

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



**Prostorové nároky pionýrských populací bobra evropského
(*Castor fiber*) v Čechách**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Ing. Aleš Vorel Ph.D.

Autor diplomové práce: Jan Horníček

Praha 2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie
Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Horníček Jan

Ochrana přírody

Název práce

Prostorové nároky raného osídlení bobra evropského

Anglický název

Spatial pattern of the novel Eurasian beaver population

Cíle práce

Studiem prosotové aktivity bobra evropského (potažmo kanadského) se již zabývalo velké množství autorů (Brenner 1967, Nolet & Rosell 1994, Herr & Rosell 2006, Campbell et al. 2005, apod.). V našich podmínkách se problémem zabývali Vorel et al. (2010). Zpravidla byly uvedené práce založeny na sledování jedinců již saturevaných populací. Nolet a Rosell (1994) však studovali prostorové nároky čerstvě repatriovaných jedinců, což může být považováno za simulaci iniciální disperze a ilustraci hledání optimálního biotopu v bobry nekolonizovaném prostředí. To že prostorové nároky a pohybová aktivita se liší u populace saturevané a čerstvě vznikající lze předpokládat. Velmi pravděpodobně mají bobři iniciálně vznikajícího osídlení větší prostorové nároky dokud nedojde k jejich úpravě (zmenšení) v důsledku vnitrodruhových kompetičních vztahů. V České kotlině posledních 5-8 let vzniklo několik izolovaných či řídko rozmístěných osídlení bobrů (Šumava, Berounka, povodí "dolního" Labe), ty mohou dobře sloužit pro studium prostorových nároků raných populací, stanovení velikosti domovských okrsků a míry disperze.

Metodika

Práce bude zahrnovat telemetrická sledování bobrů označených vysílačkami. V průběhu několika podzimních nocí let 2011-2013 bude sledována pohybová aktivita bobrů, budou vyhodnoceny velikosti domovských okrsků. Cílem je též sledování a shrnutí míry disperze u teritorií v saturevané (Labe) a několika raných populacích. Výstupem práce bude průměrná velikost okrsku a míra disperze jedinců v saturevané labské populaci (úsek Střekov-Hřensko) a u raných populací na Šumavě, středních a severních Čechách.

Harmonogram zpracování

práce bude odevzdána v dubnu 2014

Rozsah textové části

40-60 stran

Klíčová slova

prostorová aktivita, bobr evropský, populační vývoj

Doporučené zdroje informací

- Baker, B. W., & Hill, E. P. (2003). Beaver *Castor canadensis*. In G. A. Feldhamer, B. C. Thompson, & J. A. Chapman (Eds.), *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Conservation* (pp. 288–310). Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Bovet, J., & Oertli, E. (1974). Free-running circadian activity rhythms in free-living beaver (*Castor canadensis*). *Journal of Comparative Physiology*, 92, 1–10.
- Brenner, F. J. (1967). Spatial and energy requirements of beavers. *The Ohio Journal of Science*, 67(4), 242–246. Retrieved from
- 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.
- Herr, J., & Rosell, F. (2004). Use of space and movement patterns in monogamous adult Eurasian beavers (*Castor fiber*). *Journal of zoology*, 262(03), 257–264.
- Muller-Schwarze, D. (2011). *The Beaver: Its Life and Impact* (Second., p. 228). Comstock Publishing Associates.
- Nolet, B. A., & Rosell, F. (1994). Territoriality and time budgets in beavers during sequential settlement. *Canadian Journal of Zoology*, 72(7), 1227–1237. doi:10.1139/z94-164
- Payne, N. F. (1982). Colony Size, Age, and Sex Structure of Newfoundland Beaver. *Journal of Wildlife Management*, 46(3), 655.
- Vorel, A., Korbelová, J., Barták, V., Hamšíková, L., Munclinger, P., Maloňová, L. & Maloň, J. (2010). Analýza parametrů predikce šíření a model disperze bobra evropského v ekosystémech střední evropy 2007-2010. Závěrečná zpráva projektu MŽP ČR, nepubl.
-

Vedoucí práce

Vorel Aleš, Ing., Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 13.12.2013

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18.12.2013

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Aleše Vorla, Ph.D. Dále prohlašuji, že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze, dne 20. 4. 2014

.....

Jan Horníček

Poděkování

Děkuji vedoucímu této práce Aleši Vorlovi za to, že mi umožnil zpracování daného tématu, dále za poskytnutí studijní literatury, za uvedení do problematiky a za cenné rady a konzultace. Za pomoc a společnost v terénu jmenovitě děkuji, Aleši Vorlovi, Kamile Šimůnkové, Janě Korbelové a Janu Mokrému. Celému týmu „bobrařů“ děkuji za pomoc při sběru dat v terénu.

Dále bych chtěl poděkovat Interní grantové agentuře Fakulty životního prostředí za finanční podporu výzkumu.

Na závěr děkuji celé své rodině, přítelkyni a přátelům za podporu a trpělivost, kterou mi během zpracování této práce i během celého mého studia projevovali.

Jméno: Jan Horníček

Název práce: Prostorové nároky pionýrských populací bobra evropského (*Castor fiber*) v Čechách

Abstrakt

Diplomová práce na téma prostorové nároky pionýrských populací bobra evropského (*Castor fiber*) v Čechách je zaměřena na zhodnocení velikostí domovských okrsků v závislosti na časoprostorovém vývoji populací. Jedná se o stanovení délky home-range vybraných bobrů ve třech raných a třech saturovaných populacích. Dále jsem zkoumal, jestli se tyto hodnoty vzájemně liší. Dílčími cíli této práce bylo posoudit, zdali velikost domovského okrsku závisí jak na typech habitatů, tak na jednotlivých lokalitách a také vyhodnotit míru disperze.

Sběr dat o fyzické aktivitě jedinců byl založen na radiotelemetrii. Tuto metoda sběru dat jsem použil u raných populací (Šumava, Šluknovský výběžek a Berounka) a srovnal s výsledky telemetrie v saturovaných populacích (Český les, jižní Morava a dolní Labe) bobra evropského. Měření probíhala od roku 2006 do roku 2013.

Na základě zjištěných výsledků se délky raných a saturovaných populací signifikantně neliší, pouze rozptyl hodnot délek je u saturovaných populací výrazně vyšší. Průměrná délka home-range v pionýrských populacích činila 4545 m. V saturovaných byla tato hodnota o trochu menší, a to 3454 m. Závislost délek domovských okrsků na typech habitatu a daných lokalitách vyšla signifikantně průkazná. Rozdíly ve velikostech home-range jsou na našem území pravděpodobně dány spíše vnějšími faktory prostředí, než vývojovými fázemi populace a s tím spojenou vnitrodruhovou konkurencí. Z celkového počtu 55 jedinců byla disperze zaznamenána u 6 zvířat.

Klíčová slova: bobr evropský, velikost home-range, saturace území, radiotelemetrie

Name: Jan Horníček

Title of thesis: Space requirements of early population of European beaver (*Castor fiber*) in Bohemia

Abstract

Diploma thesis, dealing with space requirements of early population of European beaver (*Castor fiber*) in Bohemia, is designed to assess the home-range sizes depending on the spatial and temporal evolution of population. It deals with determination of the home-range length of selected beavers in three early and three saturated populations. Further, I examined if these values differ. Partial goals of this thesis were to assess whether the size of home-range depends on the different types of habitat or on individual locations, and to determine the rate of dispersion.

Collecting of data about physical activity of individuals was based on radio telemetry. I used this method in early populations (Šumava, Šluknovský výběžek, Berounka) and then compared it with results of radio telemetry in saturated populations (Český les, jižní Morava, dolní Labe) of European beaver. Radio telemetry was carried out from 2006 to 2013.

Based on the results, lengths of early and saturated populations do not differ significantly. Only dispersion of the length values in early populations is significantly higher. Average length of home-range in early populations was 4545 meters. In saturated populations, the value was 3454 meters, which is slightly lower than in the previous case. Dependence of the lengths of the home-range and habitat types of the sites appeared significantly conclusive. Differences in the home-range sizes are likely due to environmental factors, rather than developmental stages of the population and the associated intraspecific competition. From a total of 55 individuals observed, dispersion was registered only in 6 cases.

Key words: Eurasian beaver, lengths of home-range, area saturation, radio telemetry

OBSAH

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce	2
3. Literární rešerše	3
3.1. Charakteristika druhu.....	3
3.2. Denní a sezónní aktivita.....	3
3.3. Rodina a počet jedinců.....	4
3.4. Rozmnožování.....	5
3.5. Mortalita.....	6
3.6. Teritorialita.....	7
3.6.1. Teritorialita bobra evropského	7
3.6.2. Teritorium a domovský okrsek	8
3.6.3. Rozloha a proměnlivost délky domovského okrsku a teritoria	8
3.7. Značení teritorií	11
3.8. Populační dynamika a distribuce osídlení.....	12
3.9. Disperze subadultních jedinců	13
3.10. Rozdíly v distribuci teritorií v raných a saturovaných populacích	15
4. Metodika.....	17
4.1. Popis zájmového území	17
4.1.1. Šumava.....	17
4.1.2. Šluknovský výběžek	18
4.1.3. Berounka	19
4.1.4. Český les	19
4.1.5. Jižní Morava.....	20
4.1.6. Dolní Labe.....	21
4.2. Popis habitatů	22
4.2.1. Zemědělská krajina.....	22
4.2.2. Velké řeky	22
4.2.3. Lužní les.....	22
4.2.4. Podhorské toky	23
4.3. Sběr dat	23
4.3.1. Odchyty.....	24
4.3.2. Telemetrie	25
4.4. Úprava dat pro stanovení délek home-range.....	26
4.5. Zpracování dat.....	27
4.5.1. GPS.....	27

4.5.2.	Geografický informační systém	27
4.5.3.	Statistická analýza dat.....	28
4.6.	Disperze	29
5.	Výsledky.....	30
5.1.	Míra disperze.....	30
5.2.	Porovnání délek home-range mezi ranými a saturovanými populacemi.....	31
5.3.	Porovnání délek home-range mezi jednotlivými oblastmi	32
5.4.	Porovnání délek home-range mezi různými typy habitatů	33
6.	Diskuze	35
6.1.	Sběr dat	35
6.2.	Úprava dat pro stanovení délek home-range.....	36
6.3.	Disperze	36
6.4.	Rozdíly ve velikostech home-range v raných a saturovaných populacích ..	37
7.	Závěr.....	43
8.	Seznam použité literatury	45
9.	Přílohy	52

1. Úvod

Za optimální velikost teritoria se nejčastěji považuje taková rozloha obhajovaného území, jež maximalizuje rozdíl mezi přínosy a náklady. Nicméně velikost jednotlivých teritorií bobra evropského (*Castor fiber*) i bobra kanadského (*Castor canadensis*) mohou ovlivňovat jak biotické, tak abiotické faktory. Proměnlivost ve velikostech jednotlivých obhajovaných území je dána hlavně dostupností potravní nabídky (např. FUSTEC et al., 2001) a vnitrodruhovou konkurencí (MÜLLER-SCHWARZE et SHULTE, 1999). Bobři žijí v rodinách, které tvoří rodičovský pár a jedna až dvě generace jejich potomků. Jsou to silně teritoriální zvířata, která nestrpí na svém území cizí jedince svého druhu. Svá teritoria si aktivně brání (NOLET et ROSELL, 1994). ALEKSIUK (1968) považuje teritorialitu u bobrů za významný prvek při regulaci populace, jenž zamezuje vyčerpání zdrojů potravy. Populační hustota bobrů je limitována teritorialitou. Dospělí jedinci znemožňují migrantům usadit se na již zabraném území (PIECHOCKI, 1977).

Prostorovou aktivitou bobrů obou příbuzných a ekologicky téměř podobných druhů bobra evropského (*Castor fiber*) a bobra kanadského (*Castor canadensis*) se již zabývalo mnoho autorů, avšak většina těchto prací se věnuje studiu stabilního osídlení saturovaných populací. NOLET et ROSELL (1994) ve své studii řeší prostorovou strukturu pionýrského osídlení nově reintrodukovaných jedinců. Zjistili, že se bobři nejdříve usazují v prostředí, které je bohaté na potravu, dále obsazují méně úživné habitaty a až poté se šíří na nové lokality. Toto schéma považují za důkaz toho, že teritoriální chování limituje populační denzitu. Přišli na to, že velikost teritorií nově vypuštěných zvířat byla enormně velká. Dále pak zjistili, že jedinci, kteří byli vypuštěni na lokalitu dříve, obsazovali větší teritoria, než zvířata vypuštěná později. Na základě těchto údajů by se dalo očekávat, že v raných populacích budou mít bobři větší home-range než populacích saturovaných.

Zatím nikdy nebylo testováno, zda se prostorové nároky raných a saturovaných populací liší. Za ranou populaci považuji tu, která se nachází v počáteční fázi vývoje osídlování a populační struktura teprve vzniká. Naopak saturovaná populace je ta, která má vysokou denzitu osídlení. Na základě domněnky, že se prostorové nároky bobrů liší s mírou saturace území, jsem zjišťoval délky home-range raných populací a ty následně porovnával s délkami domovských okrsků populací již saturovaných.

2. Cíl práce

Cílem této diplomové práce je zjistit prostorové nároky raných populací bobra evropského a tyto výsledky dále porovnat s délkami home-range v populacích již saturovaných. K dosažení tohoto cíle bylo zapotřebí radiotelemetrického sledování fyzické aktivity padesáti pěti označených jedinců ve třech raných a třech saturovaných populacích.

K dílčím cílům této práce patří:

1. Vypočet a porovnání délek domovských okrsků v jednotlivých populacích.
2. Vypočet a porovnání délek domovských okrsků v jednotlivých habitatech.
3. Stanovení míry disperze.

V předkládané diplomové práci budu srovnávat jednotlivé charakteristiky z výzkumu jak bobra evropského, tak bobra kanadského, přičemž vycházím z jejich prakticky totožných životních projevů, potravního spektra a ekologických nároků (NOLET et ROSELL, 1998).

3. Literární rešerše

3.1. Charakteristika druhu

Bobr evropský je českým a zároveň i evropským největším hlodavcem, dorůstá délky 70-100 cm (bez ocasu) a v dospělosti váží 25-30 kg. Srst je zbarvena od černé přes tmavě hnědou až po světle hnědou. Průměrná délka jeho života ve volné přírodě je 7-8 let, v zajetí až 35 let. (ANDĚRA et HORÁČEK, 2005).

Bobr dává přednost stojatým a pomalu tekoucím vodám mírného a chladného pásu s dostatečnou hloubkou. VOREL et al. (2010a) rozlišují osm kategorií vodního prostředí v ČR, nejvíce využívaná jsou slepá nebo mrtvá ramena (61,0 %), dále tůňe (55,7 %), řeky (54,9 %), pískovny (50,9 %), kanály (43,5 %), potoky (32,9 %), rybníky (28,7 %) a nejméně využívaným typem vodního prostředí jsou mokřady (28,2 %). Bobři se orientují ve vodě hlavně pomocí hmatu, takže zákal či horší kvalita vody nemá zásadní vliv na jejich výskyt. Typ vodstva a charakter břehové linie má vliv na velikost a strukturu teritoria. Pokud se na toku nacházejí kanály, laguny či ostrovy, bobr si obvykle hájí kratší část toku (HEIDECKE, 1989). Jedním z faktorů ovlivňujícím výskyt bobrů na dané lokalitě je přítomnost měkkých luhů s převahou rychle rostoucích dřevin. Významné je také zastoupení alespoň jednoho ze čtyř, bobrem nejčastěji preferovaných, zástupců rodů dřevin. Jedná se o topol (*Populus* spp.), vrbu (*Salix* spp.), javor (*Acer* spp.) a jasan (*Fraxinus* spp.) (VLACHOVÁ, 2001). Kromě skladby břehových porostů je důležitá také hustota, velikost a rozmístění stromů v okolí toku (HEIDECKE, 1989).

V potravě bobrů evropských bylo zjištěno přibližně 150 druhů bylin a 80 druhů dřevin (HAARBERG et ROSSEL, 2006). Poměr bylinné a dřevinné složky potravy závisí především na ročním období. Ve vegetačním období převládá především bylinná složka potravy, na podzim a zejména v zimě tvoří bobří jídelníček dřeviny. BRENNER (1962 in NOVAK, 1987) uvádí, že za jeden den bobr zkonsumuje přibližně 332 g bylinné potravy a 0,5-1,3 kg dřevin.

