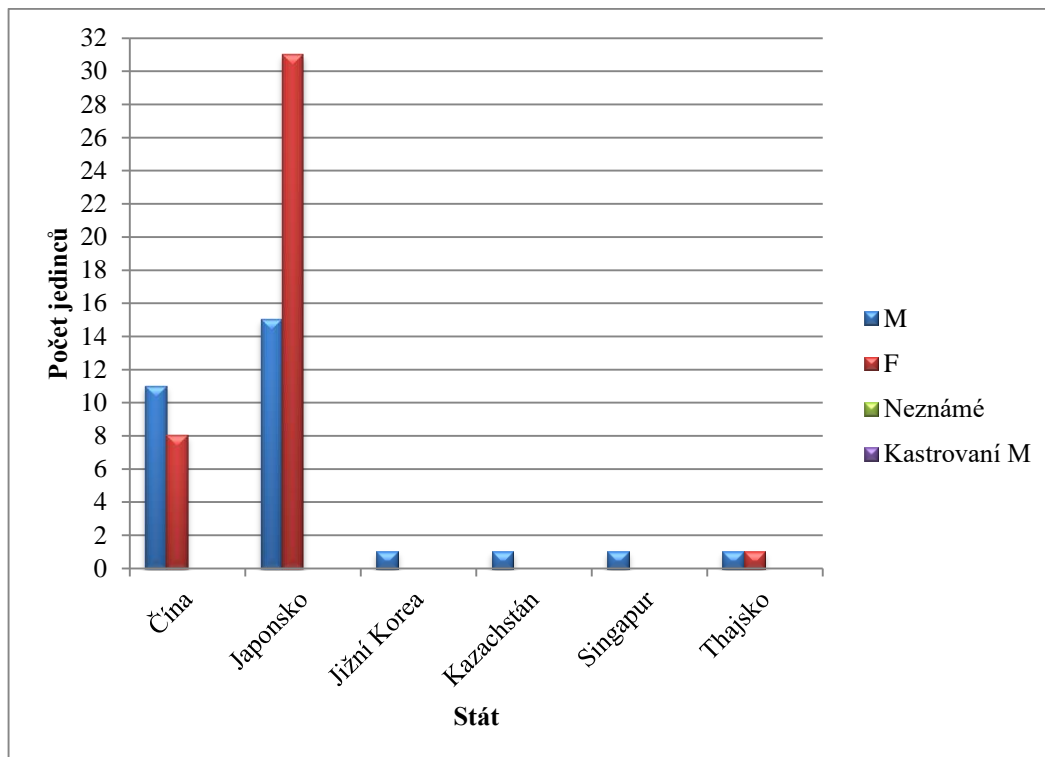
Z grafu č. 8 vyplývá, že bylo v Evropě k 31. 12. 2015 chováno celkem 143 jedinců v 18 zemích a 57 institucích. Rusko, které se nachází na dvou kontinentech, je pro potřeby grafu přiřazeno k Evropě a patří spolu s Německem ke dvěma státům, v nichž je chováno nejvíce medvědů ledních. V Rusku žilo k tomuto datu 40 jedinců (28 %), zatímco v Německu 30 jedinců (21 %). Za nimi následovalo Nizozemsko a Francie se 14 jedinci (10 %).

GRAF Č. 9: MNOŽSTVÍ ŽIJÍCÍCH JEDINCŮ V SEVERNÍ AMERICE DLE STÁTŮ



Dle grafu č. 9 bylo v Severní Americe k 31. 12. 2015 chováno celkem 78 jedinců ve 23 zemích a 38 institucích. Nejvíce medvědů ledních bylo chováno v kanadských zoologických zahradách – 20 jedinců (26 %).

GRAF Č. 10: MNOŽSTVÍ ŽIJÍCÍCH JEDINCŮ V ASII DLE STÁTŮ



Z grafu č. 10 je zřejmé, že v Asii bylo k 31. 12. 2015 chováno celkem 70 jedinců v 6 zemích a 36 institucích. Asijský chov je realizován hlavně v Japonsku, kde žije 46 jedinců (66 %), a v Číně, kde je chováno 19 jedinců (27 %). Medvědi lední žijící v ostatních zemích Asie nemají z reprodukčního hlediska význam. V thajském Bangkoku žije sice pár, ale je téměř v postreprodukčním věku.

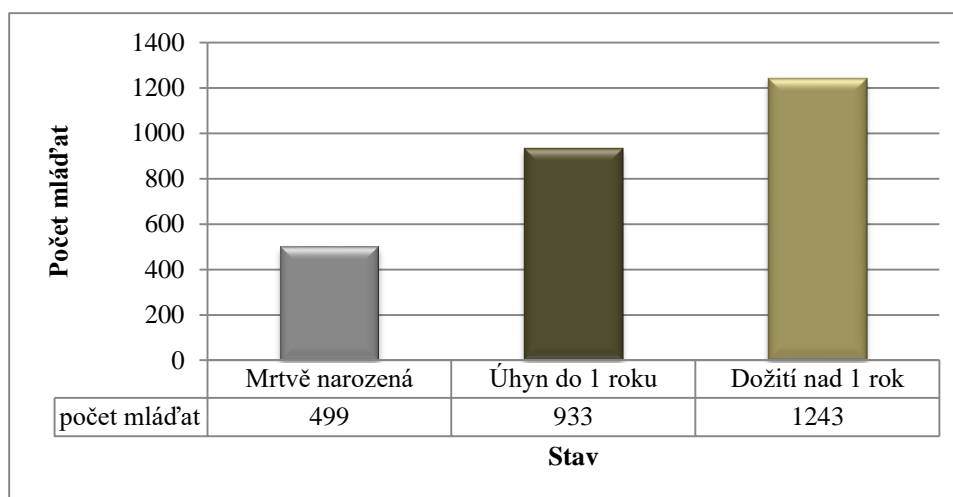
5.2 PROBLEMATIKA REPRODUKCE MEDVĚDŮ LEDNÍCH V LIDSKÉ PÉČI

5.2.1 PORODY MLÁĎAT

TABULKA Č. 4: POČET NAROZENÝCH MLÁĎAT V CELÉ POPULACI

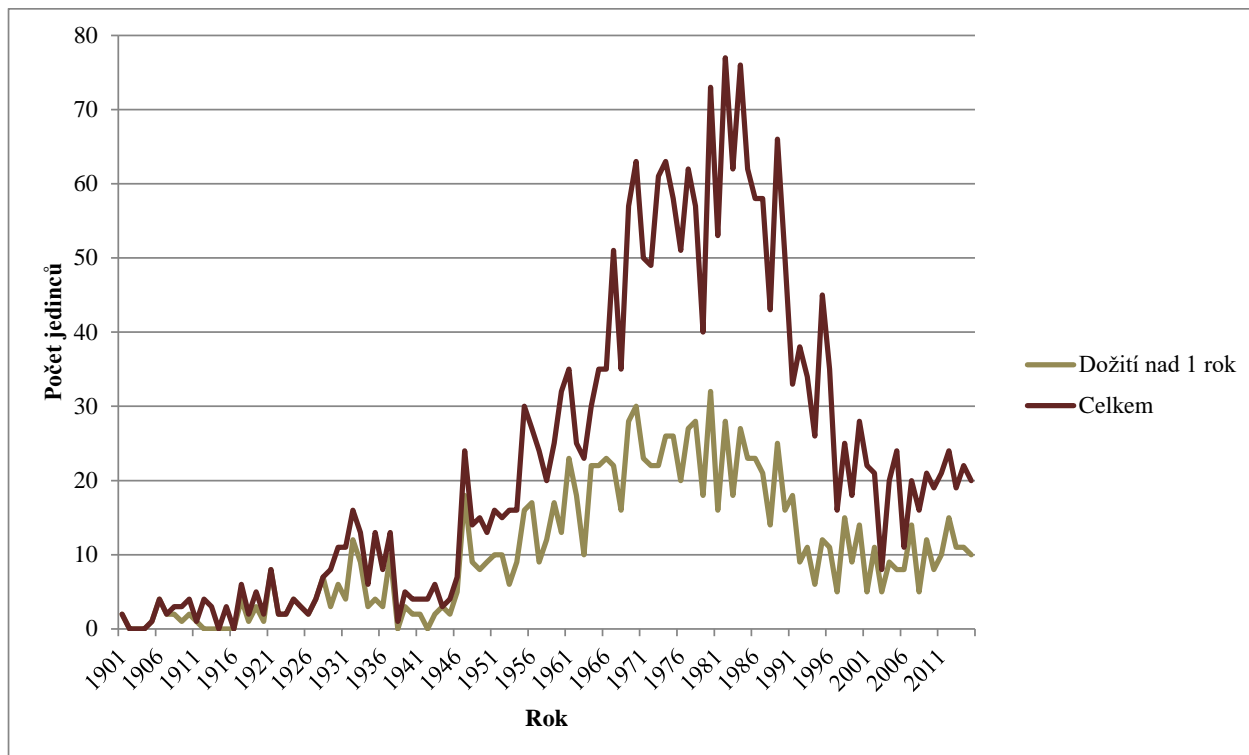
CELKOVÉ POČTY MLÁĎAT NAROZENÝCH V ZOO OD POČÁTKU CHOVU (1829 – 2015)				
Pohlaví	M	F	Neznámé	Celkem
Mrtvě narozená	128	98	273	499
Úhyn do 1 roku včetně	269	247	417	933
Dožití nad 1 rok	581	621	41	1243
Jedinci nespádající do žádné kategorie (narození během roku 2015 a žijící na konci roku 2015)	0	2	8	10
Celkem	978	968	739	2685

GRAF Č. 11: POČET NAROZENÝCH MLÁĎAT V CELÉ POPULACI



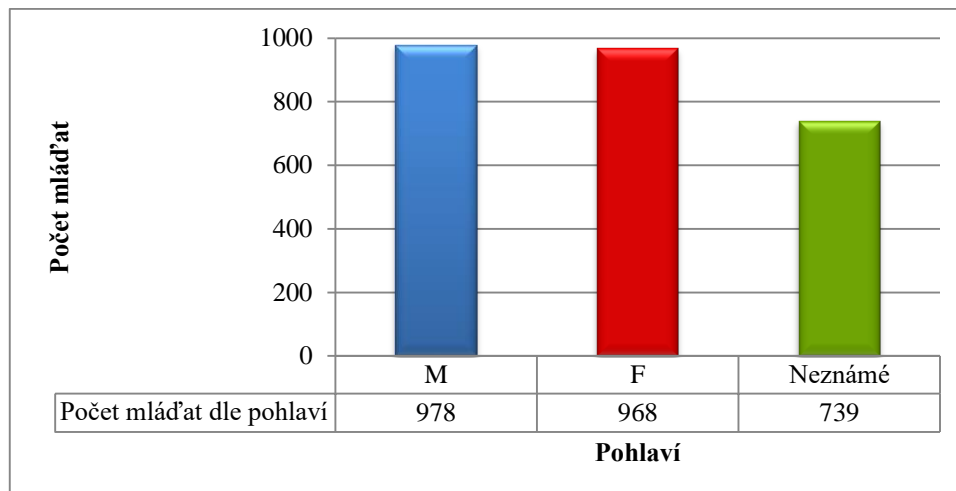
Z tabulky č. 4 a grafu č. 11 vyplývá, že se od počátku chovu v roce 1829 až do roku 2015 narodilo celkem 2685 mláďat medvěda ledního. Z tohoto množství se jich 499 narodilo mrtvých (19 %), 933 uhynulo do jednoho roku věku (35 %) a 1243 se dožilo více než jednoho roku (46 %). Z tohoto grafu je zřejmé, že se více než polovina jedinců nedožila prvního roku.

GRAF Č. 12: POMĚR VŠECH NAROZENÝCH MLÁĎAT A MLÁĎAT, KTERÁ PŘEŽILA 1. ROK ŽIVOTA



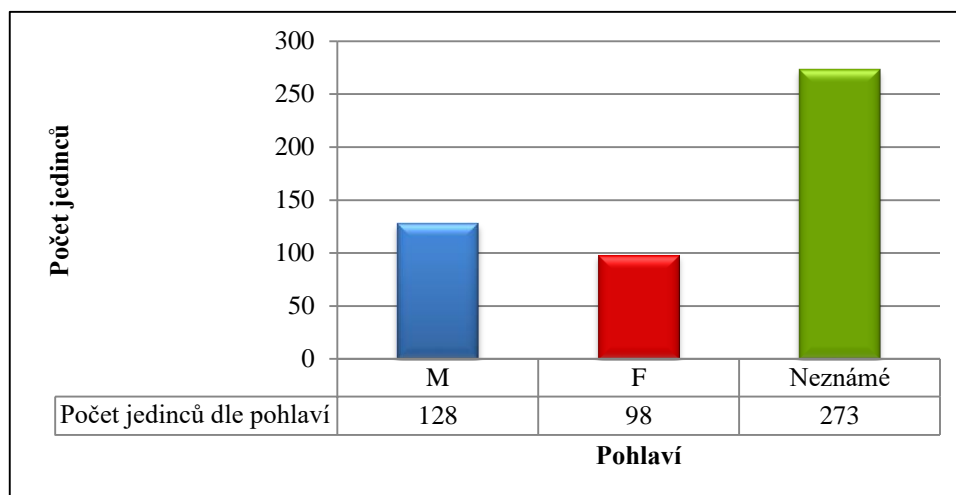
Graf č. 12 znázorňuje poměr všech narozených mlád'at a mlád'at, která přežila první rok života v rozmezí let 1901 až 2015. V grafu tedy nejsou zahrnuta 3 mlád'ata, která se narodila v letech 1865 a 1866 a uhynula krátce po porodu. Nejvíce porodů bylo v letech 1980, 1982 a 1984. V roce 1980 se narodilo 73 mlád'at, více než jednoho roku se však dožilo pouze 32 z nich (44 %), roku 1982 se narodilo 77 mlád'at, avšak jen 28 z nich (36 %) přežilo první rok života, a v roce 1984 se jich narodilo 76 a více než jeden rok žilo 27 mlád'at (36 %).

GRAF Č. 13: POČET NAROZENÝCH MLÁĎAT V CELÉ POPULACI



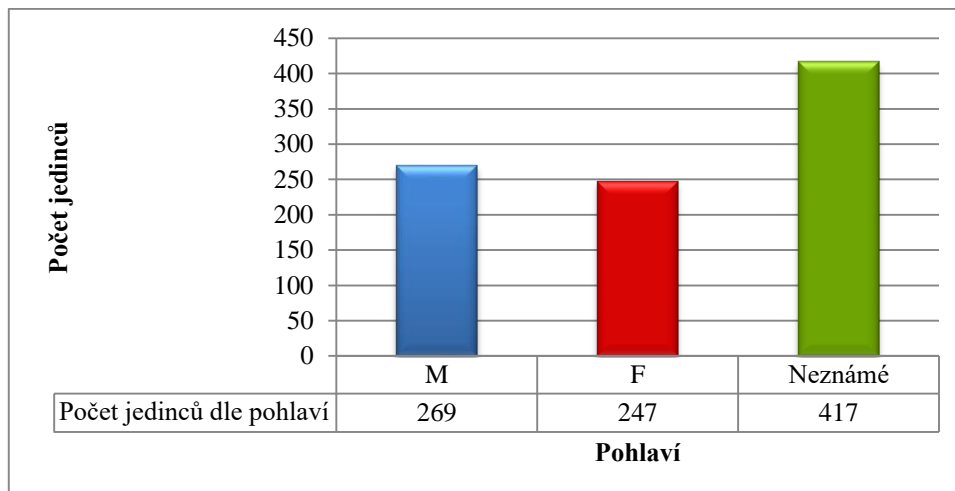
Z grafu č. 13 je patrné, že poměr pohlaví u jedinců, u kterých se podařilo jej zjistit, byl 1:1. Narodilo se 978 samců (36 %) a 968 samic (36 %). U 739 jedinců (28 %) nebylo v plemenné knize pohlaví uvedeno.

