

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta životního prostředí**  
**Katedra ekologie**



**Velikost rodin dvou geneticky odlišných forem bobra  
evropského**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Aleš Vorel, Ph.D.

Diplomant: Josef Lichtenberg

Praha 2021

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Josef Lichtenberg

Inženýrská ekologie  
Ochrana přírody

Název práce

**Velikost rodin dvou geneticky odlišných forem bobra evropského**

Název anglicky

**Family size of two genetically different forms of Eurasian beavers**

---

### Cíle práce

Bobří v prostoru střední Evropy vykazují změny na molekulární bázi (Durka et al. 2005). Zároveň zde pokračuje expanze všech populací, což je patrné i na území ČR. Šíření populací bobrů lze popsat logistickým růstem, kdy se proměňuje vnitřní rychlost růstu. Ta patrně souvisí se stresovými exogenními faktory, jež následně postihují některé populační parametry. Je otázkou zda tyto důsledky expanze bobřích populací mohou rozdílně působit v populacích s odlišným původem a zdrojem šíření. Cílem práce bude stanovit velikost rodin bobrů v několika populacích v rámci střední Evropy. Pracovat se bude s dvěma kritérii: (i) příslušnost k dvěma dominantním populacím (labské, českoleské), (ii) stáří populace ve dvou fázích (proces expanze se stářím do 15 let a nad 25 let).

### Metodika

Práce bude postavena na vlastním terénním výzkumu, práci s již sebranými archivními údaji a na excerpci hodnot z již existujících studií.

1. Student zjistí svým vlastním terénním výzkumem velikost rodin v mladé populaci labských bobrů (Šluknovsko)
2. excerpci z již existujících studií stanoví velikost rodin pro další 3 populace
3. porovná roli obou faktorů (stáří a původ populací)
4. vyhodnotí efektivitu využití fotopastí pro tento typ výzkumu

**Doporučený rozsah práce**

40-60

**Klíčová slova**

bobr evropský, fotopasti, velikost rodiny

**Doporučené zdroje informací**

- Campbell, R. D., Rosell, F., Nolet, B. A., & Dijkstra, V. A. A. (2005). Territory and group sizes in Eurasian beavers (*Castor fiber*): echoes of settlement and reproduction? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 58(6), 597–607
- Heidecke, D. (1984). Investigations of Ecology and Population Dynamics of the European Beaver. *Zoologische Jahrbücher Abteilung Systematik*, 111, 1–41.
- Saveljev, A. P., & Milishnikov, A. (2002). Biological and genetic peculiarities of cross-composed and aboriginal beaver populations in Russia. *Acta Zoologica Lituonica*, 12(4), 397–402. <http://www.ekoi.lt/info/azl/2002/AZL>
- Swinnen, K. R., Hughes, N. K., & Leirs, H. (2015). Beaver (*Castor fiber*) activity patterns in a predator-free landscape. What is keeping them in the dark?. *Mammalian Biology*, 80(6), 477-483.
- Šimůnková, K., & Vorel, A. (2015). Spatial and temporal circumstances affecting the population growth of beavers. *Mammalian Biology*, 80(6), 468–476. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2015.07.008>
- Vorel, A., Šafář, J., & Šimůnková, K. (2012). Recentní rozšíření bobra evropského (*Castor fiber*) v České republice v letech 2002 – 2012 (Rodentia : Castoridae ). *Lynx*, 43, 149–179.

**Předběžný termín obhajoby**

2020/21 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Aleš Vorel, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2021

**prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2021

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 26. 03. 2021

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Velikost rodin dvou geneticky odlišných forem bobra evropského vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 31. 3. 2021

.....  
Josef Lichtenberg

**Poděkování:**

Rád bych poděkoval Ing. Aleši Vorlovi, Ph.D. za jeho pomoc při tvorbě této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval všem účastníkům odchytu bobrů a Bc. Lindě Multušové.

V neposlední řadě bych rád poděkoval rodině a přátelům za podporu.

## **Abstrakt**

V této diplomové práci jsou porovnávány velikosti rodin dvou geneticky odlišných populací bobra evropského (*Castor fiber*). Jedná se o labskou formu a českoleskou populaci. Cílem této práce je vyhodnocení, zda se bude lišit průměrný počet jedinců v rodině českoleské populace a labské formy a jak se budou tyto populace vyvíjet s narůstajícím stářím. Labská forma prošla dvěma fázemi bottleneck efektu, a proto by mohla mít v rodině menší počet členů.

Data o početnosti bobrů v rodině labské formy byla získána z odchytů a záznamů fotopastí ze Šluknovského výběžku na podzim roku 2020. Tyto výsledky byly zkombinovány s dříve zjištěnými hodnotami z různě starých populací na Labi. Následně byla všechna tato data porovnána s počtem bobrů v rodinách českoleské populace. Data o českoleské populaci pocházejí z různě starých populací v Českém lese a v Praze.

Z výsledků práce vyplývá, že labská forma má v rodině méně jedinců než českoleská populace. V rodině labské formy žije průměrně 3,38 zvířete a v českoleské populaci připadá v průměru 4,87 bobra na rodinu. Rovněž bylo zjištěno, že se velikost rodin českoleské populace s narůstajícím stářím zmenšuje, u labské formy se velikost rodin významně nemění. Dále bylo vyhodnoceno, že jedna fotopast zachytí 76,9 % bobrů v rodině oproti více zařízením najednou.

**Klíčová slova:** bobra evropský, počet jedinců v rodině, českoleská populace, labská forma, fotopasti

## **Abstract**

In this diploma thesis, the sizes of families of two genetically different populations of the European beaver (*Castor fiber*) are compared. The aim of this thesis is to evaluate whether the average number of individuals in the family of the population from the Český les area and the Elbe form differs and how these populations develop with increasing age. The Elbe form has gone through two phases of the bottleneck effect, and therefore is supposed to have a smaller number of members in the family.

Data on the number of beavers in the Elbe form family were obtained from real captures and photo captures of camera traps from the Šluknovský výběžek in the autumn of 2020. These results were combined with previously determined values from variously old populations on the Elbe river. Subsequently, all these data were compared with the number of beavers in the families of the population from the Český les area. Data on the population from the Český les area include variously old populations in the Český les and Prague.

The results of the research show that the Elbe form has fewer individuals in the family than the population from the Český les area. An average of 3.38 animals live in a family of the Elbe form, and an average of 4.87 beavers per family in the population from the Český les area. It was also found that the size of the families of the population from the Český les area decreases with its increasing age, in the Elbe form the size of families does not change significantly. It was further evaluated that one camera trap captures 76.9 % of beavers in the family compared to multiple devices at once.

**Key words:** Eurasian beaver, number of individuals in the family, population from the Český les area, Elbe form, camera traps

# Obsah

1. Úvod .....	1
2. Cíle práce .....	3
3. Literární rešerše .....	4
3.1 Charakteristika druhu .....	4
3.2 Vyhubení a refugia.....	5
3.3 Návrat a rozšíření .....	6
3.4 Labská forma ( <i>C. f. albicus</i> ) .....	8
3.5 Českoleská populace.....	9
3.6 Rozdíly mezi původní a admixovanou populací .....	9
3.7 Rodina.....	10
3.8 Faktory ovlivňující počet jedinců v rodině .....	10
3.8.1 Teritorialita.....	10
3.8.2 Reprodukce .....	12
3.8.3 Disperze.....	13
3.8.4 Populační hustota .....	14
3.8.5 Mortalita .....	15
3.8.6 Podíl listnatých dřevin.....	17
3.9 Způsoby určování počtů členů v rodině.....	17
3.9.1 Fotopasti .....	18
4. Metodika.....	20
4.1 Výběr lokality .....	20
4.2 Příprava.....	21
4.3 Odchyt.....	21
4.4 Fotopasti .....	22
4.4.1 Umístění .....	23
4.4.2 Zjišťování početnosti ze snímků .....	23
4.5 Úprava dat.....	25
4.5.1 Velikost bobří rodiny na Šluknovském výběžku .....	25
4.5.2 Průměrný počet členů v rodině labské formy a českoleské populace .....	25
4.5.3 Vztah mezi velikostí rodin a stářím populace dvou odlišných forem .....	25
4.5.4 Porovnání účinnosti jedné a více fotopastí v rodině .....	25
4.6 Analýza dat.....	26
4.6.1 Porovnání průměrné velikosti bobří rodiny českoleské populace a labské formy	26
4.6.2 Vztah mezi velikostí rodin a stářím populace dvou odlišných forem .....	27



4.6.3 Porovnání účinnosti jedné a více fotopastí v rodině .....	27
5. Popis území.....	28
5.1 Šluknovský výběžek .....	28
5.1.1 Geomorfologie.....	28
5.1.2 Podnebí .....	28
5.1.3 Hydrologie a vodopis .....	28
5.1.4 Dřevinná skladba .....	28
5.1.5 Výskyt bobra.....	28
5.2 Český les.....	29
5.2.1 Geomorfologie.....	29
5.2.2 Podnebí .....	29
5.2.3 Hydrologie a vodopis .....	29
5.2.4 Dřevinná skladba .....	29
5.2.5 Výskyt bobra.....	30
5.3 Praha.....	30
5.3.1 Geomorfologie.....	30
5.3.2 Podnebí .....	30
5.3.3 Hydrologie a vodopis .....	30
5.3.4 Dřevinná skladba .....	30
5.3.5 Výskyt bobra.....	30
5.4 Labe – CHKO České středohoří a CHKO Labské pískovce.....	31
5.4.1 Geomorfologie.....	31
5.4.2 Podnebí .....	31
5.4.3 Hydrologie a vodopis .....	31
5.4.4 Dřevinná skladba .....	31
5.4.5 Výskyt bobra.....	32
5.5 Střední Labe mezi Muldou a Sálou v Sasku-Anhaltsku .....	32
5.5.1 Geomorfologie.....	32
5.5.2 Podnebí .....	32
5.5.3 Hydrologie a vodopis .....	32
5.5.4 Dřevinná skladba .....	32
5.5.5 Výskyt bobra.....	32
6. Výsledky.....	33
6.1 Velikost bobří rodiny na Šluknovském výběžku .....	33
6.2 Průměrný počet členů v rodině labské formy a českoleské populace.....	34
6.3 Porovnání průměrné velikosti bobří rodiny českoleské populace a labské formy.....	35

6.4 Vztah mezi velikostí rodin a stářím populace dvou odlišných forem .....	36
6.5 Porovnání účinnosti jedné a více fotopastí v rodině .....	37
7. Diskuze.....	39
7.1 Sběr dat.....	39
7.1.1 Kontrola fotopastí.....	39
7.1.2 Umístění fotopastí .....	39
7.1.3 Rozeznávání zvířat ze snímků .....	40
7.2 Výsledky .....	40
7.2.1 Porovnání průměrné velikosti bobří rodiny českoleské populace a labské formy	40
7.2.2 Vztah mezi velikostí rodin a stářím populace dvou odlišných forem .....	41
7.2.3 Porovnání účinnosti jedné a více fotopastí v rodině .....	43
8. Závěr a přínos práce .....	44
9. Seznam použité literatury.....	46
10. Přílohy.....	54
10.1 Příloha č. 1 – Mapa zkoumaných rodin na Šluknovském výběžku .....	54
Příloha č. 2 – Výsledky z programu RStudio – Porovnání průměrné velikosti bobří rodiny českoleské populace a labské formy .....	54
Příloha č. 3 – Výsledky z programu RStudio – Regresní vztah rozdílu celkového počtu bobrů v rodině a jedinců zachycených na každé fotopasti s počty fotek každé konkrétní fotopasti (Nelineární regrese).....	55
Příloha č. 4 – Výsledky z programu RStudio – Vztah mezi velikostí rodin a stářím populace dvou odlišných forem.....	55

## 1. Úvod

Bobr evropský (*Castor fiber*) je původním českým druhem, ale v důsledku lidské činnosti byl do poloviny 18. století na celém území vyhuben. Jedním z důvodů bylo kácení dřevin a odvodňování mokřadů a následkem toho ubývalo bobrovi vhodných biotopů. Bobr byl také intenzivně loven především kvůli masu, kožešině a castoreu, tedy bobří mazové žláze. V Evropě a Asii existovalo dříve souvislé bobří osídlení (Vorel et al., 2013), ale i zde byly bobří populace zredukovány především v důsledku přílišného lovu začátkem 20. století a přežilo pouze 1200 bobrů v osmi reliktních populacích (Nolet et Rosell, 1998). Následkem izolace těchto populací nemohlo docházet ke genovému toku mezi těmito skupinami.

Bobr se na území České republiky vrátil až koncem 20. století (Vorel et al., 2013). Současná populace na našem území pochází především z repatriačních programů z okolních států, ale i z České republiky. Jedinou výjimku tvoří labská forma, která se spontánně šířila z labského refugia v severovýchodním Německu (Šafář, 2002; Vorel et al., 2012). Českoleská populace pochází z repatriačních programů v Bavorsku v druhé polovině 20. století (Zahner 1997). Tato populace je tvořena kombinací více forem (Munclinger et al., in prep.). Nyní se tedy na našem území nachází několik různě starých a geneticky odlišných populací. Podle Heideckeho (1984) klesá reprodukce populací s narůstající saturací. To by mělo být zapříčiněno narůstajícím stresem zvířat v důsledku vysoké konkurence a nedostatku potravních zdrojů.

Populace bobrů na Labi prošla v nedávné minulosti dvěma fázemi bottleneck efektu (Heidecke et al., 2003). Byla tedy redukována početnost populace a snížila se genetická variabilita. Kvůli tomu mohlo navíc docházet k inbreedingu. Taková populace by mohla být více náchylná k nemocem či různým demografickým vlivům. Z těchto důvodů může být u labské formy vyšší mortalita mláďat a následně menší počet členů v rodině. Oproti tomu populace složené z více forem mají vyšší úroveň heterozygotnosti a variabilitu DNA. Míra reprodukce těchto populací je obvykle vyšší a jsou odolnější vůči loveckému tlaku (Saveljev et Milishnikov, 2002). V takových populacích by tedy mělo docházet k nižší mortalitě a počet jedinců v rodině by měl být vyšší, ale doposud nebyla porovnána průměrná velikost bobří rodiny českoleské populace a labské formy.

Počet jedinců v bobří rodině se dá určit více metodami (Hamšíková et al., 2009). Dle Pivrnce (2016) patří fotopasti mezi velmi účinné nástroje k zjišťování početnosti bobří rodiny. Zatím nebylo detailně prozkoumáno, zda stačí pro zjištění velikosti bobří rodiny pouze jedna fotopast, nebo bude její účinnost nižší oproti využití více zařízení v rodině.

V této diplomové práci bude zjištěn průměrný počet členů v rodině na Šluknovském výběžku a porovnána velikost rodin labské formy a českoleské populace. Pokud bude prokázán rozdíl ve velikosti rodin mezi těmito populacemi, dá se tomu přizpůsobit jejich ochrana a výsledky mohou pomoci odhadnout celkovou velikost populace bobra v ČR. Tyto populace se nyní navíc střetávají a mohlo by dojít k jejich vzájemné reprodukci, proto je zapotřebí zjistit odlišnosti v jejich ekologii. Dále bude zkoumán vztah mezi velikostí rodin a stářím populace u těchto dvou odlišných forem. Rovněž bude řešeno využití pouze jedné fotopasti pro určení velikosti bobří rodiny a tyto výsledky mohou přispět ke snížení časových a finančních nároků při budoucím určování početnosti v bobřích rodinách.

## 2. Cíle práce

Hlavním cílem této diplomové práce je porovnat velikost rodin dvou geneticky odlišných populací bobra evropského, a to konkrétně českoleskou populaci a labskou formu. Průměrný počet jedinců v rodině by měl být pravděpodobně nižší u labské formy, která prošla dvěma fázemi bottleneck efektu (Heidecke et al., 2003). K tomuto porovnání je nejprve nutné pomocí odchytů a záznamů z fotopastí zjistit, jaký je průměrný počet bobrů v rodině na území Šluknovského výběžku. Zjištěné výsledky se zkombinují s dříve sebranými daty u různě starých populací na Labi a až tyto hodnoty se porovnají s velikostí českoleské populace.

Další cíl si klade otázku, jak se bude vyvíjet velikost rodin těchto dvou odlišných populací s narůstajícím stářím. K dosažení tohoto cíle musí být k hodnotám o velikosti rodin v jednotlivých územích přiřazeny informace o stáří populace.

Posledním cílem výzkumu je zjištění, zda je jedna fotopast v rodině stejně účinná jako několik zařízení, tedy jestli zachytí stejný počet zvířat. Pro toto vyhodnocení musí být odhaleno, kolik bobrů zjistí každá fotopast v rodině zvlášť, a následně se ze všech fotopastí určí celkový počet bobrů v rodině.

Pracovní hypotéza diplomové práce zní: Labská forma bobra má menší počet jedinců v rodině než českoleská populace.

V této diplomové práci budou využívány informace o bobru evropském a bobru kanadském, protože se jedná o velmi podobná zvířata, která jsou v literatuře běžně srovnávána.