3.2. Denní a sezónní aktivita

Bobři jsou nokturnální živočichové s celoroční aktivitou. Světelnou fázi dne tráví v doupěti, kde spí. Aktivovat začínají obvykle za soumraku. Délka aktivity závisí

na ročním období, délce světlé fáze dne a teplotě. V našich zeměpisných šířkách se délka aktivity obvykle pohybuje od 11 do 13 hodin za den. Oproti tomu v severních zeměpisných šířkách, kde během zimy vodní toky zamrzají, noci jsou dlouhé a bobři nemají přístup na břeh, může délka jejich dne trvat i 27 hodin. V létě se pak jejich denní rytmus aktivity srovná zpět do 24 hodinového režimu (BOVET et OERTLI, 1974; NOVAK, 1987).

Bobři se páří v průběhu ledna až března. Mláďata přicházejí na svět koncem jara až začátkem léta (ANDĚRA et HORÁČEK, 2005). Jarní měsíce jsou obdobím, kdy subadultní jedinci, nejčastěji dvouletí, opouštějí rodiny a zakládají vlastní teritoria. V tuto dobu se nejsilněji projevuje teritoriální chování, jedinci se více zdržují u hranic svého území a frekvence značkování dosahuje maxima (ROSELL et NOLET, 1997). Během léta může být prostorová aktivita snížena díky dostatku bylinné potravy a soustředění rodičovské péče poblíž vlastního obydlí (WHEATLEY, 1997). Naopak s nástupem podzimu aktivita bobrů roste, což je dáno především kácením dřevin, které následně slouží jako zásoby potravy na zimu (MÜLLER-SCHWARZE et SUN, 2003). Pohyb ve studené vodě v kombinaci s energeticky méně bohatou stravou v zimě nutí bobra snížit energetické výdaje (MACARTHUR et DYCK, 1990). Bobři žijící na dálném severu, kde během zimy toky a vodní plochy zamrzají a teplota klesá pod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, jsou jen minimálně aktivní a zůstávají ve svém doupěti. Zatímco zvířata z mírnějšího klimatického pásu, kde toky dlouhodobě nezamrzají, shánějí potravu na břehu po celý rok (NOVAK, 1987).

3.3. Rodina a počet jedinců

Rodina má ustálenou hierarchickou strukturou, skládá se z rodičovského páru a potomků, kteří patří z pravidla do dvou věkových kohort. Jedná se o mláďata do jednoho roku věku a tzv. subadulty, jedince z předešlého vrhu. I přesto, že každé zvíře individuálně vyhledává potravu, staví obydlí, hráze a zimní zásobárnu, je mezi bobry, v rámci jedné rodiny, patrné silné sociální pouto (WILSSON, 1971). K rozdělení alfa páru dochází většinou až úmrtím jednoho z jedinců (SVENDSEN, 1980a). Rodiny obývají společné území, tzv. home-range, které aktivně brání. Všichni členové rodiny mohou obývat jednu noru či jeden hrad se zásobárnou

potravy, a to především v zimním období, kdy takto dokážou kumulovat více tepla. Naopak během vegetační sezony často obývají více nor nebo hradů (NOVAK, 1987).

Čeští autoři, jako např. VÁVRA (1997) uvádí 5-7 jedinců na rodinu v Litovelském Pomoraví, KOSTKAN (2000) udává 6,9 jedinců v rodině v CHKO Litovelské Pomoraví. VOREL (2009) uvádí průměrně 5,44 zvířat na rodinu v oblastech jižní Moravy a Českého lesa. BRADT (1938) udává průměrný počet jedinců v rodině kanadského bobra na 5,1 a tvrdí, že i přes dostatečnou potravní nabídku nikdy nebude víc jak 14 jedinců v jednom teritoriu. NOVAK (1987) uvádí velikost rodiny bobra kanadského od 3,2 do 8,2 zvířete. Avšak počet zvířat v rodině není během roku konstantní. Subadultní jedinci během jara opouštějí rodinu a hledají si své vlastní teritorium a partnera. Toto chování bylo pozorováno i u ročních mláďat, ta se však obvykle vracejí na podzim zpět do místa svého rodiště (WILSSON, 1971). Naopak v plně saturované populaci, kde nemají subadultní jedinci možnost disperze, zůstávají ve větší míře součástí rodiny i do věku tří let (MÜLLER-SCHWARZE et SHULTE, 1999). Počet zvířat na rodinu a dostupnost potravy jsou rozhodujícími faktory, které mají vliv na to, jestli rodina zůstane během léta pospolu. Stane-li se, že je na území teritoria omezen zdroj potravy, mohou mladí jedinci a samci opustit lokalitu, aby tak pomohli zachovat dostatek zásob na zimu (WILSSON, 1971).

3.4. Rozmnožování

Bobři jsou považováni za sociálně monogamní zvířata žijící v rodinách, nicméně nedávná genetická studie odhalila, že se u tohoto druhu může projevat příležitostná promiskuita (CRAWFORD et al., 2008). MÜLLER-SCHWARZE et SUN (2003) určili pomocí genetického „fingerprintingu“, že 5 mláďat z 9 v jednom vrhu pochází od cizího samce. Období páření může mít u bobrů různou délku trvání. U bobra evropského probíhá páření nejčastěji od konce prosince do května (DOBOSZYNSKA et ZUROWSKI, 1983). V Severní Americe byly pozorovány případy, kdy na jihu kontinentu trvalo období páření od října do března, naopak na severu probíhalo pouze po dobu 2 měsíců, během února a března (NOVAK, 1987). Samotný akt páření probíhá ve vodním prostředí. Gravidita trvá 105-107 dní. Samice bobra má jediný vrh ročně, který se odehrává v období od dubna do srpna (DOBOSZYNSKA et ZUROWSKI, 1983). Počet mláďat v jednom vrhu se pohybuje okolo 2-5 kusů.

Avšak toto číslo je velice proměnlivé díky faktorům, jako jsou dostupnost potravy, nadmořská výška, či stáří samice (WILSSON, 1971; MÜLLER-SCHWARZE et SUN, 2003). NOVAK (1987) uvádí počet mlád'at u bobra kanadského okolo 3-4. VOREL et al. (2008a) odhadují průměrný počet mlád'at u bobra evropského dle pozorování na 1,20 kusů v oblasti Českého lesa a 1,07 v jihomoravské oblasti Soutok-Podluží. Dle odchytů se jednalo o 1,3 mlád'at v Českém lese a 1,0 mlád'at v oblasti Soutok-Podluží.

3.5. Mortalita

HEIDECHE (1984) uvádí délku života bobra evropského v rozmezí od 8 do 24 let. Mortalita může značně kolísat v závislosti na vnějších podmínkách, a to od 3,8 % do 38,2 % (NOVAK, 1987). HEIDECHE, (1984) uvádí 37 % úmrtnost mlád'at během prvních šesti měsíců života. Prvního roku se dožívá 50 % juvenilů. Mortalita postupně klesá, u dospělých jedinců jsou úmrtí v nesaturované populaci poměrně vzácná (MÜLLER-SCHWARZE et SUN, 2003). Úmrtí jedince může ovlivňovat mnoho faktorů, jako jsou např. povodně a s tím spojené kolísání vodní hladiny, krutá zima, hladovění a podvýživa, tularemie, padající strom, odstřel a v neposlední řadě také přímý fyzický střet s příslušníkem vlastního druhu (NOVAK, 1987). Poslední zmiňovaný faktor hraje významnou roli především v saturovaných populacích, kde je veškerý vhodný prostor stabilně osídlen. Subadultní jedinci tak nemají možnost usadit se ve vlastním teritoriu (NORDSTROM, 1972). PIECHOCKI (1977) uvádí přímý střet jako nejčastější příčinu úmrtí v Labské populaci. I MÜLLER-SCHWARZE et SHULTE (1999) zjistili, že v saturované populaci častěji dochází k přímým střetům. Oproti bobrům z populací redukovaných člověkem mělo více adultů zjizvený ocas. V severních zeměpisných šířkách je nedílnou součástí bobří mortality predace, a to především z řad velkých šelem jako jsou medvědi a vlci (NOVAK, 1987). Predace se „prozatím“ netýká středoevropských populací. Avšak nejen v České republice musí bobr čelit jinému tlaku, a to tlaku ze strany člověka, ať už se jedná o pytláky, myslivce či kolize s dopravními prostředky (ANDĚRA et HORÁČEK, 2005).

3.6. Teritorialita

3.6.1. Teritorialita bobra evropského

Teritorialita je chápána jako územní konkurence mezi jedinci téhož druhu. Určité území, které je jedincem, případně rodinou, aktivně bráněno před vetřelci, se nazývá teritorium. Jednotlivé duhy teritoriálních živočichů mají dané své typické teritoriální chování, které je pro vetřelce snadno rozpoznatelné. Existuje několik typů tohoto chování, které se nejčastěji dělí do tří skupin. Do první skupiny patří prvky vizuálního projevu, kupříkladu rozdrásaná kůra stromu od medvěda. Druhou skupinou jsou prvky akustického charakteru (např. vytí vlků či zpěv ptáků). Třetí skupina obsahuje prvky chemického charakteru, mezi něž právě patří i výměšky pachových žláz bobra. Nicméně u některých živočichů se tyto tři typy projevů teritoriálního chování mohou kombinovat (BEGON et al., 1997; VLASÁK, 1986).

Užitek z teritoriálního chování jako takového by měl převyšovat náklady, které daný jedinec vynaloží na obranu teritoria. S tím souvisí i velikost hájeného území. Optimální rozloha teritoria je taková, kde rozdíl mezi přínosy a výdaji je maximalizován ve prospěch přínosů. Výhodami, jež obhajoba daného území přináší, jsou např. zajištění dostatečného množství potravní nabídky, vyšší šance na únik před predátorem, vhodnější prostředí pro výchovu potomstva. Dalším významným důsledkem takového chování je regulace populací, respektive počtu majitelů teritorií. Jedinci, kteří nedokázali získat své vlastní teritorium, jen zřídka kdy přispívají svoji genetickou informací do dalších generací. Snižuje se tak riziko přemnožení a s tím spojeného vyčerpání potravních zásob (BROWN, 1964; BEGON et al., 1997).

Bobři si značí území svého teritoria (především hranice) pomocí pachových značek, což je považováno za tzv. preventivní teritoriální chování. Mohou však nastat i situace, kdy si musí svá území aktivně bránit. Nejčastěji pomocí výstražných signálů jako jsou plácání ocasem do vodní hladiny či skřípání zuby o sebe. Mezi jedinci z cizích rodin dochází také poměrně často k přímým fyzickým střetům, které mají v krajních případech za následek i smrt jednoho ze zvířat (WILSSON, 1971).

3.6.2. Teritorium a domovský okrsek

Je nutné rozlišovat mezi dvěma termíny – domovský okrsek (home-range) a teritorium. Home-range je omezené území, které bobr využívá k životu. Vykonává zde běžné aktivity jako shánění a shromažďování potravy. Toto území obývá, a tudíž je s ním dobře obeznámen, avšak obvykle ho nijak aktivně nebrání. Rozsah domovského okrsku je dán interakcemi mezi individuálními charakteristikami jednotlivce a vnějším prostředím (BÖRGER et al., 2008). Některé domovské okrsky se dokonce mohou překrývat, tato území se pak nazývají neutrální hranice. K tomuto jevu dochází především v plně saturovaných populacích, kde se denzita blíží svému maximu. Ojedinělá aktivita zvířat za hranicemi home-range, jako je např. prozkoumávání okolí, se do domovského okrsku nezapočítává (BURT, 1943).

NOBLE (1939), který jako jeden z prvních definoval teritorialitu, popisuje teritorium jako jakékoliv hájené území. V podstatě se jedná o velice exklusivní oblast uvnitř domovského okrsku, které si rodina hájí a aktivně brání před cizími jedinci svého druhu. Probíhají zde aktivity jako je obstarávání potravy, ale také i páření či péče o potomstvo (BURT, 1943). Tuto oblast si bobři značkují pomocí pachových značek (GEIST, 1964 in ROSELL et NOLET, 1997). Uvnitř teritoria lze také rozlišit několik jádrových zón, které reprezentují místa s nejvyšší aktivitou. Většinou se jedná o území v blízkosti obydlí či území s vysokou koncentrací potravních zdrojů (BURT, 1943). Mezi základní charakteristiky teritoria patří kromě aktivní obrany a teritoriálních signálů ještě stálá plocha teritoria a výlučné „právo“ využívat teritorium jeho držitelem (BÖRGER et al., 2008).

Obecně lze říci, že na rozdíl od teritoria je domovský okrsek v praxi definován bez odkazu na obhajobu území, teritoriální signály či reakce na vniknutí jiným příslušníkem stejného druhu. Home-range se tedy dá určit pouze na základě fyzické přítomnosti jedince (BÖRGER et al., 2008).

3.6.3. Rozloha a proměnlivost délky domovského okrsku a teritoria

Velikost hájeného území se může během života jedince výrazně měnit v závislosti na mnoha faktorech. Principiálně lze tvrdit, že velikost domovského okrsku klesá se zvyšující se úživností stanoviště a naopak roste s tělesnou hmotností zvířete (LINDSTEDT et al., 1986). Významnou roli také hraje trofická úroveň teritoriálních

zvířat. Omnivoři potřebují obvykle k životu podobně velká území jako obdobně velcí masožravci. Naopak herbivoři stejných tělesných rozměrů vyžadují okrsky menší (MCNAB, 1963).

Model optimálních přínosů a nákladů (cost/benefit model) tvrdí, že by zvířata měla hájit jen tak velká území, aby výhody z nich plynoucí převyšovaly náklady na obranu. Obrana teritoria vyžaduje čas a energii, a je-li zapotřebí agresivní obrana, může představovat určité riziko úrazu či smrti. Takže čas, energie a riziko zranění jsou považovány za „náklady“. Naopak lepší přístup ke zdrojům (např. potrava, hnízdiště, úkryt, partner) představuje „přínos“ (BROWN, 1964).

Pro určení velikosti využívaného území lze využít více metod. Rozloha home-range většiny savců se uvádí v plošných jednotkách. Stejně tak i někteří autoři (např. kolektiv autorů in NOVAK, 1987; WHEATLEY, 1997) udávají velikost teritoria nebo domovského okrsku bobrů v plošných jednotkách. Jiní (např. FUSTEC et al., 2001; CAMPBELL et al., 2005) uvádí velikost teritoria v délkových jednotkách, hlavně proto, že většina území osídlených bobry je lineárního charakteru. Využívaná šířka břehu je zanedbatelná ve srovnání s využívanou délkou toku, jelikož území spojené s potravní aktivitou bobra je jen pár metrů od břehu (JENKINS, 1980; SVENDSEN, 1980b). Velkou roli zde také hraje to, jestli autoři uvádějí pod pojmem teritorium/home-range délku osídleného toku nebo délku obývaných břehů.

Velikost teritoria a domovského okrsku je dána řadou faktorů, zejména potravní nabídkou stanoviště, konkurenčními vztahy, charakterem vodního toku, pohlavím, věkem atd. (KOSTKAN 2002). Dle NOVAKA (1987) je délka využívaného území, které rodina obývá, značně ovlivněna typem vodního systému. Podle zjištění různých autorů se velikost využívaného území pohybuje v rozmezí od 0,50 do 12,80 km (HEIDECKE, 1986; NOLLET et ROSELL, 1994; FUSTEC et al., 2001; CAMPBELL et al., 2005). FUSTEC (2001) uvádí jako průměrnou délku teritoria 5,54 km a průměrnou vzdálenost mezi dvěma sousedícími rodinami 3,02 km.

V jednotlivých oblastech výskytu na územích České republiky se délky domovských okrsků prokazatelně liší. VOREL et al. (2010b) uvádí v podhorských nivách Českého lesa průměrnou délku teritoria 1,34 km. KORBELOVÁ et al. (2011) udává průměrnou délku okrsku u telemetricky sledovaných jedinců v Českém lese 407 m a v údolní oblasti dolního Labe s ekosystémem blízkým lužnímu lesu 1,44 km. VOREL et al. (2010b) na stejném území uvádí teritoria v průměru okolo 2,25 km. V Litovelském

Pomoraví, kde převažují lužní lesy a agronomická krajina, se průměrná velikost pohybovala okolo 2,00 km. V evropsky významné lokalitě Soutok-Podluží (kde je typickým habitatem především lužní les) měla teritoria průměrnou velikost 1,69 km. HAMŠÍKOVÁ (2005) udává zimní délku domovského okrsku v oblasti Soutok-Podluží v letech 2004 a 2005 od 0,60 do 2,50 km. KORBELOVÁ et al. (2011) uvádí na jižní Moravě průměr 1,31 km v lužní oblasti a 1,77 km v zemědělské krajině. Teritoria v Českém lese jsou kratší než v ostatních oblastech. Autoři si tento fenomén vysvětlují ostrůvkovitým rozmístěním potravních zdrojů (VOREL et al., 2010b).

