

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



Dlouhodobý vývoj bobra evropského na Labi

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Aleš Vorel, Ph.D.

Autor bakalářské práce: Adéla Hrdličková

Praha 2012

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Hrdličková Adéla

Aplikovaná ekologie

Název práce

Dlouhodobý vývoj bobra evropského na Labi

Anglický název

Long term population development of Eurasian beaver at the Labe River

Cíle práce

V současnosti existují na KE FŽP kvalitní a dlouhé řady sledování vývoje některých populací bobra evropského v ČR. Je proto možné začít vývojové trendy hodnotit a důkladně analyzovat. Základní populační jednotkou osídlení bobrů je teritorium, resp. jeho centrum. Oba pojmy lze více či méně dobře měřit; ve větším (populačním) měřítku vypovídají o využití daného území - definují saturační kapacitu.

Nicméně neexistuje v zahr. literatuře příliš velký konsensus jak definovat teritorium a jak jej měřit. Již větší shoda panuje na definici osídlení bobrů (sociálně žijící jednotka bobrů) pomocí centra osídlení/teritoria. Následná jednoduchá metrika v hodnocení vývoje populací může znít: v čase se měnící vzdálenost mezi centry teritorií. Tudiž bude vyhodnocen dlouhodobý trend v populaci doložený na změně prostorových nároků bobrů v labské populaci.

Metodika

Cílem práce bude:

1. literární rešerše měření teritoriálních požadavků bobrů
 - jak autoři teritoria měří
 - jak se měří jejich vývoj/změna
2. rekonstrukce demografického vývoje populace
3. změna prostorového uspořádání v čase
 - časový průběh vzdálenosti mezi centry teritorií

Harmonogram zpracování

termín odevzdání duben/2012

Rozsah textové části

40

Klíčová slova

populační trendy, časový vývoj, prostorové uspořádání, bobr

Doporučené zdroje informací

Balodis, M. (1994). Beaver population of Latvia: History, development and Management. proceedings of the latvian academy of sciences, 564/565(7/8), 122-127.; Bradt, G. W. (1938). A study of beaver colonies in Michigan. Journal of Mammalogy, 19(2), 139-162.; Breck, S. W., Wilson, K. R., & Andersen, D. C. (2001). The demographic response of bank-dwelling beavers to flow regulation: a comparison on the Green and Yampa rivers. Canadian Journal of Zoology, 79(11), 1957-1964.; Burt, W. H. (1943). Territoriality and home range concepts as applied to mammals. Journal of mammalogy, 24 (3), 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(6), 597-607.; Fustec, J., Cormier, J. P., & Lode, T. (2003). Beaver lodge location on the upstream Loire River. Comptes Rendus Biologies, 326, 192-199.; Fustec, J., Lode, T., Le Jacques, D., Cormier, J. P., & Cedex, A. (2001). Colonization, riparian habitat selection and home range size in a reintroduced population of European beavers in the Loire. Freshwater Biology, 46(10), 1361-1371.; Gurnell, J., Gurnell, A. M., Demeritt, D., Lurz, P. W. W., Shirley, M. D. F., Rushton, S. P., Faulkes, C. G., et al. (2009). The feasibility and acceptability of reintroducing the European beaver to England. Life Sciences (p. 106).; Heidecke, D. (1991). Zum Status des Elbebibers sowie etho-ökologische Aspekte. Seevögel, 12(1), 33-38.; Heidecke, D., & Schumacher, A. (1997). Population Development of the Beaver (Castor fiber albus) in Sachsen-Anhalt, Germany. 1. European beaver symposium (p. 12). Bratislava.; John, F., & Kostkan, V. (2009). Compositional analysis and GPS/GIS for study of habitat selection by the European beaver, Castor fiber in the middle reaches of the Morava River. Folia Zool, 58(1), 76-86.; King, S. (1998). Beaver lodge distributions and damage assessments in a forested wetland ecosystem in the southern United States. Forest Ecology and Management, 108(1-2), 1-7.; Kostkan, V., & Lehký, J. (1997). The Litovelske Pomoravi Floodplain Forest as a Habitat for the Reintroduction of European Beaver Into the Czech Republic. Global Ecology and Biogeography Letters, 6, 307-310.; Nolet, B. A., & Rosell, F. (1994). Territoriality and time budgets in beavers during sequential settlement. Canadian Journal of Zoology.; Novak, M. (1977). Determining the average size and composition of beaver families. Journal of Wildlife Management, 41(4), 751-754.; Novak, M. (1987). Beaver. Fur Beaver Management and Conservation in Northern America, (25), 284-310. Ministry of Nat. Res., Ontario.; Payne, N. F. (1982). Colony Size, Age, and Sex Structure of Newfoundland Beaver. Journal of Wildlife Management, 46(3), 655.

Vedoucí práce

Vorel Aleš, Ing., Ph.D.

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 21.2.2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Aleše Vorla. Dále prohlašuji, že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze, dne 27.4. 2012

.....

Adéla Hrdličková

Poděkování:

Děkuji Aleši Vorlovi, vedoucímu této práce, za uvedení do dané problematiky, za poskytnutí studijní literatury, za jeho odbornou a praktickou pomoc.