### 3. Literární rešerše

#### 3.1 Charakteristika druhu

Bobr evropský (*Castor fiber*) patří do řádu hlodavců (*Rodentia*) a čeledi bobrovití (*Castoridae*) (Vorel et Korbelová, 2016). Jedná se o největšího evropského hlodavce, který může vážit až 30 kg. Tělo bez ocasu měří přibližně 75 až 102 cm a je velmi dobře přizpůsobeno vodnímu prostředí. Na těle mu vyrůstá velmi hustá, tmavohnědá a lesklá srst, která má hustotu 23 až 30 tisíc chlupů na cm<sup>2</sup>. O srst pravidelně pečuje promašťováním výměšky análních žláz. Na zadních končetinách má plovací blány. Bobří ocas je svrchu zploštělý s šířkou mezi 12–16,5 cm (Anděra et Horáček, 2005) a délkou až 40 cm (Vorel et Korbelová, 2016). Je převážně lysý a pokrytý zrohovatělými šupinami. Ocas bobr používá jako veslo či kormidlo, ale může být využit i jako signalizační zařízení. Při nebezpečí s ním může udeřit o hladinu a varovat tak rodinu. Před potápěním uzavře nozdry a ušní otvory (Anděra et Horáček, 2005). Mžurka chrání jeho oči před vodou (Vorel et Korbelová, 2016). Bobr je navíc schopný ohlodávat dřeviny pod vodou díky pyskovým svalům, které může uzavřít až za svými řezáky (Vorel et Korbelová, 2016).

Bobr patří mezi striktní býložravce. Konzumuje listy dřevin, výhonky a kůru. Dále se živí i vodními a suchozemskými bylinami a kapradinami (Haarberg et Rosell, 2006). V zimním období konzumuje bobr především dřeviny, které v tu dobu představují až 90 % složení jeho potravy. Je schopný konzumovat i kulturní plodiny jako kukuřici (*Zea*), brambory (*Solanum tuberosum*), řepku (*Brassica napus*) či řepu (*Beta*) (Vorel et Korbelová, 2016). Nejvyužívanější dřevinou bývá často vrba (*Salix*) (Baker et Hill, 2003), ale pokud se na lokalitě vyskytuje topol (*Populus*), často se stává preferovanějším zdrojem potravy (Jenkins, 1980). Jehličnaté stromy jsou z jídelníčku bobra prakticky vyloučeny (Salandre et al., 2017).

Bobr se řadí mezi ekosystémové inženýry, je tedy schopen aktivně ovlivňovat obydlené lokality. Dokáže kácet dřeviny, stavět hráze a tvořit obydlí v podobě hradů či nor (Jones et al., 1997). Pokud se bobr krátkodobě selektivně krmí na lokalitě, úplně se nezmění struktura dřevinného společenstva na nepreferované druhy. Avšak jsou vytvářeny mezery v porostu, které zlepšují regeneraci preferovaných i nepreferovaných druhů stromů. Nicméně je velmi pravděpodobné, že při

dlouhodobém okusu bobrem a zaplavováním způsobeným tvorbou hrází se projeví velké změny ve složení a struktuře lesů (Donkor et Fryxell, 1999).

Bobr má několik přirozených nepřátel, vlka (*Canis*), medvěda (*Ursus*) či rysa (*Lynx*), ale významný vliv na jeho populace má pouze vlk (Smith et al., 1994; Baker et Hill, 2003). Jelikož se jedná o suchozemské savce, kteří nemohou bobra lovit v hluboké vodě, stává se pro bobry voda útočištěm (Müller-Schwarze, 2011).

Bobr je aktivní převážně v noci či za soumraku. Ve volné přírodě žije 7 až 8 let. V České republice se řadí mezi zvláště chráněné druhy jako silně ohrožený (Anděra et Horáček, 2005).

### 3.2 Vyhubení a refugia

V Eurasii dříve existovalo souvislé bobří osídlení (Vorel et al., 2013). Z archeologických nálezů bylo zjištěno, že se bobr vyskytoval na českém území již v době neolitu (Kyselý, 2005).

Jednou z hlavních příčin vymizení bobra byl nadměrný lov. Bobři se dali snadno nalézt zejména na podzim, kdy kácí stromy, staví nebo opravují obydlí či hráze, nebo pokud je vodní hladina zamrzlá (Nolet et Rosell, 1998). Intenzivní lov probíhal zejména kvůli masu, kožešině a castoreu, tedy bobří mazové žláze (Vorel et al., 2013).

Po konci středověku navíc začala intenzifikace zemědělství. To mělo za následek kácení dřevin a odvodňování mokřadů, které byly přeměněny na pole či louky. Kvůli tomu postupně ubývalo vhodných biotopů pro bobra. Na českém území byl bobr vyhuben v polovině 18. století (Vorel et al., 2013).

V důsledku nadměrného lovu na začátku 20. století přežilo přibližně jen 1200 euroasijských bobrů v osmi reliktních populacích v Evropě a Asii (Nolet et Rosell, 1998). Tato refugia se nacházejí v jižní Francii podél Rhony (*Castor fiber galliae*), na Labi v severovýchodním Německu (*C. f. albicus*), v jižním Norsku (*C. f. fiber*), podél Němenu a v povodí Dněpru v Bělorusku, Ukrajině a Rusku (*C. f. belorussicus*), podél toku Voroněž v Rusku (*C. f. orientoeuropaeus*), na tocích Konda a Sosva v západní Sibiři v Rusku (*C. f. pohlei*), podél toku Horního Jeniseje na střední Sibiři v Rusku (*C. f. tuvunicus*) a podél toku Bulgan gol v Číně a Mongolsku (*C. f. birulai*) (Nolet et Rosell, 1998; Durka et al., 2005; Halley et al., 2012). Senn et al. (2014) se na základě genetických výzkumů domnívají, že není odůvodnění pro užívání poddruhů.

### 3.3 Návrat a rozšíření

Díky loveckým omezením a translokačním programům v 15 zemích se bobr evropský v převážné míře navrátil na území původního výskytu (Nolet et Rosell, 1998). Jeho populace se rychle zvětšuje a dochází k rychlé expanzi areálu. K roku 2012 se početnost bobra evropského pohybovala kolem 1,04 milionu jedinců (Halley et al., 2012).

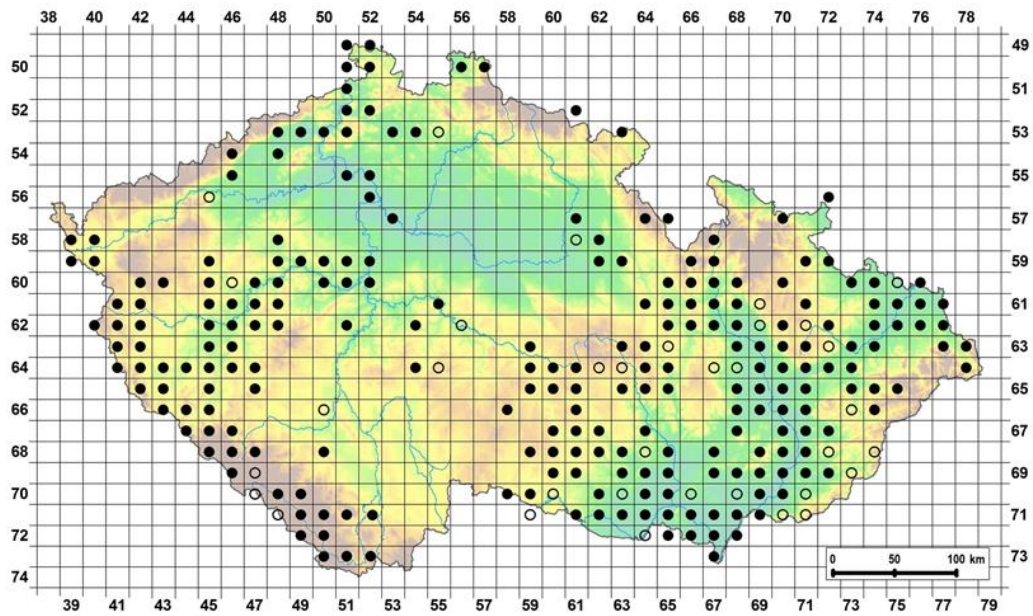
Přemístěné populace se často skládají ze směsi různých geografických forem. Všechny pět původních populací v Evropě dosáhlo předpokládané minimální velikosti životaschopné populace, přibližně 1880 zvířat, ale tři populace v Asii jsou stále ohroženy (Nolet et Rosell, 1998).

Současná populace bobra na našem území pochází především z repatriačních programů z okolních států, ale v jednom případě i z České republiky (Obr. 1). Existuje jediná výjimka, kde se nejedná o repatriační program. Touto výjimkou je labská forma, která se spontánně šířila ze svého refugia na Labi v severovýchodním Německu (Obr. 2) (Šafář, 2002; Vorel et al., 2012).

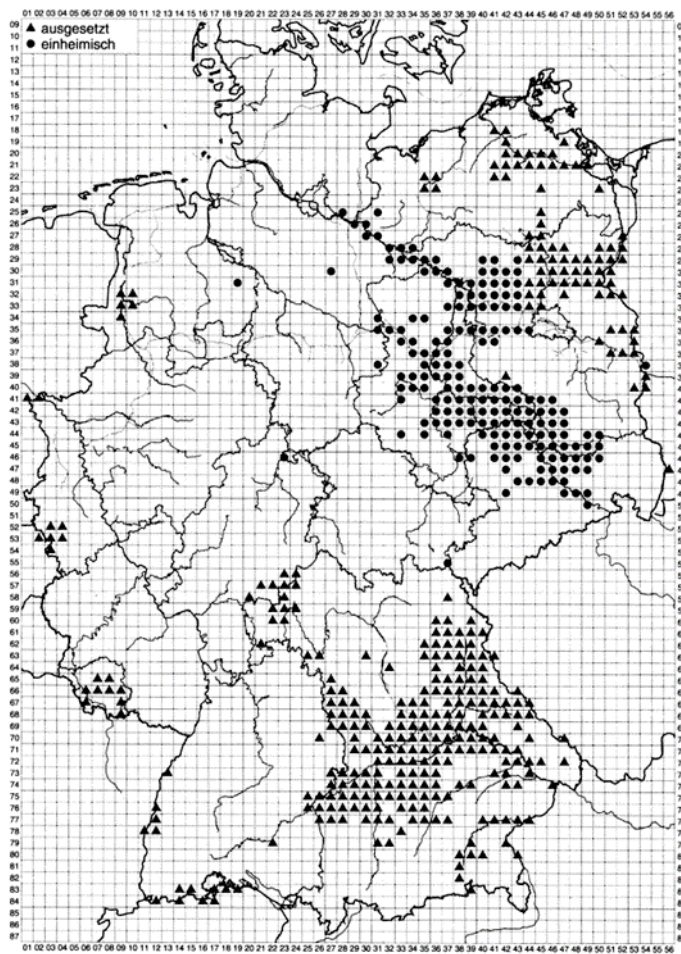
V České republice se vyskytují zvířata z různých refugií. Jedná se o labskou formu, která se vyskytuje na Labi, dále francouzská, běloruská, voroněžská a norská forma v západních Čechách. Obdobné složení jako v západočeské populaci je i na Moravě (Albrechtová, 2011; Vorel et al., 2012; Munclinger et al., in prep).

Šimůnková et Vorel (2015) zjistili, že bobři vytvářejí rychleji husté populace v menších povodích než ve větších. Rovněž jsou nejdříve satureována povodí nacházející se blíže zdroji šíření, a až posléze povodí vzdálenější.





Obr. 1: Mapa rozšíření bobra evropského na území České republiky (zdroj: Vorel et Korbelová, 2016).



Obr. 2: Rozšíření bobra evropského na území SRN (zdroj: www.bibermanagement.de).

### 3.4 Labská forma (*C. f. albicus*)

Tato forma patří k třetí nejstarší populaci na českém území. Bobři se spontánně šířili ze severovýchodního Německa, kde je jejich refugium. Šíření probíhalo po řece Labi (Vorel et al., 2012).

Labský bobr byl od středověku ovlivňován rozvojem kulturní krajiny a byl vyhuben na územích u Dunaje, Rýna, Odry, Vezery a jejich přítocích. Pouze v oblasti středního toku Labe zůstaly zbytky osídlení. V 19. století klesly počty jedinců na minimum (Heidecke, 1984 ex. Friedrich, 1891). Po roce 1910 došlo postupně ke zvyšování jeho počtů a kolonizaci nových území díky ochranným opatřením a zákazu lovu (Heidecke, 1984).

Populace bobrů na Labi prošla v nedávné minulosti dvěma fázemi bottleneck efektu. Došlo ke snížení počtu jeho populace a následně ke ztrátě genetické variability. První fáze nastala na konci 19. století a druhá mezi léty 1942–1945. V obou případech bylo zjištěno pouze 90 bobřích území. Jejich populace byla odhadována přibližně na 200 až 300 zvířat (Heidecke et al., 2003).

Populace se za 45 let zvýšila z 200–300 jedinců na přibližně 6000, což bylo způsobeno zejména kompletní ochranou a 14 translokačními projekty, které přispěly 37 % k celkovému růstu populace. V oblasti centrálního rozšíření v Německu bylo dosaženo hustoty jednoho jedince na km<sup>2</sup>. Průměrná délka života labské formy bobra je 8,1 roku (Heidecke et al., 2003).

Heidecke et al. (2003) zjistili, že v německé populaci labské formy je průměrně 3,3 jedince v rodině. Na jednu samici zde připadá průměrně 2,93 mláďete (Heidecke, 1984).

U populace této autochtonní formy bobrů ve východním Německu byl zjištěn vysoký výskyt zubních anomálií. U 8,7 % jedinců, což je téměř jeden z deseti bobrů na Labi, byla zjištěna patologie zubního systému (Piechocki, 1977). Podle Saveljev et Milishnikov (2002) je to nepochybně výsledkem bottlenecku, který populace zažila před několika desítkami let. Je zcela jasné, že se tento problém stává největším negativním faktorem bránícím prosperitě populace (Saveljev et Milishnikov, 2002).

*Castor fiber albicus* se dá spolehlivě odlišit od ostatních forem na základě kraniologických znaků (Heidecke et al., 2003 ex. Frahnert et al., 1993). Podle

Dzieciolowski (1996) existují rozdíly mezi labskými bobry a ostatními formami. Mezi tyto rozdíly se řadí celkové tělesné rozměry a hmotnost jedinců (Vorel et Nováková, 2007).

### **3.5 Českoleská populace**

Českoleská populace pochází z repatriačních programů v Bavorsku, které se uskutečnily v druhé polovině 20. století. Díky této repatriační aktivitě bylo mezi roky 1966 až 1986 umístěno 120 bobrů do toků Dunaj a Inn. Tito jedinci pocházeli z Ruska, Finska, Švédska, Norska a Francie (Zahner, 1997). Bobr se odtud rozšířil do velké části Bavorska. Následně se v 80. letech 20. století začal dostávat i na české území. Největší vlna osídlování našeho území začala ale až v 90. letech (Červený et al., 2000; Vorel et al., 2012).

V Českém lese na území Přimdského lesa a Všerubského průsmyku a na Šumavě v povodí toku Řezná začalo vznikat první stabilní osídlení (Červený et al., 2000). Tato populace dále osídlila Radbuzu, Úhlavu, Mži a Úslavu. Díky zvětšujícím se populacím na těchto řekách došlo také k osídlení Berounky. Dále proběhla kolonizace Otavy a Vltavy (Vorel et. al., 2012).

Tato populace je na českém území tvořena kombinací francouzské, běloruské, voroněžské a norské formy (Albrechtová, 2011; Munclinger et al., in prep.).

Velikost rodiny mladé západočeské populace na Šumavě je průměrně 4,88 jedince na rodinu, v saturované populaci v Českém lese má rodina průměrně 3,9 člena (Pivrnc, 2016) a v mladé pražské populaci žije průměrně 5,67 bobra v rodině (Multušová, 2020).

### **3.6 Rozdíly mezi původní a admixovanou populací**

Prokřížené populace jsou více heterozygotní a mají vyšší variabilitu DNA. U takových populací je míra reprodukce obvykle vyšší, mají větší životaschopnost, a navíc jsou schopny více odolávat loveckému tlaku (Saveljev et Milishnikov, 2002). Ulevicius et Paulauskas (2003) tvrdí, že morfologické změny u hybridních populací mohou být potenciální výhodou pro přežití. Halley (2011) se domnívá, že populace složené z více forem mají vyšší genetickou variabilitu a dokážou lépe odolávat nemocem. Dále autor tvrdí, že přírodní výběr může upřednostňovat admixované populace.

U původních populací i na místech, kde došlo u bobra k opakovanému bottlenecku a ztrátě genetické variability, bylo zaznamenáno více negativních jevů a zubních anomálií (Saveljev et Milishnikov, 2002).

### **3.7 Rodina**

Základní sociální jednotkou bobra je rodina (Müller-Schwarze, 2011). Tento rodinný svazek žije v ohraničeném teritoriu (Heidecke, 1984). Dominantní dospělý pár je jediný, kdo se v rodině rozmnožuje (Wilsson 1971). V rodině žijí kromě rodičovského páru (adult) také mláďata. Ta mohou být stará do jednoho roku (juvenil) či jednoroční a zřídka dvouroční (subadult) (Heidecke, 1984). Dvouletí jedinci většinou rodinu opustí nebo jsou vyloučeni, když se narodí nová mláďata (Müller-Schwarze, 2011). Celá rodina se může podílet v péči o juvenilny (Wilsson 1971; Svedsen, 1980).