Dalo by se předpokládat, že bobři žijící v oblastech chudších na potravní zdroje, si musí obhajovat větší území, aby si dokázali zajistit dostatek potravy. NOVAK (1987) se zabýval populační hustotou v různých habitatech. Za nejméně úživnou považuje zemědělskou krajinu a také zde uvádí nejmenší populační hustotu. FUSTEC et al. (2001) zjistili, že velikost home-range na řece Loiře je závislá na vegetačním pokryvu. Velikosti domovských okrsků negativně korelovaly s pokryvností vrbového porostu v pobřežní linii. K opačnému výsledku došli CAMPBELL et al. (2005), kteří zkoumali závislost velikosti teritorií na úživnosti habitatu v Nizozemí (Biesbosch) a v Norsku (Telemark). I přes rozdíly v populačním vývoji je Biesboschská populace stále v růstové fázi, zatímco v oblasti Telemark se jedná o saturovanou populaci. Výsledky jsou velice podobné. Obě lokality vykazují pozitivní korelaci mezi velikostí teritoria a podílem listnatých stromů. Dále zjistili, že velikost rodiny nemá žádný efekt na velikost teritorií ani v jedné populaci.

Nicméně velikost hájeného území nezůstává stabilní ani v průběhu roku. V každém ročním období se aktivita bobrů musí přizpůsobit rozdílným situacím. WHEATLEY (1997) zjistila, že během léta, kdy bobři pečují o potomstvo a zároveň je dostatek bylinné potravy, je jejich aktivita soustředěna hlavně poblíž obydlí. Z toho vyplývá, že se velikost domovského okrsku může zmenšit, a to především u samic, které zůstávají v blízkosti mláďat. Avšak jakmile se potomci počátkem podzimu více osamostatní, může se území rodiny i rozšířit. HERR et ROSELL (2004) zase vypořozovali, že není žádný významný rozdíl mezi velikostí teritoria samců a samic, a to i v období porodu. Někteří autoři (např. NOLET et ROSELL, 1994; WHEATLEY, 1997; ZEJDA et al., 2002) uvádějí významné rozdíly mezi sezónními velikostmi domovských okrsků, kdy je v zimě home-range menší než v jiných částech roku

a to hlavně díky trvalé ledové pokrývce. V tuto dobu je veškerá aktivita omezena na území v okolí nory. Naopak v jarních měsících, kdy dochází k disperzi subadultních jedinců a rodiny si začínají shánět čerstvou potravu, dochází k nárůstu velikosti obhajovaného území. Další autoři (např. BLOOMQUIST et al., 2012) uvádějí stejné délky domovských okrsků po celý rok.

Velikost území obývaného jednou rodinou může být také ovlivněna rozdílnými vnitropopulačními rysy. MÜLLER-SCHWARZE et SHULTE (1999) porovnávali tzv. populaci klimaxovou s populací, která byla člověkem průběžně ředěna. Zjistili, že bobří žijící v saturované populaci konzumovali častěji méně preferované dřeviny a za potravou se museli vydávat na mnohem delší vzdálenosti. KORBELOVÁ et al. (2011) uvádí, že na územích které obývaly populace s vyšší populační hustotou (jižní Morava, dolní Labe) se vyskytovaly delší domovské okrsky než v populaci Českého lesa s nižší denzitou. VOREL et al. (2008b) zjistili při dlouhodobém monitoringu vyvíjející se Labské populace v letech 1997-2007, že se délka teritorií s rostoucí denzitou na daném území nemění.

3.7. Značení teritorií

Stejně jako většina savců komunikuje bobr s jedinci svého druhu pomocí chemických signálů. Vzhledem k nočnímu způsobu života a neschopnosti akustické komunikace na větší vzdálenost, jsou signály předávány olfaktoricky (WILSON, 1971).

Pachová značka neboli scent mark je tvořena hromádkou bahna s větvičkami a dalším materiálem, na které bobr umísťuje výměšky pachových žláz. Bobr disponuje dvěma páry orgánů, které užívá k olfaktorickému značení. Jedná se o castorální vaky a anální žlázy (ROSELL et al., 1998; WILSSON, 1971). ROSELL et SUNDS DAL (2001) tvrdí, že právě castoreum, tedy výměšek castorálních vaků, je častěji užívanou a tedy dominantní složkou scent marku.

Bobří rodiny si pomocí scent marků značí především hranice svého teritoria. Pachová značka tedy slouží jako výstraha pro ostatní jedince téhož druhu, kteří se dostali na takto vyznačené území (GEIST, 1964 in ROSELL et NOLET, 1997). BUDAYOVÁ (1994) uvádí, že scent marky také mohou sloužit při vábení partnera. Na jejich tvorbě se podílí obě pohlaví a všechny věkové třídy (WILSSON, 1971).

Jelikož je značkování časově a hlavně energeticky náročná činnost, nerozmisťují bobří scent marky náhodně. Největší koncentrace pachových značek se nachází v těsné blízkosti vodního toku a to nejčastěji na hranicích teritoria (WILSSON, 1997; ROSELL et al., 1998). Naopak NITSCHÉ (1985) tvrdí, že nejčastěji se scent marky vyskytují v centru teritoria. V podstatně větším množství se nacházejí pachové značky proti proudu toku od obydlí. Toto chování nejspíše vychází z faktu častějšího rozptylu migrantů směrem po proudu při hledání nového území. Stejně tak se s nejvyšším počtem scent marků setkáváme na jaře, kdy migrují subadultní jedinci (ROSELL et al., 1998).

V saturovaných populacích, kde vedle sebe stabilně sousedí stejné rodiny, se bobří naučí rozeznat pach blízkých sousedů od pachu cizího vetřelce a reagují na něj odlišně. K cizí značce se chovají s větší agresí, okamžitě ji znehodnotí rozhrabáním a následně přeznačkují. Naopak scent mark sousedního bobra zůstává často bez povšimnutí (ROSELL et BJØRKØYLI, 2002). Nicméně ROSELL et NOLET (1997) tvrdí, že zvířata žijící v centru saturovaných populací značkují mnohem intenzivněji než bobří, kteří se nacházejí na okrajích.

3.8. Populační dynamika a distribuce osídlení

Při osídlování nové oblasti je růst populace zprvu poměrně pomalý a až po určité době se výrazně zrychlí (BARTÁK et al., 2013). Dochází k upevňování pozic a početnost dané populace se zvyšuje úspěšným vyváděním mláďat. Dále jsou obsazovány vhodné lokality v okolí nově vzniklé populace, tím dochází ke skokové a relativně rychlé disperzi (VOREL, 2001). Při počínající kolonizaci území tak nedochází ke zvyšování denzity, ale k expanzi do okolí (KOSTKAN, 2000). Tuto expanzi bobrům v dnešní kulturní krajině ztěžují či znemožňují tzv. migrační bariery, jako např. vodní hráze a jezy (ZAJÍČEK, 1992). Následně se populace zahušťuje tím, že další migranti obsazují méně vhodná území a zaplňují mezery v osídlení (VOREL, 2001). Časem tak v dlouhodobém, neměnném osídlení dochází k vyčerpání potravních zdrojů. To má za následek přirozený vnitropopulační tlak, po němž následuje výrazná fluktuace dané populace (HARTMAN, 2003). Kdy tento bod zvratu nastane, záleží na vegetační charakteristice osídlené krajiny. Obecně se dá říct,

že pokles populačního růstu přichází v průměru okolo 34. roku od první kolonizace (HARTMAN, 1994).

Průběh osídlení nového území v České republice lze dobře demonstrovat na příkladu vývoje Labské populace v letech 1997-2007 (VOREL et al., 2008b). Populace zde nejprve kontinuálně rostla i přes výrazné disturbance, jako byla povodeň v roce 2002. Díky značné heterogenitě prostředí bylo uspořádání teritorií v počáteční fázi šíření blízké náhodnému rozmístění. S narůstající denzitou se populace zhušťovala a charakter osídlení se postupně měnil na pravidelný. Logistický růst populace u teritoriálně žijících živočichů je považován za běžný. Bobři měli během kolonizace tendence preferovat určité typy stanovišť. Oproti územím, která jsou situována přímo na březích řeky Labe, dávali přednost tůňm a slepým ramenům. Dalším důležitým faktorem bylo dostatečné množství pobřežní vegetace, potažmo keřů a stromů (především vrb a topolů). Plochy s vyšší potravní nabídkou byly upřednostňovány oproti plochám na potravu chudším. I délka teritorií nepřímo úměrně rostla s nižším zastoupením keřů a stromů. Nejprve byla osídlována území, jež se blížila místnímu optimu - stabilní vodní prostředí mimo proud řeky, dostatečná zásoba potravy a možnost úkrytu. Pokud bobr dokáže takovéto území osídlit jako první a udržet si ho, přináší mu to, respektive celé rodině, kompetiční výhodu, oproti zvířatům, která obývají stanoviště chudší. „Optimální“ stanoviště byla osídlena nejdéle, a to jen s minimálními přestávkami. Nicméně se na Labi vyskytují i lokality, které nesplňují minimální požadavky pro dlouhodobé osídlení. Tyto plochy jsou dočasně obývány mladými migranty, solitérními jedinci či hendikepovanými zvířaty, která čekají, jestli se neuvolní vhodnější stanoviště, nebo dokud se neobjeví nová kvalitnější území.

3.9. Disperze subadultních jedinců

Disperze jako taková se dá rozdělit do několika kategorií. První je tzv. vrozená disperze, kdy se bobři pohybují uvnitř svých domovských okrsků, případně jednoletá mláďata mohou podnikat krátké výlety do okolí. Další typ disperze může nastat při úmrtí jednoho zvířete z rodičovského páru. Nicméně pro vývoj populací je nejzásadnějším typem disperze přesun subadultních jedinců na místa rozmnožování (BERGERUD et MILLER, 1977).

Disperze subadultních jedinců je považována za primární mechanismus populační expanze (BAKER et HILL, 2003). Zpravidla na jaře musejí mladí bobři opustit svoje rodiny. Kdyby se tak nestalo, dané rodiny by rostly enormní rychlostí a během pár let by došlo k vyčerpání zdrojů potravy. Hlavním důvodem disperze je především hledání vhodného sexuálního partnera. Páření příbuzných jedinců by vedlo k tzv. inbreední depresi a tím i ke snížení fitness dané populace (MÜLLER-SCHWARZE et SUN, 2003).

Věková hranice, kdy mladí jedinci opouštějí své rodiny, obvykle přichází s dosažením pohlavní dospělosti, a to nejčastěji ve věku dvou let. Avšak někdy může nastat situace, kdy se už během léta začnou roční jedinci od rodičů separovat a hledat si vlastní území a partnera, se kterým by se mohli rozmnožovat. K tomuto jevu obvykle nedochází příliš často (MÜLLER-SCHWARZE et SUN, 2003). SUN et al. (2000) udává procentuální zastoupení věkové struktury migrujících subadultů jako: 14 % jednoletých mláďat, 64 % dvouletých a 21 % tříletých.

Nejčastěji dochází k disperzi během jarních měsíců, ještě před narozením nového vrhu. Předpokládá se, že přesný čas závisí na faktorech, jako jsou počet členů dané rodiny, úživnost lokality i výška vodní hladiny. Zdá se, že subadultní jedinci využívají jarních dešťů či sněhové oblevy, které jim usnadňují šíření krajinou. Vyšší sloupec vodní hladiny napomáhá subadultům šetřit energii při překonávání velkých vzdáleností aniž by se museli pohybovat po souši a vystavit se tak většímu riziku predace. Většina dispergujících jedinců se vydává ve směru toku. Nicméně jejich úspěšnost při hledání vlastního teritoria je menší ve srovnání s jedinci, kteří si vybrali náročnější cestu proti proudu. Pokud mladý bobr nenajde vhodné území, kde by se mohl usadit, obvykle se vrací ke své původní rodině. Musí se však podílet na péči o nově narozená mláďata a nemá právo se množit (MÜLLER-SCHWARZE et SUN, 2003).

SUN et al. (2000) dále uvádí, že samice obvykle migrují na větší vzdálenosti než samci. Dokládá to příkladem jedné konkrétní samice, která překonala 31,7 km po souši při hledání vhodného teritoria. Přičemž průměrná vzdálenost disperze byla u samic 10,2 km a 3,5 km u sameců. Z toho je zřejmé, že samci častěji inklinují k výběru bližších teritorií než samice, které jsou ochotny urazit mnohem delší vzdálenosti kvůli bohatší potravní nabídce, aby tak zvýšili svoje reprodukční fitness. K opačnému výsledku došli ve své studii SAVELJEV et al. (2001), kteří zkoumali

populaci v ruské tundře. Zjistili, že samci v průměru migrovali na vzdálenost 11,1 km a samice pouze na vzdálenost 2,1 km.

3.10. Rozdíly v distribuci teritorií v raných a saturovaných populacích

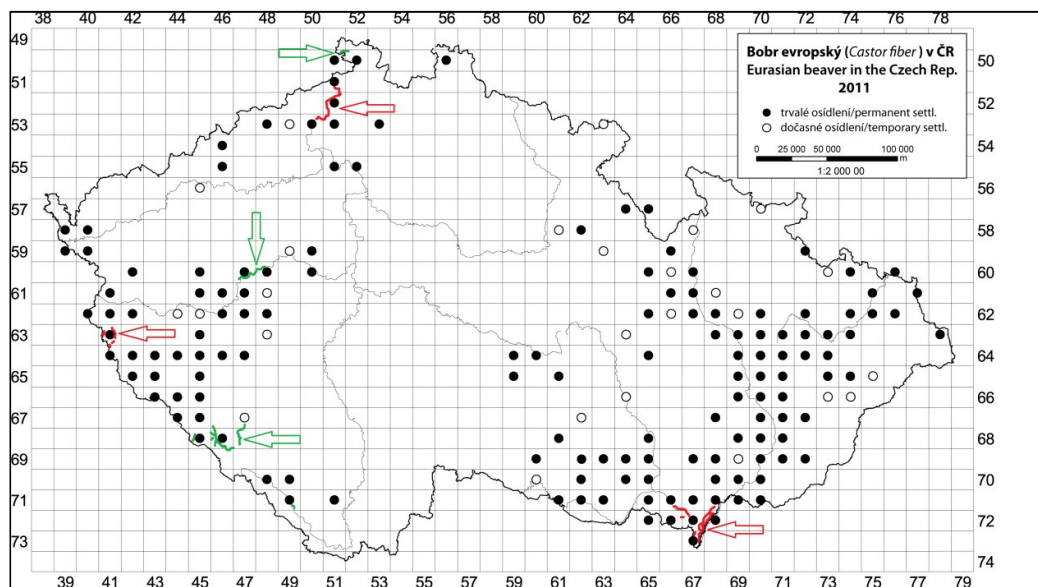
Pojmem raná populace je označena populace živočichů na území, které není daným druhem zcela obsazeno. Jedná se o populaci, která je teprve v počáteční fázi vývoje osídlování a populační struktura teprve vzniká. Bobři preferují ty lokality, které jsou na daném území z jejich pohledu nejvýhodnější, tzn. dostatek potravní nabídky a vhodných míst na vybudování nor potažmo hradů. Zbylé méně vhodné lokality, které splňují požadavky pro dlouhodobé osídlení, zůstávají neobsazeny (NOLET et ROSELL, 1994). Naopak saturovaná populace je ta, kde se nachází vysoká denzita osídlení bobra evropského. Jedním ze způsobů výpočtu populační hustoty je procentuální vyjádření bobrem využívaných délek toků ku jejich celkové nabídce (BEGON et al., 1997). Nicméně ani v saturovaných populacích nikdy nedosáhne denzita 100 %. Hlavním důvodem je fakt, že skoro na každém toku se najdou lokality, které nesplňují podmínky pro trvalé osídlení. Ať už se jedná o betonem zpevněné břehy, nedostatek břehových porostů nebo jejich nevhodné skladby (VOREL et al., 2010b). HARTMAN (1994) vyjádřil hustotu populace jako počet teritorií na km². Pozoroval bobří populaci na území Švédska, která měla populační hustotu na začátku svého vývoje 0,10 rodin/km². O jedenáct let později se denzita zvýšila na 0,22 rodin/km². Dalším důležitým ukazatelem stavu populace může být vzdálenost mezi sousedícími rodinami. V saturovaných populacích, kde jsou využity všechny lokality, které splňují podmínky stálého osídlení, může nastat situace, kdy se domovské okrsky dvou a více bobřích rodin mohou překrývat. KOREBELOVÁ et al. (2011) pozorovali vzájemně sousedící rodiny v saturovaných populacích a zjistili, že ze 17 možných případů došlo k překryvu home-range pouze třikrát. HERR et ROSELL (2004), kteří se zabývali překryvy teritorií u obou pohlaví zvlášť v saturované populaci, zjistili jen minimální výskyt tohoto jevu (samec: 2,2±2,6% a 1,6±1,8% překryv se sousedním samcem a samicí, samice: 0,9±3,0% a 0,5±1,0% překryv se sousedícím samcem a samicí). KOREBELOVÁ et al. (2011) uvádí průměrnou vzdálenost 361 m mezi sousedícími rodinami v saturovaných populacích na jižní Moravě, na spodním toku Labe a v Českém lese. Naopak NOLET et ROSELL (1994) zkoumali průměrnou vzdálenost sousedních rodin v čerstvě reintrodukované

populaci. V prvním roce, poté co došlo k ustálení teritorií, byla vzdálenost k nejbližšímu sousedovi $2,06 \pm 0,12$ km. Čtvrtý rok po vypuštění bobrů do volné přírody pak byla tato vzdálenost $1,62 \pm 0,03$ km. MÜLLER-SCHWARZE et SHULTE (1999) ve své studii porovnávali míru kolonizace potoků v závislosti na sklonu toku. Tvrdí, že bobři obvykle obývají toky se sklonem menším než 1 %. V „klimaxové“ populaci bobři obývali toky se sklonem až 6,44 %, oproti tomu v populaci člověkem průběžně ředěné obývali toky se sklonem maximálně 0,78 %. I z tohoto zjištění se dá vyvodit, že v saturovaných populacích jsou bobři schopni obývat lokality, které neodpovídají jejich ekologickému optimu.