GRAF Č. 14: POMĚR POHLAVÍ MRTVĚ NAROZENÝCH MLÁĎAT



Z 2685 mláďat narozených v zoologických zahradách a dalších chovatelských institucích se jich 499 narodilo mrtvých – 128 samců (26 %), 98 samic (19 %) a 273 jedinců neznámého pohlaví (55 %) (viz graf č. 14).

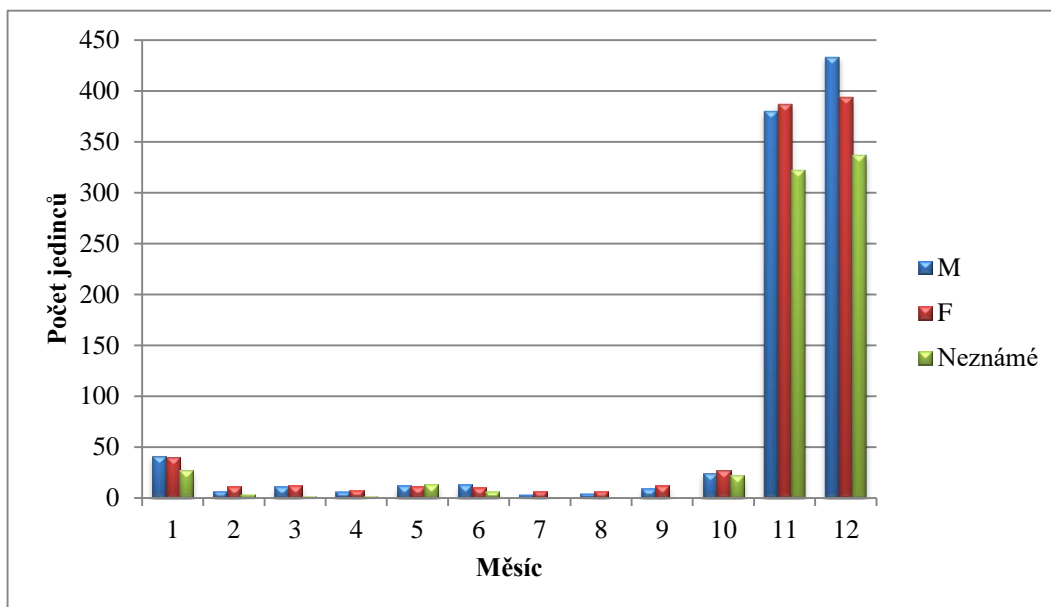
GRAF Č. 15: POMĚR POHLAVÍ MLÁĎAT UHYNULÝCH DO JEDNOHO ROKU



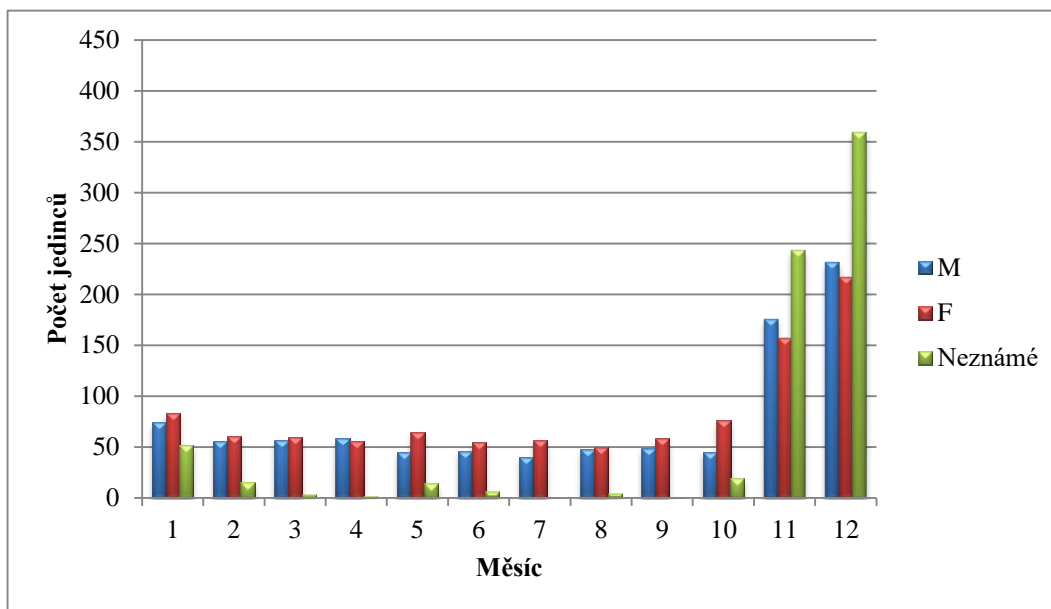
Z 2685 narozených mláďat se jich 933 narodilo živých, ale nedožilo se prvního roku věku. Nebyla zde započítána mrtvě narozená mláďata. Poměr pohlaví mezi těmito jedinci byl 269 samců (29 %), 247 samic (26 %) a 417 jedinců neznámého pohlaví (45 %) (viz graf č. 15).

5.2.2 PORODY A ÚHYNY V CELÉ POPULACI DLE ROČNÍCH OBDOBÍ

GRAF Č. 16: ČETNOST PORODŮ DLE ROČNÍCH OBDOBÍ



GRAF Č. 17: ČETNOST ÚHYNŮ V CELÉ POPULACI DLE ROČNÍCH OBDOBÍ



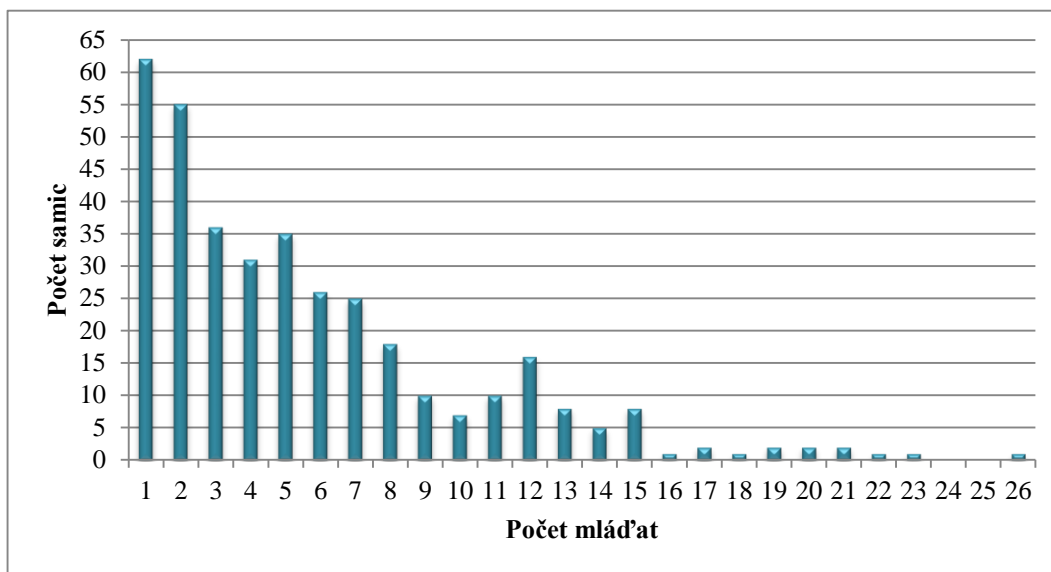
Grafy č. 16 a č. 17 hodnotí četnost porodů a úhynů v jednotlivých měsících. Zahrnuti byli pouze jedinci, u nichž byl v případě grafu č. 16 znám měsíc narození (2604 jedinců – 943 samců, 926 samic, 735 jedinců neznámého pohlaví), v případě grafu č. 17 měsíc úhynu (2633 jedinců – 923 samců, 991 samic, 719 jedinců neznámého pohlaví).

V listopadu se v historii chovu v lidské péči narodilo 1164 mlád'at (45 %), v prosinci 1089 mlád'at (42 %). Výrazně menší množství mlád'at se narodilo v lednu – 108 jedinců (4 %) a v říjnu – 73 jedinců (3 %). Porody v ostatních měsících byly ojedinělé.

Nejvyšší míra úmrtnosti medvědů ledních v rámci celé populace byla situována do stejného období. V listopadu uhynulo 575 jedinců (22 %), v prosinci 807 jedinců (31 %) a v lednu 209 jedinců (8 %). Na rozdíl od porodnosti je úmrtnost po zbytek roku poměrně vyrovnaná okolo 100 jedinců každý měsíc.

5.2.3 POČET MLÁĎAT NA SAMICI A VĚK SAMIC PŘI PORODU

GRAF Č. 18: POČET MLÁĎAT NA SAMICI



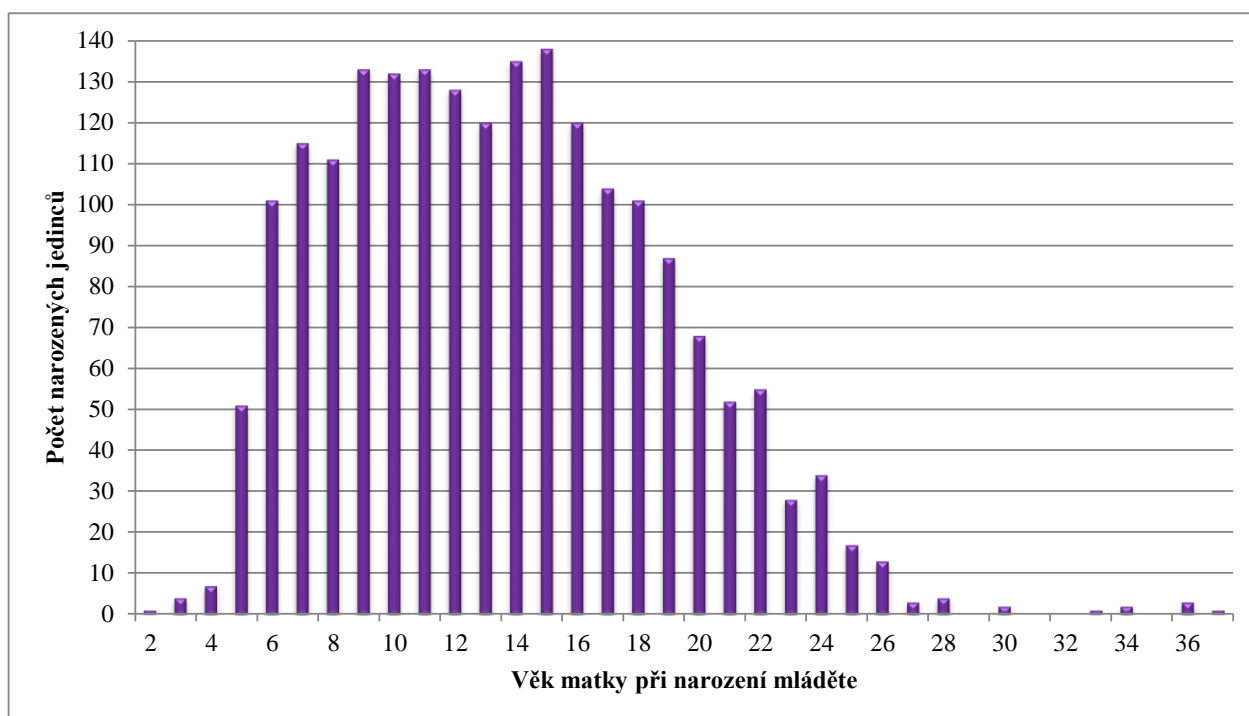
Z 1327 samic, jež byly chovány od počátku chovu medvědů ledních, se alespoň jedenkrát rozmnožilo 365 z nich (28 %). Graf č. 18 ukazuje, že se nejčastěji samicím v průběhu jejich života narodilo jedno mládě – 62 samic (17 %), nebo dvě mláďata – 55 samic (15 %), avšak existuje i extrém, kdy se jedné samici narodilo během jejího života 26 potomků. V grafu není zohledněna četnost mláďat ve vrhu, pouze celkový počet medvíďat, která samice porodila během života.

GRAF Č. 19: PRŮMĚRNÝ VĚK SAMICE PŘI NAROZENÍ MLÁĎĚTE



Z grafu č. 19 vyplývá, že nejnižší věk matky při porodu mláděte byl dva roky a to v případě pouze jediné samice, která porodila ve velmi raném věku. Pohlavní dospělosti dosahují medvědi lední zpravidla v pěti letech. Nejvyšší věk samice při porodu mláděte byl 37 let, opět se jednalo o jedinou samici. Střední hodnota (median) představuje věk 13 let.

GRAF Č. 20: VĚK SAMICE PŘI NAROZENÍ MLÁDĚTE



Z grafu č. 20 lze usuzovat, že nejplodnější jsou samice mezi 9. a 15. rokem života. V rozmezí těchto let se samicím narodilo 919 mláďat (46 %). Dle výsledků tohoto grafu byl určen optimální věk pro reprodukci medvědů ledních 5 až 26 let. Z celkového počtu 2685 narozených mláďat v lidské péči bylo počítáno se 2004 mláďaty, u kterých byl znám věk matky při narození potomků.

6 DISKUZE

6.1 DISKUZE KE STRUKTUŘE CELOSVĚTOVÉHO CHOVU MEDVĚDŮ LEDNÍCH V LIDSKÉ PÉČI

6.1.1 VÝVOJ POČETNÍCH STAVŮ CELOSVĚTOVÉ POPULACE

Vývoj početních stavů chovu medvědů ledních v lidské péči je zobrazen v grafu č. 1. Za počátek chovu tohoto druhu v Evropě je považován rok 1829, kdy byl ve volné přírodě odchycen první zaznamenaný jedinec neznámého pohlaví a byl chován v londýnské zoo po dobu pěti měsíců, poté uhynul za neznámých příčin. Tento závěr uvádí Linke (2016). V amerických zoo byli první dva jedinci (samec a samice) chováni od roku 1876 ve Filadelfii. To koresponduje s údaji dle Meyerson (2010). Graf č. 1 zobrazuje z důvodu přehlednosti vývoj chovu od roku 1901, není na něm tedy zobrazeno 18 jedinců, kteří byli chováni mezi lety 1829 a 1900.

V prvních desetiletích chovu byl poměr samců a samic téměř 1:1 a převážná většina jedinců byla dovezena z volné přírody jako zakladatelé chovu. Mláďata se rodila jen výjimečně, avšak některá se už v počátcích chovu podařilo odchovat do dospělosti. O této problematice bude pojednáno v následné kapitole 6.2.1. Početní stavy nejprve narůstaly jen mírně, ve 30. a 40. letech bylo chováno 50 až 60 jedinců. Zlom nastal mezi lety 1946, kdy bylo chováno 55 medvědů ledních, a 1947, kdy počet chovaných jedinců vzrostl na 80, a v následujících desetiletích měl vzrůstající tendenci. Za hlavní důvody tohoto nárůstu lze považovat zvyšující se počet zoologických zahrad po druhé světové válce a v rámci tehdejších poměrů zlepšující se podmínky pro chov mimo jiné i medvědů ledních. Toto tvrzení je v souladu s Kisling (2000). Rodilo se větší množství mláďat a i přes časté neúspěchy v odchovu tato situace přispěla ke zvyšování počtu chovaných jedinců. Chovatelé zároveň získávali nové poznatky a zkušenosti z biologie a etologie tohoto druhu, hlavně ohledně přirozeného chování v období odchovu mláďat. Velký vliv na narůstající počty tohoto druhu v lidské péči měl také v té době ničím neomezený odchyt jedinců z volné přírody a modernější technika umožňující lidem rychleji, snadněji a dál cestovat.