Všichni členové rodiny mohou žít v jednom obydlí. Děje se tak obzvláště během zimy, kdy je jen jedno obydlí zásobováno potravou ze zásobárny. Během letních měsíců může být využito více příbytků. Větší rodiny si staví další obydlí a zvyšují svůj dosah za potravou. Narozená mláďata jsou často přesunuta do obydlí bez dospělého samce, nebo tento jedinec obsadí na několik týdnů jiný hrad či noru. Když se matka pokusí odstavit mláďata, může se od nich oddělit a žít v jiném příbytku (Müller-Schwarze, 2011).

V průměru se v rodině nachází 2 dospělí, 2 juvenilové a 2 subadulti. Obvykle se může rozsah rodiny pohybovat od rodičovského páru bez mláďat, nebo dočasně pouze jednoho dospělého, až po 10 členů. Rodiny se jen velmi zřídka skládají z více než 14 členů (Müller-Schwarze, 2011).

### **3.8 Faktory ovlivňující počet jedinců v rodině**

#### **3.8.1 Teritorialita**

Bobr je známý jako teritoriální zvíře (Campbell et al., 2005). Z výsledků diplomové práce Wočadlové (2017) vyplývá, že se počet mláďat i počet bobrů v rodině zvyšuje s velikostí teritoria. Podle Heideckeho (1984) je rovněž počet jedinců v rodině určován dle velikosti teritoria. Z výsledků Campbell et al. (2005) vyplývá, že neexistuje korelace mezi rychlostí reprodukce a velikostí teritoria.

Bobři si značí území pomocí pachových značek (Müller-Schwarze, 2011). K tomu jim slouží castoreum. Bobr zadní nohou nahrabe malou hromádku hlíny a na ni castoreum umístí (Wilsson 1971). Pachové značení je vysoce vyvinutá komunikační metoda u bobrů (Baker et Hill, 2003). Všechny věkové třídy a obě pohlaví se podílejí na značení hranic území (Wilsson 1971).

Zvířata brání území, aby získala výhradní přístup k omezenému zdroji (Campbell et al., 2005 ex. Davies et Houston, 1984). Teritorialita je spojena s obranou území jednotlivcem nebo skupinou vzájemně tolerantních jedinců (Maher et Lott, 1995).

Podle současných teorií teritoriality se očekává, že zvíře bude bránit nejmenší oblast, která mu může poskytnout zdroje pro maximalizaci reprodukce, označovanou jako ekonomicky obhajitelná oblast. U teritoriálních skupin však budou strategie, které stojí za obranou zdrojů, pravděpodobně složitější (Campbell et al., 2005).

Teritorialita je zisková pouze tehdy, když výhody získané z využívání území převyšují nad náklady na obranu. Velikost území je obvykle optimalizována časovými omezeními souvisejícími s ochranou zdrojů a jejich zužitkováním (Graf et al., 2016).

Ekonomická perspektiva teritoriality předpokládá, že držením většího území, než je nutné pro minimální požadavky na reprodukci, by vlastníkům území měly vzniknout dodatečné náklady, jako je častější narušení hranic či územní agresivita. Předpokládá se, že tyto náklady musí být vyváženy některými výhodami. Výhodou by zde mohl být dlouhodobý přínos v podobě snižování míry vyčerpání zdrojů v lokalitě a tím zvýšená dlouhodobá životaschopnost území (Campbell et al., 2005).

Bobři si selektivně vybírají preferované dřeviny, což je zdroj, který se rychle neobnovuje. Tento selektivní výběr může způsobit posun ve struktuře společenstva dřevin k nepreferovaným druhům a vést k vyčerpání zdrojů v průběhu času (Nolet et al., 1994; Fryxell, 2001).

Ve studii Campbell et al. (2005) bobři neobývali ekonomicky obhajitelná území. Ve skutečnosti se zdá, že větší území jsou také úměrně bohatší z hlediska množství zdrojů (Campbell et al., 2005).

Pokus o obsazení nového teritoria sebou nese náklady, jako vyšší riziko predace (Campbell et al., 2005) a vynaložení energie na průzkum území (Nolet et Rosell, 1994). Pokud je na území vysoká hustota populace, tyto náklady se ještě zvyšují.

V případě, že mají bobři velká teritoria, mohou se obsazování nových stanovišť vyhnout, jelikož si nevyčerpají zdroje potravy (Campbell et al., 2005).

Ve studii Graf et al. (2016) bobři žijící ve větších teritoriích sháněli potravu blíže u břehu, ale trávili více času obranou zdrojů potravy. Naopak v menších teritoriích bobři sháněli potravu dále od břehu, ale netrávili tolik času obranou zdrojů. Shánění potravy dále od břehu v menších teritoriích by měla být tedy strategie, která má zajistit, aby v území nebyly vyčerpány zdroje potravy (Graf et al., 2016).

### **3.8.2 Reprodukce**

Bobr je sociálně monogamní druh, který se vyznačuje klasickým monogamním chováním. Monogamie je u savců vzácná a molekulární výzkumy ukazují, že mnoho sociálně monogamních druhů se účastní mimopárového páření (Crawford et al., 2008). Z výsledků studie Crawford et al. (2008) vyplývá, že se u bobra mezi členy sousedních rodin často vyskytovala mimopárová kopulace. Byla zjištěna široká škála vztahů mezi členy rodiny a mnohočetné otcovství u 50 % vrhů.

Bobři dosahují pohlavní dospělosti ve věku 1,5–3 let (Baker et Hill, 2003). Reprodukce jsou schopni přibližně do 15 let (Heidecke, 1984). Míra březosti se obvykle zvyšuje od 1,5 roku do 4 let, zůstává vysoká až do stáří a poté klesá (Lizotte, 1994).

U bobra evropského přicházejí samice do říje na konci prosince. Vrchol nastává v polovině ledna. Teplé počasí v zimě může urychlit říji (Müller-Schwarze, 2011). Zeměpisná šířka a podnebí mohou ovlivnit období rozmnožování, které je obecně kratší v chladnějším a delší v teplejším podnebí (Wigley et al., 1983; Baker et Hill, 2003).

Páření probíhá ve vodě, přičemž samec se ze strany přibližuje k plovoucí samici. U bobra evropského se páření odehrává rovněž v obydlí. Kopulace trvá od 30 sekund do tří minut. Samice jsou v říji 12 až 24 hodin. Ke kopulaci dochází většinou večer nebo v noci. Pokud nejsou samice oplodněny, přichází do říje dvakrát až čtyřikrát za sezónu s nepravidelnými intervaly v rozmezí od 7 do 57 dnů (Müller-Schwarze, 2011).

Doba březosti u bobra evropského trvá 105 až 107 dní (Wilsson 1971; Müller-Schwarze, 2011). Většina mladých se narodí počátkem května, ale některá se rodí od

poloviny dubna do poloviny srpna (Müller-Schwarze, 2011). Bobr má pouze jeden vrh za rok (Baker et Hill, 2003).

Parker et al. (2017) zjistili, že plodnost byla významně vyšší u samic s vyšší mírou tuku a vykazovala trend zvyšování se s věkem. Střídavé roky nevyvedení mláďat byly u pohlavně zralých samic běžné. Samice, které zabřezly v běžném čase na konci ledna, vážily více než samice, které počaly o 1–3 měsíce později. Tuk akumulovaný během léta a na podzim před zimním rozmnožováním se jeví jako klíčový faktor reprodukce u samic bobrů.

Velikost vrhů labského bobra se pohybuje mezi jedním a šesti mláďaty. Průměrný počet potomků na samici je 2,93 mláďete. Teoreticky je jedna samička schopná porodit za život až 40 mláďat. Ve skutečnosti je toto číslo menší a samička porodí průměrně pouze 15 mláďat (Heidecke, 1984).

Velikost vrhu v českoleské populaci nebyla zatím zjištěna (Aleš Vorel, III. 2021, in verb.). Plodnost populace bobra v Polsku, která je složena z běloruské a voroněžské formy, se pohybuje mezi jedním až šesti juvenilny na vrh. Průměrný počet mláďat na samici je 2,7 (Doboszynska et Zurowski, 1983).

Ve studii Campbell et al. (2005) velikost rodiny korelovala s reprodukční rychlostí a autoři se domnívají, že velikost rodiny je dána minulým reprodukčním úspěchem. Dále také naznačují, že reprodukce klesá s rostoucí velikostí skupiny. Velké rodiny tedy mají nižší reprodukční úspěch (Campbell et al., 2005).

Srážky jako negativní ukazatel roční dostupnosti zdrojů pro bobry byly trvale spojeny s nižším reprodukčním úspěchem samic všech věkových skupin (Campbell et al., 2017).

### **3.8.3 Disperze**

Bergerud et Miller (1977) rozdělili hlavní pohyby bobra na 1) pohyb celé rodiny mezi vodními plochami na území, 2) krátkodobé putování ročních mláďat, 3) šíření bobra, obvykle ve věku 2 let, za účelem založení nových kolonií a 4) různé pohyby dospělých, často po ztrátě partnera (Baker et Hill, 2003).

Pokud by mladí jedinci zůstali se svými rodiči a sourozenci, rodina by za několik let narostla tak, že by na místě nebyl dostatek potravních zdrojů. Jakmile bobři odejdou,

ztratí všechny výhody, které jim domov poskytuje, včetně jídla a obydlí. Tato nejistá budoucnost pro ně představuje riziko (Müller-Schwarze, 2011).

Ze studie Sun et al. (2000) vyplývá, že většina (64 %) dispergujících jedinců byla ve věku dvou let. Značný podíl (21 %) představovali i bobři staří tři roky, ale jednorocní mláďata byla relativně vzácná (14 %). Podmínky prostředí mohou ovlivnit dobu, po kterou bobr zůstane ve své rodině jako subadult (Baker et Hill, 2003).

Disperze dvouletého bobra je primárním mechanismem populační expanze (Baker et Hill, 2003). Tato mláďata často opouštějí svoji původní rodinu, nebo jsou vyloučena v době, kdy se narodí nová mláďata. Dvouletá mláďata dispergují ze svých rodin od začátku dubna do května (Sun et al., 2000).

Ve studii Sun et al. (2000) většina dispergujících bobrů iniciovala disperzi po směru toku. Směr rozptýlení však může být i proti proudu. Bobr může rovněž překonat povodí pozemní cestou, a to až několik kilometrů (Baker et Hill, 2003).

Autoři studie Sun et al. (2000) také zjistili, že samice dispergují významně dále od místa svého narození než samci. Samice urážely přibližně 10 km, zatímco samci zhruba jen 3,5 km. Sun et al. (2000) se rovněž domnívá, že bobři mohou upřednostňovat disperzi na nejbližší dostupná místa. Zvířata z okrajových oblastí a na tekoucích vodách migrují na delší vzdálenosti než bobři z centra areálu (Heidecke, 1984).

#### **3.8.4 Populační hustota**

Počet jedinců v rodině se během roku mění (Baker et Hill, 2003). Podle Heidecke (1984) je počet jedinců v rodině určován hustotou populace. Kvůli zvětšující se saturaci místa se tedy snižuje míra reprodukce populací (Heidecke, 1984).

Dvouletí jedinci mohou v rodině zůstat ještě další rok a nemusí dispergovat, pokud je populační denzita na území vysoká (Müller-Schwarze, 2011). Vysoké hustoty mohou tedy způsobit opožděnou disperzi, ale naopak nízké hustoty budou působit opačně a způsobí disperzi u ročních jedinců (Hartman, 1997).

Pokud v prostředí nejsou vhodná místa na obsazení, jedinec se po nezdařené snaze o založení vlastního teritoria vrátí k původní rodině. Bobr si tak zvětší šanci na přežití, ale vzdá se vlastního potomstva. Pro rodičovský pár to může přinést benefit v podobě



toho, že nebude docházet ke kompetici s potomkem, a navíc jim bude jedinec pomáhat (Hamšíková et al., 2009).

Bobři se nejprve usazují v bohatém prostředí a poté v chudém (Nolet et Rosell, 1994). V saturovaných populacích je obtížné objevit nezabrané a hodnotné stanoviště, proto se v těchto populacích vzhledem k jejich velikosti nachází méně migrujících jedinců než v raných populacích (Vorel et. al., 2012). Pokud je vhodné stanoviště plně obsazeno, je pravděpodobná menší disperze a nižší míra rozmnožování mezi mladými dospělci, kteří zůstávají v původních rodinách se staršími dominantními páry (Baker et Hill, 2003).

Při vysoké populační hustotě se zvyšuje konkurence a agresivní chování zvířat. V důsledku toho jsou bobři ve stresu a mají méně potomků a zvyšuje se u nich úmrtnost (Vorel et Korbelová, 2016).

Ve studii Zurowski et Kasperczyk (1986) v mladých populacích obvykle neexistovaly typické rodinné skupiny tvořené rodičovským párem a potomky. Zde bylo v průměru 2,4 jedince na rodinu. Staré populace s úplnými rodinnými svazky měly v průměru 5,5 zvířete v rodině (Zurowski et Kasperczyk, 1986).

### **3.8.5 Mortalita**

Mortalita bobrů je způsobená více faktory (Müller-Schwarze, 2011). Většina nálezů mrtvých dospělců připadá na zimu. Oproti tomu pohlavně nedospělí jedinci umírají převážně na jaře (Heidecke, 1984).

#### **3.8.5.1 Úmrtí mlád'at**

Odhady McTaggart et Nelson (2003) naznačují, že více než 50 % mlád'at zemře během prvních 6 měsíců života. Podle Heideckeho (1984) je míra mortality 37 % v prvních šesti měsících a 50 % mladých bobrů umírá v období prvního roku života. Müller-Schwarze (2011) tvrdí, že umírá 46 % mlád'at během prvního roku života.

#### **3.8.5.2 Predace**

Významným redukcujícím vlivem na populace bobra může být predace vlkem, a to na místech, kde se oba tyto druhy vyskytují (Nitsche, 2016). Bobr se stal v Bělorusku primární vlčí kořistí (Sidorovich et al., 2017). I v Lotyšku byli bobři významnou složkou potravy vlka (Andersone et Ozolinš, 2004).

Dopad predace vlka na populace bobrů může být tedy místně významný, ale velmi se liší v závislosti na hustotě vlků, dostupnosti alternativní kořisti a dalších faktorech (Baker et Hill, 2003).

### **3.8.5.3 Nemoci**

Mortalita bobrů je často zapříčiněná nemocemi. Třetina až polovina úmrtí těchto zvířat v Evropě je způsobena nemocemi (Müller-Schwarze (2011).

U bobra se vyskytuje vodou přenosná tularemie, což je onemocnění, kterým mohou trpět i další semiakvatictí savci, jako ondatra pižmová (*Ondatra zibethicus*) (Baker et Hill, 2003).

Infekce tularemií u bobrů jsou obvykle subklinické, bez znatelných účinků na jednotlivce nebo populaci, ale mohou být pro bobra smrtelné a způsobit masovou úmrtnost na místní nebo regionální úrovni (Baker et Hill, 2003).

### **3.8.5.4 Povodně**

Rychlé tání sněhu v zimním období nebo jarní praskliny ledu mohou zvýšit hladinu vody v tocích a zničit bobří obydlí a zvířata usmrtit, nebo utopit velké množství jedinců pod ledem (Baker et Hill, 2003 ex. Hakala, 1952).

### **3.8.5.5 Nedostatek potravy**

Hladovění může být důležitou příčinou úmrtnosti zejména v severních zeměpisných šířkách, kdy bobr není schopen zkonstruovat dostatečně velkou zásobárnu, která by mu pomohla přežít zimu (Bergerud et Miller, 1977; Baker et Hill, 2003).

### **3.8.5.6 Srážky**

Campbell et al. (2012) zkoumali míru přežití bobra v závislosti na klimatických podmínkách. Zjistili, že vyšší míra přežití u mláďat a subadultů (ve věku 0–2 let) byla spojena s nižšími ročními srážkami.

### **3.8.5.7 Vliv člověka**

Významný vliv na populace bobra má i lidská činnost jako lov, ničení obydlí a usmrcení kvůli střetům s dopravou. Negativní efekt může mít i stavba umělých bariér, které mají za následek izolaci menších populací a tím zabránění genového toku (Vorel et al., 2013).

### 3.8.6 Podíl listnatých dřevin

Výsledky závěrečné práce Wočadlové (2017) ukazují, že počet zvířat v rodině roste s dostupným množstvím a hustotou listnatých dřevin.

Hay (1958) zjistil, že rodiny živící se převážně topolem osikou (*Populus tremula*) měly podstatně větší počet bobrů než rodiny, které konzumují převážně vrby. V průměru se rodiny živící se osikami skládaly z 7,8 členů. Naopak rodiny konzumující vrby měly průměrně 5,1 jedince. U raných populací se rodiny živící se osikami skládaly v průměru z 1,5 jednoročního mláděte a 2,5 mláděte do jednoho roku, zatímco rodiny konzumující vrby měly průměrně 1,1 jednoročního mláděte a 0,6 mláděte do jednoho roku. Rodiny živící se osikami měly tedy průměrně o 2,6 člena více a o 2,1 mláděte více.