Dále bych chtěla poděkovat všem lidem, kteří se podíleli na monitorování bobrů. Díky jejich úsilí, jsem měla k dispozici dlouhou řadu kvalitních dat.

Velké poděkování patří všem členům mé rodiny, kteří mi byli nápomocni při psaní bakalářské práce.

Jméno: Adéla Hrdličková

Název práce: Dlouhodobý vývoj bobra evropského na Labi

Abstrakt:

Bakalářská práce je zaměřena na zkoumání populačních trendů bobra evropského (*Castor fiber*) při osidlování Labe v úseku od zdymadla Střekov až ke státním hranicím se Spolkovou republikou Německo. Pro správné zhodnocení dat je třeba znát základní ekologické nároky. Cílem práce je také definovat rozdíly v pojmu teritorium u různých autorů, zabývajících se touto problematikou.

Zpracovávaná data byla od roku 1992-2011. Většina dat pochází z dřívějších monitoringů, které byly prováděny členy KE FŽP a dobrovolníky. Posledního monitoringu v roce 2011 jsem se zúčastnila i já. Sběr dat probíhal v zimních měsících. Okolí řeky Labe bylo monitorováno ze člunů a pěší chůzí. Do GPS se zaznamenávala lokace pobytových známek a do formulářů jejich druh. V programu GIS se za pomoci Kernel Home Range vytvořila centra teritorií. Vzdálenosti mezi centry byly vypočítány pro každý rok a navzájem porovnány.

Výsledný populační trend byl vypočten z dat mezi roky 1995-2011. V té době probíhal řádný monitoring. Z trendu je patrné, že se populace již ustálila. Data z předchozích let nejsou spolehlivá, proto nemůžeme určit celý průběh osidlování.

Klíčová slova: populační trend, teritorium, Labe

Name: Adéla Hrdličková

Title of thesis: Long term population development of Eurasian beaver at the Labe River

Abstract

In this bachelor thesis is observed population development of beaver (*Castor fiber*) during reintroducing Labe River in section from Střekov to national borders with Federal Republic of Germany. The research started at 1995 and the last data comes form 2011. We have to know the ecological need of beaver, when we wanted well evaluate this data). The next aim of the thesis is to determine the meaning of word territory which each of various authors describe in different ways.)

The most of data came from earlier researches. Members of Czech university of Life Science and volunteers have made these researches. I have participated in monitoring last year. It was in winter. We observed the banks of Labe by feet or using boats. We used GPS to locate residential signs and the form to describe the type. The data were transferred to programme GIS. The centre of territory was found by program Kernel Home Range. I compared distances of centres annual.

Final population development was determined from dating back to 2000-2011, because there was regular monitoring in this period. When we look over development, we can recognise the population became stable. The data in 1995-1999 is not regular, so we cannot describe whole process of development.

Key words: population development, territory, Labe

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Cíl práce.....	11
3. Literární rešerše.....	12
3.1. Charakteristika druhu bobr evropský (Castor fiber).....	12
3.1.1. Morfologie.....	12
3.1.2. Ekologické nároky.....	12
3.1.3. Historie.....	13
3.2. Populační charakteristika.....	14
3.2.1. Abundance.....	14
3.2.2. Denzita.....	15
3.2.3. Disperze a migrace.....	16
3.2.4. Růst populace a nosná kapacita prostředí.....	16
3.2.5. Teritoria.....	17
3.2.6. Velikost teritoria.....	17
3.2.7. Vývoj populace během reintrodukce.....	18
3.2.8. Způsob měření teritorií.....	19
3.2.9. Populační trendy.....	21
3.3. Charakteristika území.....	22
3.3.2. Hydrologie.....	22
3.3.1. Fauna.....	23
3.3.3. Ochrana.....	23
4. Metodika.....	23
4.1. Získaná data.....	23
4.2. Sběr dat.....	24
4.3. Pobytové známky.....	24
4.3.1. Potravní.....	24

4.3.2. Stavební	25
4.3.3. Teritoriální.....	25
4.4. Zpracování dat	26
4.5. Vizualizace dat	27
5. Výsledky	29
6. Diskuze.....	33
7. Závěr	34
8. Přehled literatury a použitých zdrojů	35
9. Přílohy	38

1. Úvod

Bobr evropský (*Castor fiber*) byl před 200 lety rozšířen po celé Evropě. V průběhu 18. století byl na většině území vyhuben. Z České republiky vymizeli bobři úplně. V současné době se zase bobři vrací na původní lokality. Některé populace se navrací přirozeně, některé díky reintrodukčním programům.

Návrat bobrů na původní lokality je pečlivě sledován. Existují obavy o průběhu osidlování. Někteří autoři vědeckých prací se obávají přemnožení bobrů, které by vedlo k následnému vyčerpání zdrojů a úhynu zvířat.

Ale zatím se zdá, že díky teritoriálnímu chování bobrů, k takovému jevu v České republice nedochází. Proto je důležité sledovat populační vývoj ve všech lokalitách, kde se bobři vyskytují. Jako nástroj na vyjádření populační hustoty a populačního trendu slouží teritorium. Zahraniční autoři nejsou jednotní v měření teritorií.