Množství chovaných medvědů ledních na celém světě strmě stoupalo a v průměru bylo v zoologických zahradách a dalších zařízeních o cca 100 samic více než samců. Tento nepoměr může být způsoben více faktory, avšak vzhledem k výstupům, které budou popsány v následujících kapitolách a odpovídají údajům, které zveřejnila Linke (2016), lze spíše usuzovat,

že tento početní nesoulad v rámci jednotlivých pohlaví je spíše náhodný. Chovatelského vrcholu bylo dosaženo roku 1979, kdy bylo na celém světě chováno v lidské péči 534 medvědů ledních (218 samců a 316 samic). Celá 80. léta 20. století se počty chovaných medvědů pohybovaly kolem 500 jedinců.

Počátkem 90. let 20. století však začaly stavy mírně klesat, zejména v důsledku omezeného dovozu nových zvířat z volné přírody. Dalším faktorem může být modernizace určitého množství zoologických zařízení v tomto období a ukončení chovu tohoto druhu z důvodu jeho náročnosti na chovatelské zázemí či potravu. Na této možné příčině se shoduje i Kisling (2000). Množství samců a samic se postupně vyrovnávalo a v posledním desetiletí mají počty chovaných medvědů ledních mírně klesající tendenci a pohybují se okolo hranice 300 jedinců. Toto tvrzení vychází z údajů, které uvedla Linke (2016).

6.1.2 ČETNOST POHLAVÍ A PŮVOD VŠECH JEDINCŮ ZAPSANÝCH V PLEMENNÉ KNIZE

Mezinárodní plemenná kniha pro medvědy lední eviduje k 31. 12. 2015 celkem 3347 jedinců. Z grafu č. 2 je patrné, že během 186 let historie chovu tohoto druhu žilo v zoologických zahradách, dalších chovatelských zařízeních a u soukromých chovatelů 1270 samců (38 %), 1327 samic (40 %) a 750 jedinců neznámého pohlaví (22 %). Poměr pohlaví je tedy téměř vyrovnaný, 1:1, ačkoliv z grafu č. 1 týkajícího se vývoje početních stavů lze zaznamenat výrazné rozdíly v množství samců a samic chovaných v jednotlivých letech. Poměr pohlaví je vyrovnaný i u volně žijící populace medvědů ledních. Tvrzení je v souladu s výstupy, které publikoval Fitzgerald (2013). Relativně vysoké množství jedinců neznámého pohlaví je z velké míry zapříčiněno úhynem mláďete brzy po porodu, kdy ho matka následně sežrala. Toto tvrzení je v souladu s fakty, které uvádí Heráň (1985). Důvodem, proč není v plemenné knize u některých jedinců uvedeno pohlaví, může být i nedokonalá evidence historických záznamů. To vyplývá i z výsledků, které zveřejnila Linke (2016).

Při zhodnocení údajů o celosvětové populaci medvědů ledních v lidské péči představuje důležitý faktor i původ jedince, kterým se zabývá graf č. 3. V lidské péči se do výše uvedeného data narodilo 2685 mláďat, což představuje 80 % jedinců zapsaných v plemenné knize. Úspěšnost odchovů a další reprodukční parametry budou zhodnoceny v následující kapitole 6.2.

Medvědů ledních pocházejících z volné přírody je evidováno 662 (20 % všech zapsaných v plemenné knize). Mezi těmito dvěma kategoriemi je sice výrazný početní nepoměr, nicméně je nutno brát v úvahu, že medvědi z volné přírody představovali nejen počátek chovu, ale i významné doplňování genofondu v historii chovu. Zároveň u většiny z nich odpadaly problémy spojené s odchovem mláďat, protože byla odchyťována zpravidla již několikaměsíční mláďata, a přežitelnost jedinců z volné přírody byla zejména z tohoto důvodu výrazně vyšší. Tyto závěry jsou v souladu s údaji dle Linke (2016).

Odchyty medvědů ledních z volné přírody dle jednotlivých let jsou zachyceny v grafu č. 4. Bylo již zmíněno výše, že graf nezobrazuje 15 jedinců odchycených před rokem 1901. Je také pravděpodobné, že odchycených jedinců bylo více, ale jejich existence nebyla dosud doložena a dohledána v hodnověrných historických záznamech. Víme o nich pouze z dobových historických knih autorů, jako je např. Carl Hagenbeck, který se sám řadil mezi obchodníky se zvěří a mimo jiné i medvědy lední prodával cirkusům a pojízdným zvěřincům, případně je ve svém cirkuse sám vystavoval. Tyto informace korespondují s fakty, které uvedl Hagenbeck (1972). V počátcích chovu byli medvědi lední, stejně jako jiné druhy, bráni hlavně jako atraktivní zvíře k vystavování. Chovatelské zkušenosti a poznatky z biologie a etologie potřebné nejen k chovu, ale hlavně k odchovu mláďat, byly získávány až v průběhu následujících desetiletí. První jedinec zapsaný v plemenné knize byl odchycen ve volné přírodě roku 1829 a dovezen do Zoo Londýn, kde žil do roku 1843. Až o dva roky později byl odchycen a převezen do londýnské zoo další jedinec, samice, která zde žila 35 let. V roce 1849 k ní byl dovezen samec a v letech 1865 a 1866 se jim narodily první dva doložené vrhy v lidské péči, i když mláďata uhynula krátce po porodu. Počátky amerických chovů se datují do roku 1875, kdy byl z přírody do zoo ve Filadelfii dovezen pár medvědů. V letech 1885, 1887 a 1894 byly do stejné zoo dovezeny tři páry, všichni jedinci však uhynuli v juvenilním věku, nebo krátce po dosažení reprodukčního věku, a nikdy se proto nerozmnožili. Podobná situace byla i u třech jedinců dovezených ve stejné době do zoo ve Washingtonu. Tyto informace vycházejí z Linke (2016). Z grafu je zřejmé, že až do roku 1935 byly dovozy nových zvířat spíše ojedinělé. První větší dovoz 11 jedinců byl realizován roku 1936, a poté až v roce 1947. Od té doby měl s výjimkou některých let stoupající tendenci. Více než 20 jedinců během jednoho roku bylo dovezeno do celosvětových chovů v letech 1956 (22 jedinců), 1961 (21 jedinců), 1965 (28 jedinců), 1966 (20 jedinců) a 1971 (20 jedinců). Rok 1975 byl posledním, kdy byly chovy obohaceny

o více než 10 jedinců z volné přírody během jednoho roku. Tato situace souvisí s nabytím platnosti Úmluvy o mezinárodním obchodu s ohroženými druhy volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin (CITES) v červenci 1975, která stanovila přísná regulační pravidla pro obchod s ohroženými druhy. Mezi ně spadají i medvědi lední, kteří jsou nyní řazeni do CITES II. Noví jedinci se sice i v současné době z volné přírody dovážejí, ale jen ve velmi omezené míře. Mezi lety 2000 a 2015 bylo např. dovezeno 32 jedinců. Tyto závěry jsou v souladu s údaji, které zveřejnili Larsen (1985) a Linke (2016).

6.1.3 VĚKOVÁ STRUKTURA CELOSVĚTOVÉ POPULACE

K 31. 12. 2015 bylo na celém světě chováno v lidské péči 297 medvědů ledních – 137 samců, 152 samic a 8 jedinců neurčeného pohlaví. Zde dochází k drobnému rozporu s výsledky publikovanými v plemenné knize, na jejímž začátku je uvedena žijící populace 298 jedinců – 143 samců a 155 samic. Tento rozdíl je způsoben pravděpodobně postupnou tvorbou aktualizované verze plemenné knihy, kdy je stav sice uváděn k výše zmíněnému datu, ale jsou zde mezi žijícími jedinci zaevidováni i ti, kteří v průběhu roku 2015 uhynuli. Zároveň také ještě nejsou zaevidováni jedinci, co se narodili koncem roku 2015. V diplomové práci je tedy počítáno s 297 medvědy, respektive v případě věkové struktury z reprodukčního hlediska je dále hodnocena populace 276 jedinců (124 samců a 152 samic), protože 13 žijících samců je kastrováných a nelze je tedy zahrnout do statistických výpočtů. Do výpočtů nebyli zařazeni ani jedinci neurčeného pohlaví.

Věková struktura žijící populace tohoto druhu, kterou zobrazuje graf č. 5, je z hlediska možnosti reprodukce příznivá. Optimální věková kategorie pro reprodukci má velmi široké rozpětí. Uvádí se, že medvědi lední jsou pohlavně dospělí v 5 až 6 letech. Tyto údaje se shodují s výstupy, které publikoval Nowak (1999), a s výsledky grafu č. 20. Pro hodnocení kategorie žijících jedinců v reprodukčním věku byla tedy zvolena spodní hranice 5 let. Horní hranici je u obou pohlaví velmi obtížné stanovit. Dle Nowak (1999) je ve volné přírodě plodnost samic nejvyšší do 20. roku věku a poté postupně klesá. V lidské péči se však tato hranice posouvá. V souvislosti s grafem č. 20 byla horní hranice kategorie optimální pro reprodukci stanovena na 26 let. V této kategorii se k danému datu nacházelo 92 samců (33 %) a 100 samic (36 %), tedy více než dvě třetiny sledované populace. Množství budoucích chovných jedinců, kteří na konci

roku 2015 byli klasifikováni jako juvenilní do 5 let, bylo 20 samců (7 %) a 27 samic (10 %). Ti představují perspektivu pro zachování a udržení chovu do budoucna. V postprodukčním věku nad 26 let bylo 12 samců (5 %) a 25 samic (9 %). I když ani u jednoho pohlaví nedochází v určitém věku k úplnému zastavení reprodukčního cyklu, jsou známy ojedinělé případy, kdy se i starším samicím narodila mláďata. V plemenné knize jsou evidována tři mláďata ve dvou vrzích, která porodily samice ve věku 36 let a dokonce jedno mládě narozené matce ve věku 37 let. To potvrzují i Nowak (1999) a Linke (2016).

V souladu s údaji, které publikovali Hunter a Barrett (2011), je informace, že se samice medvědů ledních dožívají ve volné přírodě cca 32 let a samci cca 29 let. V lidské péči je průměrný věk dožití stejně jako u jiných živočišných druhů vyšší. V grafu č. 6 je zobrazen věk dožití samců a samic nad jeden rok věku. Zaevidováni byli pouze jedinci, u kterých bylo možno tuto hodnotu spočítat, měli tedy v plemenné knize uveden rok narození i úmrtí. U tohoto druhu je velmi vysoká úmrtnost nejen v prvním roce života, která je zaznamenána v tabulce č. 4 a grafu č. 11 a bude podrobněji rozebrána v diskuzi v kapitole 6.2.1, ale i mezi prvním a druhým rokem života jedince. Ti jsou zde klasifikováni jako jedinci, kteří se dožili jednoho roku. Nejzásadnějším poznatkem, vyplývajícím z tohoto grafu, je výrazně vyšší věk dožití u samic. Větší množství samic v postreprodukčním věku lze pozorovat i na věkové pyramidě žijících medvědů. Zatímco samci se během historie chovu dožívali věku 30 a více let raritně (53 jedinců), samic bylo téměř třikrát více (156 jedinců). Nejvyšší zaznamenaný věk dožití u samců byl 42 let. Jednalo se o jedince narozeného roku 1922 a žijícího trvale v Zoo Johannesburg v Jihoafrické republice. Nejvyšší věk dožití u samic byl 44 let. Samice pocházela z volné přírody, kde se narodila roku 1947, a poté žila v Detroitu. Tento souhrn je v souladu s fakty, které zveřejnila Linke (2016). Na základě výzkumu severoamerické populace medvědů ledních v lidské péči se zjistilo, že mláďata od rodičů, kteří se narodili v lidské péči, se dožívají vyššího věku než mláďata odchycených rodičů. Zároveň se také jedinci pocházející z vícečetných vrhů dožívají vyššího věku než jedináčci. Tyto závěry uvedli Curry et al. (2015).

6.1.4 MNOŽSTVÍ CHOVANÝCH MEDVĚDŮ LEDNÍCH DLE KONTINENTŮ A STÁTŮ

Množství žijících medvědů ledních na jednotlivých kontinentech zobrazuje tabulka č. 3 a graf č. 7. K 31. 12. 2015 bylo na celém světě chováno 297 jedinců. Z grafů v této podkapitole lze zjistit, že se jedná o druh preferovaný zoologickými zahradami s příznivějším klimatem pro medvědy. Tím lze i vysvětlit dvojnásobný rozdíl mezi množstvím jedinců chovaných v Evropě (143 jedinců, což představuje 48 % žijící populace) a Severní Americe (78 jedinců, 26 %). V Evropě chybí tento druh především v zoo na jihu kontinentu, kde ale obecně ani není velké množství zoologických zahrad. V Severní Americe jsou největší zoo, a tím i hlavní potenciální chovatelé medvědů ledních, zastoupeny především na obou pobřežích. Je nutno vzít v potaz, že pobřežní oblasti často poskytují nevhodné klimatické podmínky pro venkovní chov tohoto druhu (např. Kalifornie nebo Florida). Mnohé zoo v těchto oblastech volí raději chov kontinentálních amerických medvědů, než chov medvědů ledních, pro které by bylo třeba vybudovat nákladné, klimatizované stavby. V kanadských zoo, kde jsou klimatické podmínky mnohem vhodnější pro chov, než je tomu v USA, jsou zastoupeni často, avšak celkový počet velkých kanadských zahrad je malý. Tím je možno vysvětlit tak velký rozdíl v chovu mezi Severní Amerikou a Evropou, kde má chov medvědů ledních dlouhou tradici a pro mnoho institucí je jejich chov prioritní. Zajímavé je zjištění, že v Asii je skoro stejně chovaných jedinců jako v Severní Americe, konkrétně 70 (24 %). Zde je možno hledat vysvětlení v obrovských finančních zdrojích států, jako jsou např. Čína a Japonsko, ale také v dovozu medvědů přímo z přírody, nebo také v nepříliš optimálních welfare podmínkách u chovaných, častěji pouze vystavovaných, zvířat. Jako příklad lze uvést medvěda vystavovaného v obchodním centru. Medvědi v Jižní Americe (3 jedinci, 1 %) jsou chováni v brazilském Sao Paulo Aquarium, které chová mnoho velkých mořských savců a je na světové top úrovni, a v argentinské Zoo Mendoza. V Austrálii jsou chováni také 3 jedinci (1 %) v Seaworld Gold Coast. Tyto informace vycházejí z údajů, které zveřejnili Kisling (2000), Linke (2016) a Sheridan (2016).