4. Metodika

4.1. Popis zájmového území

V rámci této diplomové práce jsem sledoval aktivitu bobra evropského v šesti různých modelových oblastech výskytu (viz obrázek 1). Jedinci ze tří populací, které hodnotím jako rané, se vyskytovali na Šumavě, Berounce a ve Šluknovském výběžku. Ostatní bobři pocházeli ze tří saturovaných populací na dolním Labi, jižní Moravě a v Českém lese.



Obrázek 1: Mapa výskytu bobra evropského v roce 2011 (zdroj VOREL et al., 2012). Zelenou barvou jsou vyznačena místa výskytu sledovaných jedinců v raných populacích. Červená barva znázorňuje místa výskytu sledovaných bobrů v saturovaných populacích.

4.1.1. Šumava

Šumava, která se nachází na jihozápadě naší republiky při hranici se Spolkovou republikou Německo a Rakouskem, je lesnaté území horského a podhorského charakteru. Zájmová oblast s ranými populacemi bobra evropského se nachází v Národním parku Šumava a v jeho ochranném pásmu (CHKO Šumava). Z klimatického hlediska se jedná o území mírně teplé až chladné. Avšak sledovaná zvířata se vyskytovala ve vyšších partiích, kde se průměrné roční teploty pohybují od 4 °C do 6 °C. Průměrná hodnota srážek v centrální oblasti, kde je jejich intenzita

nejvyšší, se udává až 1200 mm (TOLASZ, 2007).

Systém povrchových vod tvoří ledovcová jezera, síť především menších toků, prameniště a rašeliniště. Tento přirozený hydrologický systém je doplněn i o lidská díla jako jsou umělé nádrže, plavební kanály a náhony (ZAHRADNICKÝ et MACKOVČIN, 2004).

Šumava je oblastí s nižší hustotou lidského osídlení. Mimo horských smrčín a pralesních porostů se zde vyskytují také biotopy lučního typu. Břehový porost je tvořen převážně smrkovými monokulturami doplněnými na březích vod o bobrem preferované listnaté dřeviny, jako jsou vrba křehká (*Salix fragilis*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a bříza bělokorá (*Betula pendula*). V nižších nadmořských výškách se zde také hojněji vyskytuje topol bílý (*Populus alba*). Bylinnou vegetaci v okolí toků tvoří převážně vlhkomilné lesní druhy (NEUHÄUSLOVÁ et CHYTRÝ, 2010 in CHYTRÝ et al., 2010).

První jedinci bez stabilního osídlení byli pozorováni od roku 1999 na Křemelné. Od roku 2008 se dá považovat osídlení na Křemelné za stabilní. Zde byli také zaznamenáni dispergující bobří, kteří se šíří dále na Otavu (VOREL et al. 2012).

4.1.2. Šluknovský výběžek

Oblast Vilémovského potoka, která se nachází ve Šluknovském výběžku na severu Čech při hranici se Spolkovou republikou Německo, je charakteristická vlhčím klimatem se zřetelným sklonem k oceánskému. Většina území spadá do mírně teplé klimatické oblasti s průměrnou teplotou 7 °C a průměrný ročním úhrnem srážek okolo 700 mm (TOLASZ, 2007).

Kromě potoků s přilehlými mokřady se zde nachází také nepočtené vodní plochy, jako je např. Hraniční rybník. Vilémovský potok pstruhového charakteru, na kterém bylo pozorování prováděno, protéká na území České republiky Velkým Šenovem a obcí Vilémov, kde je jeho koryto regulováno.

Aktuální vegetaci tvoří většinou lesní jehličnaté monokultury, převážně smrkové a borové s příměsí buku lesního (*Fagus sylvatica*) a modřínu opadavého (*Larix decidua*). Dále jsou zde hojně zastoupeny louky a pastviny. V pobřežním pásu se kromě smrku ztepilého (*Picea abies*) vyskytují bobrem hojně využívané dřeviny, jako jsou vrby (*Salix* spp.), topoly (*Populus* spp.), bříza bělokorá (*Betula pendula*)

a olše lepkavá (*Alnus Glutinosa*) (DEMEK, 1987).

Počátek osídlení Šluknovského výběžky bobry se datuje k roku 2004. Osídlení v této oblasti, které je stále ve vývoji se prozatím dá označit za solitérní (VOREL et al., 2012).

4.1.3. Berounka

Dominantou území, které se nachází západně od hranic CHKO Křivoklátsko, je kaňonovité údolí řeky Berounky. Zájmové území se nachází na západním okraji středních Čech přímo na toku mezi vesnicemi jménem Liblín a Křivoklát. Nejedná se o příliš antropogenně ovlivněnou oblast. Území Křivoklátska spadá do mírně teplé klimatické oblasti. Průměrná teplota zde dosahuje 8 °C až 9 °C s průměrným ročním úhrnem srážek pohybujícím se od 500 do 600 mm (TOLASZ, 2007).

Přestože má řeka Berounka mnoho drobnějších levostranných i pravostranných přítoků, výskyt bobra evropského byl potvrzen pouze na hlavním toku (VOREL et al., 2012). Na tomto území se jedná o nezregulovaný tok třetího řádu s dosud zachovalými meandry a údolní nivou.

Převažujícím společenstvem křivoklátských lesů jsou v nižších polohách černýšové dubohabřiny, které ve vyšších polohách přecházejí do lipových bučin. Na hliněných náplavách řeky Berounky se vyvinuly světlé dubové lesy. Vyskytují se zde porosty keřových vrb s dominancí vrby trojmužné (*Salix triandra*) a vrby křehké (*Salix fragilis*). Na méně vlhkých stanovištích se vzácněji nachází porosty topolů (*Populus* spp.). Z bylinného patra je zde hojně zastoupena kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) (NEUHÄUSLOVÁ et CHYTRÝ, 2010 in CHYTRÝ et al., 2010).

Stabilní osídlení Berounky pod Plzní je datováno od roku 2005. V letech 2009-2011 probíhala spontánní kolonizace toku dále po proudu až po obec Nižbor (VOREL et al., 2012).

4.1.4. Český les

Oblast Českého lesa se rozkládá v délce přibližně 80 km a šířce 10-15 km podél česko-německé hranice od Všerubského průsmyku na jih po údolí řeky Odry v Chebské pánvi. Spadá do mírně teplé až chladné klimatické oblasti. Průměrná

teplota vzduchu zde dosahuje 6-8 °C s průměrným ročním úhrnem srážek 700 až 900 mm (TOLASZ, 2007).

V podhorské krajině Českého lesa se nachází spousta menších toků s poměrně rychle proudící vodou, které se v nižších polohách vlévají do Kateřinského potoka. Mnohé z těchto toků, původně pstruhového charakteru, byly v minulosti zahloubeny a narovnány. V horních partiích Farského a Žebráckého potoka se nachází několik nevelkých rybníků.

Jedná se o oblast s poměrně nízkou hustotou lidského osídlení. Z hlediska využití krajiny zde má nejvyšší zastoupení především smrkový les a pastviny. Na lokalitách obývaných bobrem je nejhojněji zastoupen biotop jasanovo-olšových lužních lesů s dominantními druhy olší lepkavou (*Alnus glutinosa*) a jasanem ztepilým (*Fraxinus excelsior*). Často se zde vyskytují i bobrem preferované druhy jako jsou vrba křehká (*Salix fragilis*), topol černý (*Populus nigra*), topol osika (*Populus tremula*) a bříza bělokorá (*Betula pendula*). Tyto porosty doprovází zde snad všudypřítomný smrk ztepilý (*Picea abies*). Z bylin se zde v okolí místních toků vyskytují převážně vlhkomilné lesní druhy (NEUHÄUSLOVÁ et CHYTRÝ, 2010 in CHYTRÝ et al., 2010).

První osídlení pod Přimdou bylo zaznamenáno v letech 1990-1992. Od té doby se bobři rozšířili na celé území Českého lesa. Od roku 2005 se dá hovořit o plné saturaci této lokality (VOREL et al., 2012).

4.1.5. Jižní Morava

Oblast jižní Moravy s vysokou hustotou populace bobra evropského se nachází v široké rovinnaté nivě na nejspodnějším cípu jihovýchodní Moravy. Od jihozápadu je lemována řekou Dyjí, která tvoří státní hranici s Rakouskem, od jihovýchodu řekou Moravou při hranici se Slovenskem. Území klimaticky náleží do teplé oblasti. Průměrná roční teplota vzduchu je kolem 9-10 °C. Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje mezi 500 až 600 mm (TOLASZ, 2007).

Kromě hlavních toků Moravy, Dyje a jejího pravostranného přítoku Kyjovky je oblast protkána spleťtí sítí slepých ramen, tůní, mokřadů, rybníků a uměle vybudovaných kanálů (NĚMEC et al., 2006).

Zájmovou oblast pokrývá mozaika lužních lesů, aluviálních luk a mokřadů. V lesích převažuje biotop tvrdých luhů nížinných řek s dubem letním (*Quercus robur*)

a jasanem úzkolistým (*Fraxinus angustifolia*), na vlhčích místech se také často vyskytuje olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) a topol černý (*Populus nigra*). Na místech s dlouho stagnující vodní hladinou se nachází tzv. měkký luh s vrbou bílou (*Salix alba*), topolem černým (*Populus nigra*) a topolem bílým (*Populus alba*). Především podél řeky Kyjovky se ve velké míře vyskytuje intenzivně obhospodařovaná zemědělská krajina. (NEUHÄUSLOVÁ et CHYTRÝ, 2010 in CHYTRÝ et al., 2010).

Prvním doloženým bobrem v povodí byl jedinec, který byl pozorovaný v roce 1975 na Dyji pod soutokem s řekou Kyjovkou. Za stabilně osídlené se toto území dá považovat již od konce 80. let (VOREL et al., 2012; NETÍK, 2002).

4.1.6. Dolní Labe

Zájmové území dolního toku řeky Labe se nachází v hlubokém kaňonu mezi městy Ústí nad Labem a Hřensko v severních Čechách. Tento úsek toku začíná Střekovským zdymadlem a končí státní hranicí se Spolkovou republikou Německo. Celá oblast je silně antropogenně ovlivněná. Řeka Labe teče přímo skrz města Ústí nad Labem a Děčín. Klimaticky území spadá do teplé až mírně teplé oblasti. Průměrná teplota se pohybuje okolo 8 °C s průměrným ročním úhrnem srážek od 550 do 650 mm (TOLASZ, 2007).

Řeka Labe je třetí největší řekou střední Evropy. Jedná se o tok prvního řádu s četnými přilehlými slepými rameny a tůňmi. Kvalitou vody patří mezi toky středně až silně znečištěné. Jelikož není řeka v zájmové oblasti vzduta žádnými stupni, proud vody je rychlý a hladina silně kolísá. Často se zde vyskytují povodně, řeka se vylíje z koryta a mnohdy dojde i k zaplavení území v okolí vodních toků, tedy k zaplavení údolní nivy (KUNCOVÁ et al., 2001).

V přibřežní oblasti se nacházejí víceméně zachovalé i fragmentované měkké lužní lesy, které doprovází aluviální louky s porosty nitrofilních bylin. Vyskytují se zde porosty stromových i keřových vrb s dominancí vrby křehké (*Salix fragilis*). Na méně podmáčených stanovištích se nachází porosty topolů (*Populus* spp.) (KUNCOVÁ et al., 2001).

První osídlení na tomto úseku řeky Labe je datováno k roku 1968, avšak za stabilní ho lze považovat až od roku 1992. Od té doby do současnosti je dané území neustále osídleno (VOREL et al., 2012).

4.2. Popis habitatů

Označení bobří, které jsme pozorovali, se vyskytovali ve čtyřech různých habitatech. Jednalo se o zemědělskou krajinu, velké řeky, lužní les a podhorské toky. Jelikož jsou tyto habitaty rozdílné, co se týče množství a prostorové dostupnosti potravy, ale také charakterem vodního prostředí, sloužilo toto rozdělení ke zhodnocení vlivu daného typu habitatu na velikost home-range.

4.2.1. Zemědělská krajina

Vodní toky v zemědělské krajině se vyznačují malým podélným sklonem a pomalu tekoucí vodou. Blízké okolí je tvořeno převážně travnatým břehovým porostem. Dřevinné porosty na březích toků v zemědělské krajině jsou velice řídké, vyskytují se jen v úzkém pásu ve formě soliterních vzrostlých stromů nebo keřů. Z dřevin jsou nejčastěji v břehových porostech zastoupeny vrby (*Salix* spp.), topoly (*Populus* spp.), jasany (*Fraxinus* spp.), javory (*Acer* spp.) nebo olše (*Alnus* spp.). Na úzký pás vegetace podél břehů z větší části navazují intenzivně obhospodařované plochy většinou s jednoletými plodinami (kukuřice, slunečnice, obilí, apod.). Tento typ habitatu je z pohledu množství a dostupnosti potravy řazen jako nejméně úživný.

4.2.2. Velké řeky

Velké řeky 1.-3. řádu se oproti vodním tokům v ostatních habitatech liší svou šířkou. V hlavních tocích je tekoucí voda, v přilehlých tůních nebo slepých ramenech může stagnovat. Charakteristické pro blízké okolí velkých řek je mozaikovitost břehových porostů, ten je nejčastěji tvořen vrbami (*Salix* spp.) a topoly (*Populus* spp.). Můžeme se zde na krátkém úseku toku setkat s různými typy stanovišť, od přírodních (louky, lesy, mokřady), přes pozmeněné (zahrady, parky, sportoviště) až po zcela zastavěná území (domy, komunikace či průmyslové objekty). Tento habitat je označen jako středně úživný, co se týká množství potravních zdrojů.

4.2.3. Lužní les

Plošně rozsáhlejší lužní lesy se nachází na jižní Moravě, v menším rozsahu i podél Labe. V hlavních tocích lužních lesů voda proudí, kdežto v tůních, slepých ramenech

či umělých kanálech teče velmi pomalu či stagnuje. Pro lužní les jsou charakteristické pravidelné povodně, kdy se rozlitá voda drží mimo koryto i několik týdnů. V břehových porostech se nachází dřeviny měkkého luhu, zejména vrby (*Salix* spp.) a topoly (*Populus* spp.), mnohde však zasahuje až na okraj toku hospodářský les s dřevinami tvrdého luhu, např. duby (*Quercus* spp.) a jasany (*Fraxinus* spp.). Významný je zde i druhově bohatý podrost tvořený např. trnkami (*Prunus* spp.), svídou (*Cornus* spp.), hlohem (*Crataegus* spp.) apod. Kromě lesních porostů se můžou v okolí vodních toků v menší míře vyskytovat i louky. Množství a dostupnost potravy je v lužních lesích velice dobrá, proto je tento habitat řazen mezi nejúživnější.

4.2.4. Podhorské toky

Pro podhorské oblasti jsou charakteristické malé vodní toky. Úzké, často hodně meandrující vodoteče s vyšším podélným sklonem a rychle proudící vodou mají druhově bohaté břehové porosty tvořené nejčastěji vrbami (*Salix* spp.), topoly (*Populus* spp.), olšemi (*Alnus* spp.), břízami (*Betula* spp.) apod. Na břehové porosty navazují buď jehličnaté, převážně smrkové, či smíšené lesy nebo pastviny a louky. Stejně jako lužní lesy, spadají i podhorské toky do kategorie nejúživnějších habitatů, z pohledu množství, kvality a dostupnosti potravních zdrojů.