Na Labi se objevili první bobři v roce 1992. Od té doby se ve zdejší krajině úspěšně zabydlují. Od zimy 1999-2000 zde probíhá pravidelný monitoring, na jehož základě se dá vyhodnotit populační trend labské populace.

2. Cíl práce

V současnosti existují na KE FŽP kvalitní a dlouhodobé řady sledování vývoje některých populací bobra evropského v ČR. Je proto možné začít vývojové trendy hodnotit a důkladně analyzovat. Základní populační jednotkou osídlení bobrů je teritorium, respektive jeho centrum. Oba pojmy lze více méně dobře vyměřit; ve větším (populačním) měřítku vypovídají o využití daného území – definují saturační kapacitu.

Nicméně neexistuje v zahraniční literatuře příliš velký konsensus jak definovat teritorium a jak jej měřit. Již větší shoda panuje na definici osídlení bobrů (sociálně žijící jednotka bobrů) pomocí centra osídlení/teritoria. Následná jednoduchá metrika v hodnocení vývoje populací může znít: v čase se měnící vzdálenost mezi centry teritorií. Tudíž bude vyhodnocen dlouhodobý trend v populaci doložený na změně prostorového uspořádání bobrů v labské populaci.

Dílčí cíle:

1. literární rešerše
 - jak autoři teritoria měří
 - jak se měří jejich vývoj/změna
2. rekonstrukce demografického vývoje populace
3. změna prostorového uspořádání v čase
 - časový průběh vzdálenosti mezi centry teritorií

V předkládané bakalářské práci si dovoluji srovnávat jednotlivé charakteristiky z výzkumu jak bobra evropského, tak bobra kanadského, přičemž vycházím z jejich prakticky totožných životních projevů, potravního spektra, pobytových znaků a prostředí (Kostkan, 2000).

3. Literární rešerše

3.1. Charakteristika druhu bobr evropský (*Castor fiber*)

3.1.1. Morfologie

Bobr evropský (*Castor fiber*) je největší evropský hlodavec a po kapybaře druhý největší hlodavec na světě. Váží 17-30 kg, jeho tělo měří 75-102 cm a ocas 25-34 cm. Živí se výhradně rostlinnou stravou. Během léta převažuje konzumace bylin. Během zimy jsou hlavní potravou větve a kůra stromů.

Jedná se o statného hlodavce, který je velmi dobře přizpůsoben životu ve vodě. Typický zploštělý a lysý ocas používá k plavání, jako kormidlo i ke zvukovým signálům (plácnutím do vody). Hustá srst s vysokým počtem podsadových chlupů v kombinaci s promazáváním výměškou z řitních žláz nepropouští vodu. Při potopení vydrží bobr bez nadechnutí až 15 minut. Jeho lebka se od lebek ostatních hlodavců odlišuje mohutnými hlodáky, které mají sytě oranžovou barvu (Anděra et Horáček, 2005).

Délka života je 7-8 let, ale v zajetí se dožívá až 35 let. Rozmnožuje se 1 krát do roka. Většinou se narodí 3-5 mláďat. V české republice nemá přirozené nepřátele (někteří jedinci uhynou v důsledku střetu s autem) (Anděra et Horáček, 2005).

3.1.2. Ekologické nároky

Bobr je silně vázán na vodní prostředí, kterému se dokonale přizpůsobil. Osidluje především široké nivy na středních a dolních tocích větších řek. Dále osidluje i umělé říční kanály a stojaté vodní nádrže. Od vody se běžně vzdaluje na 5 m, ale v určitých případech i 20 m (Anděra et Horáček, 2005). Místa pro doupě si vybírá v závislosti na hloubce vody a druhu břehu (Fustec et al., 2003).

Je aktivní především v noci. Podléhá určité sezonnosti v chování, ale během zimy nehybernuje.

Žije v rodinách, které se skládají z 5-6 členů. Délka jeho teritoria bývá 0,5-2,5 km. Je výlučný býložravec. Podle ročního období se živí bylinami i kulturními plodinami (např. kukuřice, vojtěška, řepka), listím, větvičkami či kůrou stromů. Preferuje mladší stromy, ale dokáže skácet i stromy staré o obvodu kmene 70 cm. Nahlodané stromy jsou snadno identifikovatelné díky kuželovitému tvaru kousání. Pokácené dřevo okouše a jeho zbytky používá na stavbu přehrad a bobřích hradů. Na březích řek hloubí nory. Je to jeden z mála živočichů, kteří podstatně mění krajinný ráz (stavbou přehrad a změnou struktury břehového porostu). Existuje několik druhů stop, díky kterým poznáme, že se v krajině nachází. Nejvíce viditelné jsou okusy a pokácené stromy (především v zimě), otisky nohou a ocasu. Dalšími známkami o pobytu jsou skluzky do vody a chodníky od vody za potravou (Anděra et Horáček, 2005).

Bobři se stávají pohlavně zralými ve 2-3 letech v této době odcházejí hledat vlastní teritoria, aby nedocházelo k agresivním interakcím s rodičovským párem. Bobři jsou monogamní (Wilson, 1971).