Množství žijících medvědů ledních v Evropě dle jednotlivých států je zobrazeno v grafu č. 8. Výsledné rozložení grafu ukazuje dva hlavní evropské chovatele tohoto druhu – Německo se 30 jedinci (21 %) a Rusko se 40 jedinci (28 %). U každého z těchto států jsou však odlišné důvody. Německo je v Evropě stát s největším počtem zoologických zahrad a dalších chovatelských zařízení. Klasické zoologické zahrady jsou téměř ve všech větších městech a již od počátku

dovozů medvědů ledních do Evropy to byly právě německé zahrady, především Hamburk, Berlín a Lipsko, kde byli první medvědi vystavováni. Velké zoo v této zemi tradici chovu tohoto druhu dodnes udržují. V případě Ruska lze naopak vysoký počet chovaných jedinců vysvětlit tím, že se jedná v podstatě o místní faunu. Medvěd lední je velké, pro návštěvníky atraktivní zvíře a pro velké ruské zoo není problém jejich pořízení. Navíc i klimatické podmínky jsou zde dobré. Mezi další významné chovatele medvědů ledních v Evropě patří Nizozemsko (14 jedinců, 10 %), Francie (14 jedinců, 10 %) a Dánsko (10 jedinců, 7 %). Státy jako Nizozemí a Dánsko disponují přímořským klimatem, které obecně mořským savcům a ptákům v zoologických zahradách prospívá, a medvědi lední zde tedy ve velkých zoo většinou nechybí. Toto shrnutí vychází z Linke (2016) a Sheridan (2016).

Množství žijících medvědů ledních v Severní Americe dle jednotlivých států zobrazuje graf č. 9. Zde je patrné potvrzení premisy, položené u grafu č. 7. Nejvíce medvědů žije v Kanadě (20 jedinců, 26 %), kde se jedná o místní faunu, jsou zde vhodné klimatické podmínky, a tak je tento druh ve zdejších velkých zoo velmi hojně zastoupen. V chovech jednotlivých států USA už je vidět, že především klimatické podmínky chov velmi ovlivňují. Florida, Arizona, Texas nebo Louisiana v grafu zcela chybí, přestože se v těchto státech nachází několik velkých zoo. Kalifornie je zastoupena šesti jedinci. Vysvětlení je možno nalézt v tom, že se v tomto státě nachází nejlepší zoologická chovná zařízení na světě, pro která není problém vybudovat vhodné klimatizované expozice. Další státy USA jsou již v chovu zastoupeny menším množstvím medvědů, i když jsou klimaticky mnohdy vhodnější než zmiňovaná Kalifornie. Zde je důvodem to, že v těchto státech se často nachází pouze jedna nebo dvě velké zoo schopné medvědy lední chovat. Mexiko spadá do klimaticky nevhodných zemí pro chov tohoto druhu. Zde se jedná především o vystavování zvířat než o cílený chov. Toto shrnutí vychází z Kisling (2000) a Linke (2016).

Množství jedinců žijících v Asii dle jednotlivých států je zobrazeno na grafu č. 10. Nejvíce chovaných jedinců tohoto druhu se nachází v Japonsku – 46 jedinců (66 %) a Číně – 19 jedinců (27 %). Jedná se o ekonomicky silné země s příznivým klimatem. V Číně momentálně existuje vlna budování nových moderních zoo a akvárií, kde jsou vhodné podmínky i pro chov medvědů ledních. Stále ale v Asii najdeme i zařízení pro chov zcela nevhodná. Informace se shodují s údaji, které zveřejnili Kisling (2000) a Linke (2016).

6.2 DISKUZE K PROBLEMATICE REPRODUKCE MEDVĚDŮ LEDNÍCH V LIDSKÉ PÉČI

6.2.1 PORODY MLÁĎAT

Celkové počty narozených mláďat od počátku chovu v roce 1829 až do roku 2015 jsou zobrazeny v tabulce č. 4. Během sledovaného období se na celém světě narodilo celkem 2685 mláďat – 978 samců (36 %), 968 samic (36 %) a 739 jedinců neznámého pohlaví (28 %). I zde je tedy poměr pohlaví vyrovnaný, stejně jako u celkového množství jedinců zapsaných v plemenné knize nebo jako u volně žijící populace, což je v souladu s informacemi, které zveřejnil Fitzgerald (2013). Z grafů v kapitole 5.2.1 je však patrná velmi vysoká úmrtnost mláďat. Více než jednoho roku se dožila necelá polovina z nich, 1243 jedinců (46 %). K podobným závěrům došly i výsledky analýzy reprodukčních parametrů v chovech v Severní Americe mezi lety 1912 a 2010. Za toto období se narodilo 697 mláďat, ale více než polovina uhynula během prvních 30 dnů a dospělosti ve čtyřech letech se dožilo jen 30 % z nich. Tyto závěry vycházejí z Curry et al. (2015).

V grafu č. 12 je možno vidět všechna narozená mláďata a mláďata, která přežila první rok života v rozmezí let 1901 až 2015. Spolu s grafem č. 4, kde jsou zobrazeny jednotlivé odchvy medvědů ledních z volné přírody, lze vysvětlit, proč se v prvopočátcích chovu rodila mláďata jen zřídka. Jak již bylo zmíněno výše, zpočátku byli medvědi vystavováni jen jako raritní druh, který jiné zoo neměly, bez chovatelských ambic. Až v následujících desetiletích postupně narůstaly počty dovezených jedinců a začalo se řešit i reprodukční hledisko. První porody a odchovy byly však záležitostí spíše náhodnou, protože chovatelé měli minimální zkušenosti s chovem a odchovem tohoto druhu. Je paradoxní, že až do roku 1928 se většinu narozených mláďat podařilo odchovat. Tato situace s největší pravděpodobností souvisí s přirozeným chováním, které březí samice vykazují ve volné přírodě, kde si před porodem vyhrabávají ve sněhu doupě na zimu a od poloviny listopadu do poloviny ledna tam rodí svá mláďata. V uzavřeném doupěti setrvávají do března až první poloviny dubna, kdy přicházejí příznivější klimatické podmínky na vyvedení medvíďat z brlohu. To je v souladu s fakty, která zveřejnili Hunter a Barrett (2011). I v lidské péči jsou samice medvědů ledních velmi citlivé na jakékoliv vyrušení a potřebují mít v období porodu a raného odchovu absolutní klid. Při sebemenším vyrušení či změně okolí svá mláďata odmítají. To potvrzují i Puschmann et al. (2013). Ačkoliv byla návštěva zoologických zařízení a možnost vidět různé druhy chovaných zvířat vždy lákavá, obzvláště v zimě do nich

počátkem 20. století chodilo menší množství návštěvníků. Medvědi byli chováni v malých vnějších i vnitřních ubikacích, které se z dnešního pohledu welfare sice jeví jako absolutně nevyhovující, ale pravděpodobně sehrávaly významnou roli v přirozeném odchovu mláďat, kdy stísněné podmínky do jisté míry simulovaly podmínky, v nichž by se mláďata narodila ve volné přírodě. Od 30. let 20. století se s rozvojem cestování a stěhováním lidí do velkých měst začala návštěvnost zvyšovat. Zároveň narůstalo i množství chovaných medvědů ledních, a tedy i možnosti vytvořit chovné páry. Zde jsou již v grafu patrné výkyvy mezi narozenými a odchovanými mláďaty. Množství narozených mláďat sice s výjimkou některých let stoupalo až do 80. let 20. století, stejně jako stoupalo množství medvědů v chovech, úměrně tomu se však zvyšovalo i množství úhynů mláďat do jednoho roku. Jako příklad lze uvést rok 1982, kdy se v historii chovu tohoto druhu narodilo nejvíce mláďat, 77 jedinců, ale více než jednoho roku života se dožilo pouze 28 z nich (36 %). V některých letech dokonce přežilo méně než 25 % mláďat, míra úmrtnosti tedy byla více než 75 % (např. v roce 1992 z 38 mláďat přežilo jen 9, v roce 1994 z 26 mláďat přežilo jen 6, nebo v roce 2001 z 22 mláďat přežilo pouze 5 z nich). Množství narozených medvíďat má od druhé poloviny 80. let sestupnou tendenci, což souvisí zejména se snižujícími se počty medvědů ledních v chovech. V posledním desetiletí mají počty chovaných jedinců jen mírně klesající tendenci, což se projevuje i na vyrovnaném množství cca 20 narozených mláďat ročně. Míra úmrtnosti se v posledních deseti letech pohybovala mezi 27 a 69 %. Tyto závěry se shodují s Kisling (2000) a Linke (2016). Zároveň se tyto hodnoty blíží míře úmrtnosti mláďat do jednoho roku ve volné přírodě, kterou uvádí Hunter a Barrett (2011), 25 až 65 %, ačkoliv je v přírodě míra mortality ovlivněna jinými faktory.

Z celkového počtu 2685 narozených mláďat v historii chovu se jich 499 narodilo mrtvých (19 %) a 933 jich uhynulo do jednoho roku (35 %). Poměr pohlaví u obou kategorií byl přibližně 1:1, vyskytovalo se zde i mnoho jedinců neznámého pohlaví (viz grafy č. 14 a 15). Z mrtvě narozených mláďat bylo 128 samců (26 %), 98 samic (19 %) a 273 jedinců s neurčeným pohlavím (55 %). Mezi mláďaty uhynulými do jednoho roku bylo 269 samců (29 %), 247 samic (26 %) a 417 jedinců neznámého pohlaví (47 %).

V chovech je snaha co nejvíce nasimulovat podmínky brlohu, v němž by samice odchovávaly svá mláďata v přírodě. Čtyři až šest týdnů před porodem bývá březí samice přehnána do porodní ubikace menších rozměrů, která omezuje rušivé vlivy z vnějšího prostředí a poskytuje soukromí

před dalšími jedinci. Mřížové plochy se zakrývají prkny, aby byl box zastíněný a poskytoval pocit ochrany a bezpečí, je vyhřívaný a veškeré otvory vedoucí ven je nutno utěsnit proti průvanu. Samici se také předkládá sláma pro stavbu hnízda. Jak již bylo zmíněno v předchozím odstavci, samice medvědů ledních jsou v období před porodem i po něm velmi citlivé na jakékoliv vyrušování. Tyto fakta jsou v souladu s údaji, jež zveřejnili Puschmann et al. (2013). Stres je hlavní příčinou vysoké úmrtnosti u tohoto druhu. To potvrzuje i Van Gessel (2015), v jehož vědeckém článku jsou shrnuty poznatky předporodního období a raného odchovu dvou samic z nizozemské Dierenrijk Europa ve městě Mierlo, z nichž jedna úspěšně odchovala svá mláďata, druhá nikoliv. S pomocí kamer umístěných v porodních boxech bylo studováno chování a vokalizace matek i mláďat. Ačkoliv obě samice prodělaly stres, reakce na něj se lišila. Zatímco první samice se o mláďata vzorně starala, kojila je, zahřívala a reagovala na jejich vokalizaci, druhá samice projevovala už před porodem stresovou vokalizaci, více se pohybovala a po porodu o mláďata nejevila zájem. Ačkoliv se mláďata snažila sát, nebyla úspěšná, a jejich vokální podněty v samici vyvolávaly ještě vyšší míru stresové reakce. Kromě stresu je další příčinou nedostatečná kondice matky, nízká porodní váha mláděte zejména u vícečetných vrhů nebo věk matky. S tím souhlasí i Derocher a Stirling (1996).

U velkého množství jedinců, kteří se narodili mrtví, nebo uhynuli do jednoho roku, nebylo zjištěno pohlaví. V odchovu mláďat jsou nejkritičtější první čtyři dny po narození. Pokud se mláďata narodí živá, samice se o ně mnohdy starají zpočátku normálně, avšak ta po jednom až čtyřech dnech uhynou, často v důsledku nedostatečného množství mateřského mléka. Mrtvě narozená nebo v prvních dnech či týdnech po porodu uhynulá mláďata jsou samicí často sežrána, proto u nich chovatelé nezjistí pohlaví. Matky také někdy samy usmrtí a sežerou mládě, které není životaschopné. Ve volné přírodě představuje pro samici konzumace uhynulého mláděte načerpání energie potřebné k odchovu ostatních mláďat. Další příčinou vysokého množství uhynulých medvíďat v lidské péči, u kterých není v plemenné knize uvedeno pohlaví, může být nedokonalá evidence. Tato tvrzení jsou v souladu s údaji, které publikovali Heráň (1985) a Linke (2016).

Na úmrtnost mláďat mají vliv i vnější faktory, jako je výživa, podmínky chovu a způsob odchovu matky. To však nelze s pomocí plemenné knihy statisticky zpracovat a je to spíše téma pro další výzkum.

6.2.2 PORODY A ÚHYNÝ V CELÉ POPULACI DLE ROČNÍCH OBDOBÍ

Za pomoci grafů č. 16 a 17 byla sledována sezónnost v četnosti porodů a úhynů v rámci celé populace medvědů ledních v lidské péči. Nejvíce porodů bylo soustředěno do období konce podzimu a začátku zimy (listopad a prosinec). Ze sledovaného vzorku 2604 mlád'at, u nichž byl známý měsíc narození, se jich 1164 (45 %) narodilo v listopadu, v prosinci jich bylo 1089 (42 %). Mnohem menší množství mlád'at se narodilo v lednu – 108 jedinců (4 %) a v říjnu – 73 jedinců (3 %). Tyto údaje se shodují se sezónním chováním volně žijících populací, které dle Heráň (1985) a Hunter a Barrett (2011) rodí svá mlád'ata od poloviny listopadu, do poloviny ledna. Porody v ostatních měsících jsou ojedinělé. V plemenné knize však bylo zaznamenáno malé množství medvíďat, která se narodila v netypickém období května – 36 jedinců (1 %) a června – 29 jedinců (1 %). Tuto skutečnost lze vysvětlit tím, že na jižní polokouli probíhá páření a rozmnožování v ročních cyklech posunutých o šest měsíců. To bylo dokázáno nejen u medvědů ledních, ale i u medvěda hnědého, pyskatého, brýlatého a baribala. To potvrzují i Puschmann et al. (2013) a Linke (2016), protože výše zmíněné květnové a červnové porody byly v australských, jihoamerických a afrických zoologických zahradách a chovatelských zařízeních.

Nejvyšší míra úmrtnosti byla v rámci celé populace druhu v lidské péči situována do stejného období – v listopadu uhynulo 575 jedinců (22 %), v prosinci 807 jedinců (31 %) a v lednu 209 jedinců (8 %). Tuto četnost lze vysvětlit již dříve zmíněnou vysokou mortalitou v prvních dnech či týdnech po porodu. Tomu nasvědčuje i nejvyšší zastoupení uhynulých jedinců neznámého pohlaví v listopadu, prosinci a lednu. Po zbytek roku byla úmrtnost na rozdíl od porodnosti poměrně vyrovnaná, okolo 100 jedinců každý měsíc, tedy bez jakéhokoliv ovlivnění ročním obdobím. Výsledky grafu rovněž nasvědčují tomu, že na úhyny medvědů v lidské péči neměly vliv klimatické podmínky oblasti, v níž žili. Tyto údaje jsou v souladu s tvrzením Puschmann et al. (2013) a Linke (2016).

6.2.3 POČET MLÁĎAT NA SAMICI A VĚK SAMIC PŘI PORODU

Již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, že za historii chovu medvědů ledních v lidské péči bylo v zoologických zařízeních celého světa chováno celkem 1327 samic. Rozmnožila se však pouze necelá třetina z nich – 365 samic (28 %). V souladu s údaji, které publikovali Wilson a Mittermeier (2009) se udává, že ve vrhu tohoto druhu bývá jedno až tři mlád'ata, v průměru se rodí dvě. To potvrzují i Curry et al. (2015). Během jejich výzkumu bylo zjištěno, že mezi lety 1912 a 2010 se v severoamerických zoologických zařízeních ve 456 vrzích narodilo 697 mlád'at. V 52,7 % bylo ve vrhu jedno mládě, v 44,9 % se narodila dvojčata a v 2,4 % vrhů byla trojčata.