4.3. Sběr dat

Získávání dat probíhalo pomocí radiotelemetrického sledování označených jedinců, od roku 2006 do roku 2013. Celkem bylo sledováno 55 jedinců v šesti oblastech České republiky. Třináct jedinců pocházelo z raných populací na Šumavě, Berounce a Vilémovském potoce. Ostatní zvířata pocházela ze saturovaných populací na dolním Labi, z jižní Moravy a z Českého lesa. Samotné terénní práce jsou časově velice náročné, proto bylo nutné pracovat v týmu. Výzkumu se účastnili především studenti a zaměstnanci z Katedry ekologie Fakulty životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze. Dílčí práce na tomto výzkumu zahrnovaly odchyt jedinců, aplikace vysílaček, monitorování označených jedinců a následné zpracování dat získaných v terénu radiotelemetrickým měřením. Osobně jsem se podílel

na telemetrickém sledování bobrů a také jsem pomáhal při jejich odchycích od roku 2009.

4.3.1. Odchyty

Prvním krokem byl samotný odchyt jedinců. Bobři byli lapeni do živochytných pastí typu Hancock (viz příloha č. 3). Tyto pasti byly nastraženy v těsné blízkosti vodního toku na předem vytipovaných místech, kde byly jasné známky bobří aktivity, jako jsou např. nory, hrady, skluzy a jídelny. Pasti jsme kladli před západem slunce a následující den v ranních hodinách jsme je kontrolovali. Jako návnada sloužily čerstvé větvičky topolů (*Populus* spp.) nebo vrby (*Salix* spp.). Dále byli bobři do pasti lákáni pomocí eppendorfky naplněné castoreem, která sloužila jako pachový atraktant. Tento výměšek pachových žláz byl získán z uhynulých jedinců.

Odchyceným dospělým a subadultním jedincům byla připevněna vysílačka typu Advanced Telemetry Systems, Model 16M s lithiovou baterií a kmitočtovou stabilitou cca 2,5 kHz, o hmotnosti 38 g. Vzhledem k jejich tělesné stavbě a životnímu stylu se nedají použít klasické vysílače umístěné na obojku. Musel být tedy využit jiný způsob připevnění. Zvířatům bylo aplikováno pomocí injekční stříkačky do dezinfikované části ocasu lokální anestetikum (1% Mesocain s účinnou látkou trimecaini hydrochloridum). Dále byl pomocí děrovacích kleští vytvořen v ocasu bobra otvor s průměrem 5 mm, kam byla následně připevněna vysílačka. Tato specifická oblast ocasu byla vybírána tak, aby vysílačka měla jen minimální vliv na pohyb jedince (viz příloha č. 4 a 5).

Odchyceným jedincům bylo na základě vyšetření výměšku análních žláz určeno pohlaví (dle ROSELL et SUN, 1999). Poté byli podle váhových a vizuálních charakteristik zařazeni do věkových kategorií: adult, subadult, juvenil. Dalším krokem bylo odebrat všem odchyceným bobrům vzorky chlupů, trusu a krve z cévy na zadní končetině. Každému zvířeti byla následně změřena délka těla, délka těla s ocasem, délka ocasu, šířka ocasu v nejširší části, délka zadní nohy a délka ušního boltce. Následovalo připevnění barevné plastové ušní značky kvůli snadnější identifikaci konkrétního zvířete při pozorování. Posledním krokem byla aplikace pasivního mikročipu (RFID) v krční oblasti. Ten sloužil k identifikaci zvířete při zpětném odchytu, nebo při nalezení uhynulého jedince.

Během doby po kterou bylo se zvířaty manipulováno, jsme se snažili vystavit bobry co nejmenšímu stresu. Z tohoto důvodu nebyla použita celková anestezie, která je pro všechny tvory významným rizikem a v některých případech může dojít i k úmrtí zvířete. Pomocí celkové anestezie (injekčně podaný medetomidin v kombinaci s ketaminem) byli bobři uspávaní do roku 2007 (VOREL et al., 2010b). Oproti tomu námi odchycení jedinci, kterým byla aplikována pouze lokální anestezie, mohli být vypuštěni v místě odchytu neprodleně po zákroku.

4.3.2. Telemetrie

Radiotelemetrie, která se začala využívat zhruba před 50 lety, umožnila sledování volně žijících živočichů v přirozeném prostředí, aniž by byli rušeni lidskou přítomností. Pomocí telemetrie lze na dálku získat informace o fyzické poloze, aktivitě označeného živočicha, teritoriálním chování, využití stanoviště, migračním a disperzním chováním (MILLSPAUGH et MARZLUFF, 2001).

Díky skrytému způsobu života bobra evropského, kdy zvíře tráví den ve své noře a aktivuje teprve s příchodem soumraku, představuje radiotelemetrie nejpřesnější metodu pro zkoumání jeho aktivity. Sledovanému jedinci je připevněna vysílačka, která vysílá jedinečnou frekvenci a pulzní signál. Tento signál je na scanneru přenášen do pípnavého zvuku. Pomocí jeho intenzity je pak možné určit polohu označeného zvířete. K měření byla použita tříprutová anténa typu Yagi a scanneru typu Icom IC-R20 (rozsah 150 KHz - 3305 MHz) a Icom IC-R10 (rozsah 500 KHz-1300 MHz) (viz příloha č. 6).

Samotná radiotelemetrie probíhala od roku 2006 do roku 2013. Měření se odehrávalo každý rok vždy v období od října do března. Celkem bylo sledováno 55 zvířat označených vysílačkou v 6 různých populacích. Všichni sledovaní jedinci obývali vodní prostředí typu liniových toků. Díky fyzické, časové, ale i psychické náročnosti obvykle vyrážel do terénu tým dvou mapovatelů. Po příjezdu na lokalitu bylo zvíře nejprve dohledáno. V místě s nejsilnějším signálem, směřujícím kolmo na středovou linii toku, byl do GPS přístroje zanesen bod, který po promítnutí na středovou linii toku představoval tzv. lokaci. Lokace tedy znázorňuje relativně přesnou polohu označeného zvířete v daný čas. Minimální časový rozestup mezi zaměřením sledovaného jedince byl půl hodiny, kvůli průběžnému monitorování aktivity.

V případě, že se na lokalitě vyskytovalo více označených bobrů, bylo i tak možné zaměřit každého zvlášť díky rozdílným frekvencím vysílačů. Při tomto způsobu telemetrie je vždy nutné volit kompromis mezi přesností dohledání zvířete a rizikem vyplašení.

VOREL et al. (2010b) uvádí příčiny předčasného ukončení telemetrie: ztráta signálu vysílače, úmrtí zvířete, odpadnutí vysílače a vybití baterie ve vysílače. Ztráta signálu může být způsobena několika faktory. Označený bobr měl připevněnou vadnou vysílačku, mohlo se jednat o dispergujícího jedince anebo byl nelegálně odloven. V případě úmrtí nebo ztráty vysílače se aktivuje tzv. mortality detektor (vysílačka nezaznamená aktivitu po dobu 24 hodin), který umožní dohledat uhynulého jedince nebo odpadlý vysílač. Naopak slabý nebo ztrácející se signál vypovídá o konci životnosti baterie ve vysílače.

4.4. Úprava dat pro stanovení délek home-range

K úpravě dat bylo nutné přistoupit především ze dvou důvodů. Prvním bylo, že každé zvíře mělo zaznamenaný rozdílný počet lokací. Druhým, neméně významným důvodem, byl fakt, že díky časové náročnosti nebylo možné celé období telemetrie napříč sezonami v jednotlivých lokalitách pokrýt rovnoměrně. Aby bylo možné s těmito daty pracovat, bylo nutné přistoupit k jednomu náhodnému výběru 40 lokací přes všechny sezony. V programu Microsoft Office Excel jsem u každého jedince přiřadil k jednotlivým lokacím náhodně vygenerované číslo. Podle hodnoty náhodného čísla jsem lokace následně seřadil a vybral prvních 40. Těchto 40 lokací pak představovalo náhodný rozsah pohybu konkrétního jedince (jeho náhodný home-range) po celé sledované období nezávisle na sezoně. I když byly tímto krokem ztraceny lokace u zvířat, která jich měla víc jak 40, byla tato úprava nezbytná především kvůli nevyváženému počtu lokací v různých sezonách.

Velikost home-range jsem stanovil, jako délku břehů včetně tůní a slepých ramen mezi dvěma krajními lokacemi z náhodného výběru 40 lokací.

4.5. Zpracování dat

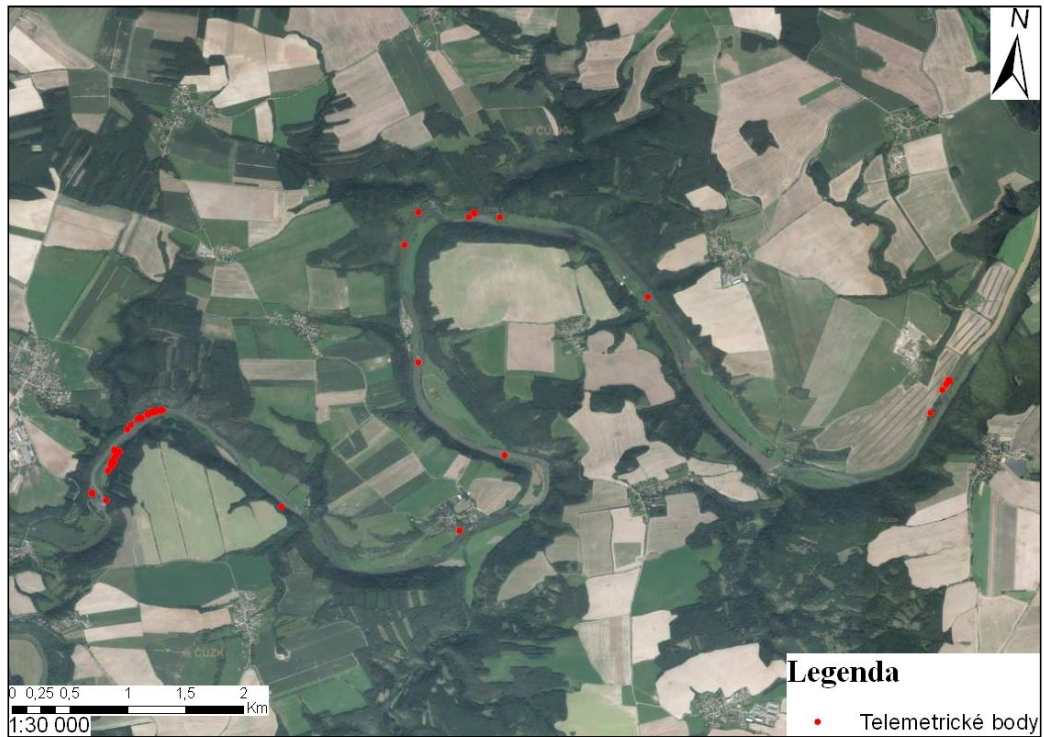
Body získané v terénu jsem nejprve zpracoval v prostředí GIS, dále jsem získané výsledky převedl do programu Microsoft Office Excel, kde jsem data upravil pro následnou statistickou analýzu v programu R.

4.5.1. GPS

Při získávání dat v terénu jsem použil GPS přístroje typu Garmin 60CSx, díky kterým bylo možné zaznamenat jednotlivé lokace. Data z GPS jsem stáhl pomocí programu MapSource (verze 6.13.7, Garmin, USA), Tato data se v GPS přístroji ukládala v souřadnicovém systému WGS84 a proto jsem je převedl pomocí programu Janitor do S-JTSK Krovak East North.

4.5.2. Geografický informační systém

K vykreslení jednotlivých lokací respektive domovských okrsků jsem použil geografický informační systém (GIS) pro získávání, ukládání, vizualizaci a analýzu dat. Konkrétně se jednalo o program ArcView (verze 3.2.) a ArcMap (verze 9.2., ESRI, Inc., USA). Jako podklad jsem využil vektorovou liniovou vrstvu, která představovala středovou linii toku (VÚV Praha, ČR). Linie toků jsem následně rozdělil na půlmetrové úseky. Všechny zaznamenané polohy zvířat jsem poté kolmo promítnul na tuto bodovou vrstvu. Každá lokace tedy získala jedinečné číslo, které znázorňuje jeho polohu na středové linii vzhledem k jejímu počátku. Velikost domovského okrsku je reprezentována délkami pobřežních linií. Informace o délkách okrsků jsem převedl z prostředí GIS do tabulkového editoru prostředí Microsoft Office Excel.



Obrázek 2: Mapa aktivit telemetrovaného jedince (samec Ondra) na řece Berounce.

4.5.3. Statistická analýza dat

Nejprve jsem musel v prostředí Microsoft Office Excel přiřadit k jednotlivým zvířatům údaje, jako je velikost home-range, stáří populace, habitat a lokalita. Dále jsem zjistil průměrné délky domovských okrsků a jejich směrodatné odchylky u jednotlivých kategorií. Pro samotné vyhodnocení dat jsem použil statistický program R, verzi 2.12.0 (R core team, 2010). Nejprve jsem délky home-range otestoval na normalitu dat pomocí Shapiro-Wilcoxonova testu normality. Normální rozdělení dat se nepotvrdilo, tudíž jsem přistoupil k logaritmicke transformaci, což pomohlo splnit podmínky parametrických testů. Dále jsem již pracoval s logaritmovanými daty, která splňovala podmínku Gaussova rozdělení, jak to vyžaduje zvolený model. Pro vzájemné porovnání variability velikostí home-range mezi saturevanými a ranými populacemi jsem použil analýzy variance (ANOVA). Stejnou statistickou analýzu jsem aplikoval i u dvou dílčích otázek, a to při porovnání variability délek domovských okrsků mezi různými typy habitatů a také mezi jednotlivými lokalitami. Pro párové porovnání mezi habitaty i mezi lokalitami jsem použil Dunett-Tukey-Krammer test.

4.6. Disperze

Za disperzi je považován pohyb zvířat, kdy označení jedinci zcela změnili své působiště, nebo se vydali dále než do sousedního teritoria (pohyb víc než 3km a na delší dobu než je jedna noc). Délku disperze jsem měřil jako délku toku mezi „centrem“ původního teritoria (nora, kde se bobr vykytoval nejčastěji během dne) a „centrem“ nového teritoria v případě, že se tam daný jedinec usadil. Pokud se bobr vrátil zpět do původního teritoria, byla disperze měřena jako délka toku od „centra“ teritoria k nejzazšímu bodu.

5. Výsledky

V letech 2006-2013 probíhala v jednotlivých oblastech radiotelemetrie, celkem bylo telemetrováno 55 zvířat ($n_{\text{šluknov}}=3$, $n_{\text{šumava}}=6$, $n_{\text{berounka}}=3$, $n_{\text{j.morava}}=22$, $n_{\text{č.les}}=14$, $n_{\text{labe}}=7$). Z raných populací pocházelo 12 bobrů a ze saturovaných populací 43. Z celkového počtu jsem 21 jedinců zařadil do habitatu podhorských toků, 9 do lužních lesů, 12 do velkých řek a 13 do zemědělské krajiny. Dohromady bylo označeno 24 samic, z toho bylo 11 adultních a 12 subadultních (u jedné samice nebyla věková kategorie přesně určena). Samců bylo celkem 31, z toho 21 adultních a 10 subadultních.