Bobr je velmi přizpůsobivý, dokáže žít i na urbanizovaných územích. Dokonce i v předměstských částech řek (Haley et Rosell, 2002).

3.1.3. Historie

Bobři byli loveni jako zdroj kvalitní kožešiny, masa a výměšku pachové žlázy (tzv. castoreum), které se používalo na při výrobě parfémů. Během 18. století z většiny míst střední Evropy vymizeli úplně. Původní populace se zachovaly na ústí Rhôny, na středním Labi v SRN, v jižním Norsku, Bělorusku a v části Ruska (Anděra et Horáček 2005). Během úplných 30-ti letech byla realizována řada reintrodukčních programů za účelem navrátit bobry zpět na území.

Většina Evropské reintrodukované populace je směsicí čtyř poddruhů. *C. fiber albicus* na Labi, *C.f. galliae* na Rhoně, *C.f. belarusicus* především v Polsku, *C.f. fiber* v Belgii. Většina evropských populací se během dlouhodobé historie dostala do genetického kontaktu. Křížení jedinců (imbreeding) se nejeví jako problém (Halley et Rosell, 2002).

Labští bobři pocházejí z původní populace, která se zachovala ve Spolkové republice Německo (v roce 1950 se zde nacházelo 200 zvířat). První bobr, který se do české republiky vrátil (po vyhubení tohoto druhu na území ČR) byl spatřen na řece Labi a byl zabit na řece Kamenici v roce 1967 nebo 1968. Od roku 1992 se začali objevovat jedinci a od roku 1995 se dá hovořit o začátku vývoje populace, která se posléze stabilizovala (Kostkan, 1999).

3.2. Populační charakteristika

3.2.1. Abundance

Populační velikost neboli abundance vyjadřuje počet jedinců.

Existují tři způsoby vyjádření abundance:

1. Populační velikost je dána počtem jedinců. Pokud se jedná o počítání jedinců v geograficky ohraničených oblastech, tak se sčítání nazývá census. V případech, kde populace není geograficky ohraničena, můžeme velikost populace stanovit nahodilým vzorkováním jedinců. Hranice území jsou určeny dle rozumného uvážení (podle rozmístění populace). U vodních organismů může být vztaznou jednotkou jednotka délky. Velikost populace se dá zjistit i bez přesné znalosti velikosti území. Potřebujeme znát detekční pravděpodobnost. To znamená, s jakou pravděpodobností p se jedinec z populace N , vyskytne ve vzorku C . Nejrozšířenější je metoda zpětného odchytu.
2. Absolutní populační hustota neboli denzita se vypočítá jako počet všech jedinců na danou plochu. V některých případech je technicky nemožné nebo příliš nákladné jí přesně změřit.
3. Relativní populační hustotu používáme, když nepotřebujeme znát přesnou denzitu, ale hlavně její změnu. Využívá se zde populačních indexů, které korelují s absolutní hustotou (abundancí). Indexy umožňují poměřovat velikosti populací v prostoru i čase.

Indexy mohou být založeny na počtu jedinců (za čas, na prostorovou jednotku), počtu pobytových znaků (trus, nory, ...) nebo úlovku na standardizovanou jednotku (Tkadlec, 2008).

Odhad velikosti populace neboli relativní velikost populace se stanoví pomocí populačních indexů v našem v případě založeného na počtu pobytových znaků; takovýto index je zkreslován díky svému nelineárnímu vztahu k absolutní hustotě.

Nelineární jsou takové indexy, které mají binární distribuci. Tzn., že jsou založené na zkoumání přítomnosti/nepřítomnosti určitého jedince/znaku (okus, trus, stopa). Ke ztrátě přesnosti odhadu dochází kvůli binomické povaze indexu.

Vzorky nám nedají nikdy přesnou hodnotu populace; čím menší populace je, tím větší je i vzorkovací chyba (Tkadlec, 2008).

3.2.2. Denzita

Hustota populace neboli denzita je vyjádření počtu jedinců na jednotku plochy nebo na jednotku délky. Růst populace je negativně závislý na její hustotě. V důsledku většího počtu jedinců na jednotku plochy dochází ke snížení potravních zdrojů a tím klesá i natalita. Další důsledek je klesání počtu vhodných lokalit k usídlení a stoupá mortalita. Existuje řada interakcí mezi organismy (intraspecifická kompetice o limitované zdroje), která ovlivňuje změnu míry natality a mortality (Tkadlec, 2008).

Jedním ze způsobů vyjádření denzity u populací bobrů je počet bobrů na kilometr toku (Baker et Hill, 1998).

3.2.3. Disperze a migrace

Disperze neboli rozmístění či rozptyl znamená vzdalování se jedinců od jiných. Mladí jedinci unikají z bezprostřední blízkosti svých rodičů a susedů, aby nedocházelo k jejich vzájemné konkurenci a agresím a následnému stresu (Begon et al., 1997).

Účinek stresu se projevuje snížením genetického přínosu jedince pro další generaci. Jedinec má menší příjem potravy, tím se zpomaluje jeho růst a snižuje se schopnost reprodukce. Dále se zvyšuje pravděpodobnost podlehnutí okolním podmínkám.