V grafu č. 18 nebyla zohledněna četnost mlád'at ve vrhu, ale pouze celkový počet mlád'at, která samice porodila během svého života. Nejčastěji to bylo jedno (62 samic, 17 %) nebo dvě mlád'ata (55 samic, 15 %), což by odpovídalo průměrně jednomu vrhu za život. Z grafu je patrné klesající množství samic, které odchovaly vyšší množství mlád'at. Tedy, čím více odchovaných mlád'at na samici, tím méně takto úspěšných matek bylo. Více než 15 mlád'at již mělo jen velmi malé množství samic. Nejvíce medvíďat měla medvědice, která žila 38 let v německém Rostocku (1969 až 2007). Celkem se jí narodilo 26 potomků. Vysoké množství mlád'at během života samic je z velké míry dáno vysokou úmrtností, o které bylo pojednáno v předchozích kapitolách. Medvědice tak často rodily mlád'ata každý rok a získávaly zkušenosti nejen ony, ale i chovatelé. Tato tvrzení jsou v souladu s fakty, jež zveřejnila Linke (2016).

Na grafu č. 20 je znázorněn věk samice při narození mláděte. Pohlavní dospělosti dosahují medvědi lední zpravidla v pěti letech. Z grafu je patrné, že od 5. roku samice se množství narozených potomků strmě zvyšuje a lze tedy usuzovat, že 5. rok je nejvhodnějším k zabřeznutí. To potvrzuje i Nowak (1999). Ojediněle medvědice mohou zabřeznout i dříve, s čímž souhlasí Hunter a Barrett (2011). Nejnižší věk matky při narození mláděte byly dva roky, tato výjimka však byla zaznamenána pouze u jediné samice. Naopak nejvyšší věk, kdy medvědice porodila, byl 37 let. Tato výjimka byla opět pouze u jediné samice. Nejplodnější jsou samice mezi 9. a 15. rokem života. V tomto věkovém rozmezí se jim celkem narodilo 919 mlád'at (46 %). Tato informace souhlasí se střední hodnotou věku samice při porodu 13 let, která je zobrazena v grafu č. 19. Poté plodnost postupně klesá až do 26. roku věku, což je v souladu s fakty, jež zveřejnila Linke (2016). Na základě toho byl v této diplomové práci stanoven optimální věk pro reprodukci medvědů ledních 5 až 26 let. Porody u starších samic jsou již pouze ojedinělé.

7 ZÁVĚR

V této diplomové práci bylo stanoveno několik cílů, jejichž splněním vznikl ucelený text shrnující pohled na příčiny ohrožení populace medvěda ledního ve volné přírodě a možnosti jeho ochrany *in situ* a *ex situ*.

Z první části práce je zřejmé, že fylogeneze a taxonomie druhu je ustálená, zatímco biologie a historické rozšíření jsou stále předmětem dalších studií a mapují se.

Hlavním cílem literárního přehledu bylo shrnout příčiny ohrožení medvědů ledních žijících ve volné přírodě. Analyzovány byly čtyři hlavní kategorie, přestože jsou všechny vzájemně velmi úzce propojeny. Nejvíce ohrožující faktor představují klimatické změny, které způsobují výraznou změnu biotopu obývaného medvědy ledními a od nichž se odvíjejí všechny ostatní hrozby pro tento druh. Aby se jejich dopady podařilo co nejvíce eliminovat, jsou nezbytné nejen terénní výzkumy v oblasti Arktidy, tedy *in situ*, ale také záchranné programy a osvěta v rámci ochrany *ex situ*.

Na ochranu druhu *ex situ* se zaměřila výzkumná část diplomové práce, kde byla provedena celková analýza údajů v rámci světových záchranných chovů medvědů ledních. Testovaná hypotéza, že populace medvěda ledního v lidské péči má i přes dostatečnou chovnou základnu sestupnou tendenci, zejména v důsledku velmi malého počtu úspěšně odchovávaných mláďat, byla potvrzena. Populace má od 2. poloviny 80. let sestupnou tendenci z důvodu omezeného dovozu nových jedinců z volné přírody a také proto, že úspěšnost odchovů je velmi omezená. Ačkoliv se daří tento druh rozmnožovat, u mláďat je stále velmi vysoká mortalita. V posledních deseti letech byla 27 až 69 %. Věková struktura žijící populace je z hlediska možnosti reprodukce příznivá. V reprodukčním věku jsou dvě třetiny populace a v juvenilním věku 17 % populace.

Hlavním cílem záchranných chovů v zoologických zařízeních by do budoucna mělo být udržení co nejširší chovné základny, stále zkvalitňování expozic a poskytnutí maximálního klidu samicím ve speciálních porodních boxech. Tyto faktory jsou stěžejní pro úspěšný odchov mláďat a celkovou ochranu druhu v lidské péči.

8 SEZNAM LITERATURY

- ACIA – Arctic Climate Impact Assessment. 2004.** Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Assessment. Cambridge University Press. p. 139. ISBN: 0521617782.
- AMAP – Arctic Monitoring and Assessment Programme. 2012.** Arctic Climate Issues 2011: Changes in Arctic Snow, Water, Ice and Permafrost. SWIPA 2011. p. 97. ISBN: 9788279710738.
- AMAP – Arctic Monitoring and Assessment Programme. 2011.** Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA): Climate Change and the Cryosphere. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). Oslo. p. 538. ISBN: 9788279710714.
- Amstrup, S. C., Durner, G. M., McDonald T. L., Johnson, W. R. 2006.** Estimating potential effects of hypothetical oil spills on polar bears. U. S. Geological Survey, Alaska Science Center. Anchorage. p. 56.
- Amstrup, S. C., Gardner, C. 1994.** Polar bear maternity denning in the Beaufort Sea. Journal of Wildlife Management. 58 (1). 1 – 10.
- Andersen, M., Aars, J. 2008.** Short-term behavioural response of polar bears (*Ursus maritimus*) to snowmobile disturbance. Polar Biology. 31 (4). 501 – 507.
- Andersen, M., Aars, J. 2016.** Barents Sea polar bears (*Ursus maritimus*): population biology and anthropogenic threats. Polar Research. 35. 1 – 20.
- Andersen, M., Derocher, A. E., Wiig, Ø., Aars, J. 2008.** Movements of two Svalbard polar bears recorded using geographical positioning system satellite transmitters. Polar Biology. 31 (8). 905 – 911.
- Andersen, M., Lie, E., Derocher, A. E., Belikov, S. E., Bernhoft, A., Boltunov, A. N., Garner, G. W., Skaare, J. U., Wiig, Ø. 2001.** Geographic variation of PCB congeners in polar bears (*Ursus maritimus*), from Svalbard to the Chukchi Sea. Polar Biology. 24 (4). 231 – 238.
- Anderson, T. R., Hawkins, E., Jones, P. D. 2016.** CO₂, the greenhouse effect and global warming: from the pioneering work of Arrhenius and Callendar to today's Earth System Models. Endeavour. 40 (3). 178 – 187.
- Anisimov, O., Fitzharris, B., Hagen, J. O., Jefferies, R., Marchant, H., Nelson, F., Prowse, T., Vaughan, D. G. 2007.** Polar Regions (Arctic and Antarctic). Climate Change. 15. 801 – 841.

- Bamber, J. L., Layberry, R. L., Gogineni, S. 2001.** A new ice thickness and bed data set for the Greenland ice sheet 1. Measurement, data reduction, and errors. *Journal of Geophysical Research – Atmospheres*. 106 (D24). 33 773 – 33 780.
- Bateson, W. 1885.** The later stages in the development of *Balanoglossus Kowalevskii*, with a suggestion as to the affinities of the Enteropneusta. *Quarterly Journal of Microscopical Science*. 25. 81 – 122.
- Bernhoft, A., Wiig, Ø., Skaare, J. U. 1997.** Organochlorines in polar bears (*Ursus maritimus*) at Svalbard. *Environmental Pollution*. 95 (2). 159 – 175.
- Bhatnagar, A. 2016.** Mitigating greenhouse effect in India through gradual shift to renewable energy. *Current Science*. 111 (11). 1765 – 1772.
- Birula, A. A. 1932.** K voprosu o geografičeskich formach belogo medvedja (*Thalassarctos maritimus* Phipps). *Trudy ZIAN*. 1. 99 – 134.
- Bowdich, T. E. 1821.** An analysis of the natural classifications of Mammalia for the use of students and travellers. J. Smith. Paris. p. 115.
- Buckland, S. T., Anderson, D. R., Burnham, K. P., Laake, J. L. 1993.** Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Chapman and Hall. London. p. 446. ISBN: 9780412426704.
- Bureau of Ocean Energy Management. 2011.** Biological evaluation: Oil and Gas Activities on the Beaufort and Chukchi Sea Planning Areas. Bureau of Ocean Energy Management. Anchorage. p. 163.
- Bytingsvik, J., Lie, E., Aars, J., Derocher, A. E., Wiig, Ø., Jenssen, B. M. 2012.** PCBs and OH-PCBs in polar bear mother-cub pairs: a comparative study based on plasma levels in 1998 and 2008. *Science of the Total Environment*. 417. 117 – 128.
- Clauss, M., Dittmann, M. T., Müller, D. W. H., Meloro, C., Codron, D. 2013.** Bergmann's rule in mammals: a cross-species interspecific pattern. *OIKOS*. 122 (10). 1465 – 1472.
- Crockford, S. J. 2012.** Annotated Map of Ancient Polar Bear Remains of the World. *Polar Bear Science*. Victoria. p. 11. ISBN: 9780991796601.

- Curry, E., Safayi, S., Meyerson, R., Roth, T. L. 2015.** Reproductive trends of captive polar bears in North American zoos: a historical analysis. *Journal of Zoo and Aquarium Research*. 3 (3). 99 – 106.
- Cuvier, F. 1825.** Des dents des mammifères, considérées comme caractères zoologiques. F. G. Levrault. Strasbourg. p. 256.
- Cuvier, G. 1812.** Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes. Déterville. Paris. p. 61.
- Cuvier, G. 1823.** Recherches sur les ossemens fossiles. T. 4. Nouv. ed. Paris. p. 514.
- Dahl-Jensen, D., Bamber, J. L., Carl, E. B., Buch, E., Christensen, J. H., Dethloff, K., Fahnestock, M., Marshall, S. J., Rosing, M. T., Thomas, R., Truffer, M., Van den Broeke, M. R., Van Der Veen, C. J. 2009.** The Greenland Ice Sheet in a Changing Climate. AMAP. p. 68. ISBN: 9788279710523.
- David, A. 1869.** Voyage en China. *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire Naturelle*. 5. 3 – 13.
- De la Guardia, L. C., Derocher, A. E., Myers, P. G., van Scheltinga, A. D. T., Lunn, N. J. 2013.** Future sea ice conditions in Western Hudson Bay and consequences for polar bears in the 21st century. *Global Change Biology*. 19 (9). 2675 – 2687.
- Derocher, A. E., Aars, J., Amstrup, S. C., Cutting, A., Lunn, N. J., Molnar, P. K., Obbard, M. E., Stirling, I., Thiemann, G. W., Vongraven, D., Wiig, O., York, G. 2013.** Rapid ecosystem change and polar bear conservation. *Conservation Letters*. 6 (5). 368 – 375.
- Derocher, A. E., Andersen, M., Wiig, Ø., Aars, J., Hansen, E., Biuw, M. 2011.** Sea ice and polar bear den ecology at Hopen Island, Svalbard. *Marine Ecology Progress Series*. 441. 273 – 279.
- Derocher, A. E., Andriashek, D., Arnould, J. P. Y. 1993.** Aspects of milk composition and lactation in polar bears. *Canadian Journal of Zoology*. 71 (3). 561 – 567.
- Derocher, A. E., Stirling, I. 1991.** Oil contamination of polar bears. *Polar Record*. 27 (160). 56 – 57.
- Derocher, A. E., Stirling, I. 1992.** The population dynamics of polar bears in western Hudson Bay. In: McCulloch, D., Barret, R. (eds.). *Wildlife 2001: Populations*. Elsevier. London. p. 1150 – 1159. ISBN: 9789401128681.
- Derocher, A. E., Stirling, I. 1996.** Aspects of survival in juvenile polar bears. *Canadian Journal of Zoology – Revue Canadienne de Zoologie*. 74 (7). 1246 – 1252.

- Doupe, J. P., England, J. H., Furze, M., Paetkau, D. 2007.** Most northerly observation of a grizzly bear (*Ursus arctos*) in Canada: Photographic and DNA evidence from Melville Island, northwest territories. *Arctic*. 60 (3). 271 – 276.
- Engels, J. M. M., Ramantha Rao, V., Brown, A. H. D., Jackson, M. T. 2002.** Managing plant genetic diversity. CABI Publishing. Oxford. p. 487. ISBN: 0851995225.
- Environment Canada. 2010.** Management and International Trade of Polar Bear from Canada. Fifteenth meeting of the Conference of the Parties, Doha (Qatar), 13-25 March 2010. CITES Secretariat. Geneva. p. 10.
- Fejfar, O., Major, P. 2005.** Zaniklá sláva savců. Akademie věd České republiky. 278 s. ISBN: 802001361X.
- Ferguson, S. H., Young, B. G., Yurkowski, D. J., Anderson, R., Willing, C., Nielsen, O. 2017.** Demographic, ecological, and physiological responses of ringed seals to an abrupt decline in sea ice availability. *PeerJ*. 5. 1 – 17.
- Fischbach, A. S., Amstrup, S. C., Douglas, D. C. 2007.** Landward and eastward shift of Alaskan polar bear denning associated with recent sea ice changes. *Polar Biology*. 30 (11). 1395 – 1405.
- Fischer von Waldheim, G. 1817.** *Adversaria Zoologica*. Mémoires de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. 5. 357 – 446.
- Fiske, S. T. 2015.** Grolar bears, social class, and policy relevance: Extraordinary agendas for the emerging 21st century. *European Journal of Social Psychology*. 45 (5). 551 – 559.
- Fitzgerald, K. T. 2013.** Polar Bears: The Fate of an Icon. *Topics in Companion Animal Medicine*. 28 (4). 135 – 142.
- Foden, W. B., Stuart, S. N. 2009.** SPECIES AND CLIMATE CHANGE: More than just the Polar Bear. IUCN, SSC. Gland. p. 46.
- Gaffney, E. S. 1979.** An introduction to the logic of phylogeny reconstruction. In: Cracraft, J., Eldredge, N. (eds.). *Phylogenetic analysis and paleontology*. Columbia University Press. New York. p. 79 – 111. ISBN: 9780231046930.
- Gaisler, J., Zima, J. 2007.** *Zoologie obratlovců*. Academia. Praha. 692 s. ISBN: 9788020014849.