Campbell et al. (2005) nenalezli žádnou korelaci mezi rychlostí reprodukce a podílem listnatých stanovišť.

### 3.9 Způsoby určování počtů členů v rodině

Početnost bobřích rodin se dá zjistit vícero metodami. Nejefektivnější způsob je kompletní odlov, kdy jsou zvířata usmrcena. Tato metoda se na území ČR nedá využít, kvůli zákonu 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny (Hamšíková et al., 2009).

Další způsob může být odchyt živochytnými pastmi. Bobři jsou obvykle chytáni do pastí bez návnady umístěných na místech, která bobr často navštěvuje, nebo do pastí s návnadou v podobě castorea nebo osikové větvičky. Pro odchyt do živochytných pastí se obvykle používají pasti Bailey nebo Hancock. Hancock je vhodnější z důvodu vyšší účinnosti a všestrannosti. Dalšími pastmi mohou být Breathe Easy, Scheffer-Couch a různé typy klecových pastí (Rosel et Kvinlaug, 1998).

Nejvhodnějším obdobím pro odchyt bobra do živochytných pastí je jaro a podzim. Na podzim jedinci staví a opravují hráze, a proto se zde dají chytit. Na jaře poté, co bobři většinu času strávili v obydlí, se stávají aktivnějšími a snáze se chytají (Rosel et Kvinlaug, 1998).

Dále se k odchytu bobra dají využít oka, která jsou často považována za vysoce účinná. Používanými nástroji jsou rovněž sítě či podběráky (Rosel et Kvinlaug, 1998). Campbell et al. (2012) chytali bobry pomocí sítí z motorového člunu. V minulosti byly také často používány metody odchytu zahrnující ničení hradů, nor a hrází. Tyto metody

vyžadují ve většině zemí zvláštní povolení a obvykle se nedoporučují (Rosel et Kvinlaug, 1998).

Existuje i běloruská metoda odchytu. Jedná se o aktivní metodu vyžadující týmy o 5–6 lidech. Podvodní východy z bobřího obydlí jsou blokovány sítí nebo klecovou pastí. Obydlí je buď rozkopáno, nebo je vyslán pes s náhubkem, aby bobra vyhnal do pastí (Rosel et Kvinlaug, 1998).

Jiná metoda je pozorování zvířat přístroji určenými k nočnímu vidění, avšak při tomto způsobu se dají špatně odlišit členové rodiny, a proto může výsledný součet podhodnotit početnost rodiny (Hamšíková et al., 2009).

Další metodou je pozorování odchycených bobrů, kteří byli označeni (Hamšíková et al., 2009). Díky označení chycených jedinců se dají výsledky zpřesnit, jelikož bobr nebude započítán vícekrát (Maloň, 2012).

### **3.9.1 Fotopasti**

Fotopasti jsou fotoaparáty, které jsou automaticky spuštěné pohybem a pořizují fotografie nebo videa kolemjdoucích zvířat. Jedná se o jeden z nejlepších nástrojů pro výzkum divoké zvěře (Rovero et al., 2013). Fotopasti tedy neinvazivně zaznamenávají přítomnost a chování zvířat v jejich přirozeném prostředí (Swinnen et al., 2014).

I když technologie fotopastí zaznamenaly působivý pokrok, technologie má i omezení jako detekce fotopastí zvířaty, jelikož si jich zvířata všimnou nebo je zaslechnou. Některé druhy zvířat mohou vidět infračervený záblesk nebo slyšet ultrazvuk generovaný fotopastmi (Rovero et al., 2013).

Fotopasti v souvislosti s bobry využili například Nummi et al., (2019), kteří zkoumali pomocí fotopastí, kterým druhům poskytuje bobr vhodné prostředí pro život.

Z výsledků diplomové práce Pivrnce (2016) vyplývá, že fotopasti jsou účinným nástrojem k odhadnutí velikosti bobří rodiny. Autor se domnívá, že se jedná o jeden z nejpřesnějších způsobů k sčítání bobrů.

Swinnen et al. (2014) použili k monitoringu bobrů fotopasti, avšak velké množství záznamů neobsahovalo cílový druh, což činilo jejich odstranění časově náročným. Proto navrhli metodu částečné eliminace necílových záznamů bez nutnosti jejich sledování, aby se snížilo pracovní vytížení.

Ve studii Swinnen et al. (2015) byli bobři nejčastěji zaznamenáni fotopastmi u přechodů, nahlodaných stromů a u nor. Několik záznamů pocházelo i z vody, místa krmení a často zaplavovaných přechodů. Žádné snímky bobra nebyly zachyceny u hrází.

## 4. Metodika

Data zahrnující početnost osmi bobřích rodin na Šluknovském výběžku byla sesbírána autorem, ostatní byla získána jinými autory (Tabulka 1). Celkově všechna data pochází z 1271 rodin.

Tabulka 1: Autoři dat

Stát	Území	Populace	Stáří	Autor	Rok monitoringu	Počet rodin
ČR	Český les	českoleská	17	(Vorel et al., nepublikováno)	2009	12
ČR	Český les	českoleská	23	(Pivrnec, 2016)	2015	10
ČR	Praha	českoleská	5	(Multušová, 2020)	2019	8
SRN	Labe	labská	43	Hinze G.	1957	110
SRN	Labe	labská	23	(Heidecke et al., 2003)	1973	227
SRN	Labe	labská	33	(Heidecke et al., 2003)	1983	447
SRN	Labe	labská	40	(Heidecke et al., 2003)	1990	428
ČR	Labe	labská	6	(Vorel, 2001)	1998	3
ČR	Labe	labská	7	(Vorel, 2001)	1999	2
ČR	Labe	labská	8	(Vorel, 2001)	2000	3
ČR	Labe	labská	21	(Hrdličková, 2014)	2013	10
ČR	Šluknovský výběžek	labská	9	(Oberreiterova, 2014)	2014	3
ČR	Šluknovský výběžek	labská	15	Lichtenberg Josef	2020	8

Terénní práce autora se skládala ze dvou částí. Nejprve proběhly odchvytí bobřů pomocí živochytných pastí během září roku 2020. Odchytů se účastnil kromě autora i tým Aleše Vorla. Ve druhé fázi byla zvířata monitorována fotopastmi od září do prosince roku 2020. Z kombinace těchto dat byl určen počet členů v rodině labské formy na Šluknovském výběžku. Tyto výsledky byly společně s ostatními daty o početnosti labské formy porovnány s počty bobřů v rodině českoleské populace. Při monitoringu fotopastmi byl jeden přístroj ukraden.

### 4.1 Výběr lokality

Terénní výzkum probíhal v České republice na území Šluknovského výběžku. Byla snaha o zmonitorování co nejvíce bobřích rodin na tomto území. Vyřazeny byly lokality nacházející se přímo u lidských obydlí, kde by bylo nebezpečné bobří pasti nalíčit. Celkem bylo na území vybráno devět lokalit. V jedné bobří rodině se nepodařilo chytit ani vyfotografovat žádného jedince, proto byla lokalita vyřazena. Dohromady bylo tedy zkoumáno osm bobřích rodin rozprostřených na Šluknovském výběžku.

## 4.2 Příprava

Před samotným odchytem bobra do živochytných pastí musela být připravena návnada v podobě castorea. Castoreum bylo získáno z pohlavních žláz uhynulých bobrů, které byly skladovány v mrazicím zařízení. U zmražených žláz se muselo vyčkat, než rozmrznou. Poté byly žlázy rozříznuty a byla z nich odebrána požadovaná část, ve které se nesměla nacházet mrtvá tkáň, která by časem začala páchnout, a bobra by proto castoreum nepřilákalo. Výměšky žláz byly tekuté a pevné. Oba druhy se smíchaly do jedné nádoby. Byly využity žlázy ze dvou zvířat, samce a samice. Výměšky žláz každého pohlaví byly skladovány zvlášť ve vlastní nádobě, která byla popsána. Tyto vzorky byly poté uchovávány v přenosném chladicím zařízení. Z nádob bylo castoreum následně přemístěno do mikroskopu typu eppendorf, které se umístily na bobří pasti.

Před výjezdem na lokalitu bylo nutné zkontrolovat pasti a sítě, jestli neobsahují díry, kterými by bobr mohl uniknout. Dále se muselo sbalit veškeré vybavení, tedy pasti, sítě, plachty, klece, chladicí zařízení obsahující castoreum, jednorázové rukavice pro manipulaci s bobrem, holicí strojek, nůžky, zkumavky na krev, nádoby na trus a srst, dezinfekce, jehly, tampony a další potřebné vybavení k manipulaci s bobrem.

## 4.3 Odchyt

K odchytům byly využity živochytné kovové pasti typu Hancock. Pokud do pasti vpluje bobr a začne konzumovat návnadu, zavadí o ni nebo ji utrhne, aktivuje se spouštěcí mechanismus a past se pomocí pružin sklopí. Rychlost sklopení je zpomalena v důsledku přítomnosti bobra a zvířeti není ublíženo. Sklápějící se část pasti je vyplněna pletivem, které bobra obepne a zadrží.

Do každé rodiny byly umístěny čtyři pasti po dobu tří nocí. Past byla obvykle situována do centra teritoria k hradu, noře, hrázi, přechodu, jídelně či na jiná bobrem využívaná místa. Jako návnada byla využita topolová větvička připevněná drátem na spouštěcí mechanismus. Další návnadou bylo castoreum v mikroskopkách, které byly připevněné k pasti. Castoreum je silně cítit a bobra přiláká. Past byla na břehu natažena a opatrně vložena do vody, tak aby byla ponořena jen sklápějící se část a zbytek pasti byl nad vodou. Návnada v podobě topolové větvičky byla vždy na úrovni hladiny. Poté bylo zařízení za pevnou část pomocí řetězu přichyceno ke kmenu

nebo k hluboce zaraženému kůlu. Past se přichycovala, aby při polapení bobra nespadla do vody a nedošlo k utopení zvířete, které vydrží pod vodou jen omezenou dobu. Po uchycení zařízení byla past opatrně odjištěna pomocí sesazení pojistky v podobě kroužku. Zde bylo vhodné zapřít se nohou o sklápějící se část pasti, aby se past nedopatřením neaktivovala a nedošlo ke zranění výzkumníka. K pasti byly umístěny cedulky s výstrahou a kontaktem. Okolí pasti bylo ohrazeno páskou z důvodu bezpečnosti kolemjdoucích osob.

Pasti byly natahovány navečer a ráno byly kontrolovány, zda nepolapily bobra. Pokud zvíře nebylo chyceno, past byla po kontrole aktivována pomocí dlouhé větve, aby přes den nemohla zranit místní obyvatele či domácí zvířata.

Při úspěšném chycení bobra byla past vyndána z vody pomocí háků, aby zvíře nemohlo člověka zranit. Poté byl jedinec přemístěn do klece a zvážen. Ke kleci byla přiložena síť a bobr byl vypuštěn z klece do sítě. Přes zvíře byla následně přehozena plachta a jedinec byl chycen za hlavu u krku a na zádech, dokud se neuklidnil. Poté mu byly podraženy nohy, aby došlo k jeho znehybnění. Bobr byl následně změřen, očipován a byl mu na zadní části hřbetu nad kořenem ocasu vyholen specifický obrazec k jeho pozdějšímu rozpoznání na fotopastech. Vyholený obrazec byl také vyfotografován. Následně byla zvířeti odebrána krev, srst, trus a zjištěno pohlaví. Všechna měření byla zapsána do archu. Při zacházení s jedincem byly použity jednorázové rukavice. Nástroje a dotčené části zvířete byly dezinfikovány. Dle váhy byla zvířata rozřazena do jednotlivých věkových kategorií. Adult byl určen hmotností nad 17 kg, subadult měl 8 až 17 kg a juvenil vážil do 8 kg.

#### **4.4 Fotopasti**

K výzkumu byly využity tři typy fotopastí, SpyPoint Force–11D, UOVision UM 535 Panda a Ltl. Acorn 5310MC.

Před využitím techniky v terénu musela být do fotopastí vložena paměťová karta a nastaven správný datum a čas, což bylo zvláště důležité při umisťování více fotopastí do jedné rodiny. Poté byl u fotopasti nastaven počet vyfocených snímků při aktivaci na 3 fotografie, prodleva mezi událostmi na 3 vteřiny, střední citlivost a nejvyšší rozlišení, jaké fotopast umožňovala. Na snímcích s vysokým rozlišením lze u bobrů



rozpoznat zranění, značení či jinou abnormalitu, podle které lze jednotlivá zvířata rozeznat. Dále byly fotopasti zkontrolovány, zda správně fungují.

#### **4.4.1 Umístění**

Monitoring fotopastmi probíhal od 22. 9. 2020 do 5. 12. 2020. Na každé lokalitě bylo nalezeno vhodné stanoviště pro umístění fotopastí. Jednalo se o nejaktivnější místa v centru teritoria. K těmto místům patřily hrady, hráze či přechody. Fotopasti musely být také dobře namířeny a umístěny v patřičné vzdálenosti, aby bylo zvíře na snímku vidět a daly se rozeznat výholy na jedincích. Namíření a umístění zařízení záviselo hlavně na terénu a okolní vegetaci. Přístroje byly rovněž situovány tak, aby byly co nejméně nápadné pro kolemjdoucí občany. Fotopasti musely být uzamčeny a připoutány ke stromu ocelovým lankem, aby v případě nálezu nebyly zcizeny. Poloha každého přístroje byla zaznamenána souřadnicemi.

Fotopasti byly na každé lokalitě minimálně 45 dní. Na některých místech fotografovaly až 74 dní. V průběhu tohoto času byly přístroje dvakrát zkontrolovány, zda fotografují, mají zaznamenaný dostatečný počet bobrů nebo zde není nějaký problém. Pokud bylo vše v pořádku, fotopasti byly po první kontrole na místě ponechány. V případě, že fotopast nepořídila snímky bobrů nebo jen malý počet, byla přesunuta na jiné místo, většinou na hrad či jiné stanoviště, které vypadalo bobry více využívané než minulé, jelikož aktivita se postupem času na jednotlivých místech mění. Po druhé kontrole byly fotopasti, které správně fungovaly, sebrány. Na místech, kde bylo stále málo bobřích snímků, se fotopasti ještě ponechaly a byly sebrány až při poslední návštěvě.

Sedm lokalit bylo monitorováno pomocí jedné fotopasti. Do poslední rodiny byly umístěny čtyři fotopasti. Původně byly více fotopastmi monitorovány tři rodiny, ale z důvodu technických problémů a nepřítomnosti zachycených bobrů na většině fotopastí je na území Šluknovského výběžku více fotopastmi monitorována pouze jedna rodina.

#### **4.4.2 Zjišťování početnosti ze snímků**

Nejprve byla data stažena z fotopastí. Následně byly vytříženy ty fotografie, na kterých je zaznamenán bobr, jelikož bylo pořízeno mnoho snímků s jiným druhem či fotografie bez jakéhokoliv zvířete. Po tomto kroku mohlo dojít k samotnému zjišťování

početnosti v bobřích rodinách. Byly rozeznávány 3 věkové skupiny, adult, subadult a juvenil.

Bobři na snímcích se dali rozeznat více způsoby. Nejjednodušší bylo, pokud se na fotografii nacházelo více jedinců.

Dále byla pozornost zaměřena na vyholené obrazce na zadní části trupu nad kořenem ocasu. Takto označený byl každý bobr, který byl odchycen do pasti. Každý výhol byl unikátní, aby se jedinci dali rozeznat.

Posléze byla porovnáována velikost těla mezi jednotlivými zvířaty. Často bylo obtížné rozeznat adulty a subadulty. Při takovém určování bylo velmi důležité, jak je bobr od fotopasti daleko. Zvíře vyfocené blízko fotopasti se zdá větší než jedinec, který je dál. V potaz se muselo rovněž vzít, v jakém úhlu byl bobr vyfotografován. Pokud bylo zvíře nějak nakloněné, jeho velikost se mohla zdát jiná, než ve skutečnosti byla. Dále bylo podstatné, jestli byl jedinec skrčený či natažený, což hrálo také významnou roli při určování velikosti.

Dalším znakem, podle kterého lze bobry rozeznat, je ocas. U dospělých jedinců bývá ocas často zraněn buď jiným bobrem, nebo dřívějším značením, kdy se dávaly značky do ocasu. Ocas může mít navíc u některých jedinců abnormální tvar. V případě, že má bobr zdravý ocas bez abnormalit, dá se změřit jeho šířka a délka a hodnoty porovnat s jinými jedinci. Měřila se pouze šupinatá část ocasu. Samozřejmě bylo nutné, aby porovnávaná zvířata stála na stejném místě ve stejném úhlu.

Jedinci se od sebe dají rozeznat i podle času pořízení fotografie. Pokud jsou dva bobři zaznamenáni na několika po sobě jdoucích fotografiích a je mezi nimi jen krátký časový interval, dá se předpokládat, že se jedná o jedno zvíře. Jedinci musí jít samozřejmě stejným směrem, jinak by se mohlo jednat o to samé zvíře, které se pouze vrací. V rodině, kde bylo umístěno více fotopastí, se dají porovnávat i časy jednotlivých fotografií z více fotopastí. Pokud byl zachycen bobr na více fotopastech ve stejný čas, jedná se o odlišná zvířata.