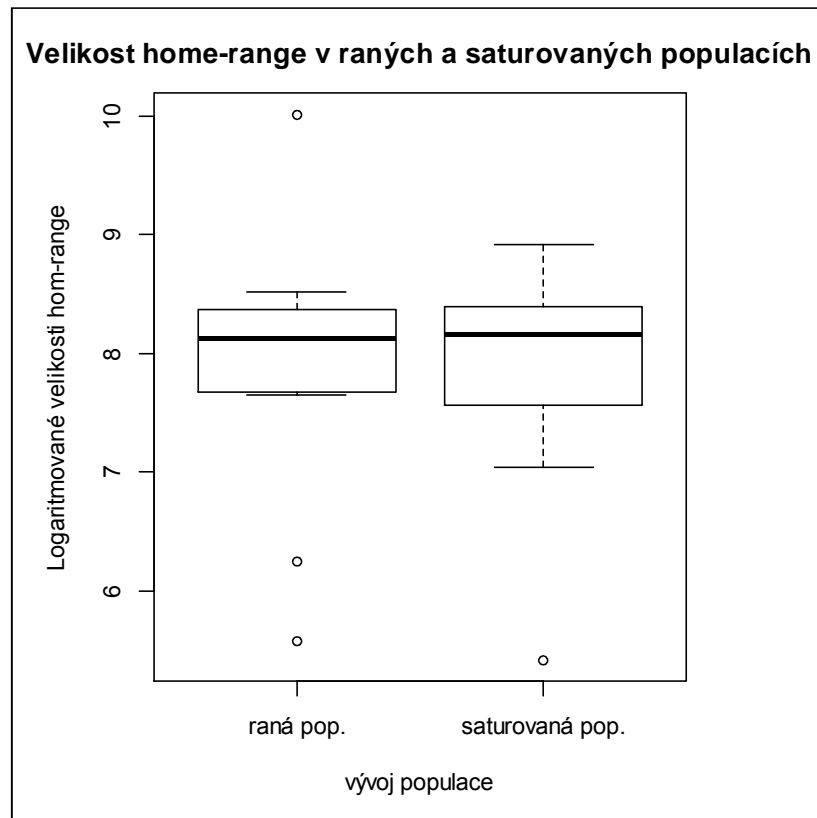
Dohromady bylo u jedinců získáno 5850 lokací z toho 393 denních a 5457 nočních ve všech domovských okrscích. Detailní informace o počtu lokací a délkách domovských okrsků pro jednotlivá zvířata jsou uvedeny v příloze 1 a 2. U čtyř jedinců neumožnil maximální počet lokací vybrat zvolených 40, proto bylo nutné u těchto bobrů použít menší počet lokací, které by reprezentovaly jejich home-range (Anička 31 lok., Míš 34 lok., Míša 33 lok., Gothajka 34 lok.).

5.1. Míra disperze

Z celkového počtu 55 sledovaných bobrů jsem disperzi zaznamenal u 6 jedinců, tedy 10,9 %. Pouze jedno zvíře pocházelo z rané populace (Šumava) – jednalo se o samici Boru (věková kategorie nebyla určena), jež se usadila v novém home-range. Vzdálenost mezi původním a novým domovským okrskem činila 7355 m. Dalších pět zvířat pocházelo z populací saturovaných. Adultní samice Berta z jižní Moravy se také usadila na nové lokalitě, překonala vzdálenost 5143 m. Labská subadultní samice Ema, která se také usadila v novém home-range, se pohybovala na vzdálenost 14613 m. Subadultní samec Cebil z Českého lesa také zůstal na nové lokalitě a urazil vzdálenost 5850 m. Labský subadultní bobr Corgoň, který byl odchycen mimo svůj domovský okrsek, kam se následně vrátil a posléze ho znovu opustil, byl nakonec nalezen přejetý dopravním prostředkem. Nejdlejší vzdálenost, kterou urazil od centra svého domovského okrsku, činila 14613 m. Další subadultní samec Jonáš, původem z jižní Moravy se vrátil zpět do svého home-range, poté co urazil vzdálenost 7355 m.

5.2. Porovnání délek home-range mezi ranými a saturovanými populacemi

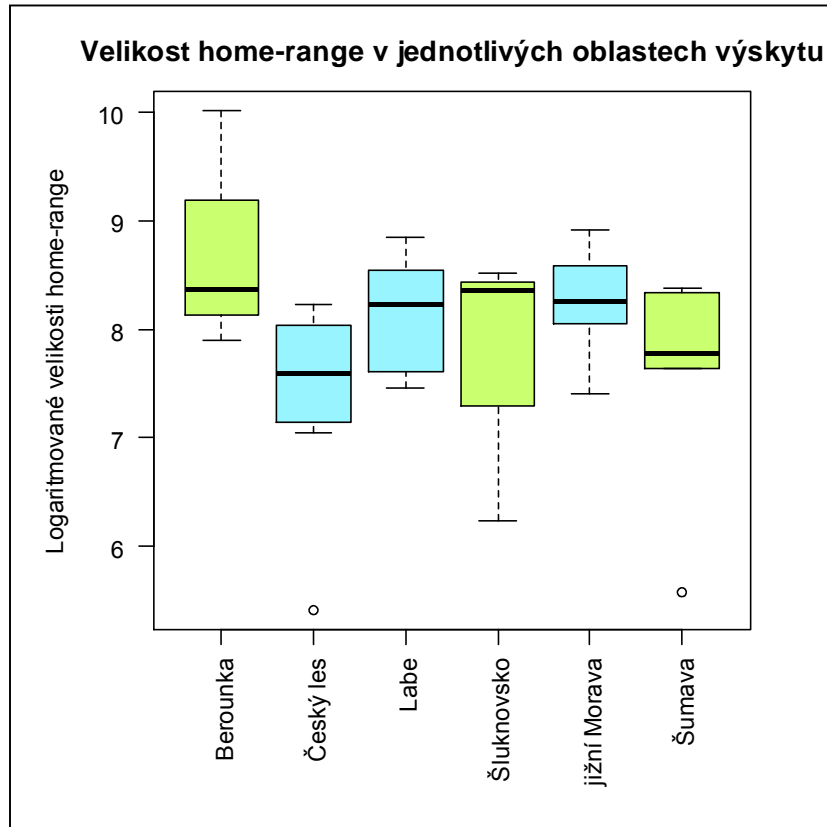
Při porovnání délek home-range mezi pionýrskými a saturovanými populacemi jsem nezjistil žádný signifikantní rozdíl (ANOVA: $F=0.0974$, $p=0.7562$), viz obrázek 3, avšak jedinci v saturovaných populacích měli výrazně větší rozptyl hodnot home-range. Délka domovských okrsků v pionýrských populacích se pohybovala v rozmezí od 264 m do 22197 m (průměr 4545 ± 5521 m), délka home-range v saturovaných populacích se pohybovala od 225 m do 7472 m (průměr 3454 ± 1757 m).



Obrázek 3: Velikosti domovského okrsku v raných a saturovaných populacích

5.3. Porovnání délek home-range mezi jednotlivými oblastmi

Délky domovských okrsků se lišily mezi jednotlivými oblastmi (ANOVA: $F=3.4211$, $p=0.00993$), viz obrázek 4. V Českém lese byla průměrná délka home-range 2142 ± 1069 m, na jižní Moravě 4173 ± 1596 m a na Labi 3819 ± 1862 m. Na Berounce průměrná délka domovského okrsku dosahovala hodnot 9729 ± 8841 m, na Šumavě 3033 ± 1407 m a na Šluknovsku 3250 ± 1964 m. Maximální a minimální délky home-range jsou uvedeny v tabulce 1. Obecně lze říci, že nejdelší domovské okrsky se nacházejí na řece Berounce a nejkratší zase v Českém lese, nicméně statisticky prokázanou odlišnost v délkách home-range mezi jednotlivými oblastmi jsem našel pouze u dvojice jižní Morava, Český les (Dunnett-Tukey-Kramer: $p_{j,m.-c.l.}=0.0239$)



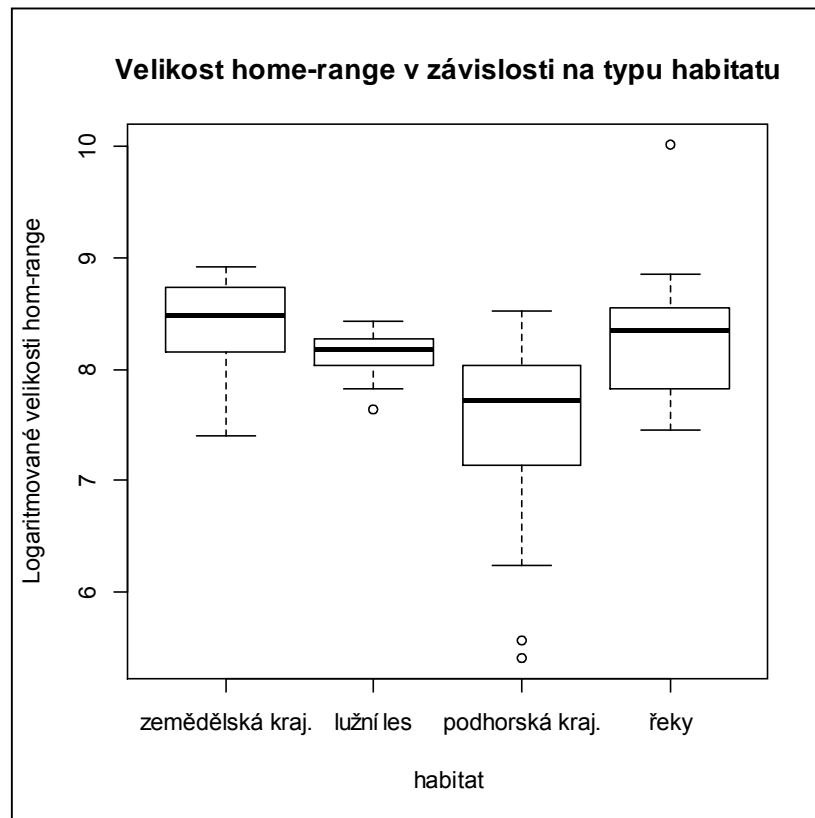
Obrázek 4: Velikosti domovského okrsku v raných (zelená barva) a saturovaných (modrá barva) populacích

Tabulka 1: Maximální a minimální délky domovských okrsků v jednotlivých oblastech

Oblast	Min. délka home-range (m)	Max. délka home-range (m)
Český les	225	3767
jižní Morava	1636	7472
Labe	1725	6943
Berounka	2684	22197
Šumava	264	4331
Šluknovsko	513	5027

5.4. Porovnání délek home-range mezi různými typy habitatů

Nejkratší domovské okrsky se nacházely v drobných podhorských tocích ($n=21$), průměrně činila jejich délka 2230 ± 1287 m. Druhé nejkratší home-range se vyskytovaly v lužních lesích ($n=9$) 3440 ± 772 m. Naopak nejdelší průměrná velikost home-range dosahovala na velkých řekách ($n=12$), a to 5369 ± 5284 m. O trochu kratší byly domovské okrsky v zemědělské krajině ($n=13$) 4681 ± 1808 m. Maximální a minimální délky home-range jsou uvedeny v tabulce 2. Z těchto výsledků jsou patrné rozdíly ve velikostech domovských okrsků. Statistická analýza tuto domněnku také potvrdila, délky home-range se významně lišily mezi různými typy habitatů (ANOVA: $F=6.7163$, $p=0.0007$), viz obrázek 5. Při porovnávání jednotlivých typů habitatů mezi sebou vyšel významný rozdíl mezi zemědělskou krajinou a podhorskými oblastmi (Dunnett-Tukey-Kramer: $p_{zeméděl.-podhor.}=0.0022$) a mezi velkými řekami a podhorskými oblastmi (Dunnett-Tukey-Kramer: $p_{řeky-podhor.}=0.0047$).



Obrázek 5: Velikosti domovského okrsku v jednotlivých typech habitatů

Tabulka 2: Maximální a minimální délky domovských okrsků v jednotlivých habitatech

Habitat	Min. délka home-range (m)	Max. délka home-range (m)
podhorská krajina	225	5027
lužní les	2064	4594
zemědělská krajina	1636	7472
velké řeky	1725	22197

6. Diskuze

6.1. Sběr dat

Na sběru dat v letech 2006 až 2013, která byla použita v této diplomové práci, se podílela velká skupina mapovatelů. Už při terénních pracích v rámci sledování prostorové aktivity bobrů evropských se mohlo vyskytnout několik druhů chyb.

Jsou známé dvě odlišné metody pro zjišťování velikosti a rozsahu domovského okrsku. První možnou variantou je mapování pobytových známek (VOREL et al., 2008a; FUSTEC et al., 2001). Tato metoda je poměrně přesná v raných populacích, ale její přesnost se ztrácí se stoupající denzitou populací, kde bývá někdy velice obtížné odlišit od sebe dva těsně sousedící domovské okrsky. Proto byla i přes finanční a časovou náročnost zvolena přesnější metoda pro zjištění délky home-range, a to pomocí radiotelemetrie. Odchycenému jedinci je připevněna vysílačka a poté je pomocí přijímače a antény zjištěna jeho poloha na směr toku. Avšak i tato metoda má svá negativa. Fungování vysílačky může být ovlivněno podmínkami prostředí, jako jsou klimatické faktory, typy habitatu a terénní nerovnosti. Dohledání telemetrovaného jedince někdy stěžuje také civilizační infrastruktura, jako jsou např. dráty vysokého napětí, které zkreslují radiový signál vysílaný vysílačem. Dalším faktorem zkreslujícím exaktnost jednotlivých lokací je chyba v přesnosti GPS přístroje, ta je ovšem naprosto zanedbatelná ve srovnání s přesností lokalizace vysílačky v terénu. Velice výraznou roli hrají při určování pozice označeného jedince i osobní dovednosti a zkušenosti člena týmu, který radiotelemetrii prováděl. Čím blíže se k označenému zvířeti mapovatel při dohledávání přiblíží, tím přesněji dokáže určit jeho polohu. S tím, ale roste riziko, že zvíře vyplaší svojí aktivitou a výsledná data tak nebudou odpovídat reálnému využívání domovského okrsku. Proto je pro mapovatele velice důležité najít si pomyslnou hranici mezi těmito dvěma parametry, aby výsledné lokace co nejpřesněji kopírovaly realitu. Radiotelemetrie je v současné době považována za jednu z nejlepších metod jak studovat aktivitu skrytě žijících živočichů, avšak vždy záleží na dovednostech lidí, kteří ji vykonávají. Tým lidí, kteří se na sběru dat pro tuto práci podíleli, se skládá ze zkušených mapovatelů a proto se celkově domnívám, že výsledky týkající se prostorové aktivity bobra evropského nebyly těmito chybami nijak výrazně ovlivněny.

6.2. Úprava dat pro stanovení délek home-range

Jelikož je radiotelemetrie časově velice náročná metoda měření, nebylo možné všechny jedince na různých lokalitách pokrýt identickým počtem měření ve stejnou dobu. Obecně se dá říci, že jedinci z raných populací mají méně zaznamenaných lokací oproti jedincům z populací saturovaných. Půlroční interval měření byl pokryt co nejrovnoměrněji na každé lokalitě, avšak i přesto bylo nutné přistoupit k náhodnému výběru 40 lokací. Těchto 40 lokací reprezentuje home-range jednotlivých bobrů, s tím, že každý jedinec má náhodně zastoupeny jiné sezony, ale z obecného pohledu má všech 55 bobrů popsany domovský okrsek v období od podzimu do jara. Tato úprava dat může do jisté míry ovlivnit přesnost vzorku a to především díky omezení počtu lokací, které reprezentují home-range. Na druhou stranu 40 lokací vypovídá o jednotlivých délkách domovských okrsků, a proto předpokládám, že tato úprava neměla nijak zásadní vliv na stanovení rozsahu home-range. Náhodné odchylky ve velikostech domovských okrsků, které vznikly výběrem 40 lokací, byly potlačeny velikostí vzorku.

6.3. Disperze

Disperze se vyskytla v obou typech populací. I když pouze jedno zvíře pocházelo z populace rané a dalších pět z populací saturovaných. Tento rozdíl může být dán převahou sledovaných jedinců v saturovaných populacích ($n=43$), oproti populacím raným ($n=12$). Logicky vzato se budou bobři šířit jak z míst s vysokou denzitou, tak i na lokalitách, které ještě nejsou daným druhem obsazeny, avšak v menší míře jelikož ve volném prostředí, kde nepůsobí vnitropopulační tlak, není tak významný důvod k disperzi. V prvním případě se jedná především o mladé jedince, kteří hledají partnera a nové území, kde by mohli založit vlastní rodinu. Zde se jednalo o čtyři subadultní jedince. U dospělých zvířat (jedna labská samice) se může jednat o jedince, kteří dočasně obývají méně vhodné části toku a čekají, jestli se neuvolní výhodnější obsazené lokality. Tato situace může nastat především na tocích, kde je disperze znemožněna antropogenní barierou, jako je např. Střekovský jez na řece Labi. Ve druhém případě se obvykle také jedná o mladší jedince (jedna samice blíže nespecifikovaného stáří), kteří se šíří neobsazenou krajinou a hledají co možná nejvhodnější místo, k založení vlastního teritoria, potažmo rodiny.

6.4. Rozdíly ve velikostech home-range v raných a saturovaných populacích

Délka teritoria a domovského okrsku bobří rodiny závisí na několika faktorech, zejména na vnitrodruhových vztazích, potravní nabídce, ročním období, charakteru vodního toku, ale také na počtu a vzdálenosti okolních rodin apod. (BURT, 1943; NOVAK, 1987; CAMPBELL et al., 2005).