- Galicia, M. P., Thiemann, G. W., Dyck, M. G., Ferguson, S. H., Higdon, J. W. 2016.** Dietary habits of polar bears in Foxe Basin, Canada: possible evidence of a trophic regime shift mediated by a new top predator. *Ecology and Evolution*. 6 (16). 6005 – 6018.
- Gormezano, L. J., Rockwell, R. 2013.** Dietary composition and spatial patterns of polar bear foraging on land in western Hudson Bay. *BMC ECOLOGY*. 13. 1 – 13.
- Gray, J. E. 1864.** A Revision of the Genera and Species of Ursidae Animals (Ursidae), founded on the Collection in the British Museum. Proceedings of the General Meeting for Scientific Business of the Zoological Society of London. 677 – 709.
- Grevé, C. 1892.** Die geographische Verbreitung der Bärenartigen. *Zoologische Jahrbücher. Abtheilung für Systematik, Geographie und Biologie der Thiere*. 6. 589 – 616.
- Gromov, I. M., G. I. Baranova (eds.). 1981.** Katalog mlekopitayushchikh SSSR [Catalog of mammals of the USSR]. Nauka. Leningrad. p. 456.
- Gutleb, A. C., Cenijn, P., van Velzen, M., Lie, E., Ropstad, E., Skaare, J. U., Malmberg, T., Bergman, A., Gabrielsen, G. W., Legler, J. 2010.** In vitro assay shows that PCB metabolites completely saturate thyroid hormone transport capacity in blood of wild polar bears (*Ursus maritimus*). *Environmental Science & Technology*. 44 (8). 3149 – 3154.
- Hagenbeck, C. 1972.** O zvířatech a lidech. Nakladatelství Orbis. Praha. 320 s.
- Hamilton, C. D., Lydersen, C., Ims, R. A., Kovacs, K. M. 2015.** Predictions replaced by facts: a keystone species' behavioural responses to declining arctic sea-ice. *Biology Letters*. 11 (11). 1 – 6.
- Harington, C. R. 2008.** The evolution of Arctic marine mammals. *Ecological Applications*. 18 (2). S23 – S40.
- Heráň, I. 1985.** Zvířata celého světa – 4, Medvědi a pandy. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 160 s. ISBN: 0702585.
- Ho, S. Y. W., Saarma, U., Barnett, R., Haile, J., Shapiro, B. 2008.** The Effect of Inappropriate Calibration: Three Case Studies in Molecular Ecology. *PLOS ONE*. 3 (2). e1615.
- Hori, M., Sugiura, K., Kobayashi, K., Aoki, T., Tanikawa, T., Kuchiki, K., Niwano, M., Enomoto, H. 2017.** A 38-year (1978-2015) Northern Hemisphere daily snow cover extent product derived using consistent objective criteria from satellite-borne optical sensors. *Remote Sensing of Environment*. 191. 402 – 418.

- Hunter, L., Barrett, P. 2011.** A Field Guide to the Carnivores of the World. New Holland Publishers (UK) Ltd. London. p. 240. ISBN: 9781847733467.
- Hunter, C. M., Caswell, H., Runge, M. C., Regehr, E. V., Amstrup, S. C., Stirling, I. 2010.** Climate change threatens polar bear populations: a stochastic demographic analysis. *Ecology*. 91 (10). 2883 – 2897.
- IUCN. 2012.** IUCN Red List Categories and Criteria. Version 3.1. 2nd edition. Gland and Cambridge. p. 32. ISBN: 9782831714356.
- Kaser, G., Cogley, J. G., Dyurgenov, M. B., Meier, M. F., Ohmura, A. 2006.** Mass balance of glaciers and ice caps: Consensus estimates for 1961 – 2004. *Geophysical Research Letters*. 33 (19). 1 – 5.
- Kays, R. W., Wilson, D. E. 2009.** Mammals of North America. Princeton University Press. New Jersey. 2nd ed. p. 816. ISBN: 9780691140926.
- Kelly, B., Whiteley, A., Tallmon, D. 2010.** The Arctic melting pot. *Nature*. 468 (7326). 891 – 891.
- Kisling, V. N. 2000.** Zoo and Aquarium History: Ancient Animal Collections To Zoological Gardens. 1st ed. CRC Press. Boca Raton. p. 440. ISBN: 9780849321009.
- Klein, D. R., Baskin, L. M., Bogoslovskaya, L. S., Danell, K., Gunn, A., Irons, D. B., Kofinas, G. P., Kovacs, K. M., Magomedova, M., Meehan, R. H., Russell, D. E., Valkenburg, P. 2005.** Management and Conservation of Wildlife in a Changing Arctic Environment. In: ACIA. Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge University Press. Cambridge. p. 597 – 648. ISBN: 10052186509.
- Kowalska, Z. 1969.** A note on bear hybrids *Thalarctos maritimus*×*Ursus arctos*: at Lodz Zoo. *International Zoo Yearbook*. 9 (1). 89.
- Krause, J., Unger, T., Nocon, A., Malaspinas, A. S., Kolokotronis, S. O., Stiller, M., Soibelzon, L., Spriggs, H., Dear, P. H., Briggs, A. W., Bray, S. C. E., O'Brien, S. J., Rabeder, G., Matheus, P., Cooper, A., Slatkin, M., Paabo, S., Hofreiter, M. 2008.** Mitochondrial genomes reveal an explosive radiation of extinct and extant bears near the Miocene-Pliocene boundary. *BMC Evolutionary Biology*. 8. 1 – 12.
- Kretzoi, M. 1938.** Die Raubtiere von Gombaszög nebst einer Übersicht der Gesamtfauna (Ein Beitrag zur Stratigraphie des Altquartaers). *Musei nationalis hungarici*. p. 52.

- Kurten, B. 1964.** The evolution of the polar bear, *Ursus maritimus* Phipps. Acta Zoologica Fennica. 108. 1 – 30.
- Laidre, K. L., Stirling, I., Lowry, L. F., Wiig, Ø., Heide-Jorgensen, M. P., Ferguson, S. H. 2008.** Quantifying the sensitivity of Arctic marine mammals to climate-induced habitat change. Ecological Applications. 18 (2). S97 – S125.
- Larsen, T. 1985.** Polar bear denning and cub production in Svalbard, Norway. Journal of Wildlife Management. 49 (2). 320 – 326.
- Larsen, T., Stirling, I. 2009.** The Agreement on the Conservation of Polar Bears – its History and Future. Norwegian Polar Institute. Tromsø. p. 16. ISBN: 9788276662559.
- Lindqvist, C., Schuster, S. C., Sun, Y. Z., Talbot, S. L., Qi, J., Ratan, A., Tomsho, L. P., Kasson, L., Zeyl, E., Aars, J., Miller, W., Ingolfsson, O., Bachmann, L., Wiig, Ø. 2010.** Complete mitochondrial genome of a Pleistocene jawbone unveils the origin of polar bear. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 107 (11). 5053 – 5057.
- Linke, K. 2016.** International Studbook for the Polar Bear *Ursus maritimus*, Linnaeus, 1758. Rostock. p. 326.
- Linnaeus, C. 1758.** Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classis, ordines, genera, species cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. 10th ed. Vol. 1. Laurentii Salvii. Stockholm. p. 824.
- Malenfant, R. M., Davis, C. S., Cullingham, C. I., Coltman, D. W. 2016.** Circumpolar Genetic Structure and Recent Gene Flow of Polar Bears: A Reanalysis. PLOS ONE. 11 (3). 1 – 25.
- Mazák, V. 1980.** Zvířata celého světa – 7, Velké kočky a gepardi. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 192 s. ISBN: 0708580.
- McKinney, M. A., Iverson, S. J., Fisk, A. T., Sonne, C., Riget, F. F., Letcher, R. J., Arts, M. T., Born, E. W., Rosing-Asvid, A., Dietz, R. 2013.** Global change effects on the long-term feeding ecology and contaminant exposures of East Greenland polar bears. Global Change Biology. 19 (8). 2360 – 2372.
- McKinney, M. A., Letcher, R. J., Aars, J., Born, E. W., Branigan, M., Dietz, R., Evans, T. J., Gabrielsen, G. W., Peacock, E., Sonne, C. 2011.** Flame retardants and legacy contaminants in polar bears from Alaska, Canada, East Greenland and Svalbard, 2005 – 2008. Environment International. 37 (2). 365 – 374.

- McKinney, M. A., Peacock, E., Letcher, R. J. 2009.** Sea Ice-associated Diet Change Increases the Levels of Chlorinated and Brominated Contaminants in Polar Bears. *Environmental Science & Technology*. 43 (12). 4334 – 4339.
- Merriam, J. C., Stock, C. 1925.** Relationships and structure of the short-faced bear, *Arctotherium*, from the Pleistocene of California. Carnegie Institution of Washington Publication. 347. 1 – 35.
- Meyerson, R. 2010.** Polar Bear Studbook (*Ursus maritimus*); North American Population. Silver Spring, MD: Association of Zoos and Aquariums. p. 104.
- Miller, W., Schuster, S. C., Welch, A. J., Ratan, A., Bedoya-Reina, O. C., Zhao, F. Q., Kim, H. L., Burhans, R. C., Drautz, D. I., Wittekindt, N. E., Tomsho, L. P., Ibarra-Laclette, E., Herrera-Estrella, L., Peacock, E., Farley, S., Sage, G. K., Rode, K., Obbard, M., Montiel, R., Bachmann, L., Ingolfsson, O., Aars, J., Mailund, T., Wiig, Ø., Talbot, S. L., Lindqvist, C. 2012.** Polar and brown bear genomes reveal ancient admixture and demographic footprints of past climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 109 (36). E2382 – E2390.
- Mithen, S. 2006.** Konec doby ledové. BB/art s. r. o. Praha. 733 s. ISBN: 8073417685.
- Molnár, P. K., Derocher, A. E., Thiemann, G. W., Lewis, M. A. 2010.** Predicting survival, reproduction and abundance of polar bears under climate change. *Biological Conservation*. 143 (7). 1612 – 1622.
- Moore, S. E., Huntington, H. P. 2008.** Arctic marine mammals and climate change: Impacts and resilience. *Ecological Applications*. 18 (2). S157 – S165.
- Murray, M. S. 2008.** Zooarchaeology and arctic marine mammal biogeography, conservation, and management. *Ecological Applications*. 18 (2). S41 – S55.
- Northrup, J. M., Wittemyer, G. 2013.** Characterising the impacts of emerging energy development on wildlife, with an eye towards mitigation. *Ecology Letters*. 16 (1). 112 – 125.
- Nowak, R. M. 1999.** Walker's Mammals of the World. The Johns Hopkins University Press. 6th ed. p. 836. ISBN: 0801857899.
- Obbard, M. E., Cattet, M. R. L., Moody, T., Walton, L. R., Potter, D., Inglis, J., Chenier, C. 2006.** Temporal trends in the body condition of Southern Hudson Bay polar bears. *Applied Research and Development Branch*. 3. 1 – 8.

- Overrein, Ø. 2002.** Virkninger av motorferdsel på fauna og vegetasjon: kunnskapsstatus med relevans for Svalbard (Effects of motorized traffic on fauna and vegetation: the status of knowledge relevant for Svalbard). Norwegian Polar Institute. Tromsø. p. 28. ISBN: 8276661882.
- Owen, R. 1837.** Teeth. *The Cyclopaedia of Anatomy and Physiology*. p. 864 – 935.
- Pallas, P. S. 1780.** *Spicilegia Zoologica quibus novae imprimis et obscurae animalium species iconibus, descriptionibus atque commentariis illustrantur. Fasciculus XIV.* Joachimus Paulus. Berolini. p. 94.
- Phipps, C. J. 1774.** *A voyage towards the North pole undertaken by His Majesty's command, 1773.* J. Nourse. p. 253.
- Pilfold, N. W., Derocher, A. E., Stirling, I., Richardson, E. 2015.** Multi-temporal factors influence predation for polar bears in a changing climate. *OIKOS*. 124 (8). 1098 – 1107.
- Pocock, R. I. 1932.** The black and brown bears of Europa and Asia, I. *Journal Bombay Natural History Society*. 35. 771 – 823.
- Pocock, R. I. 1933.** The black and brown bears of Europa and Asia, II. *Journal Bombay Natural History Society*. 36. 101 – 138.
- Podaný, Č. 1946.** *Průvodce po zoologické zahradě v Liberci.* Nakladatelství Cíl. Liberec.
- Pradel, R. 1996.** Utilization of capture-mark-recapture for the study of recruitment and population growth rate. *Biometrics*. 52 (2). 703 – 709.
- Preuß, A., Ganslöber, U., Purschke, G., Magiera, U. 2009.** Bear-hybrids: behaviour and phenotype, Bärenhybriden: Verhalten und Erscheinungsbild. *Der Zoologische Garten*. 78 (4). 204 – 220.
- Puschmann, W., Zscheile, D., Zscheile, K. 2013.** *Savci: chov zvířat v zoo: zvířata v lidské péči.* ZOO Dvůr Králové nad Labem. Dvůr Králové nad Labem. 976 s. ISBN: 9788090518438.
- Raffles, T. S. 1821.** *Descriptive Catalogue of a Zoological Collection, made on account of the Honourable East India Company, in the Island of Sumatra and its Vicinity, under the Direction of Sir Thomas Stamford Raffles, Lieutenant-Governor of Fort Marlborough; with additional Notices illustrative of the Natural History of those Countries.* *The Transactions of the Linnean Society of London*. 13. 239 – 274.

- Regehr, E. V., Hunter, C. M., Caswell, H., Amstrup, S. C., Stirling, I. 2010.** Survival and breeding of polar bears in the southern Beaufort Sea in relation to sea ice. *Journal of Animal Ecology*. 79 (1). 117 – 127.
- Regehr, E. V., Lunn, N. J., Amstrup, S. C., Stirling, L. 2007.** Effects of earlier sea ice breakup on survival and population size of polar bears in western Hudson Bay. *Journal of Wildlife Management*. 71 (8). 2673 – 2683.
- Roček, Z. 2002.** *Historie obratlovců*. Academia. Praha. 512 s. ISBN: 8020008586.
- Sahanatien, V., Derocher, A. E. 2012.** Monitoring sea ice habitat fragmentation for polar bear conservation. *Animal Conservation*. 15 (4). 397 – 406.
- Shadbolt, T., York, G., Cooper, E. W. T. 2012.** *Icon on Ice: International Trade and Management of Polar Bears*. TRAFFIC North America and WWF-Canada. Vancouver, B. C. p. 169. ISBN: 9780969373063.
- Shaw, G., Nodder, F. P. 1791.** *Vivarium naturae, or, the naturalist's miscellany*. Nodder & Co. London. Vol. 2. p. 146.
- Sheridan, A. 2016.** *Zooming in on Europe's Zoos, Sheridan's Guide to Europe's Zoos 2010 – 2025*. Schöling Verlag. Münster. p. 465. ISBN: 9783865230874.
- Scherren, H. 1907.** Some Notes on Hybrid Bears. *Journal of Zoology*. 77 (2). 431 – 435.
- Skaare, J. U., Bernhoft, A., Derocher, A., Gabrielsen, G. W., Goksøyr, A., Henriksen, E., Larsen, H. J., Lie, E., Wiig, Ø. 2000.** Organochlorines in top predators at Svalbard – occurrence, levels and effects. *Toxicological Letters*. 112. 103 – 109.
- Sonne, C. 2010.** Health effects from long-range transported contaminants in Arctic top predators: An integrated review based on studies of polar bears and relevant model species. *Environment International*. 36 (5). 461 – 491.
- Sørensen, L. S., Tscherning, C. C., Forsberg, R. 2010.** Changes of the Greenland ice sheet – derived from ICESat and GRACE data. Kongens Lyngby: DTU Space. Copenhagen. p. 94.
- Stern, H. L., Laidre, K. L. 2016.** Sea-ice indicators of polar bear habitat. *Cryosphere*. 10 (5). 2027 – 2041.
- Stirling, I., Derocher, A. E. 2012.** Effects of climate warming on polar bears: a review of the evidence. *Global Change Biology*. 18 (9). 2694 – 2706.