Zvířata se dala rozlišit i podle stylu plavání. Mláďatům je vidět nad vodou hlava i celý hřbet, subadultům hlava a pouze zadní část hřbetu a adultům ční z vody jen hlava (Obr. 3).

Posledním způsobem používaným k rozeznání jedinců bylo zjišťování zranění na čenichu, jelikož po odchycích mají zvířata na tomto místě občas sedřené chlupy. K takovému zranění může rovněž dojít i bez zapříčinění pastmi.



Obr. 3: Věkové kategorie podle stylu plavání A) juvenil, B) subadult, C) adult, (kresba: Adrain Czernik) (zdroj: Hamšíková et al, 2009).

## 4.5 Úprava dat

Pro práci s daty byl využit program Microsoft Excel.

### 4.5.1 Velikost bobří rodiny na Šluknovském výběžku

Byly vytvořeny tři tabulky. V první byl uveden počet odchycených bobrů, ve druhé počet jedinců zjištěných fotopastmi a ve třetí celkový počet zvířat v každé rodině. Ve všech tabulkách byli jedinci rovněž zařazeni do věkové kategorie. V poslední tabulce byl spočítán průměrný počet zvířat v rodině a celkový počet zjištěných jedinců.

### 4.5.2 Průměrný počet členů v rodině labské formy a českoleské populace

Data o celkovém průměrném počtu jedinců v rodině labské formy a rodině českoleské populace byla získána z několika různě starých populací v ČR a SRN (Tabulka 1). Všechny zaznamenané velikosti rodin z různých území byly zprůměrovány pro labskou formu a českoleskou populaci zvlášť a byla zjištěna průměrná velikost rodin obou těchto odlišných populací.

### 4.5.3 Vztah mezi velikostí rodin a stářím populace dvou odlišných forem

Do tabulky byla zanesena data o velikosti rodin a stáří populace českoleské populace a labské formy. Následně byl vytvořen graf ukazující trend, jak se vyvíjela velikost rodin v čase v každé populaci zvlášť.

### 4.5.4 Porovnání účinnosti jedné a více fotopastí v rodině

Pro toto porovnání byla vybrána jedna rodina na území Šluknovského výběžku, ve které bylo využito více fotopastí. Dále byla využita i data z několika rodin v jiných

území, kde se nacházelo více fotopastí v rodině. Jednalo se o šest rodin z Českého lesa a tři rodiny ze Šumavy. Tato data byla sesbírána studenty Aleše Vorla (Tabulka 1). Celkem bylo tedy zkoumáno 10 rodin, ve kterých bylo umístěno více fotopastí najednou. V každé rodině fotily minimálně tři fotopasti a maximálně devět zařízení.

Ve všech rodinách bylo zjištěno, kolik jedinců zachytila každá fotopast samostatně. Následně byli sečtení všichni rozpoznání jedinci ze všech fotopastí v rodině, avšak stejná zvířata z různých fotopastí nesměla být započítána vícekrát. Tímto způsobem byl určen celkový počet bobrů v kolonii. Následně byly zprůměrovány počty zachycených zvířat všech jednotlivých fotopastí v rodině, aby bylo zjištěno, kolik průměrně zachytí jedna fotopast bobrů. Aby nebyly výsledky podhodnoceny, musel být vytvořen vážený průměr, kde se vzalo v potaz, kolik jednotlivá fotopast zachytila snímků bobra. Z těchto dat byla vytvořena tabulka porovnávající účinnost jedné a více fotopastí. K tomuto porovnání byl využit zjištěný vážený průměr, který bral v potaz množství snímků.

Následně byl spočítán rozdíl mezi celkovým množstvím zvířat zjištěných v rodině a množstvím jedinců zachycených jednou fotopastí. Ke každé výsledné hodnotě byl přiřazen počet snímků, které každá fotopast zachytila. Tento výpočet byl aplikován pro každou fotopast v rodině zvlášť a rovněž spočítán v každé rodině. Z těchto hodnot byl vytvořen bodový graf ukazující vztah rozdílu celkového počtu bobrů v rodině a jedinců zachycených na každé fotopasti zvlášť s počty fotek každé konkrétní fotopasti. Pro tento vztah byl následně spočítán korelační koeficient.

## **4.6 Analýza dat**

Pro statistické zpracování dat byl využit program RStudio 4.0.2. Hladina významnosti byla stanovena na 0,05. Pokud byla výsledná p hodnota menší než 0,05, byl výsledek statisticky významný.

### **4.6.1 Porovnání průměrné velikosti bobří rodiny českoleské populace a labské formy**

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda se liší průměrný počet jedinců v rodině českoleské populace a rodině labské formy. Hypotéza  $H_0$  zněla: Velikost rodiny českoleské populace a labské formy bude stejná. Alternativní hypotéza říkala, že se průměrný počet jedinců v rodině českoleské populace a rodině labské formy bude lišit.

Velikost rodiny labské formy byla zjištěna z dat sebraných autorem na území Šluknovského výběžku, z několika rodin ze Šluknovska z předchozích let a dat z Labe na území ČR a SRN. Tyto hodnoty byly následně porovnány s daty velikostí rodin českoleské populace v Českém lese a Praze.

Byl vytvořen zobecněný lineární model (glm) s normálním rozdělením dat, který byl otestován analýzou rozptylu (ANOVA). Vysvětlovaná proměnná byla velikost rodiny a vysvětlující původ a stáří rodiny. Výsledným výstupem byl boxplot porovnávající velikosti rodin dvou odlišných populací.

#### **4.6.2 Vztah mezi velikostí rodin a stářím populace dvou odlišných forem**

Pomocí analýzy kovariance (ANCOVA) bylo porovnáno, jak se liší trendy vývoje velikosti rodiny v závislosti na stáří populace českoleské populace a labské formy. Jako vysvětlovaná proměnná byla vybrána velikost rodiny a vysvětlující původ a stáří rodiny.

Hypotéza  $H_0$  zněla: Trendy vývoje velikosti rodin českoleské a labské populace v závislosti na stáří populace se nebudou lišit. Alternativní hypotéza říkala, že se trendy vývoje velikosti rodin českoleské a labské populace v závislosti na stáří populace lišit budou.

#### **4.6.3 Porovnání účinnosti jedné a více fotopastí v rodině**

Pomocí polynomické regrese byl zjišťován vztah rozdílu celkového počtu bobrů v rodině a jedinců zachycených na každé fotopasti s počty fotek každé konkrétní fotopasti. Jako vysvětlovaná proměnná byl určen výše zmiňovaný rozdíl a vysvětlující proměnná byl počet fotek.

## **5. Popis území**

### **5.1 Šluknovský výběžek**

#### **5.1.1 Geomorfologie**

Šluknovská pahorkatina má rozlohu 275 km<sup>2</sup> a její střední výška je 423 m. Nejvyšší vrchol je Hrazený měřicí 609,7 m. Na území převládají travní porosty ve formě luk a dále orná půda. Vybraná bobří teritoria se nacházela v Šenovské pahorkatině, která je součástí Šluknovské pahorkatiny. Rozloha této pahorkatiny činí 165 km<sup>2</sup>. Tato oblast je málo až středně porostlá lesem, a i zde převažují pole a travinná území (Demek, 1987).

#### **5.1.2 Podnebí**

Území Šluknovského výběžku patří do mírně teplé klimatické oblasti a tomu odpovídá i mírně teplé a vyrovnané podnebí (Culek et al., 2013). Lokalita je srážkově poměrně bohatá (Melichar, 2008). Průměrný roční úhrn srážek je 821 mm. V nadmořské výšce 400 m se průměrná roční teplota pohybuje kolem 7,1 °C (Culek et al., 2013).

#### **5.1.3 Hydrologie a vodopis**

Na území Šluknovské pahorkatiny leží rozvodí mezi dvěma úmořími. Jedná se o Baltské a Severní moře (Melichar, 2008). Bobří teritoria ležela na Vilémovském, Lučním, Solandském a Liščím potoce a také na toku Bublava. Dále zvířata obývala Zámecký a Karlínský rybník.

#### **5.1.4 Dřevinná skladba**

Na území rostou převážně smrkové lesy. Tyto porosty se někdy mísí s borovicí (*Pinus*). Vyskytují se zde i suťové lesy a pozůstatky bučin. Další dřevinou, která se na území často vyskytuje, je bříza (Culek et al., 2013). Jako potenciální přirozená vegetace by zde rostly převážně acidofilní bučiny (Melichar, 2008). Na území Šenovské pahorkatiny rostou především smrkové lesy, ve kterých se nachází příměs borovice, buku (*Fagus*) a modřínu (*Larix*) (Demek, 1987).

#### **5.1.5 Výskyt bobra**

Na území Šluknovského výběžku byl bobr poprvé zjištěn roku 2004 (Vorel et al., 2012).

## 5.2 Český les

### 5.2.1 Geomorfologie

Český les se skládá z Čerchovského lesa, Kateřinské kotliny, Příimdského lesa a Dyleňského lesa (Demek, 1987). Hranicí mezi Českým lesem a Šumavou je Všerubský průsmyk. Nejvyšším vrcholem je Čerchov s 1042 m. Oblast Českého lesa byla kvůli tektonickým pohybům vyzvednuta nad okolní krajinu. Střední výška Českého lesa je 628,2 m (Dudák, 2005).

### 5.2.2 Podnebí

V převážné části Českého lesa je mírně teplé klima, pouze v polohách nad 700 až 800 metrů je klima chladné. V závislosti na nadmořské výšce se dlouhodobé průměrné teploty pohybují od 8 °C ve výšce okolo 400 m n. m. v okolí Domažlic po 4,5–5 °C, které jsou v Dyleni či na Čerchově. Minimální průměrný roční úhrn srážek v Českém lese je 513 mm a maximální dosahuje 925 mm. Sněhová pokrývka může být vysoká 1,24 metru (Dudák, 2005).

### 5.2.3 Hydrologie a vodopis

V Českém lese leží hlavní evropské rozvodí mezi povodím toků Labe a Dunaj. Místo tedy náleží k úmořím Severního a Černého moře. Na území pramení dva významné toky, Radbuza a Mže. Dalším významným tokem je zde Kateřinský či Nemanický potok. V Českém lese se nachází i významné mokřady. Rovněž zde jsou zachovalé údolní nivy vodních toků (Dudák, 2005).

### 5.2.4 Dřevinná skladba

Český les je jedno z nejrozsáhlejších lesních stanovišť v celé Evropě. Území se řadí do kategorie opadavého listnatého lesa, kde převažuje podhorský stupeň. Původní bukové lesy s příměsí jedle byly v minulosti hojně vykáceny a nahrazeny smrkovou monokulturou. Jehličnaté lesy představují přibližně 89 % zalesněného území. Vyskytují se zde smrky (*Picea*), jedle (*Abies*), douglasky (*Pseudotsuga*), borovice a modříny, ale 80 % těchto lesů představuje smrk. Listnaté dřeviny zauímají jen 11 % lesních ploch. Mezi listnaté druhy zde rostoucí patří dub (*Quercus*), buk, habr (*Carpinus*), javor (*Acer*), jasan (*Fraxinus*), jilm (*Ulmus*), trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), bříza (*Betula*), jeřáb (*Sorbus*), třešeň (*Prunus*), jabloň (*Malus*), lípa (*Tilia*), olše (*Alnus*), topol, vrba a jírovec (*Aesculus*). Zde převažuje buk lesní s 6 %. Z přirozených lesů jdou zde zachovány subxerofilní doubravy, acidofilní bučiny,

květnaté bučiny, suťové lesy, olšiny, podmáčené smrčiny, rašeliníkové smrčiny či boreokontinentální bory (Dudák, 2005).

### **5.2.5 Výskyt bobra**

Bobr byl na území Českého lesa poprvé spatřen mezi lety 1990 až 1992 pod Přimdou. Český les se zhruba od roku 2005 považuje za plně saturovaný (Vorel et al., 2012).

## **5.3 Praha**

### **5.3.1 Geomorfologie**

Území Prahy je morfologicky značně členité. Pro Prahu je charakteristický rovný až lehce vlnitý terén, ale jsou zde i hluboká údolí Vltavy či jiných toků. Nejvyšším bodem je vrch u Zličína s 399 m. n. m a nejnižší místo s nadmořskou výškou 177 m je řeka Vltava na území Suchdola (Bradová, 2016).

### **5.3.2 Podnebí**

V Praze je mírně teplé klima. Kvůli urbanizaci je v centru města o 1 °C více než v neobydlené krajině. Dlouhodobá průměrná roční teplota kolísá mezi 7,9 °C v místech s vyšší nadmořskou výškou a 9,9 °C v městském centru. Průměrný roční úhrn srážek v Praze k roku 2002 byl 661 mm, který patří k největším během posledních 200 let, oproti tomu rok 2003 s 267 mm je jedním z nejsušších (Bradová, 2016).

### **5.3.3 Hydrologie a vodopis**

Územím Prahy protékají Vltava, Berounka, Botič, Rokytka a mnoho dalších menších toků (Bradová, 2016). Bobři se vyskytují na Vltavě, Berounce a Lipanském potoce (Šimůnková et. al., 2019).

### **5.3.4 Dřevinná skladba**

Lesy na území Prahy zaujímají přibližně 10 % celého území. Zalesněná území náleží převážně k lesům zvláštního určení. Okolo 41 % z celkového území lesa patří k spíše přirozeným. Pobřežní porosty u vodních toků jsou často nedostatečné. Na území Prahy se zvýšila plocha lesů zhruba o 28 % za posledních 100 let (Bradová, 2016).

### **5.3.5 Výskyt bobra**

První záznam pobytových známek bobra na území hlavního města Prahy pochází z února 2014. První zachycené aktivní bobří obydlí pochází z podzimu 2015 (Šimůnková et. al., 2019).



## **5.4 Labe – CHKO České středohoří a CHKO Labské pískovce**

### **5.4.1 Geomorfologie**

Chráněná krajinná oblast České středohoří zaujímá plochu 1063 km<sup>2</sup> a rozkládá se na geomorfologickém celku České středohoří. Nejvyšším vrcholem je Milešovka s 837 m. Nejnižším místem je Labe s 122 m ve městě Děčín. Střední nadmořská výška území činí 362,9 m (AOPK, ©2021a).

CHKO Labské pískovce se rozkládají na geomorfologickém celku Děčínská vrchovina a Šluknovská pahorkatina. Nejvyšším vrcholem je Děčínský Sněžník s 723 m n. m. (AOPK, ©2021b).

### **5.4.2 Podnebí**

Klima Českého středohoří je velmi rozmanité. Území do 300 m n.m. náleží k teplé klimatické oblasti. Místa v rozmezí 300 až 600 m n. m. patří k mírně teplé klimatické oblasti a místa nad 600 m n. m. spadají do chladné klimatické oblasti. Průměrné roční teploty na území jsou v rozmezí od 9 °C do 5,1 °C. Západní oblast Českého středohoří se nachází ve srážkovém stínu pohoří Krušné hory. Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje od 450 mm do 800 mm (AOPK, ©2021a).

Údolí Labe patří k nejteplejšímu místu Labských pískovců s průměrnou roční teplotou 8 °C. Průměrný roční úhrn srážek na území se pohybuje od 673 mm do 1015 mm (AOPK, ©2021b).

### **5.4.3 Hydrologie a vodopis**

Hustota vodních toků na území Českého středohoří je 0,2 až 0,6 km. km<sup>-2</sup>. Významnými toky na území jsou Labe, Bílina, Ploučnice či Bobří potok. Labe na území vytváří hluboká údolí (AOPK, ©2021a).

Na území Labských pískovců se nachází poměrně malé množství vodních toků v důsledku propustnosti podloží. Územím rovněž protéká řeka Labe (AOPK, ©2021b).

### **5.4.4 Dřevinná skladba**

Lesy v Českém středohoří představují 28 % území. Nejsou zde lesní celky s velkou rozlohou, ale spíše roztroušené dřevinné porosty. Dominuje zde smrk. Dále se na území nachází bukové, dubové a borové porosty. Na místě roste rovněž javor klen (*Acer pseudoplatanus*) či jasan (AOPK, ©2021a).

Na území Labských pískovců byly v minulosti sázeny smrkové monokultury a nepůvodní druhy dřevin. Dále se na území začala nekontrolovatelně šířit borovice vejmutovka (*Pinus strobus*) (AOPK, ©2021b).

#### **5.4.5 Výskyt bobra**

Bobři Labe trvale osídlili roku 1992 (Vorel et al., 2012).

### **5.5 Střední Labe mezi Muldou a Sálou v Sasku-Anhaltsku**

#### **5.5.1 Geomorfologie**

Biosférická rezervace Střední Labe má rozlohu 8 506,82 ha (Natura2000-lsa, ©2021a). Nadmořská výška Steckby-Lödderitzer lesa, který je jádrem biosférické rezervace Střední Labe, je 51 až 75 m n. m. (Natura2000-lsa, ©2021b).

#### **5.5.2 Podnebí**

V této oblasti je subkontinentální podnebí. Průměrné roční srážky se zde pohybují kolem 565 mm. Průměrná roční teplota je 9,7 °C (Staar et al., 2015).

#### **5.5.3 Hydrologie a vodopis**

Touto rezervací protéká řeka Labe a její přítoky. Na okraji rezervace teče řeka Sála. Nachází se zde rovněž množství mrtvých ramen, tůní, stojatých vod a kanálů (Natura2000-lsa, ©2021a).