Každý jedinec má tendence se vyhýbat druhému. Tento jev se nazývá rovnoměrné rozmístění. Jsou-li jedinci příliš blízko sebe hynou (Begon et al., 1997).

Hlavní mechanismus disperze bobrů je odchod pohlavně zralých jedinců (dvouletých) od rodičů, kteří se vydávají hledat nového území, kde se usadí. Směr disperze může být jak po směru, tak proti směru proudu řeky (Baker et Hill, 2003).

3.2.4. Růst populace a nosná kapacita prostředí

Růst populace je nepřímo úměrný její hustotě. V důsledku většího počtu jedinců na jednotku plochy dochází ke snížení potravních zdrojů a tím klesá i natalita. Další důsledek vyššího počtu jedinců, je klesání počtu vhodných lokalit k usídlení. Tím jsou živočichové více stresováni a stoupá mortalita. Existuje řada interakcí mezi organizmy (intraspecifická kompetice o limitované zdroje), která ovlivňuje změnu míry natality a mortality (Tkadlec, 2008).

Nosná kapacita prostředí (K) se v populaci pozná tak, že se vyrovná míra natality a mortality. Určitá velikost populace, kterou je prostředí schopno „unést“ tzn. vytvořit dostatečné množství potravních zdrojů pro danou populaci po neomezenou dobu. Při hustotách populace vyšších než K , dochází ke zvýšení mortality. Dá se říci, že při vychýlení z K má populace tendenci se do rovnovážného stavu vracet, díky tomuto se nosné kapacitě prostředí říká též bodový atraktor (Tkadlec, 2008).

Díky silnému teritoriálnímu chování, se může populační růst stabilizovat dříve, než dojde k vyčerpání zdrojů potravy (Fustec et al. ,2001). Schopnost reprodukce je závislá na denzitě. Na území s vysokou denzitou nebo s chudým prostředím na potravinové zdroje se méně mláďat dožije dospělého věku (Payne, 1989).

3.2.5. Teritoria

Bobři jsou teritoriální živočichové. Jejich způsob ochrany území popisují autoři kolem poloviny 20. století. Například Aleksiuk (1968) popisuje, jak bobr značí své území pomocí pachových značek. Přiznává možnost, že se jedná o vnitrodruhovou komunikaci, která může mít i samoregulační účinek. Bobr si tím zajišťuje dostatečné množství potravy, které je pro něj limitujícím faktorem. Chrání své území, aby si zajistil přístup ke kriticky limitovaným zdrojům (Campbell et al., 2005).

Dalším důležitým faktem je počet členů, kteří obývají chráněné území. Brandt (1938) se ve svém výzkumu zabýval otázkou, kolik je průměrný počet bobrů v jedné kolonii. Došel k závěru, že počet jedinců na jednom hájeném území je poměrně stabilní. Statisticky mu vyšel počet členů v jedné rodině 5,1.

. Podle intenzity využívání území rozlišujeme:

1. domovský okrsek (home range)

Jedná se o neutrální území, které obklopuje domov živočicha a kam běžně chodí za potravou. Může dokonce docházet k překryvům domovských okrsků (Burt, 1943). Jedná se o nejširší využívané území, kde se našly známky pobytu bobrů.

2. teritorium

Teritorium je jakékoliv chráněné území (Noble in Burt, 1943). Burt (1943) o něm říká, že je to chráněná část home range. Na jeho okrajích se nachází pachové značky (scent mark).

3. core area

Core area se nachází v centru teritoria . Toto území je nejvíce využíváno bobry (Wheatley M., 1997). Zde se především nacházejí nory a zásobárny.

Bobr je silně teritoriální. Když se dostane na hranici teritoria jiné rodiny, buď rychle proplave jejich teritorium, nebo jde podél hranice. Díky tomuto silnému respektování hlídaného území nedochází ke zjevné agresi příliš často (Rosel et Nolet, 1994).

3.2.6. Velikost teritoria

Velikost teritoria závisí na poměru nákladů na ochranu území a výhod zdrojů potravy. Ekonomické chráněné území je takové, ve kterém je poměr nákladů a výhod maximalizován (Rosel et al., 1998). Rodina se skládá z monogamního páru dospělců s mláďaty (do roka života-juvenilů), ročních mláďat a někdy dvouletých bobrů (subadulty)(Wilson, 1971). Dominantní pár je jediný rozmnožující se, ale na

značkování území se podílejí všechny věkové třídy bobrů, čímž přispívají k jeho ochraně. Závislost počtu pachových značek a počtu členů rodiny zkoumali Rosell a Nolet (1994). Zjistili, že zde není žádná pozitivní korelace mezi počty jedinců a značek. Dále zjistili, že nejvíce značek se nachází na hranicích teritorií. To potvrzuje funkci pachových značek jako nástroje ochrany teritoria před cizími bobry, kteří by mohli vyčerpávat jejich zdroje potravy. Nejvíce značek bylo nalezeno v jarních měsících. Je to doba, kdy mladí bobři, kteří dospěli do pohlavní zralosti, opouštějí domovské teritorium rodičů a hledají nová území, která by mohli obsadit. Tento mechanismus teritoriality limituje přílišný nárůst denzity přes únosnou míru prostředí. V další studii Rosell a Nolet (1997) zjistili, že bobří kolonie s blízkými sousedy jsou více značkovány než izolované. To znamená, že počet značek roste se zvyšujícím se počtem sousedů a počet pachových značek neodpovídá přesně počtu jedinců. Tudíž podle počtu pachových značek se nedá odhadovat počet jedinců. Vzhledem k tomu, že nejvíce scén mark bylo na hranicích teritorií, tak si lze udělat představu jen o rozmístění těchto hranic.