Navzdory předpokladům se v základu rozsah velikostí home-range jedinců z raných populací příliš nelišil od home-range jedinců z již saturovaných populací. Avšak bobří, kteří pocházeli ze stabilního osídlení, měli patrně větší rozptyl hodnot home-range, protože vzorek zahrnuje velmi odlišné habitaty. Do určité míry jsou tyto výsledky ovlivněny obecně vysokou variabilitou délek domovských okrsků zjištěnou u všech našich populací (např. dlouhé i krátké home-range na Berounce – bez ohledu na stáří populace, naopak značně krátké home-range v Českém lese).

Vycházíme-li z předpokladu, že bobr evropský je svými ekologickými nároky podobný bobru kanadskému, můžeme použít pro porovnání délek domovských okrsků kromě prací zaměřených na bobra evropského i údaje od autorů, kteří se zabývali pouze bobrem kanadským. S autory, kteří uvádějí velikost domovských okrsků v plošných jednotkách, jako jsou např. WHEATLEY (1997) a NOVAK (1987), není možné výsledky srovnávat. V této práci jsem totiž velikosti domovských okrsků vyjádřil jako délku břehové linie. Tuto metodu používá např. také CAMPBELL et al. (2005). Bobří jsou totiž úzce vázaní na vodní prostředí a vzdálenost, na kterou se vydávají po souši je v našich podmínkách zanedbatelná (SVENDSEN, 1980a). Jiní autoři (např. BERGERUD et MILLER, 1977; NOLET et ROSELL, 1994) vyjadřují délku teritorií nebo domovských okrsků také jednorozměrně, ale jako délku linie toku. Pro porovnání s mými výsledky je tedy potřeba jejich údaj vynásobit cca dvěma.

Průměrná délka home-range jedné rodiny v raných populacích v této práci činila 4,55 km. Oproti tomu v saturovaných populacích byla průměrná délka domovského okrsku o trochu kratší, a to 3,45 km. Zahraniční autoři, kteří používají pro vyjádření velikost home-range délku linie toku, jako jsou BERGERUD et MILLER (1977) udávají délku domovských okrsků 0,6 km, NORDSTROM (1972) 0,9 km, BUCKLEY (1950) 0,8 km, NOVAKOWSKI (1965) 2,2 km. DAVIS (1984) in FUSTEC et al. (2001) udává délku domovského okrsku od 3,9 do 5,2 km u bobra kanadského. Tito autoři však

blíže nespecifikují fázi vývoje, ve které se zrovna jimi zkoumané populace nacházely.

Denzita bobrů je limitována jejich teritoriálním chováním (NOLET et ROSELL, 1994). Z toho je patrné, že stav populační hustoty by se měl odrážet ve velikosti obývané plochy. Velikost samotného teritoria zůstává obvykle konstantní. V raných populacích by se dalo předpokládat, že délka domovského okrsku bude větší (s tím se zvýší i nabídka zdrojů), díky absenci vnitrodruhové konkurence. Bobři tak nemusí vynakládat přílišnou energii na hájení kvalitních zdrojů. Nicméně s narůstající denzitou a tedy i silnějším vnitropopulačním tlakem by se měl home-range postupně zmenšovat až na úroveň blízkí se velikosti teritoria (BÖRGER et al., 2008). Z výše uvedených výsledků, ale vyplývá, že délka home-range v populacích s vysokou denzitou, tedy v populacích saturovaných, se nijak výrazně neliší (i když byla v průměru o 1091 m kratší) od populací raných (viz obrázek 3), kde nebylo dané území zcela obsazeno a jednotlivé rodiny přímo nesousedily s ostatními jedinci stejného druhu.

V této práci se zabývám dohromady třemi odlišnými populacemi bobra evropského, které jsou považovány za saturované. V oblasti jižní Moravy dosahuje průměrná délka home-range 4,17 km, v Českém lese je to 2,14 km a na dolním Labi 3,82 km. Průměrné délky domovských okrsků na jižní Moravě a na Labi jsou si relativně podobné oproti Českému lesu, kde jsou tyto hodnoty téměř poloviční. Z habitatů vyskytujících se na jižní Moravě jsou zastoupeny kromě bobrem preferovaných lužních lesů také habitaty zemědělské krajiny, které jsou velice málo úživné. V tomto typu prostředí se obvykle vyskytují i delší domovské okrsky než je tomu v lužních lesích (KORBELOVÁ et al., 2011). Stejně tak velikost home-range na tocích velkých řek jako je Labe bývá obvykle větší. Důvod, který by mohl pomoci vysvětlit tento fakt je, že více jak polovina sledovaných jedinců obývala velice úživné lokality, jako jsou tůně a slepá ramena a do hlavního proudu řeky se vydávala jen zřídka kdy. VOREL et al. (2008b), kteří zkoumali vývoj labské populace, tvrdí, že na tomto území délka teritorií úměrně roste s vyšším zastoupením keřů a stromů. Velikost nejkratších teritorií v Českém lese se dá zdůvodnit jednak tím, že se zde pobřežní vegetace vyskytují více méně ostrůvkovitě a bobr si tak musí najít lokalitu s dostatečným, ale prostorově omezeným množstvím potravy (VOREL et al., 2010b). Dalším faktorem, který může hrát roli, je to, že si bobři na malých horských potocích obvykle staví

hráze, pomocí kterých zvětšují vodní hladinu toku potažmo plochu užívaného území navzdory využívané délce toku. Vzhledem k tomu, že jsem délky břehových linií, které představují domovské okrsky, měřil na základě vrstev toků v programu ArcGIS, mohou být výsledky částečně podhodnoceny.

Ostatní autoři, kteří se zabývali velikostmi domovských okrsků v saturovaných populacích, došli více méně k obdobným hodnotám. BROOKS (1977), který sledoval délky home-range (délka linie toku obývaného bobry) v husté populaci je odhadl na 1,3 km. CAMPBELL et al. (2005), kteří zkoumali velikost teritorií v Norské saturované populaci (Telemark), došli k průměrné délce 4,0 km břehových linií. Z metodiky je patrné, že autoři označují home-range jako teritorium. V České republice se studiem saturovaných populací zabývali např. VOREL et al. (2010b), kteří uvádí průměrné velikosti home-range jako délku linie toku na řece Labi 2,25 km, v Českém lese 1,34 km a na jižní Moravě 1,69 km. Tyto hodnoty však byly odhadnuty na základě monitoringu pobytových známek. Přesnější radiotelemetrickou metodu použili KORBEOVÁ et al. (2011), kteří udávají průměrné délky domovských okrsků (délka linie toku) na Labi 1447 m, v Českém lese 407 m a na jižní Moravě 1498 m.

Další tři populace řešené v této práci jsou z pohledu míry osídlení bobra evropského považovány za rané. Tyto populace se nacházejí na Šumavě, kde průměrná délka home-range dosahuje 3,03 km, ve Šluknovském výběžku, kde tato hodnota činí 3,25 km a na řece Berounce, kde je průměrná délka domovského okrsku 9,73 km. Nachází se zde významný rozdíl ve velikostech home-range mezi berounskou populací a dvěma populacemi na Šumavě a ve Šluknovském výběžku, které jsou si v délkách domovských okrsků velice podobné. Jedním z možných faktorů vysvětlujících rozdílné délky home-range mezi těmito oblastmi může být typ vodního prostředí a s tím související dostupnost potravy. Většina telemetrovaných jedinců na Šumavě a ve Šluknovském výběžku obývala habitat podhorských toků, které jsou z pohledu dostupnosti a množství potravy řazeny mezi velice úživná stanoviště. Oproti podhorským tokům je řeka Berounka, co se týče prostorové dostupnosti potravy řazena mezi lokality ne tak bohaté. Dalším souvisejícím jevem je pro bobra energeticky výhodnější pohyb poblíž břehu mimo hlavní proud. Proto se jedinci obývající velké toky často zdržují pouze u jednoho z břehů. Pohyb za potravou po jedné břehové linii může mít ve výsledku zásadní vliv na délku

domovského okrsku. Oproti tomu v podhorských tocích, které představují hlavní typ biotopu na Šumavě a ve Šluknovském výběžku, nepředstavuje pro bobra žádný problém překonat proud a dostat se na druhý břeh za potravou. Velký vliv na výslednou průměrnou délku domovského okrsku na řece Berounce také mělo neobvyklé chování adultního samce Ondry, který využíval enormně velký home-range (22197 m). Dalším možným faktorem může být také částečné podhodnocení délek domovských okrsků v podhorských tocích v závislosti na ploše, jak už bylo zmíněno v souvislosti s lokalitou Českého lesa.

Studiem raných populací se dosud mnoho autorů nezabývalo. Za ojedinělý výzkum prostorových nároků pionýrských populací lze považovat studii reintrodukovaných jedinců, která simuluje iniciální disperzi a vznik prostorového uspořádání raného osídlení v nekolonizovaném území. NOLET et ROSELL (1994) po čtyři roky postupně vypouštěli bobry na doposud neokupované lokality v oblasti Biesbosch na řekách Rýn a Meuse v Nizozemí. Jedince označené vysílačkou sledovali pomocí telemetrie a hranice jednotlivých teritorií určili na základě četnosti pachových značek. Zjistili, že velikost teritorií (délka linie toku) nově vypuštěných zvířat byla enormně velká (první rok v jarním období v průměru 36,5 km), ale každým rokem se zmenšila zhruba o polovinu. Průměrná velikost zimních teritorií (jejichž velikost zůstávala poměrně konstantní) činila 7,9 km. Pátým rokem studie se průměrná velikost teritoria pohybovala okolo 12,8 km. Jsou zde patrné značné rozdíly v délkách obývaného území. Ty mohou být dány například typem habitatu, kde byly dané studie uskutečněny. Řeka Rýn a Meuse jsou velké Evropské řeky, které se jen obtížně dají porovnávat s malými šumavskými či šluknovskými toky. Oproti tomu s řekou Berounekou už mají víc společných znaků a i délky obývaných úseků toku jsou si podobnější. Dalším možným vysvětlujícím faktorem může být, že tito autoři sledovali spontánní disperzi v neobsazeném území. Stanovili tak spíše rozsah disperze při hledání vhodného habitatu, než velikost stabilního teritoria. Na našem území naopak probíhala disperze a následná kolonizace nových lokalit přirozenou cestou. V neposlední řadě mohl hrát roli také fakt, že velikost home-range na území Beisbosch měla během pěti let sledování stále klesající trend, kdy autoři předpokládali, že se nakonec ustálí na velikosti blízké délce zimního teritoria. V této studii raných populací na území České republiky nebyla známá přesná doba osídlení u většiny telemetrovaných jedinců a také nebyla jednotlivá zvířata sledována několik po sobě jdoucích let. Hlavní roli zde hrála především absence sousedících rodin

a nízká denzita. Určitý vliv také mohl mít odlišný způsob sběru dat. V této práci byla telemetrie prováděna ze břehu toku oproti NOLET et ROSELL (1994), kteří telemetrovali přímo z lodě. U tohoto způsobu sběru dat je vyšší pravděpodobnost vyrušení zvířete, a tedy i následného zkreslení dat. Z českých autorů se o dané problematice zmiňuje VOREL et al. (2008b), kteří dlouhodobě zkoumali labskou populaci od doby prvního výskytu bobrů až do saturované fáze osídlení. Zjistili, že se velikost teritorií s rostoucí denzitou na dané lokalitě neměnila. Délka teritorií se zde lišila pouze na úrovni jednotlivých typů stanovišť, což pravděpodobně souvisí s úživností daného biotopu.

V této studii bylo možné rozlišit dohromady čtyři rozdílné typy habitatů, které byly následně rozděleny do tří kategorií podle úživnosti z pohledu bobra evropského. Do nejméně úživné kategorie spadala pouze zemědělská krajina, kde průměrná délka home-range činila 4,68 km. Do střední kategorie úživnosti se řadily velké řeky, kde byla průměrná délka domovských okrsků 5,37 km. Za nejúživnější habitaty byly považovány lužní lesy, kde délka home-range činila v průměru 3,44 km a podhorské toky kde tyto hodnoty dosahovaly v průměru 2,23 km.

To, že velikosti home-range negativně korelují s množstvím dostupné potravy na dané lokalitě, by v této práci odpovídaly velikosti domovských okrsků v nejúživnějších habitatech, kde jsou délky home-range nejkratší a vzájemně relativně podobné. Tomu ale neodpovídají délky domovských okrsků v zemědělské krajině a na velkých řekách. Daný jev by mohl být vysvětlen odlišným způsobem prostorového využívání obývaného území v závislosti na silnějším proudu velkých toků, viz výše.

Výsledky studií některých zahraničních autorů opravdu potvrzují teorii ekonomicky udržitelného území. Například SEMYONOFF (1951 in NOVAK, 1987) uvádí délku okupovaného území v nejúživnějším habitatu 0,5-0,7 km, na středně úživné lokalitě 1,0 km a na území s nejnižším zastoupením břehových porostů 5-10 km. Neudává ovšem, jestli se jedná o domovské okrsky či teritoria, ani způsob sběru dat. Dalším autorem, jehož výsledky podporují danou teorii je FUSTEC et al. (2001). Ti zkoumali závislost velikosti domovských okrsků na míře pokryvnosti dřevin lužního lesa (*Salix alba*, *Salix nigra*, *Populus nigra*) na řece Loiře. Došli k závěru, že velikost domovského okrsku je závislá na vegetačním pokryvu. Velikost home-range negativně korelovala s množstvím břehového porostu. Nicméně v této rozsáhlé studii

francouzské populace byla použita k určení velikosti domovského okrsku odlišná metoda založená na monitoringu pobytových známek. Pokud by opravdu bobři obsazovali kratší domovské okrsky na úživnějších lokalitách, daly by se výsledky této práce zdůvodnit tím, že v pionýrském osídlení si jedinci vybírají k založení vlastního domovského okrsku co nejúživnější část toku, kde není třeba hájit tak velké území. Ovšem v rozporu s touto teorií jsou výsledky autorů CAMPBELL et al. (2005), kteří použili nejpřesnější možnou metodu určení velikostí teritorií respektive polohu hranic, a to za pomoci radiotelemetrie a mapování pachových značek v nizozemské oblasti Beisboch a v norské oblasti Telemark. Tito autoři nesledovali pouze závislost velikosti teritorií na úživnosti habitatu, ale brali v potaz také kvalitu porostu. Biesboschská populace je stále v růstové fázi, naopak oblast Telemark obývá saturovaná populace. I přes to, že jsou zde rozdíly v populačním vývoji, vykazují obě lokality pozitivní korelaci mezi velikostí teritoria a podílem listnatých stromů.

Velikost obývaného území může sice odrážet nabídku zdrojů, s tím ovšem nesouvisí pouze množství, ale i homogenita zapojení porostu a procento bobrem preferovaných dřevin. Bobra může lákat hájit větší území než by bylo nezbytně nutné, pokud se na daném území vyskytuje homogenně zapojený kvalitní porost. Na takto bohatých lokalitách se bobři chovají potravně selektivněji, preferují pouze určité druhy dřevin (MÜLLER-SCHWARZE et SHULTE 1999). Naopak na tocích, kde se břehové porosty vyskytují mozaikovitě, nemá bobr tendenci hájit zbytečně velké plochy se zónami bez porostu, jelikož by to znamenalo plýtvání energií na obhajobu území, ze kterého nemá přímý užitek.

7. Závěr

Cílem této práce bylo zjistit prostorové nároky pionýrských populací bobra evropského a následně tyto výsledky porovnat s délkami domovských okrsků populací saturovaných. Aby bylo možné určit, jaké faktory mají vliv na daný fenomén, bylo zapotřebí vytyčit dva dílčí cíle. Těmito cíli bylo zjistit, jak se liší velikosti home-range v závislosti na dané lokalitě a typu habitatu. Zatím se touto problematikou v přirozených podmínkách nezabýval žádný český ani zahraniční autor. Dílčím cílem dále bylo stanovit míru disperze.

Toto téma bylo řešeno celkově v šesti vzájemně izolovaných populacích bobra evropského. Rané populace se nacházely na územích Šumavy, Šluknovského výběžku a na řece Berounce. Referenční saturované populace se vyskytovaly na dolním toku řeky Labe, na jižní Moravě a v Českém lese.

Sběr dat o aktivitě jedinců byl prováděn pomocí radiotelemetrie. Tato metoda je považována za velice přesnou, leč fyzicky, časově a finančně poměrně náročnou. Telemetrická měření probíhala vždy od října do března v letech 2006 až 2013. Celkem bylo získáno 5850 lokací z toho 5457 nočních a 393 denních ve všech domovských okrscích. Tato data bylo nutné následně ošetřit pomocí náhodného výběru 40 lokací, kvůli nesouměrnému počtu lokací u jednotlivých bobrů a především kvůli tomu, že období telemetrie napříč sezonami nebylo v jednotlivých lokalitách pokryto rovnoměrně.