#### **5.5.4 Dřevinná skladba**

V biosférické rezervaci se nacházejí tvrdé a měkké luhy. Jedná se o jeden z největších komplexů lužních lesů ve střední Evropě. Rostou zde olšové a dubohabrové lesy. Vyskytuje se zde rovněž velké množství mrtvého dřeva (Natura2000-lsa, ©2021a). Na území se rovněž nachází borové lesy (Staar et al., 2015).

#### **5.5.5 Výskyt bobra**

Populace bobra nebyla na tomto území vyhubena (Heidecke, 1984). Patří k jedné z osmi reliktních populací v Evropě a Asii, kde bobři přežili (Nolet et Rosell, 1998). Bobr žil na území Saska-Anhaltska a v blízkém okolí už v době pleistocénu (Heinrich et al., 2016; Heinrich et Maul, 2020).

## 6. Výsledky

### 6.1 Velikost bobří rodiny na Šluknovském výběžku

Průměrná velikost bobří rodiny na Šluknovském výběžku byla stanovena kombinací dat z odchytů (Tabulka 2) a z fotopastí (Tabulka 3).

Celkem bylo odchyceno 11 bobrů. Nejvíce zvířat pocházelo z rybníku Sohland a Klondyk. Na čtyřech lokalitách nebylo polapeno žádné zvíře. Mláďata byla chycena pouze dvě (Tabulka 2).

Tabulka 2: Počet bobrů chycených živochytnými pastmi.

Rodina	juvenil	subadult	adult	celkem
Pytlák	0	0	1	1
Sohland	1	3	0	4
Kaskáda	0	1	1	2
Klondyk	1	2	1	4
Bublava	0	0	0	0
Karlín	0	0	0	0
Tržnice	0	0	0	0
Dolní Šenov	0	0	0	0

Bylo pořízeno 5211 fotek bobrů. Celkem bylo fotopastmi zachyceno 28 jedinců. Nejvíce zvířat na snímcích pocházelo z rybníka Klondyk. Naopak pouze dva jedinci byli zachyceni v teritoriích Kaskáda, Tržnice a Dolní Šenov (Tabulka 3).

Tabulka 3: Počet bobrů zachycených fotopastmi.

Rodina	juvenil	subadult	adult	celkem
Pytlák	1	0	2	3
Sohland	1	2	2	5
Kaskáda	0	1	1	2
Klondyk	1	2	2	5
Bublava	0	2	2	4
Karlín	2	1	2	5
Tržnice	0	1	1	2
Dolní Šenov	0	0	2	2

V osmi zkoumaných rodinách na území Šluknovského výběžku bylo zjištěno celkem 29 bobrů. V těchto teritoriích tedy žije 5 juvenilů, 10 subadultů a 14 adultů (Tabulka 4).

Mláďata se nacházela pouze v 50 % rodin. Subadulti se nenacházeli jen ve dvou rodinách. Adulti byli v každém bobřím teritoriu, ale na Kaskádě a Tržnici byl pouze jeden dospělec. V ostatních případech se v rodině nacházel dospělý pár. Největší rodina měla 6 členů a nejmenší pouze 2 jedince. Nejvyšší zaznamenaný počet subadultů byl na rybníku Sohland. Nejvíce juvenilů žilo na Kaskádě.

Průměrný počet jedinců v rodině je zde 3,625. Na jednu rodinu připadá v průměru 0,625 mláděte, 1,25 subadulta a 1,75 adulta.

Tabulka 4: Celkový zjištěný počet bobrů a průměrná velikost rodiny.

Rodina	juvenil	subadult	adult	celkem
Pytlák	1	0	2	3
Sohland	1	3	2	6
Kaskáda	0	1	1	2
Klondyk	1	2	2	5
Bublava	0	2	2	4
Karlín	2	1	2	5
Tržnice	0	1	1	2
Dolní Šenov	0	0	2	2
<b>Průměr</b>	<b>0,625</b>	<b>1,25</b>	<b>1,75</b>	<b>3,625</b>
<b>Celkem</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>29</b>

## 6.2 Průměrný počet členů v rodině labské formy a českoleské populace

V rodině labské formy bobra žije v průměru 3,38 jedince (Tabulka 5). Průměrná velikost rodiny v jednotlivých různě starých populacích se pohybovala od 2 jedinců do 4,67 členů.

Tabulka 5: Celková průměrná velikost rodiny u labské formy.

Stát	Území	Stáří	Počet rodin	Autor	Průměrný počet bobrů v rodině
SRN	Labe	43	110	Hinze G.	3,30
SRN	Labe	23	227	(Heidecke et al., 2003)	3,51
SRN	Labe	33	447	(Heidecke et al., 2003)	3,49
SRN	Labe	40	428	(Heidecke et al., 2003)	3,15
ČR	Labe	6	3	(Vorel, 2001)	3,67
ČR	Labe	7	2	(Vorel, 2001)	2,00
ČR	Labe	8	3	(Vorel, 2001)	2,33
ČR	Labe	21	10	(Hrdličková, 2014)	3,30
ČR	Šluknovský výběžek	9	3	(Oberreiterova, 2014)	4,67
ČR	Šluknovský výběžek	15	8	Lichtenberg Josef	3,63
<b>Průměrný počet jedinců v rodině labské formy</b>					<b>3,38</b>

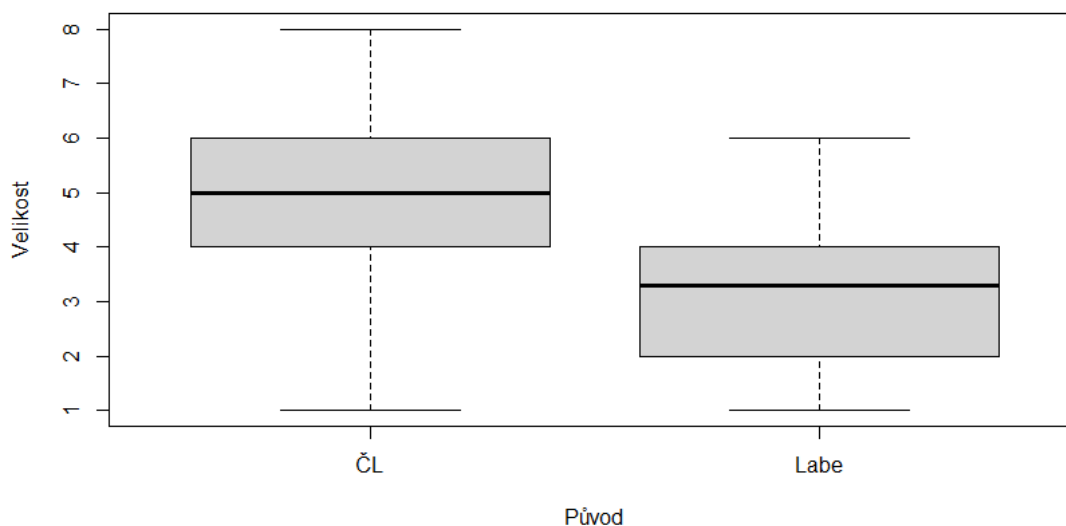
V rodině českoleské populace žije v průměru 4,87 jedince (Tabulka 6). Průměrný počet členů v rodině v jednotlivých různě starých populacích se pohyboval od 3,9 do 5,75 jedinců.

Tabulka 6: Celková průměrná velikost rodiny u českoleské populace.

Stát	Území	Stáří	Počet rodin	Autor	Průměrný počet bobrů v rodině
ČR	Český les	23	10	(Pivrnec, 2016)	3,9
ČR	Český les	17	12	(Vorel et al., nepublikováno)	5,083333333
ČR	Praha	5	8	(Multušová, 2020)	5,75
<b>Průměrný počet jedinců v rodině labské formy</b>					<b>4,87</b>

### 6.3 Porovnání průměrné velikosti bobří rodiny českoleské populace a labské formy

Po vytvoření zobecněného lineárního modelu (glm) otestovaném analýzou rozptylu (ANOVA) byla zamítnuta nulová hypotéza, že bude velikost rodiny českoleské populace a labské formy stejná, jelikož p hodnota vyšla 0,0001162. Tato hodnota je tedy menší než určená hladina významnosti 0,05, proto je výsledek statisticky významný. Následující graf jasně ukazuje, že velikost rodiny labské formy je menší (Obr. 4). Vložené tabulky číselně vyjadřují rozdíl mezi velikostí těchto rodin a rozdíl v průměrném počtu juvenilů na rodinu (Tabulka 7; Tabulka 8).



Obr. 4: Graf porovnávací velikost rodin českoleské a labské populace.

Průměrný počet jedinců v rodině českoleské populace je 4,87. Oproti tomu průměrná velikost bobří rodiny labské formy, zjištěná z hodnot ze Šluknovského výběžku

a různě starých populací na Labi, je 3,38 jedince na rodinu. Českoleská populace má tedy v rodině průměrně o 1,49 jedince více (Tabulka 7).

Tabulka 7: Průměrná velikost rodiny českoleské populace a labské formy.

	Labská forma	Českoleská populace
<b>Průměrný počet bobrů v rodině</b>	3,38	4,87
<b>Rozdíl</b>	1,49	

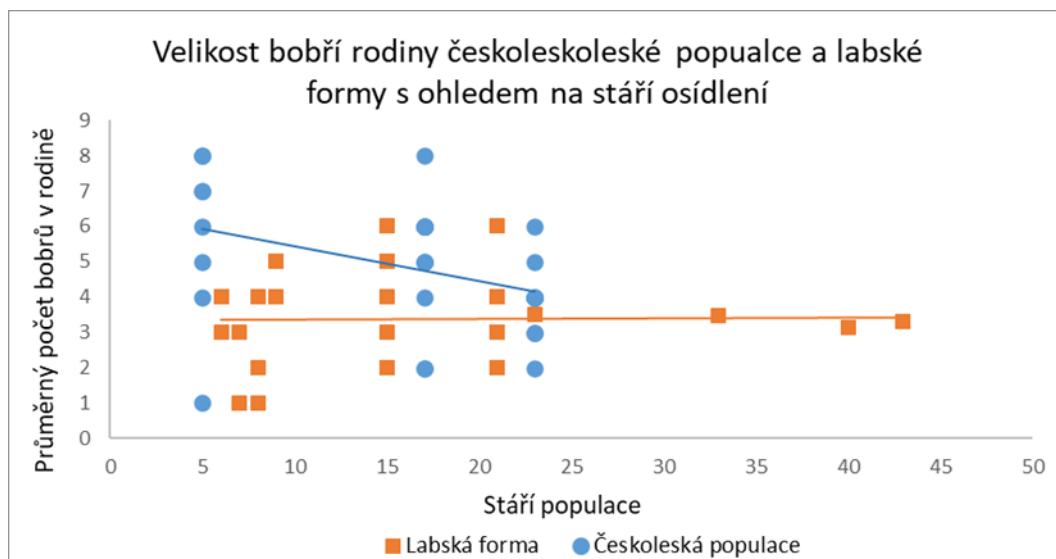
V rodině českoleské populace žijí průměrně dvě mláďata na rodinu. U labské formy se vyskytuje v rodině v průměru 0,82 mláděte. Českoleská populace má tedy v průměru o 1,18 mláděte v rodině více (Tabulka 8).

Tabulka 8: Průměrný počet mláďat rané českoleské (Šluknovský výběžek) a labské populace (Praha).

	Labská forma	Českoleská populace
<b>Průměrný počet mláďat v rodině</b>	0,82	2
<b>Rozdíl</b>	1,18	

## 6.4 Vztah mezi velikostí rodin a stářím populace dvou odlišných forem

Velikost rodiny českoleské populace se s narůstajícím stářím zmenšuje. Oproti tomu se velikost rodiny labské formy s narůstajícím stářím mírně zvětšuje (Obr. 5). Pomocí analýzy kovariance (ANCOVA) byly porovnány trendy vývoje velikosti rodin těchto dvou odlišných populací. P hodnota vyšla 0,0522196, proto nelze zamítnout nulovou hypotézu, že se trendy vývoje velikosti rodin českoleské a labské populace v závislosti na stáří populace nebudou lišit, jelikož hladina významnosti byla stanovena na 0,05. Avšak p hodnota je velmi blízko hladině významnosti, a pokud by byla stanovena tato hladina vyšší, nulová hypotéza by byla zamítnuta.



Obr. 5: Graf ukazující vztah mezi velikostí rodin a stářím populace dvou odlišných forem.

## 6.5 Porovnání účinnosti jedné a více fotopastí v rodině

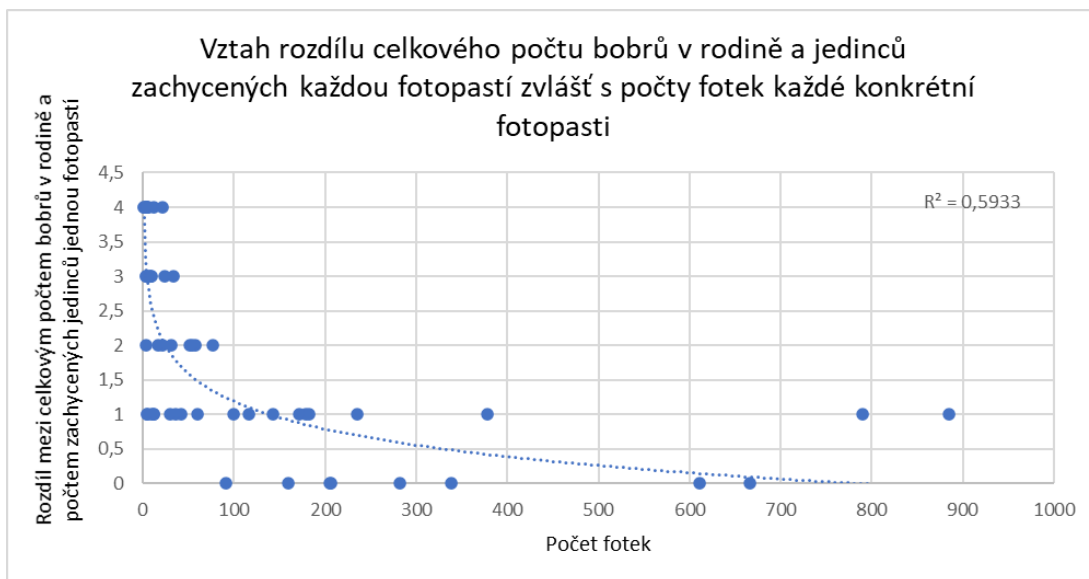
Byl porovnán celkový počet bobrů zachycených všemi fotopastmi v rodině a vážený průměr počtu zachycených jedinců každou jednotlivou fotopastí v rodině s ohledem na počet snímků. Z následující tabulky je patrné, že jedna fotopast v rodině zachytí v průměru o 0,84 bobra méně než fotopastí několik (Tabulka 9). Jedna fotopast tedy zjistí v průměru 76,9 % jedinců v rodině oproti více fotopastem v kolonii najednou.

Tabulka 9: Rozdíl mezi účinností jedné a více fotopastí.

Rodina	Vážený průměr počtu zachycených jedinců každou samostatnou fotopastí s ohledem na počet snímků	Celkový počet bobrů zachycených všemi fotopastmi v rodině	Rozdíl mezi počtem zachycených jedinců všemi a jednou fotopastí v rodině	Procentuální účinnost jedné fotopastí oproti více zařízením
Brunst	3,38	5	1,62	67,65%
Pamferka	4,91	5	0,09	98,28%
Malý Bor	2,63	3	0,37	87,59%
Debrník	1,61	3	1,39	53,67%
Vysoké lávky	3,79	5	1,21	75,77%
Slučí Tah	2,75	4	1,25	68,86%
Hošťka Horní	1,00	2	1,00	50,00%
Farský dolní	4,34	5	0,66	86,84%
Cikanský most	3,37	4	0,63	84,34%
Sohland	4,80	5	0,20	96,03%
<b>Průměr</b>			<b>0,84</b>	<b>76,90%</b>

Při porovnávání účinnosti jedné a více fotopastí bylo rovněž zjištěno, že počet snímků se zachyceným bobrem je určující faktor. S narůstajícím počtem fotografií se zvyšuje účinnost fotopastí a rovněž se zvyšuje počet zjištěných zvířat v rodině (Obr. 6). Hodnota korelačního koeficientu následujícího grafu je 0,5933 (Obr. 6).

Byla potvrzena nelineární regrese vztahu rozdílu celkového počtu bobrů v rodině a jedinců zachycených na každé fotopasti s počty fotek každé konkrétní fotopasti. Výsledná p hodnota 5,466e-06 byla větší než stanovená hladina významnosti 0,05.



Obr. 6: Graf ukazující vztah rozdílu celkového počtu bobrů v rodině a jedinců zachycených každou fotopastí zvlášť s počty fotek každé konkrétní fotopasti.



## **7. Diskuze**

V této diplomové práci bylo zjištěno, že labská forma má v rodině méně členů než českoleská populace. Dále bylo vyhodnoceno, že se velikost rodiny českoleské populace s narůstajícím stářím zmenšuje a velikost rodiny labské formy se významně nemění.