Velikost minimálního ekonomického chráněného území klesá s rostoucí kvalitou habitatu. Bobří rodina na kvalitnějším území menší rozlohy nalezne stejně potravy jako na větším, ale chudším. S tím souhlasí i Rosel (et al, 1998). Při zkoumání velikosti teritoria zjistil, že nekoreluje s velikostí skupiny, ale závisí především na poměru opadavých stromů, které jsou hlavní složkou potravy bobrů v zimě. Tento jev byl zkoumán už několika autory jako teorie o strategii území a poměru opadavých stromů.

Nolet a Rosel (1994) zkoumali faktory mající vliv na velikost území. Důležitým jevem při obsazování nového území je, že pokud se během roku objeví nové teritorium, které má velkou rozlohu, následující rok se jeho rozloha zmenší na polovinu. Vzdálenosti mezi teritorii se snižují s každým dalším rokem. Tím dochází k zahušťování území. Zajímavé je, že bobr neosídí území, které se nachází mezi dvěma teritorii a bylo by pro jeho potřeby příliš malé. Tím zabrání tomu, že by v novém teritoriu měl nedostatek potravy. Bobři nově přichozí na hustěji osídlená území mají vyšší úmrtnost než bobři, kteří tam žijí delší dobu. Je pro ně náročnější najít vhodný prostor pro život. To ovlivňuje populační hustotu na daném území. Zjistili také, že míra, se kterou teritoriální chování limituje hustotu populace, závisí na posloupnosti, s jakou bobři území osidlují.

3.2.7. Vývoj populace během reintrodukce

Při kolonizování nového území dochází ke kontinuálnímu přírůstku. Je spojený s vlastnostmi prostředí (v příznivém prostředí přibývá). Po určité době se růst začne zpomalovat v závislosti na nosné kapacitě prostředí. Populační hustota začne fluktuovat kolem určité hodnoty. O takové populaci se říká, že kolísá kolem rovnovážného stavu. Kolísání trvá tak dlouho, dokud se nezmění vnější podmínky. Po té dochází k dalšímu vyrovnávání (Járošík, 2005).

Pro populace bobrů je typická rychlá expanze do nového prostředí. Nejdříve dojde k obsazení nejvýhodnější oblasti, po té se kolonizace zpomalí a dochází k obsazování i méně výhodných území (Halley et Rosell, 2002). Než se nárůst populace zastaví, trvá to 20-30 let (Hartman, 1994).

Bobři se dokážou přizpůsobit i obydleným územím. Bohužel populace, které obývají hustě zalidněná území, čelí lidským aktivitám (Halley et Rosell, 2002).

Bobří reintrodukce má tři části:

1. První jedinci, kteří přicházejí na nové území, jsou příčinou údivu a zájmu (v této době kácí velké stromy a staví přehradu).
2. V druhé fázi (přibližně za 20 let) prvotní dojem z bobrů se stává negativním. Hlavním důvodem je nárůst početnosti populace a osidlování okrajových lokalit. V tuto chvíli dochází ke konfliktům s lidmi.
3. Třetí fáze nastává, když už bobři nejsou novinkou a stávají se uznávanou součástí místního společenství. Bobři upravují okolní území stejným způsobem, ale konflikty s lidmi jsou už pouze lokální.

Populační nárůst zpomaluje hornatější terén, který jedinec obtížněji zdolává (Halley et Rosell, 2002). Záleží na tom, jaké jsou v okolí druhy rostlin. Velikost domovských okrsků nepřímo koreluje s porosty vrb (Fustec et al., 2001).

3.2.8. Způsob měření teritorií

Bobři se vyskytují především podél liniových říčních toků, kde je využíván úzký pás vegetace. Proto je dobré, vztahovat hustotu populace k liniovým, ne k plošným jednotkám (Vorel et al., 2009). Zde je ukázka způsobů měření teritorií. Pohled se mění podle doby, autora a aplikací metody na různé prostředí, ve kterém bobři žijí.

Protože je těžké přesně určit velikost teritoria, tak se Easter-Pilcher (1990) rozhodl pro kombinaci dvou metod- přímé a nepřímé. Přímá znamenala přímé noční pozorování dalekohledem s termovizí. Nepřímá metoda spočívala v počítání pobytových známek v zimních měsících. U této metody přišel na to, že jediným spolehlivým ukazatelem, který koreluje s počtem bobrů, jsou zásobárny. Zjistil, že jedna zásobárna odpovídá jedné rodině. Výsledkem jeho studie bylo, že kombinace těchto dvou metod je efektivní, snadno měřitelná. Tím vypracoval praktický nástroj pro sledování populací v čase.