- Stirling, I., Lunn, N. J., Iacozza, J. 1999.** Long-term trends in the population ecology of polar bears in western Hudson Bay in relation to climatic change. *Arctic*. 52 (3). 294 – 306.
- Stirling, I., Øritsland, N. A. 1995.** Relationships between estimates of ringed seal and polar bear populations in the Canadian Arctic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 52 (12). 2594 – 2612.
- Stirling, I., Parkinson, C. L. 2006.** Possible effects of climate warming on selected populations of polar bears (*Ursus maritimus*) in the Canadian Arctic. *Arctic*. 59 (3). 261 – 275.
- Struzik, E. 2003.** Grizzlies on ice. *Canadian Geographic*. 123 (6). 38 – 48.
- Talbot, S. L., Shields, G. F. 1996.** Phylogeography of brown bears (*Ursus arctos*) of Alaska and paraphyly within the Ursidae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 5 (3). 477 – 494.
- Thiemann, G. W., Iverson, S. J., Stirling, I. 2008.** Polar bear diets and arctic marine food webs: insights from fatty acid analysis. *Ecological Monographs*. 78 (4). 591 – 613.
- Van Gessel, C. 2015.** Polar bear mother-offspring interactions in maternity dens in captivity. *Zoo Biology*. 34 (5). 453 – 459.
- Velicogna, I. 2009.** Increasing rates of ice mass loss from the Greenland and Antarctic ice sheets revealed by GRACE. *Geophysical Research Letters*. 36. 1 – 4.
- Wagner, J. 2012.** Pojetí druhu u medvědovitých (Ursidae): praktická, historická a teoretická perspektiva. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta. Praha. 102 s.
- Walsh, J. E. 2008.** Climate of the Arctic marine environment. *Ecological Applications*. 18 (2). S3 – S22.
- Warner, K., Iacozza, J., Scharien, R., Barber, D. 2013.** On the classification of melt season first-year and multi-year sea ice in the Beaufort Sea using Radarsat-2 data. *International Journal of Remote Sensing*. 34 (11). 3760 – 3774.
- Wiig, O., Aars, J., Born, E. W. 2008.** Effects of climate change on polar bears. *Science Progress*. 91 (2). 151 – 173.
- Wilson, R. R., Horne, J. S., Rode, K. D., Regehr, E. V., Durner, G. M. 2014.** Identifying polar bear resource selection patterns to inform offshore development in a dynamic and changing Arctic. *Ecosphere*. 5 (10). 1 – 24.

Wilson, D. E., Mittermeier, R. A. (eds.). 2009. Handbook of the Mammals of the World, 1. Carnivores. Lynx Edicions. Barcelona. p. 727. ISBN: 9788496553491.

Wilson, D. E., Reeder, D. M. (eds.). 2005. Mammal species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. The Johns Hopkins University Press. Baltimore. vol. 2. p. 2142. ISBN: 9780801882210.

Yu, L., Li, Y. W., Ryder, O. A., Zhang, Y. P. 2007. Analysis of complete mitochondrial genome sequences increases phylogenetic resolution of bears (Ursidae), a mammalian family that experienced rapid speciation. BMC Evolutionary Biology. 7. 1-11.

Zhang, Y., Chen, W. J., Riseborough, D. W. 2008. Transient projections of permafrost distribution in Canada during the 21st century under scenarios of climate change. Global and Planetary Change. 60 (3 – 4). 443 – 456.

Internetové zdroje:

Arctic Council. 2018. The Arctic Council: A backgrounder [online]. Aktualizace 27. února 2018 [cit. 2018-02-27]. Dostupné z <<http://www.arctic-council.org/index.php/en/about-us>>.

EAZA – European Association of Zoos and Aquariums. 2018. EAZA Campaigns [online]. Aktualizace 1. března 2018 [cit. 2018-03-01]. Dostupné z <<https://www.eaza.net/conservation/campaigns/>>.

EAZA Executive Office. 2012. EAZA European Carnivore Campaign 2008 – 2010 [online]. Aktualizace 1. března 2018 [cit. 2018-03-01]. Dostupné z <<https://www.eaza.net/assets/Uploads/Campaign-factsheets/carnivore0312.pdf>>.

Hartwell, S. 2013. HYBRID BEARS [online]. Aktualizace 27. února 2018 [cit. 2018-02-27]. Dostupné z <<http://messybeast.com/genetics/hybrid-bears.htm>>.

IPY – International Polar Year. 2007. About IPY [online]. Aktualizace 4. března 2018 [cit. 2018-03-04]. Dostupné z <<http://www.ipy.org/index.php?/ipy/about/>>.

PBSG – Polar Bear Specialist Group. 2009a. What is the Polar Bear Specialist Group? [online]. Aktualizace 6. června 2017 [cit. 2017-06-06]. Dostupné z <<http://pbsg.npolar.no/en/about.html>>.

PBSG – Polar Bear Specialist Group. 2009b. Polar bear hunting, harvesting and over-harvesting [online]. Aktualizace 12. února 2018 [cit. 2018-02-12]. Dostupné z <<http://pbsg.npolar.no/en/issues/threats/over-harvest.html>>.

PBSG – Polar Bear Specialist Group. 2009c. Tourism and other issues. [online]. Aktualizace 18. února 2018 [cit. 2018-02-18]. Dostupné z <<http://pbsg.npolar.no/en/issues/threats/tourism.html>>.

PBSG – Polar Bear Specialist Group. 2014. Global polar bear population estimates [online]. Aktualizace 6. června 2017 [cit. 2017-06-06]. Dostupné z <<http://pbsg.npolar.no/en/status/pb-global-estimate.html>>.

PBSG – Polar Bear Specialist Group. 2017a. Summary of polar bear population status per 2017 [online]. Aktualizace 12. června 2017 [cit. 2017-06-12]. Dostupné z <<http://pbsg.npolar.no/en/status/status-table.html>>.

PBSG – Polar Bear Specialist Group. 2017b. Present members of the IUCN/Polar Bear Specialist Group [online]. Aktualizace 28. února 2018 [cit. 2018-02-28]. Dostupné z <<http://pbsg.npolar.no/en/members/>>.

Pearce-Kelly, P., Kok, J. 2015. EAZA Pole to Pole campaign – Climate change [online]. Aktualizace 17. března 2018 [cit. 2018-03-17]. Dostupné z <<http://www.poletopolecampaign.org/wp-content/uploads/2013/06/Pole-to-Pole-Campaign-Climate-change-chapter.pdf>>.

PoleToPole Campaign. 2018. About the campaign [online]. Aktualizace 1. března 2018 [cit. 2018-03-01]. Dostupné z <<http://www.poletopolecampaign.org/about/about-the-campaign/>>.

WAZA – World Association of Zoos and Aquariums. 2018. Conservation through Zoos and Aquariums [online]. Aktualizace 1. března 2018 [cit. 2018-03-01]. Dostupné z <www.waza.org/en/site/conservation>.

Wiig, Ø., Amstrup, S., Atwood, T., Laidre, K., Lunn, N., Obbard, M., Regehr, E., Thiemann, G. 2015. *Ursus maritimus* [online]. IUCN 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Aktualizace 31. května 2017 [cit. 2017-05-31]. Dostupné z <<http://www.iucnredlist.org/details/22823/0>>.

WWF – World Wide Fund For Nature. 2017a. WWF Arctic Programme – How we work [online]. Aktualizace 27. února 2018 [cit. 2018-02-27]. Dostupné z <http://wwf.panda.org/what_we_do/where_we_work/arctic/what_we_do/>.

9 SAMOSTATNÉ PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA Č. 1: FYLOGENEZE MEDVĚDOVITÝCH ŠELEM

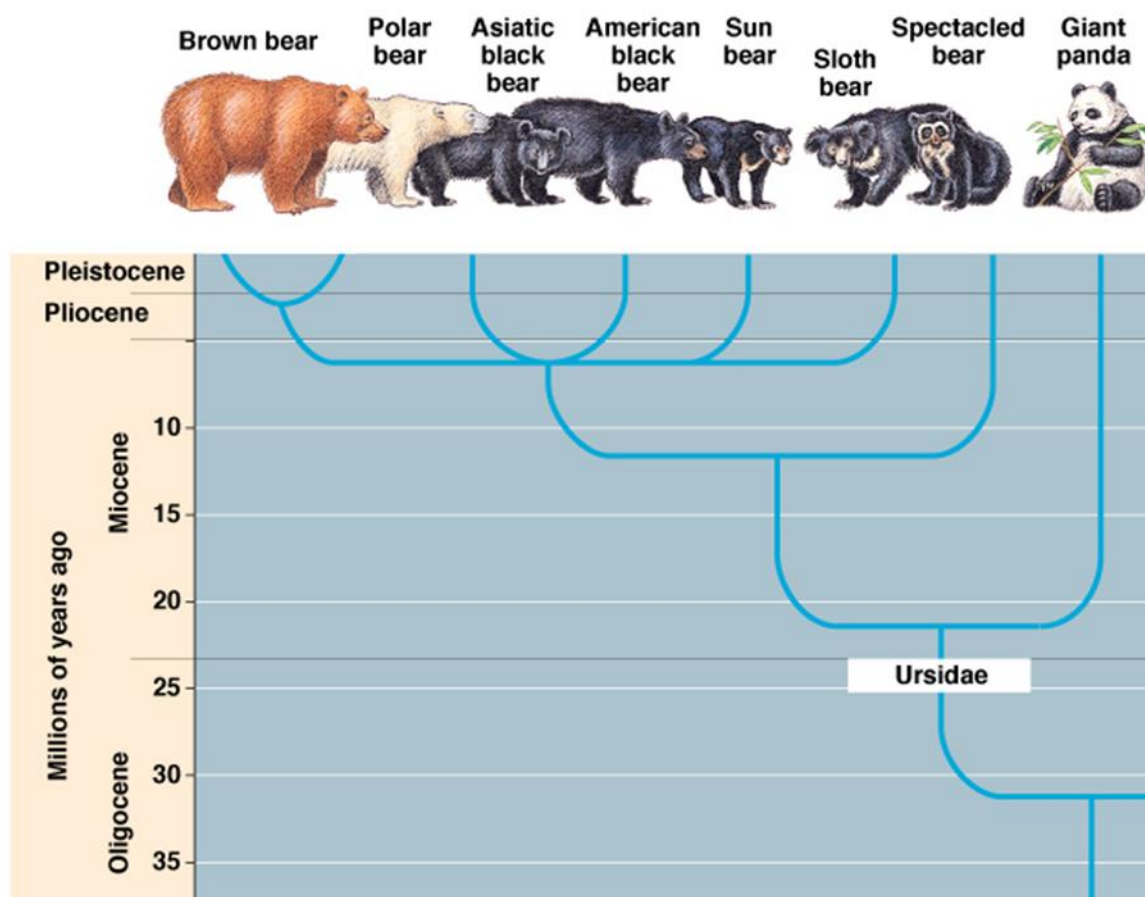
**PŘÍLOHA Č. 2: HISTORICKÝ VÝVOJ A AKTUÁLNÍ ROZŠÍŘENÍ MEDVĚDA LEDNÍHO
VE VOLNÉ PŘÍRODĚ**

PŘÍLOHA Č. 3: PŘÍČINY OHROŽENÍ VOLNĚ ŽIJÍCÍ POPULACE

**PŘÍLOHA Č. 4: FOTODOKUMENTACE – DOSPĚLÍ JEDINCI A MLÁĎATA MEDVĚDA
LEDNÍHO**

PŘÍLOHA Č. 1: FYLOGENEZE MEDVĚDOVITÝCH ŠELEM

OBRÁZEK Č. 1: FYLOGENETICKÝ STROM MEDVĚDOVITÝCH ŠELEM



(upraveno podle Carr, 2005)

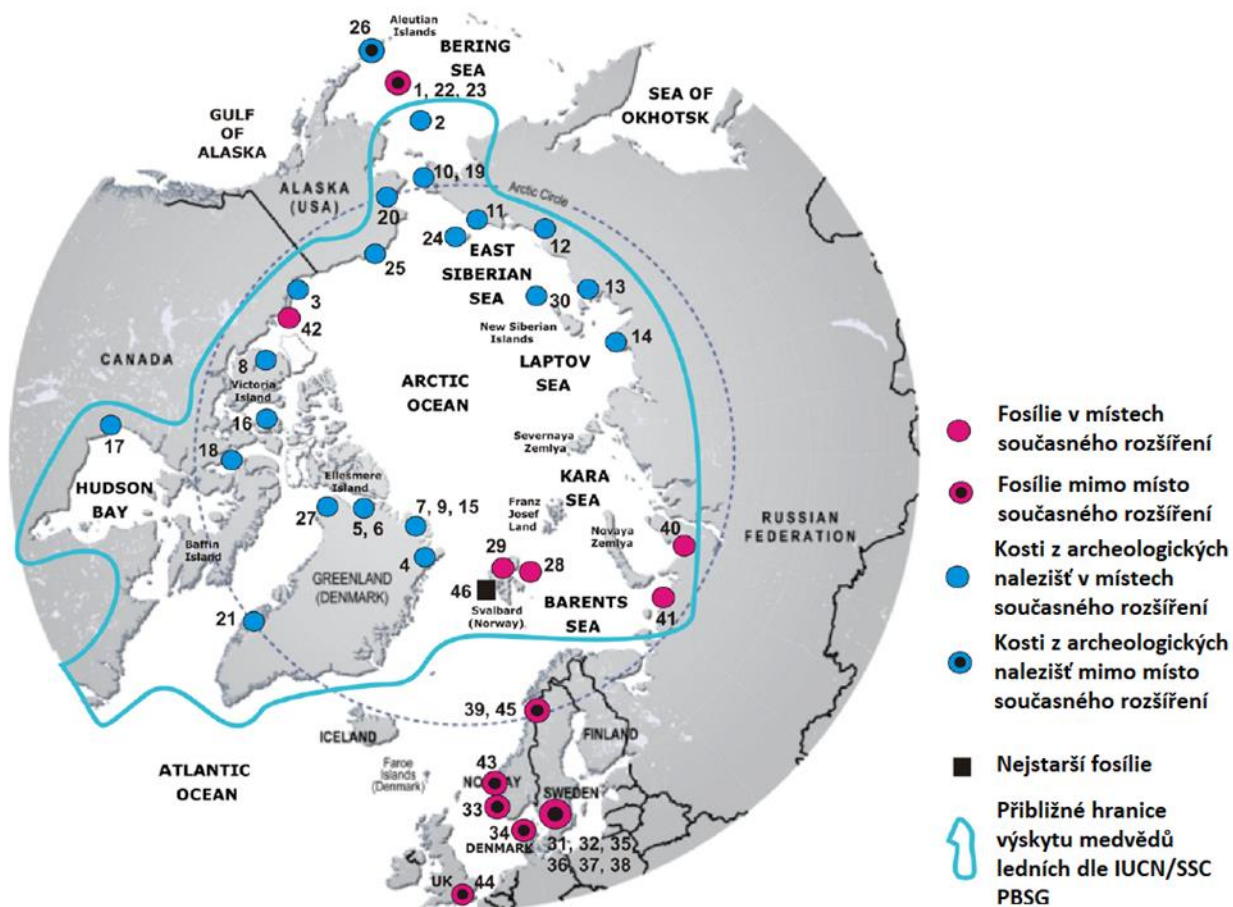
Vysvětlivky: Obrázek znázorňuje fylogenetické oddělení jednotlivých druhů čeledi Ursidae – zleva medvěd hnědý, lední, ušatý, baribal, malajský, pyskatý a brýlatý, panda velká.