### **7.1 Sběr dat**

Sběru dat a vyhodnocování početnosti na jednotlivých místech v českoleské populaci a u labské formy se účastnilo několik různě zkušených studentů, pracovníci univerzity, výzkumníci či lidé zainteresovaní v ochraně přírody. Z toho důvodu nemusí být všechna data 100% přesná, avšak většina lidí měla několikaleté zkušenosti s touto problematikou a byl použit velký vzorek dat, proto by neměly být výsledky ovlivněny.

#### **7.1.1 Kontrola fotopastí**

Při monitorování rodin na území Šluknovského výběžku byla důležitá kontrola fotopastí, zda fungují a mají zaznamenaný dostatečný počet snímků bobrů. Pokud tomu tak nebylo, zařízení byla přesunuta na vhodnější a aktivnější stanoviště. Bobří aktivita se postupem času na jednotlivých místech mění, je tedy výhodné zařízení kontrolovat a případně přemístit. V případě, že by tak nebylo učiněno, fotopast nemusí zachytit žádné jedince či může pořídit jen několik málo fotografií bobrů, a z toho důvodu nemusí být na snímcích zachycená celá bobří rodina a následně bude podhodnocena její velikost. Je tedy velmi důležité, aby fotopast měla co největší počet snímků bobra, jelikož se zvětší pravděpodobnost, že bude zachycena celá bobří rodina.

#### **7.1.2 Umístění fotopastí**

Velmi důležité je umístit fotopast na vhodné místo. Nejvhodnější je dát zařízení do centra teritoria na hrad. Takto umístěná zařízení měla nejvíce zachycených snímků bobra. Na území Šluknovského výběžku byla jediná výjimka, kde bylo zachyceno více bobrů na přechodu než na hradu. Ovšem u záznamů z přechodů či hrází může být jednodušší odlišit různé jedince, pokud se na místě nachází pouze jeden takový přechod mezi rybníky, toky či u hráze. V takovém případě se jedinec, který jde přes přechod, tudy i vrací. Proto pokud jde tím samým směrem další bobr, jedná se s největší pravděpodobností o dalšího jedince.

### **7.1.3 Rozeznávání zvířat ze snímků**

Pro odlišení jednotlivých bobrů na fotografiích bylo velmi důležité, aby byla zvířata při odchycích označena. Chyceným jedincům byla na hřbetu nad kořenem ocasu vyholena unikátní značka, díky které se dala různá zvířata rozpoznat. To velmi ulehčilo práci při následné analýze fotografií. Výholy ovšem po čase zarůstají, proto je důležité aplikovat fotopasti v brzké době po označení bobra. Nikdy ale nebyli odchyceni všichni bobři z rodiny, a proto se zvířata musela rozeznávat i podle jiných znaků jako zranění, velikost jedince, tvar a rozměry ocasu. Rozeznávání dle velikosti je často složité, jelikož adult a subadult mohou být v některých případech podobně velcí. Rovněž zde hraje velkou roli perspektiva, úhel a poloha bobra. Na tyto faktory musí brát zkoumající ohled, jinak by mohl být jedinec nesprávně určen. Pro vyhodnocování je rovněž velmi důležitá kvalita snímků, aby bylo možné rozpoznat výholy, zranění či různé abnormality.

Domnívám se, že pro zjištění správného počtu zachycených jedinců fotopastmi je důležitá zkušenost a čas strávený při rozeznávání. V případě, že si osoba zkoumající početnost bobrů v některých případech není jistá, je dobré se poradit s dalším člověkem, který problematice rozumí. Ideální by bylo, kdyby dva lidé nezávisle na sobě zjistili počty zvířat z fotopastí. Jejich výsledky by se porovnaly a odlišnosti by byly vyřešeny vzájemnou spoluprací.

## **7.2 Výsledky**

### **7.2.1 Porovnání průměrné velikosti bobří rodiny českoleské populace a labské formy**

V diplomové práci bylo zjištěno, že průměrný počet bobrů v rodině labské formy je nižší než v rodině českoleské populace (Obr. 4). Takový výsledek se dal očekávat, jelikož labská forma prošla v minulosti dvěma fázemi bottleneck efektu a v populaci přežilo jen 200–300 zvířat (Heidecke et al., 2003).

Malá početnost bobra v Eurasii byla způsobena nadměrným lovem počátkem 20. století, kdy přežilo zhruba pouze 1200 bobrů v osmi refugiích (Nolet et Rosell, 1998). V důsledku přežití malého počtu bobrů Frosch et al. (2014) předpokládají, že bude v těchto populacích docházet k inbreedingu a bude snížen adaptivní potenciál.

Podle Saveljev et Milishnikov (2002) se u původních populací, u kterých došlo k efektu hrdla lahve, může vyskytovat více negativních jevů, které mohou bránit prosperitě populace. Piechocki (1977) zjistil, že u 8,7 % bobrů labské formy je přítomna zubní anomálie. Saveljev et Milishnikov (2002) tvrdí, že tyto zubní anomálie mohou ovlivňovat jejich stravování. Tyto problémy by mohly mít za následek i zvýšenou mortalitu, jelikož podle Bergerud et Miller (1977) může být hladovění podstatnou příčinou úmrtnosti bobrů. V důsledku zubních anomálií by mohla být ovlivněna i míra tuku samic a tím jejich plodnost, protože Parker et al. (2017) zjistili, že plodnost je vyšší u samic s větší mírou tuku.

Saveljev et Milishnikov (2002) rovněž tvrdí, že admixované populace mají vyšší variabilitu DNA a míra jejich reprodukce je obvykle vyšší než u populací autochtonních. Autoři rovněž zjistili, že tyto populace složené z více forem mají větší životaschopnost, a proto u nich bude nižší mortalita. Podle Halley (2011) je rovněž pravděpodobné, že admixované populace bobrů budou mít vyšší plodnost. Dle Ulevicius et Paulauskas (2003) mohou být morfologické změny u hybridních populací bobra potenciální výhodou pro přežití. Halley (2011) se domnívá, že větší genetická rozmanitost v populacích zakladatelů poskytuje více variací, na které může působit přírodní výběr. Díky tomu může být snáze vytvořena populace přizpůsobená místním podmínkám.

U bobra se vyskytuje tularemie, která může způsobit masovou úmrtnost na místní nebo regionální úrovni (Baker et Hill, 2003). Avšak nemoci působí na původní a smíšené populace odlišně, jelikož Halley (2011) tvrdí, že admixované populace s vyšší variabilitou DNA jsou odolnější vůči nemocem.

Na bobří populaci by mohl působit i vlk, který se na území Šluknovského výběžku vyskytuje. Nitsche (2016) tvrdí, že významný omezující efekt na bobří populace může mít i vlčí predace. Avšak data o velikosti rodiny labské formy pocházela i z mnoha území, kde se vlk nevyskytuje, nebo z let, kdy se na území ještě nevyskytoval. Proto se dá tvrdit, že tento efekt na populaci labské formy je zanedbatelný. Navíc v České republice nebyl zatím potvrzen jediný případ konzumace bobra vlkem.

### **7.2.2 Vztah mezi velikostí rodin a stářím populace dvou odlišných forem**

V závěrečné práci bylo také zjištěno, že se velikost rodiny českoleské populace zmenšuje s narůstajícím stářím. Shodné výsledky uvádí i Pivrnec (2016), který zjistil,

že mladší populace na Šumavě má v průměru 4,875 jedince na rodinu a starší populace v Českém lese má 3,9 zvířete v rodině. Velmi mladá českoselská populace na území Prahy má dokonce 5,67 bobra na rodinu (Multušová, 2020).

Tato zjištění jsou v souladu s tvrzením Heideckeho (1984), že se zvětšující se saturací místa klesá reprodukce populací. Baker et Hill (2003) rovněž říkají, že v případě plného obsazení lokality je pravděpodobná nižší míra reprodukce. Podle Heideckeho (1984) může také v důsledku zvýšené hustoty populace docházet k nemocem, kompetici, zraněním a následně k úmrtí.

Wočadlova (2017) zjistila, že počet bobrů v rodině se zvyšuje s dostupným množstvím a hustotou listnatých dřevin. Avšak vysoké hustoty populace bobrů mohou tyto zdroje vyčerpat, jelikož Müller-Schwarze (2011) tvrdí, že pokud by mladí jedinci zůstávali v původní rodině, populace by narostla tak, že by na místě nebyl dostatek potravních zdrojů, protože si bobra selektivně vybírá preferované dřeviny (Nolet et al. 1994; Fryxell, 2001). Dle Heideckeho (1984) vysoké hustoty osídlení zapříčiňují stres v důsledku konkurence o tyto zdroje a následně dochází k vyšší mortalitě. Nedostatek potravy pravděpodobně ovlivňuje i rozmnožování, jelikož Hamšíková et al. (2009) se domnívají, že k nižší reprodukci dochází na místech s méně zdroji potravy.

Heidecke (1984) říká, že zvyšující se populační tlak je nejprve vyvážen disperzí a zvětšováním teritoria, následně populace ustálí svoji početnost a hustotu v důsledku nosné kapacity prostředí. Podle Campbell et al. (2005) by tato větší teritoria měla obsahovat více zdrojů potravy a jsou výhodná z dlouhodobého hlediska, jelikož se sníží míra vyčerpání zdrojů. Graf et al. (2016) se rovněž domnívají, že v menších teritoriích mohou být snadněji vyčerpány zdroje potravy.

Zurowski et Kasperczyk (1986) zjistili, že v mladých populacích je v průměru méně bobrů v rodině než v populacích starých, což odporuje předchozím studiím. V této diplomové práci bylo rovněž zjištěno, že se počet členů v rodině labské formy mírně zvětšuje s narůstajícím stářím. Dalo by se spíše říci, že velikost rodiny s časem zůstává stejná. Heidecke (1984) tvrdí, že je populace labské formy ve fázi růstu, avšak jeho data pochází z konce 20. století, čili toto tvrzení už není aktuální. Bylo by zapotřebí dalšího výzkumu, aby bylo objasněno, proč se velikost rodiny labské formy s časem nemění.

### **7.2.3 Porovnání účinnosti jedné a více fotopastí v rodině**

Na některých fotopastech v rodině bylo zaznamenáno jen několik málo snímků jednoho zvířete.

Domnívám se, že i přes využití váženého průměru, který vzal v úvahu počet snímků bobra zachycených každou jednotlivou fotopastí v rodině, je účinnost jedné fotopasti v rodině podhodnocena z důvodu nevhodného umístění fotopastí a neaplikování kontrol. Pokud by byly fotopasti kontrolovány, zda mají dostatečný počet snímků bobrů, a umístěny na vhodnější místa, předpokládám, že by účinnost jedné fotopasti v rodině byla vyšší.

Při porovnávání jedné a více fotopastí nemuseli být v některých případech na jedné fotopasti rozeznáni všichni jedinci a na další ano. Pokud jsou dva bobři stejné věkové kategorie bez označení, nemají žádné zranění a mají podobné rozměry, dají se rozpoznat tak, že jsou oba na jednom snímku. Nebo pokud jde jeden bobr a za ním další tím samým směrem v krátkém časovém úseku. Některá zařízení takové fotky nemusí pořídít a dva stejné jedince nelze rozeznat.

## 8. Závěr a přínos práce

Bobr evropský byl na území České republiky zcela vyhuben. Podobně se tak dělo i po celé Eurasii, kde přežilo jen několik izolovaných populací. Z těchto refugií se zvířata začala opět šířit. Na naše území se takto dostala labská forma, která v nedávné minulosti prošla dvěma fázemi bottleneck efektu. V ostatních případech bobří na našem území pocházejí z repatriačních programů, při kterých byli dohromady vypuštěni jedinci z různých refugií. K těmto admixovaným populacím patří i populace českoleská. V důsledku toho se v ČR nachází několik různě starých a geneticky odlišných populací.

Hlavním cílem této diplomové práce bylo porovnat velikost rodin českoleské populace a labské formy. Zjistil jsem, že u labské formy žije v rodině průměrně 3,38 jedince. Oproti tomu v českoleské populaci připadá v průměru 4,87 zvířete na rodinu. V rodině českoleské populace se tedy nachází o 1,49 bobra více. Po statistickém zhodnocení jsem zjistil, že velikost rodin těchto populací se statisticky významně liší. Dále jsem vyhodnotil, že se velikost rodin u českoleské populace časem zmenšuje. U labské formy se velikost rodin časem významně nemění.

Dalším cílem práce bylo porovnání, zda je jedna fotopast v rodině stejně účinná v zachycení bobrů jako několik zařízení. Vyhodnotil jsem, že jedna fotopast zachytí v průměru 76,9 % jedinců ve skupině oproti více fotopastem v rodině najednou. Dále jsem zjistil, že počet fotek zachycených zařízením je klíčový faktor ke správnému určení počtu bobrů v rodině. S narůstajícím počtem snímků se tedy zvyšuje i počet zachycených zvířat. Rovněž jsem vyhodnotil, že nejvíce snímků je obvykle zachyceno v centru teritoria na hradě.

Přínosem této práce je zjištění, že velikost rodiny labské formy je menší než velikost rodiny českoleské populace, což nebylo doposud odhaleno. Tento výsledek se dá využít k přizpůsobení ochrany těchto rozdílných populací. Navíc se nyní tyto populace střetávají a může dojít k jejich vzájemné reprodukci, proto je důležité znát odlišnosti v jejich ekologii. Poznatky o rozdílu mezi těmito populacemi a informace o vývoji populací se stářím mohou pomoci s celkovým odhadem populace bobra na našem území. Dále tato práce objasnila efektivitu využití jedné fotopasti při zkoumání početnosti v bobřích rodinách. Získané poznatky by mohly přispět k snížení časových a finančních nároků při určování bobří početnosti. Zjištění, že klíčový faktor pro

přesnější výsledky z fotopastí je počet snímků a umístění zařízení na hradě, by mohlo být využito při dalším výzkumu velikosti bobřích rodin.

## 9. Seznam použité literatury

- Albrechtová A., 2011: Hybridní původ bobrů ve střední Evropě. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha. 83 s. (diplomová práce) „nepublikováno“.
- Anděra M. et Horáček I., 2005: Poznáváme naše savce, 2. doplněné vydání. Sobotáles, Praha, 328 s.
- Andersone Ž. et Ozolinš J., 2004: Food habits of wolves *Canis lupus* in Latvia. *Acta Theriologica* 49(3): 357–367.
- Baker B. W. et HILL E. P., 2003: Beaver (*Castor canadensis*). *Wild Mammals of North America: Biology, Management and Conservation*. 288–310.
- Bergerud A. T. et Miller D. R., 1977: Population dynamics of Newfoundland beaver. *Canadian Journal of Zoology* 55:1480–1492.
- Campbell R. D., Rosell F., Nolet B. A., Dijkstra V. A. A., 2005: Territory and group size in Euroasian beavers (*Castor fiber*): Echoes of settlement and reproduction? *Behavioral Ecology Sociobiology*, 58:597–607.
- Campbell R. D., Nouvellet P., Newman C., Macdonald D. W. et Rosell F., 2012: The influence of mean climate trends and climate variance on beaver survival and recruitment dynamics. *Global change biology* (2012), 18, 2730–2742.
- Campbell R. D., Rosell F., Newman C. et Macdonald D. W., 2017: Age-related changes in somatic condition and reproduction in the Eurasian beaver: resource history influences onset of reproductive senescence. *PLoS ONE* [online serial] 12(12):e0187484.
- Crawford J. C., Liu Z., Nelson T. A., Nielsen C. K. et Bloomquist C. K., 2008: Microsatellite analysis of mating and kinship in beavers (*Castor canadensis*). *Journal of Mammology*, 89(3), 575–581.
- Culek M., Grulich V., Laštůvka Z., Divíšek J., 2013: Biogeografické regiony České republiky. Masarykova univerzita, Brno, 447 s.
- Červený J., Málková P. et Bufka L., 2000: Současné rozšíření bobra evropského (*Castor fiber*) v západních a jižních Čechách. *Lynx*, n. s., 31: 13–22.



- Davies N.B. et Houston A.I., 1984: Territory economics. In: Behavioural Ecology. An Evolutionary Approach (eds Krebs, J.R. et Davies, N.B.). Blackwell Science, Oxford, 148–169.
- Demek J., 1987: Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny. Academia, Praha, 584 s.
- Doboszynska T. et Zurowski W., 1983: Reproduction of the European beaver. Acta Zoologica Fennica, 174, 123–126.
- Donkor N. T. et Fryxell J. M., 1999: Impact of beaver foraging on structure of lowland boreal forests of Algonquin Provincial Park, Ontario. Forest Ecology and Management 118(1-3): 83–92.
- Dudák V. [ed.], 2005: Český les: Příroda, historie, život. Praha, Baset, 880 s.
- Durka W., Babik W., Ducroz J. F., Heidecke D., Rosell F., Samjaa R., Saveljev A. P., Stubbe A., Ulevičius A. et Stubbe M., 2005: Mitochondrial phylogeography of the Eurasian beaver *Castor fiber* L. Molecular Ecology 14: 3843–3856.
- Dzieciolowski R. M., 1996: Bóbr. Wydawnictwo SGGV, Warszawa.
- Frahnert S., Heidecke D. et Balodis M. M., 1993: Wachstumsbedingte Proportionsveränderungen am Schädel des Bibers, *Castor fiber* L. (*Rodentia*, *Castoridae*) und deren Reflexion in der intraspezifischen Taxonomie. — Z. Säugetierk. 67. Hauptversammlung, 18.
- Friedrich H., 1891: Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung des Bibers. — Mitt. Ver. Erdk. Halle/S.
- Frosch C., Kraus R. H. S., Angst C., Allgöwer R., Michaux J., Teubner J., Nowak C., 2014: The genetic legacy of multiple beaver reintroductions in central Europe. PLOS ONE 9 (art. e97619).
- Fryxell J. M. 2001: Habitat suitability and source-sink dynamics of beavers. Journal of Animal Ecology, 70:310–316.
- Graf P. M., Mayer M., Zedrosser A., Hackländer K. et Rosell F., 2016: Territory size and age explain movement patterns in the Eurasian beaver. Mammalian Biology 81, 587–594.