Wheatley (1997) používá metodu chráněných core area v domovském okrsku. Tato metoda je založena na pozorování každého políčka mřížky. Porovnal hodnoty v každém políčku s hypotézou o rovnoměrné distribuci. Pro každého bobra použil χ^2 test dobré shody, podle kterého zjistil, zda je core area přítomno v daném čtverci.

King (et al., 1998) zjišťovali relativní abundanci tak, že zkoumali území a určovali počet nor a dalších pobytových známek. Práce v terénu probíhaly v únoru, kdy je nejméně listů na stromech. Monitorovaly se linie podél vodních toků a to pěšky a v gumových člunech. Nory byly klasifikovány jako aktivní nebo neaktivní (pokud se v okolí nacházely čerstvě okousané větve, čerstvé otisky v blátě). Výsledný počet aktivních nor představoval počet teritorií.

Campbell (et al., 2005) určil velikost teritoria pomocí lokace pachových značek a telemetrického pozorování jedinců.

Loates a Hvenegaard (2008) zakreslovali do letecké mapy (měřítko 1:20 000) nalezené zásobárny, nory a přehradu. Předpokládali, že každá zásobárna znamená jednu bobří rodinu a jedna rodina má 4-8 členů (Jenkins et Busher in Loates et Hvenegaard, 2008). Průměrnou denzitu vypočítali jako počet osídlení na kilometr toku.

John et Kostkan (2009) při měření teritorií používali metodu hledání pobytových známek. Zkoumali okolí toku do 50 metrů od obou břehů. Průzkum byl prováděn pěším obcházením vodních toků a plavbou na kánoích. Zjišťování centra kolonie bylo založeno na prezenci/absenci nor, jídelen a pachových značek. Hlavní důraz byl kladen na přítomnost aktivních nor (při zimním monitoringu). Jednotlivé home range byly odděleny od částí toků bez pobytových známek. Rozloha home range byla vyjádřena jako lineární délka sledovaného toku a šířka byla stanovena na 50 m po obou březích řeky.

Vorel (et al., 2010) používají také metodu pobytových známek. Hustotu vyjádřil procentuálním využitím bobrem užívaných délek toku vzhledem k nabídce. Zároveň napsal, že hustota nebude nikdy 100%, protože tato metoda výpočtu zohledňuje pouze velikost teritoria, ale ne celého domovského okrsku. A také se mezi jednotlivými domovskými okrsky se mohou vyskytovat neosídlená místa. Dále se

zabýval modelem šíření pomocí kontinuální disperze. Rychlost šíření se dá chápat jako postup migrační fronty po hlavním toku.

Charakteristiky šíření

1. počet jedinců (odvozeno z počtu teritorií)
2. celková rozloha obsazeného území
3. poměr nových jedinců v již obsazené oblasti
4. nejdelší vzdálenost mezi dvěma jedinci v daném roce
5. celková velikost obsazené oblasti připadající na jednoho jedince

Délku teritoria určil telemetrickým sledováním jedinců.

3.2.9. Populační trendy

Během 18. století byli bobři vyhubeni ve většině Evropy. V uplynulých 30-ti letech probíhaly v různých zemích reintrodukční programy. Existuje množství prací, které popisují, jakým způsobem probíhalo osidlování nových území.

Například Hartman (1994), popsal průběh reintrodukce ve Švédsku. Během prvních 25 let zaznamenal velký populační nárůst. Po této době se nárůst začal zpomalovat. A po 34 letech se dokonce počet jedinců začal mírně snižovat.

Fustec (et al., 2001), pozoroval reintrodukci v údolí řeky Loiry ve Francii. Jeho studie trvala 25 let. Na začátku byl na daném území zaznamenán jen jeden pár bobrů. Stálé osídlení bylo pozorováno až po 19-ti letech.

Bushe et Lyons (in Baker et Hill, 1998) zaznamenali tři fáze časového vývoje populace reintrodukovaných bobrů. Prvních 15 let abundance rostla pomalu, dalších 15 let počet jedinců prudce rostl a nakonec počet klesl a ustálil se na 23% nejvyšší abundance.

Loates a Hvenegaard (2008) si všimli, že hustota osídlení závisí na typu prostředí. A to tak, že čím bohatší prostředí je, tím vyšší hustější populace zde může být.

John (et al., 2010) pozoroval, že bobři jsou schopni tolerovat i toky s kolísavou hladinou, pokud se zde nacházejí i vrbové porosty. A že počet bobřích teritorií je často menší než únosná kapacita prostředí. V první vlně osídlení bobr osidluje břehy s bohatými porosty vrb. Ve druhé fázi, kdy už jsou optimální sídla obsazena a chráněna, bobři osidlují i lidmi silně ovlivněné lokality. Jeho závěr byl, že bobři jsou velmi přizpůsobiví živočichové.