Z celkového počtu 55 bobrů byla disperze zaznamenaná pouze u šesti jedinců. Jeden jedinec pocházel z rané populace a zbylých pět bylo z populací raných.

Navzdory předpokladům byly rozdíly ve velikostech domovských okrsků mezi ranými a saturovanými populacemi statisticky neprůkazné. Délka home-range v pionýrských populacích činila v průměru 4545 m, oproti tomu velikost home-range v saturovaných populacích byla 3454 m.

Rozdíly v délkách domovských okrsků byly mezi jednotlivými lokalitami signifikantně průkazné. Obecně se dá říci, že nejkratší průměrné délky home-range se vyskytovaly v Českém lese (2142 m). Nejdelší naopak na řece Berounce (9729 m). Mezi těmito hodnotami, avšak blíže k průměrným délkám home-range v Českém lese, se nacházely populace na Šumavě, kde délka domovského okrsku

dosahovala 3033 m, ve Šluknovském výběžku (3250 m), na Labi (3819 m), na jižní Moravě (4173 m).

Rozdíly v délkách domovských okrsků v závislosti na typu habitatu se také statisticky signifikantně lišily. Nejkratší domovské okrsky se vyskytovaly v drobných podhorských tocích, v průměru měřily 2230 m. Druhé nejkratší se nacházely v lužních lesích, ty dosahovaly délky 3440 m. Oproti tomu, výrazně větší domovské okrsky se vyskytovaly na velkých řekách, kde v průměru dosahovaly délky 5369 m. V zemědělské krajině byly délky home-range kratší, ale stále relativně podobné, činily 4681 m.

Dle stanovené nulové hypotézy, kde se předpokládalo, že se rané populace liší svými délkami home-range od saturovaných, nebylo statisticky prokázáno, že by časoprostorový vývoj populace bobra evropského měl v našich podmínkách významný vliv na velikost domovských okrsků. Dá se tedy předpokládat, že rozdíly v délkách home-range nejsou výrazně ovlivněny saturací daného území. Spíš by se zdálo, že zde svou roli hrají především faktory vnějšího prostředí, jako jsou např. typ habitatu a nabídka zdrojů na dané lokalitě.

8. Seznam použité literatury

- ALEKSIUK, M., 1968: Scent-mound communication, territoriality, and population regulation in beaver (*Castor canadensis* Kuhl). *Journal of Mammalogy* 49: 759-762.
- ANDĚRA, M., HORÁČEK, I., 2005: *Poznáváme naše savce*, 2. doplněné vydání. Sobotáles, Praha, 327 s.
- BAKER, B. W., HILL, P., 2003: Beaver (*Castor canadensis*). *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Conservation* 23: 288-310.
- BARTÁK, V., VOREL, A., ŠÍMOVÁ, P., PUŠ, V., 2013: Spatial spread of Eurasian beavers in river networks: a comparison of range expansion rates. *Journal of Animal Ecology* 82: 587-597.
- BEGON, M., HARPER, J. L., TOWNSEND, C. R., 1997: *Ekologie, jedinci, populace a společenstva*. Univerzita Palackého Olomouc, Olomouc, 949 s.
- BERGERUD, A. T., MILLER, D. R., 1977: Population dynamics of Newfoundland beaver. *Canadian Journal of Zoology* 55: 1480-1492.
- BLOOMQUIST, C. K., NIELSEN, C. K., SHEW, J. J., 2012: Spatial organization of unexploited beavers (*Castor canadensis*) in southern Illinois. *The American Midland Naturalist* 167: 188-197.
- BÖRGER, L., DALZIEL, B. D., FRYXELL, J. M., 2008: Are there general mechanisms of animal home range behavior? *Ecology Letters* 11: 637-650.
- BOVET, J., OERTLI, E. F., 1974: Free-running circadian activity rhythms in free-living beaver (*Castor canadensis*). *Journal of Comparative Physiology* 92: 1-10.
- BRADT, G. W., 1938: A study of beaver colonies in Michigan. *Journal of Mammalogy* 2: 139-162.
- BROOKS, R. P., 1977: Induced sterility of the adult female beaver (*Castor canadensis*) and colony fecundity. M. S. Thesis, University of Massachusetts, Amherst, 90 p.
- BROWN, J. L., 1964: The evolution of diversity in avian territorial systems. *Wilson Bulletin* 76: 160-169.

- BUCKLEY, J. L., 1950: The ecology and economics of the beaver (*Castor canadensis* Kuhl) with a plan for its management on the Huntington Wildlife Forest Station. Ph.D. Thesis, State University, New York, 251 p.
- BUDAYOVÁ, J., 1994: Bobor európsky. Metodické listy č. 4, SAŽP, Banská Bystrica, 34 p.
- BURT, W. H., 1943: Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24: 346-352.
- 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: 597-607.
- CRAWFORD, J., LIU, Z., NELSON, T., NIELSEN, C., BLOOMQUIST, C., 2008: Isolation and characterization of microsatellite loci in the beaver (*Castor canadensis*). *Molecular Ecology Resources* 8: 616-618.
- DEMEK, J., 1987: Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny. Academia, Praha, 584 s.
- DOBOSZYNSKA, T., ZUROWSKI, W., 1983: Reproduction of the European beaver. *Acta Zoologica Fennica* 174: 123-126.
- FUSTEC, J., LODE, T., LE JACQUES, D., CORMIER, J. P., 2001: Colonization, riparian habitat selection and home range size in a reintroduced population of European beavers in the Loire. *Freshwater Biology* 46: 1361-1371.
- HAARBERG, O., ROSELL, F., 2006: Selective foraging on woody plant species by the Eurasian beaver (*Castor fiber*) in Telemark, Norway. *Journal of Zoology*, 270: 201-208.
- HAMŠÍKOVÁ, L., 2005: Prostorová disperze a populační hustota bobra evropského (*Castor fiber* L. 1758) v prostoru soutoku Moravy a Dyje, nepublikováno. Diplomová práce. Dep: Katedra ekologie a životního prostředí, přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc, 59 s.
- HARTMAN, G., 1994: Long-term population development in reintroduced beaver (*Castor fiber*) population in Sweden. *Conservation Biology* 8:713-717.
- HARTMAN, G., 2003: Irruptive population development of European beaver (*Castor fiber*) in Southwest Sweden. *Lutra* 46: 103-108.

- HEIDECHE, D., 1984: Untersuchungen zur Ökologie und Populationsentwicklung des Elbebiebers, (*Castor fiber albus*). Zoologische Jahrbücher. Systematic, Ökologie und Geographic der Tiere 111: 1–41.
- HEIDECHE, D., 1986: Bestandssituation und Schutz von *Castor fiber albus* (Mammalia, Rodentia, Castoridae). Zoologische Abhandlungen 41: 111-119.
- HEIDECHE, D., 1989: Ökologische bewertung von Biber habitaten. Säugetierkundliche Informationen 3: 13-28.
- HERR, J., ROSELL, F., 2004: Use of space and movements patterns in monogamous adult Eurasian beavers (*Castor fiber*). Journal of Zoology 262: 257-264.
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M., 2001: Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 445 s.
- JENKINS, S. H., 1980: A size-distance relation in food selection by beavers. Ecology 61: 740-746.
- KORBELOVÁ, J., VOREL, A., HAMŠÍKOVÁ, L., MALOŇOVÁ L., MALOŇ, J., 2011: Délky domovských okrsků bobra evropského v různých typech krajiny. In: Naše zvěř a myslivost 2011: Telemetrický výzkum zvěře, jeho přínos pro mysliveckou praxi a řešení škod působených zvěří. Sborník příspěvků z konference. Česká lesnická společnost: 51-58.
- KOSTKAN, V., 2000: Ekologická nika bobra evropského (*Castor fiber* L. 1758) v CHKO Litovelské Pomoraví, nepublikováno. Disertační práce. Dep: Katedra ekologie a životního prostředí, přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého Olomouc, 93 s.
- KOSTKAN, V., 2002: Metodika monitoringu bobra evropského (*Castor fiber*) v České republice pro potřeby plnění Směrnice 92/43/EHS o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin. Zpráva pro MŽP ČR, Praha, 11 s.
- KUNCOVÁ, J., ŠUTERA, V., VYSOKÝ, V., 2001: Labe - Příroda dolního českého úseku řeky na konci 20. století. AOS Publishing, Ústí nad Labem, 166 s.
- LINDSTEDT, S. L., MILLER, B. J., BUSKIRK, S. W., 1986: Home range, time, and body size in mammals. Ecology 67: 413-418.

- MACARTHUR, R. A., DYCK, A. P., 1990: Aquatic thertnoregulation of captive and free-ranging beavers (*Castor canadensis*). Canadian Journal of Zoology 68: 2409-2416.
- MCNAB, B. K., 1963: Bioenergetics and the determination of home range size. American Naturalist 97: 133-140.
- MILLSPAUGH, J. J., MARZLUFF, J. M., 2001: Radio tracking and animal populations. Academic Press, San Diego, 474 p.
- MÜLLER-SCHWARZE, D., SHULTE. B. A., 1999: Behavioral and ecological characteristic of a „climax“ population of beaver (*Castor canadensis*). Beaver Protection, Management, and Utilization in Europe and North America. Kluwer Academic/Plenum Publisher, New York, 182 s.
- MÜLLER-SCHWARZE, D., SUN, L., 2003: The beaver: natural history of wetlands engineer. Cornell Univesity Press, Ithaca and London, 190 s.
- NETÍK, J. 2002: Návrat bobra a bobrovnictví. In: Sborník ze semináře ČMJ „Zajíc, králík a myslivecky významní hlodavci“, Třebíč, 4 s.
- NĚMEC, J., HLADNÝ, J., BLAŽEK, V., 2006: Voda v České republice. Consult, Praha, 253 s.
- NITSCHKE, K. A., 1985: Reviermarkierung beim Elbebiber (*Castor fiber albus*). Mitt. Zool. Ges. Braunau 4: 259-273.
- NOBLE, G. K., 1939: The role of dominance in the social life of birds. The Auk 56: 263-273.
- NOLET, A. B., ROSELL, F., 1994: Territoriality and time budgets in beaver during sequential settlement. Canadian Journal of Zoology 72: 1227-1237.
- NOLET, A. B., ROSELL, F., 1998: Comeback of the beaver (*Castor fiber*): An overview of old and new conservation problems. Biological Conservation 83: 165-173.
- NORDSTROM, W., R., 1972: Comparison of trapped and untrapped beaver populations in New Brunswick. M. S. Thesis, University of New Brunswick, Frederickton, 104 p.

- NOVAK, M. 1987: Beaver. Wild Furbearer Management and Conservation in North America. Ontario Ministry of Natural Resources, 34: 285-310.
- NOVAKOWSKI, N. S., 1965: Population dynamics of a beaver population in northern latitudes. Ph.D. Thesis, University of Saskatchewan, Saskatoon, 154 p.
- PIECHOCKI, R., 1977: Ökologische Todesursachenforschung am Elbebiber (*Castor fiber albus*). Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 10: 332-341.
- ROSELL, F., NOLET, A. B., 1997: Factors affecting scent-marking behaviour in Eurasian beaver (*Castor fiber*). Journal of Chemical Ecology 23: 673-689.
- ROSELL, F., BERGAN, F., PARKER, H., 1998: Scent-marking in the Eurasian beaver (*Castor fiber*) as a means of territory defense. Journal of Chemical Ecology 24: 207-219.
- ROSELL, F., SUN, L., 1999: Use of anal gland secretion to distinguish the two beaver species *Castor canadensis* and *C. fiber*. Wildlife Biology 5: 119-123.
- ROSELL, F., SUNDSDAL, L. J., 2001: Odorant source used in Eurasian beaver territory marking. Journal of Chemical Ecology 27: 2471-2491.
- ROSELL, F., BJØRKØYLI, T., 2002: A test of the dear enemy phenomenon in the Euroasian beaver. Animal Behaviour 63: 1073-1078.
- SAVELJEV, A. P., 2001: Rettung des Bibers in Russland: offensichtlicher jagdwirtschaftlicher Erfolg mit zoologischen Problemen nach 70 Jahren. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 26: 309-315.
- SUN, L., MÜLLER-SCHAVARZE, D., SCHULTE, B. A., 2000: Dispersal pattern and effective population size of beaver. Canadian Journal of Zoology 78: 393-398.
- SVEDSEN, G. E., 1980a: Population parameters and colony composition of beaver (*Castor canadensis*) in southeast Ohio. The American Midland Naturalist 104: 47-56.
- SVENDSEN, G. E., 1980b: Seasonal change in feeding patterns of beaver in southeastern Ohio. Journal of Wildlife Management 44: 285-290.
- TOLASZ, R., 2007: Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav - Univerzita Palackého v Olomouci, Praha a Olomouc, 256 s.

- VÁVRA, T., 1997: Bobr evropský (*Castor fiber*) na území CHKO Litovelské Pomoraví, nepublikováno. Diplomová práce. Dep: Katedra ekologie a životního prostředí, přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc, 58 s.
- VLACHOVÁ, B., 2001: Potrava bobra evropského (*Castor fiber* L.) a vegetační charakteristika lokalit s jeho výskytem na Labi a Kateřinském potoce, nepublikováno. Diplomová práce. Dep: Katedra ekologie FLE ČZU v Praze, 62 s.
- VLASÁK, P., 1986: Ekologie savců. Academia, Praha, 292 s.
- VOREL, A., 2001: Bobr evropský (*Castor fiber*) na Labi a Kateřinském potoce, nepublikováno. Diplomová práce. Dep: Katedra ekologie FLE ČZU v Praze, 74 s.
- VOREL, A., MALOŇ, J., HAMŠÍKOVÁ, L., VÁLKOVÁ, L., KORBELOVÁ, J., KORBEL, J., 2008a: Monitoring populací bobra evropského v ČR pro rok 2008. AOPK, 51 s.
- VOREL, A., KORBELOVÁ, J., HAMŠÍKOVÁ, L., VÁLKOVÁ, L., MALOŇ, J., 2008b: Závěrečná zpráva projektu VaV MŽP SP/2D4/52/07, Analýza parametrů predikce šíření a model disperze bobra evropského v ekosystémech střední Evropy 2007-2010. Závěrečná zpráva projekt, 85 s.
- VOREL, A., BARTÁK, V., MUNCLINGER, P., KORBELOVÁ, J., HAMŠÍKOVÁ, L., VÁLKOVÁ, L., MALOŇ, J., 2009: Závěrečná zpráva projektu VaV MŽP SP/2D4/52/07 za rok 2009, 98 s.
- VOREL, A., HAMŠÍKOVÁ, L., KORBELOVÁ, J., MALOŇOVÁ, L., MALOŇ, J., 2010a: Monitoring populací bobra evropského v ČR pro rok 2010. AOPK, 42 s.
- VOREL, A., KORBELOVÁ, J., BARTÁK, V., HAMŠÍKOVÁ, L., MUNCLINGER, P., MALOŇOVÁ, L., MALOŇ, J. 2010b: Analýza parametrů predikce šíření a model disperze bobra evropského v ekosystémech střední Evropy 2007-2010 - Fakulta životního prostředí, ČZU Praha, Společnost Castor a AOPK ČR, Praha, 110 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.

- WHEATLEY, M., 1997: Beaver, *Castor canadensis*, home range size and patterns of use in the taiga of southeastern Manitoba: I. Seasonal variation. Canadian Field-Naturalist 111: 204-210.
- WILSSON, L., 1971: Observations and experiments on the ethology of the European beaver (*Castor fiber* L.). Viltrevy 8: 115-266.
- ZAHRADNICKÝ, J., MACKOVIČ, P., 2004: Chráněná území ČR, svazek XI, Plzeňsko a Karlovarsko, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha, 585 s.
- ZAJÍČEK, R., VLAŠÍN, M., 1992: Návrat bobrů. Ekocentrum Brno, 26 s.
- ZEJDA, J., ZAPLETAL, M., PIKULA, J., OBDRŽÁLKOVÁ, D., HEROLDOVÁ, M., HUBÁLEK, Z., 2002. Hlodavci v zemědělské a lesnické praxi. Agrospoj, Praha, 284 s.

9. Přílohy

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1: Délky home-range, habitat, oblast a vývoj populace u jednotlivých zvířat
- Příloha č. 2: Počty denních a nočních lokací v jednotlivých měsících u jednotlivých zvířat
- Příloha č. 3: Bobr v pasti typu Hancock
- Příloha č. 4: Aplikace lokální anestezie v místě budoucího upevnění vysílačky
- Příloha č. 5: Vysílačka typu Advanced Telemetry Systems připevněná na ocas
- Příloha č. 6: Telemetrie na řece Labi