- Haarberg O. et Rosell F., 2006: Selective foraging on woody plants species by the Euroasian beaver in Telemark Norway. Volume 270, Issue 2: 201–208.
- Hakala J. B., 1952: The life history and general ecology of the beaver (*Castor canadensis Kuhl*) in interior Alaska. M. S. Thesis, University of Alaska, Fairbanks.
- Halley D. J., 2011: Sourcing Eurasian beaver *Castor fiber* stock for reintroductions in Great Britain and Western Europe. *Mammal Rev.* 41(1): 40–53.
- Halley D. J., Rosell F. et Saveljev A. P., 2012: Population and distribution of *Castor fiber*. *Baltic Forestry* 18: 168–175.
- Hamšíková L., Vorel A., Maloň J., Korbelová J., Válková L. et. Korbel J., 2009: Jak jsou početné bobří rodiny? *Sborník Regionálního muzea v Mikulov 2009*, 11–16.
- Hartman G., 1997: Notes on age at dispersal of beaver (*Castor fiber*) in an expanding population. *Canadian Journal of Zoology* 75: 959–962.
- Hay K. G., 1958: Beaver census methods in the Rocky Mountain region. *The Journal of Wildlife Management* 22(4): 395–402.
- Heidecke D. 1984: Investigation of ecology and population dynamics of the European beaver, *Castor fiber albus*, *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik*, 111:1–41.
- Heidecke D., Dolch D. J. et Teubner L., 2003: Zur Bestandsentwicklung von *Castor fiber albus* MATSCHIE, 1907(*Rodentia, Castoridae*). *Biologiezentrum*, 123–129.
- Heinrich W.-D., Kossler A. et Raufuss I., 2016: Skelettreste vom Eurasischen Biber (*Castor fiber; Mammalia, Rodentia: Castoridae*) aus den eemzeitlichen Seesedimenten von Jänschwalde bei Cottbus (Niederlausitz, Brandenburg). *Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge* 22 (2): 159–173.
- Heinrich W.-D., Maul L. C., 2020: Mortality profiles of *Castor* and *Trogontherium* (*Mammalia: Rodentia, Castoridae*), with notes on the site formation of the Mid-Pleistocene hominin locality Bilzingsleben II (Thuringia, Central Germany). – *Fossil Imprint*, 76(1): 40–58, Praha. ISSN 2533-4050 (print), ISSN 2533-4069 (on-line).

- Hrdličková A., 2014: Abundance bobra evropského na Labi. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 52 s. (diplomová práce). „nepublikováno“.
- Jenkins S. H., 1980: A size-distance relation in food selection by beavers. *Ecological Society of America* 61: 740–746.
- Jones C. G., Lawton J. H. et Shachak M., 1997: Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology* 78: 1946–1957.
- Kyselý R., 2005: Archeologické doklady divokých savců na území ČR v období od neolitu po novověk. *Lynx* 36: 55–101.
- Lizotte R. E., Jr., 1994: Reproductive biology of beaver (*Castor canadensis*) at Old Hickory Lake in middle Tennessee. *Journal of the Tennessee Academy of Science* 69:23–26.
- Maher C. R. et Lott D. F., 1995: Definitions of territoriality used in the study of variation in vertebrate spacing systems. *Animal Behaviour*, 49, 1581–1597.
- Maloň J., 2012: Ekologie bobra evropského v podmínkách střední Evropy. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc. 97 s. (doktorská disertační práce).
- McTaggart S. T., Nelson T. A., 2003: Composition and demographics of beaver (*Castor canadensis*) colonies in central Illinois. *Am Midl Nat* 150:139–150.
- Melichar J., Chudý J., Tuma E., Jarolímek K., 2008: Vlastivěda Šluknovského výběžku pro školy a veřejnost. Sdružení pro rozvoj Šluknovska, Šluknov, 250 s.
- Müller-Schwarze D., 2011: The beaver: its life and impact. Cornell University Press, Ithaca.
- Multušová L., 2020: Ovlivňuje raná populační fáze početnost rodin bobra? Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 33 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“.
- Munclinger P., Syrůčková A., Náhlovský J., Durka W., Saveljev A. P., Rosell F., Samjaa R., Stubbe A., Stubbe M., Ulevičius A., Yanuta G., Vorel A., in preparation:

Resolving the origin of newly-formed Eurasian beaver populations (*Castor fiber*) using mitochondrial and nuclear genetic markers.

Nitsche K. A., 2016: The wolf *Canis lupus* as natural predator of beaver *Castor fiber* and *Castor canadensis*. *Russian Journal of Theriology* 15: 62–67.

Nolet B. A., Rosell F., 1998: Comeback of the beaver *Castor fiber*: An overview of old and new conservation problems. *Biological Conservation* Vol. 83, No. 2: 165–173.

Nolet B. A., Rosell F., 1994: Territoriality and time budgets in beavers during sequential settlement. *Journal of Zoology* 72:1227–1237.

Nummi P., Liao W., Huet O., Scarpulla E. et Sundell J., 2019. The Beaver Facilitates Species Richness and Abundance of Terrestrial and Semi-Aquatic Mammals. *Global Ecology and Conservation* 20: e00701.

Oberreiterová V., 2014: Rozdíly v reprodukční zdatnosti saturované a rané populace bobra evropského (*Castor fiber*) v povodí Labe. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 38 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“.

Parker H., Zedrosser A. et Rosell F., 2017: Age-specific reproduction in relation to body size and condition in female Eurasian beavers. *Journal of Zoology* 302: 236–243.

Piechocki R. 1977: Zahnanomalien beim Elbebiber, *Castor fiber albicus*. *Hercynia N.F. (Leipzig)* 14 (2): 187–195.

Pivrnec O., 2016: Determinace velikosti rodiny bobra evropského (*Castor fiber*) pomocí fotopastí. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 56 s. (diplomová práce). „nepublikováno“.

Rosell F. et Kvinlaug J. K. 1998: Methods for live-trapping beaver (*Castor spp.*). *Fauna Norvegica*, 19, 1–28.

Rovero F., Zimmermann F., Berzi D. et Meek P., 2013: Which camera trap type and how many do I need? A review of camera features and study designs for a range of wildlife research applications. *Hystrix*, 24, 148–156.

- Salandre J. A., Beil R., Loehr J. A. et Sundell J., 2017: Foraging decisions of North American beaver (*Castor canadensis*) are shaped by energy constraints and predation risk. *Mammal Research* 3: 229–239.
- Saveljev A. P., Milishnikov A. 2002: Biological and genetic peculiarities of cross-composed and aboriginal beaver population in Russia, *Acta Zoologica Lituanica*, Volumen 12, Numerus 4, 397–402.
- Senn H., Ogden R., Frosch C., Syrůčková A., Campbell-Palmer R., Munclinger P., Durka W., Kraus R.H.S., Saveljev A.P., Nowak C., Stubbe A., Stubbe M., Michaux J., Lavrov V., Samiya R., Ulevicius A. et Rosell F., 2014: Nuclear and mitochondrial genetic structure in the Eurasian beaver (*Castor fiber*) - implications for future reintroductions. *Evolutionary Applications* 7: 645–662.
- Sidorovich V., Schnitzler A., Schnitzler C., Rotenko I. et Holikava Y., 2017: Responses of wolf feeding habits after adverse climatic events in central-western Belarus. *Mammalian Biology* 83: 44–50.
- Smith D. W., Trauba D. R., Anderson R. K. et Peterson R. O., 1994: Black bear predation on beavers on an island in Lake Superior. *American Midland Naturalist* 132: 248–255.
- Staar A., Dornbusch G., Fischer S. et Hochbaum A., 2015: Entwicklung von Bestand und Reproduktion von Mäusebussard (*Buteo buteo*), Rotmilan (*Milvus milvus*) und Schwarzmilan (*Milvus migrans*) im Naturschutzgebiet Steckby-Lödderitzer Forst / Untersuchungsgebiet Steckby von 1991 bis 2015. *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt Halle*, Heft 5/2015: 43–53.
- Sun L., Müller-Schwarze D., Schulte B. A., 2000: Dispersal pattern and effective population size of beaver. *Canadian Journal of Zoology* 78: 393–398.
- Svedsen G. E., 1980: Population parameters and colony composition of beaver (*Castor canadensis*) in southeast Ohio. *The American Midland Naturalist* 104: 47–56.
- Swinnen K. R. R., Reijniers J., Breno M. et Leirs H., 2014: A novel method to reduce time investment when processing videos from camera trap studies. *PLoS ONE*, 9(6), e98881.

Swinnen K. R., Hughes N. K. et Leirs H., 2015: Beaver (*Castor fiber*) activity patterns in a predator-free landscape. What is keeping them in the dark?. *Mammalian Biology*, 80(6), 477–483.

Šafář J., 2002: Novodobé rozšíření bobra evropského (*Castor fiber* L., 1758) v České republice. *Příroda* 13: 161–196.

Šimůnková K. et Vorel A., 2015: Spatial and temporal circumstances affecting the population growth of beavers. *Mammalian Biology*, 80(6), 468–476.

Šimůnková K., Korbelová J. et Vorel A., 2019: Průzkum bobra evropského a zhodnocení vlivu na chráněná území na území hl. m. Prahy.

Ulevicius A. et Paulauskas A., 2003: On morphology and genetics of a successfully restored beaver population in Lithuania. *Lutra* 46: 197–209.

Vorel A., 2001: Bobr evropský (*Castor fiber* L.) na Labi a Kateřinském potoce. Česká zemědělská univerzita, Lesnická fakulta, Praha. 83 s. (diplomová práce). „nepublikováno“.

Vorel A. et Nováková I., 2007: Genetické a taxonomické aspekty rodu *Castor* v Evropě. Katedra ekologie FLE ČZU v Praze, 91–98 s.

Vorel A., Šafář J., Šimůnková K., 2012: Recentní rozšíření bobra evropského (*Castor fiber*) v České republice v letech 2002–2012 (*Rodentia: Castoridae*). *Lynx*, 43: 149–179.

Vorel A., Šíma J., Uhlíková J., Peltánová A., Mináriková T. et Švanyga J., 2013: Program péče o bobra evropského v České republice. AOPK ČR a MŽP ČR. Praha. 97 s.

Vorel A. et Korbelová J., eds., 2016: Průvodce soužití s bobrem. ČZU v Praze, Praha. pp. 1–129.

Wigley T. B., Roberts T. H. et Arner D. H., 1983: Reproductive characteristics of beaver in Mississippi. *Journal of Wildlife Management* 47:1172–1177.

Wočadlová L., 2017: Může být kvalita hlavního zdroje determinantou velikosti rodiny? Diplomová práce, Fakulta životního prostředí ČZU Praha, 65.

Zurowski W. et Kasperczyk B. 1986: Characteristics of a European beaver population on Suwalki Lakeland. Acta Theriologica 31: 311–325.

## **Internetové zdroje**

Bradová E., 2016: Územně analytické podklady hlavního města Prahy: Krajina, Krajinná infrastruktura [online]. Zpracovatel: Institut plánování a rozvoje hl. m. Prahy. [cit. 2021-03-13]. Dostupné z: <https://uap.iprpraha.cz/>.

AOPK ČR, ©2021a: Regionální pracoviště Správa CHKO České středohoří (online) [cit.2021.03.10], dostupné z <https://ceskestredohori.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/>.

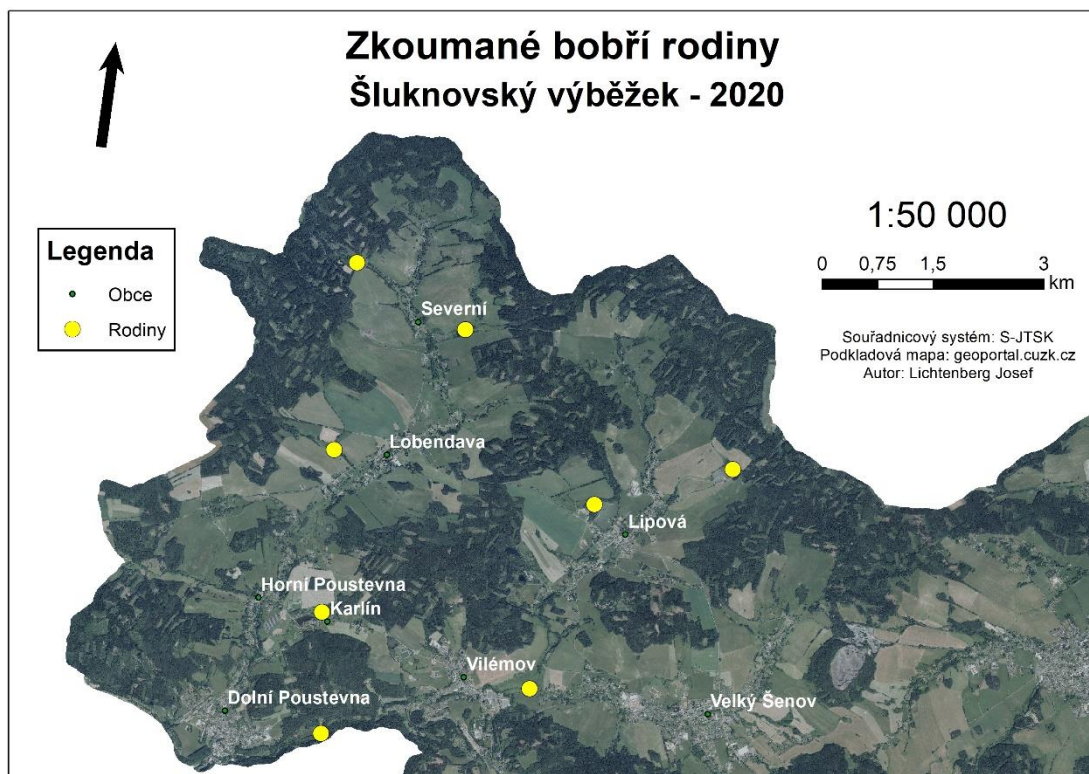
AOPK ČR, ©2021b: Správa CHKO Labské pískovce (online) [cit.2021.03.10], dostupné z <https://labskepiskovce.ochranaprirody.cz/zakladni-udaje-o-chko/>.

Natura2000-lsa, ©2021a: Naturschutzgebiet "Mittelelbe zwischen Mulde und Saale (online) [cit. 2021-03-17], dostupné z: [https://www.natura2000lsa.de/natura\\_2000/front\\_content.php?idart=1396&idcat=69&lang=1](https://www.natura2000lsa.de/natura_2000/front_content.php?idart=1396&idcat=69&lang=1).

Natura2000-lsa, ©2021b: Steckby-Lödderitzer Forst (online) [cit. 2021-03-17], dostupné z: [https://www.natura2000-lsa.de/natura\\_2000/front\\_content.php?idart=1396&idcat=69&lang=1](https://www.natura2000-lsa.de/natura_2000/front_content.php?idart=1396&idcat=69&lang=1).

## 10. Přílohy

### 10.1 Příloha č. 1 – Mapa zkoumaných rodin na Šluknovském výběžku



### Příloha č. 2 – Výsledky z programu RStudio – Porovnání průměrné velikosti bobří rodiny českoleské populace a labské formy

Analysis of Deviance Table

Model: gaussian, link: identity

Response: velikost

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	Pr(>Chi)	
NULL			62	187.25		
puvod	1	34.867	61	152.38	0.0001162	***
stari	1	4.673	60	147.71	0.1582651	
puvod:stari	1	9.215	59	138.49	0.0475534	*

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



**Příloha č. 3 – Výsledky z programu RStudio – Regresní vztah rozdílu celkového počtu bobrů v rodině a jedinců zachycených na každé fotopasti s počty fotek každé konkrétní fotopasti (Nelineární regrese)**

```

Analysis of Variance Table

Response: fotopast$Rozdil
          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
fotopast$Foto      1  26.127    26.127   27.561 3.120e-06 ***
I(fotopast$Foto^2) 1  24.549    24.549   25.896 5.466e-06 ***
Residuals        50  47.399     0.948
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

**Příloha č. 4 – Výsledky z programu RStudio – Vztah mezi velikostí rodin a stářím populace dvou odlišných forem**

```

Analysis of Variance Table

Response: velikost
          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
puvod      1  34.867    34.867   14.8538 0.0002892 ***
stari      1   4.673     4.673    1.9907 0.1635164
puvod:stari 1   9.215     9.215    3.9257 0.0522196 .
Residuals  59 138.493     2.347
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```