Carr, S. M. 2005. Phylogeny of the Ursidae [online]. Aktualizace 6. března 2018 [cit. 2018-03-06]. Dostupné z <https://www.mun.ca/biology/scarr/Phylogeny_of_Ursidae.htm>.

O této problematice je pojednáno v kapitole 3.1 Stručná fylogeneze medvědovitých šelem.

PŘÍLOHA Č. 2: HISTORICKÝ VÝVOJ A AKTUÁLNÍ ROZŠÍŘENÍ MEDVĚDA LEDNÍHO VE VOLNÉ PŘÍRODĚ

OBRÁZEK Č. 2: PŘEDPOKLÁDANÉ HISTORICKÉ ROZŠÍŘENÍ DRUHU VE VOLNÉ PŘÍRODĚ



(upraveno podle Crockford, 2012)

O této problematice je podrobně pojednáno v kapitole 3.4.2 Historický vývoj rozšíření.

OBRÁZEK Č. 3: SOUČASNÉ ROZŠÍŘENÍ A ČETNOST POPULACE DRUHU VE VOLNÉ PŘÍRODĚ

Trends in Polar Bear Subpopulations

SUBPOPULATION SIZE (Number of bears)

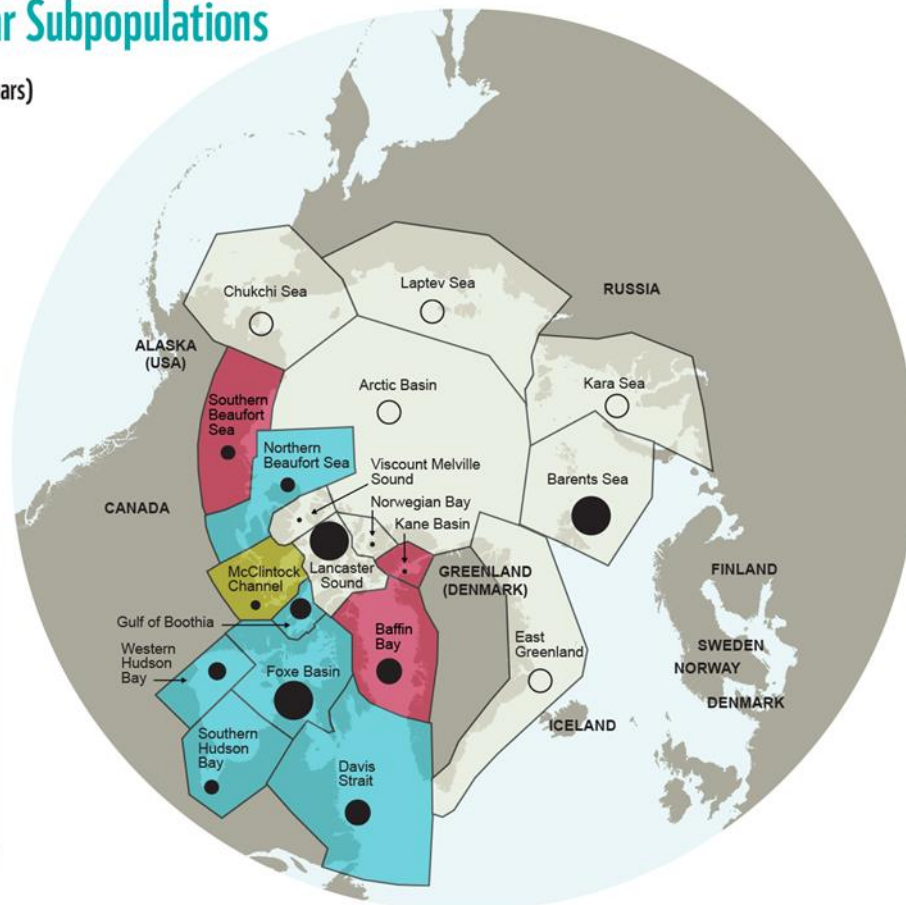
- < 200
- 200-500
- 500-1000
- 1000-1500
- 1500-2000
- 2000-2500
- 2500-3000
- Unknown

POPULATION TREND (2014)

- Stable
- Increasing
- Declining
- Data deficient



Produced by WWF Canada, Jan 2015.
Sources: IUCN Polar Bear Specialist Group, Jan 2015
Range Boundaries: IUCN 2012
Projection: North Pole Stereographic
© 1989 Panda symbol WWF-World Wide Fund for Nature (also known as the World Wildlife Fund)
® WWF is a WWF Registered Trademark



(WWF, 2017b)

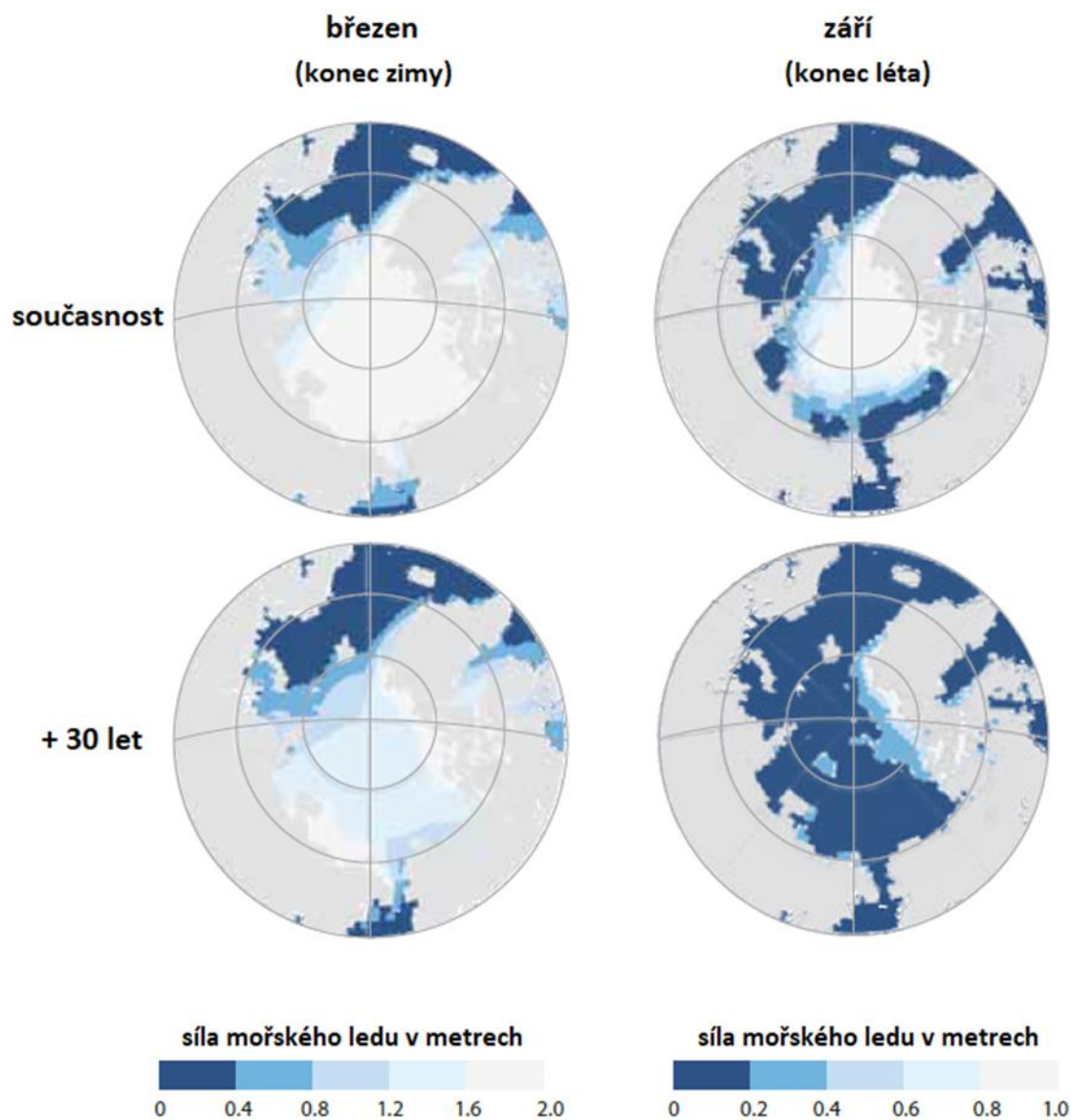
Vysvětlivky: Velikost a barva kolečka v každé subpopulaci znázorňuje její velikost; barevné zobrazení každé subpopulace znázorňuje její populační trend – modře – stabilní; žlutozeleně – zvyšující se; červeně – snižující se; šedě – nedostatek údajů.

WWF – World Wide Fund For Nature. 2017b. Polar bear status, distribution & population [online]. Aktualizace 6. března 2018 [cit. 2018-03-06]. Dostupné z <http://wwf.panda.org/what_we_do/where_we_work/arctic/wildlife/polar_bear/population/>.

O této problematice je pojednáno v kapitolách 3.4.3 Aktuální rozšíření volně žijící populace a 3.6 Vývoj četnosti populace medvěda ledního.

PŘÍLOHA Č. 3: PŘÍČINY OHROŽENÍ VOLNĚ ŽIJÍCÍ POPULACE

OBRÁZEK Č. 4: SÍLA MOŘSKÉHO LEDU NA KONCI ZIMY A NA KONCI LÉTA V ROCE 2012 A 2042

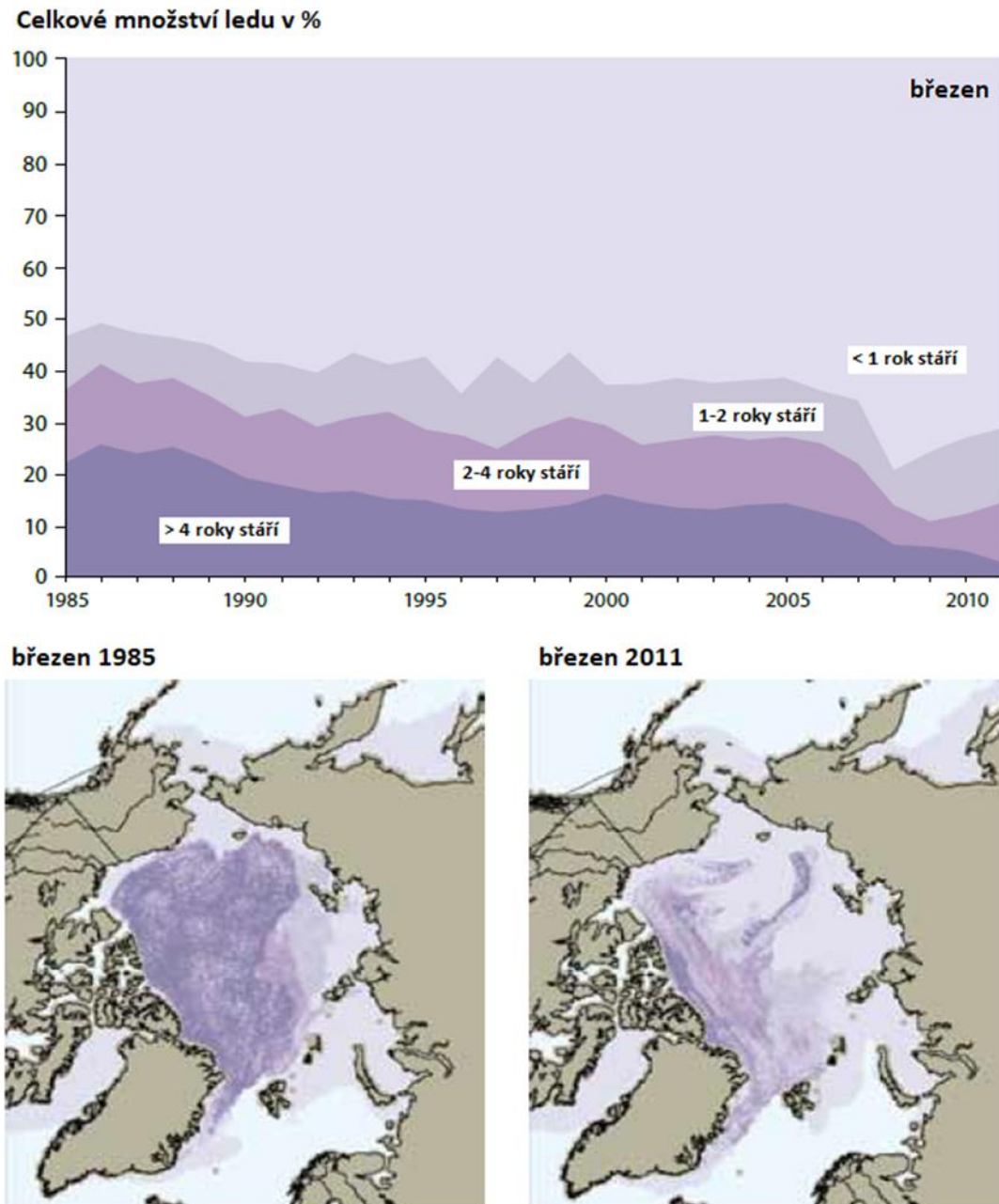


(upraveno podle AMAP, 2012)

Vysvětlivky: Na obrázku je zachyceno výrazné ztenčení až úplné roztátí mořského ledu – modelace stavu od roku 2012 do roku 2042.

O této problematice je pojednáno v kapitole 3.7.1.1 Projevy klimatických změn.

OBRÁZEK Č. 5: SROVNÁNÍ MNOŽSTVÍ VÍCELETÉHO LEDU V ROCE 1985 A 2011



(upraveno podle AMAP, 2012)

Vysvětlivky: Na obrázku je zachycen výrazný úbytek víceletého ledu mezi lety 1985 a 2011.

O této problematice je pojednáno v kapitole 3.7.1.1 Projevy klimatických změn.

OBRÁZEK Č. 6: SROVNÁNÍ SOUČASNÉHO ROZŠÍŘENÍ MEDVĚDA LEDNÍHO A HNĚDÉHO



(upraveno podle Cahill et al., 2015)

Vysvětlivky: Na obrázku je znázorněn současný výskyt dvou druhů – modře – medvěda ledního; hnědě – medvěda hnědého.

Cahill, J. A., Stirling, I., Kistler, L., Salamzade, R., Ersmark, E., Fulton, T. L., Stiller, M., Green, R. E., Shapiro, B. 2015. Genomic evidence of geographically widespread effect of gene flow from polar bears into brown bears. *Molecular Ecology*. 24 (6). 1205 – 1217.

O této problematice je pojednáno v kapitole 3.7.4 Mezidruhové křížení.

PŘÍLOHA Č. 4: FOTODOKUMENTACE – DOSPĚLÍ JEDINCI A MLÁĎATA MEDVĚDA LEDNÍHO

OBRÁZEK Č. 7: SAMICE S MLÁĎATY PO OPUŠTĚNÍ BRLOHU



(zdroj: <http://www.arkive.org/polar-bear/ursus-maritimus/image-G8915.html>)

Vysvětlivky: Samice s mláďaty v jarním období, kdy i s tříměsíčními mláďaty opouští brloh.

O této problematice je pojednáno v kapitole 3.3.3 Reprodukce.

OBRÁZEK Č. 8: SAMCI PŘI BOJI



(zdroj: <http://www.arkive.org/polar-bear/ursus-maritimus/image-G9144.html>)

Vysvětlivky: Souboj samců o samici v období reprodukce.

O této problematice je pojednáno v kapitole 3.3.3 Reprodukce.