3.3. Charakteristika území

Labské údolí je jednou ze šesti EVL (evropsky významných lokalit), stanovených pro bobra evropského (Vorel et al., 2010). Zaujímá 37 km horního toku Labe od Střekova až ke státním hranicím se Spolkovou republikou Německo. Zdymadlo Střekov zde tvoří umělou bariéru, která znesnadňuje nebo úplně zabraňuje migraci. Směrem po proudu od zdymadla se jedná o přirozený tok bez vzduší pomocí stupňů. Voda zde teče rychle a hladina kolísá zejména v jarních měsících. Díky tomu se zde vytvořila společenstva závislá na pravidelném zaplavování lužních lesů. (Šutera et al., 2001).

Geologie: Kaňon Labe je tvořen křídovými sedimenty. Řeka je hluboce zaříznuta do pískovců Děčínské vrchoviny. Území je silně ovlivněno dlouhodobou erozí a následnou sedimentací.

Půda: Hlavní pedologické typy půd jsou kambizemě dystrické a fluvizemě modální.

Flóra: Lesní společenstva; borové doubravy, boreokontinentální bory, acidofilní bikové budčiny (nejrozsáhlejší biotop území oblasti Labských pískovců), suťové lesy dubohabrového stupně a fragmenty měkkých nížinných luhů (s topolem černým). Díky vlivu střídání různých expozic se na toku střídají submontánní bučiny a porosty acidofilních doubrav.

3.3.2. Hydrologie

Řeka Labe odvodňuje 1/3 území republiky. Kvalita vody a její průtok ovlivňuje výskyt vodních živočichů. Dojde-li k jakékoliv změně průtokových podmínek, může dojít k vymizení některých druhů. To je v rozporu s mezinárodními úmluvami, ke kterým se Česká republika zavázala; pravý břeh Labe je zařazen mezi mokřady regionálního významu dle Ramsarské úmluvy (AOPK, 2012).

Labe se v tomto úseku vyznačuje velkým spádem. Pod zdymadlem Střekov je nadmořská výška 134,5 m a u hranic 115 m. Převýšení tudíž činí 18,5 m na 37 km toku. Na tomto úseku jsou plánované dva plavební stupně: Jejich výstavbou by došlo k zatopení některých lokalit a jejich likvidaci. Dále by se stabilizovalo kolísání vodní hladiny, na kterém jsou některé druhy přímo závislé (Šutera et al., 2001).

3.3.1. Fauna

Na území Labského kaňonu se vedle bobra nacházejí tyto druhy chráněné Naturou 2000: vydra (*Lutra lutra*), vápenec malý (*Rhinolophus hipposideros*), losos atlantský (*Salmo salar*) a roháč obecný (*Lucanus cervus*).

3.3.3. Ochrana

Labe plní velmi významnou funkci migračního koridoru evropské významu. Ať už při jarních a podzimních migracích ptactva, tak při šíření druhů. Toto byl hlavní důvod vzniku Dohody o mezinárodní komisi pro ochranu Labe (Magdeburg 1990) mezi Českou republikou, Spolkovou republikou Německo a Evropskou komisí (Šutera et al., 2001). Dále EVL Labské údolí zasahuje do CHKO České středohoří a CHKO Labské pískovce. Je zahrnuto ve směrnici EU NATURA 2000 (SAC), Úmluvě o ochraně mokřadů a Úmluva o ochraně biodiverzity.

4. Metodika

Tato práce se skládá z několika částí. Většinu dat jsem dostala k dispozici z předešlých monitoringů. Posledního monitoringu jsem se zúčastnila osobně. Nasbíraná data, vyhodnocovali odborní pracovníci. Výsledná data jsem zpracovala, tak aby bylo možné určit výsledný populační trend.

4.1. Získaná data

K dispozici jsem dostala data v podobě shapefiledu. Toky zde byly vyznačeny jako liniová vrstva a centra teritorií jako body. Data od roku 1992 do 1999 byla vytvořena na základě historické rešerše a dotazování místních obyvatel. Slouží pouze k přibližné orientaci. Data od roku 2000 byla získaná systematickým sběrem. Zjišťovanými parametry při sběru dat jsou délka toku osídleného bobry a počet teritorií. Délka je vyjádřena pomocí digitalizace vodních toků jako liniová vrstva. Hustota se vypočítá analýzou pobytových známek získaných během zimního monitoringu (odhady jádrových hustot Kernel density estimation, což je pravděpodobnost výskytu živočicha v prostoru) (Vorel et al., 2010).

4.2. Sběr dat

V roce 2011 jsem se účastnila monitoringu na řece Labi. Mojí hlavní výbavou pro sběr dat byl GPS přístroj a desky s formulářem na záznam pobytových známek. Pracovala jsem v týmu zkušených odborníků, kteří se účastnili monitoringů v minulých letech.

V Ústí nad Labem jsme nasedli do člunů (k dispozici byly dva čluny - pro monitoring každého břehu jeden). Během plavby po Labi jsem zaznamenávala údaje o pobytových známkách. Na člunu jsem pracovala ve dvojici, z důvodu že zaznamenávat údaje o místě do GPS, údaje o druhu záznamu do formuláře a řídit loď, by bylo technicky nemožné.

4.3. Pobytové známky

Hlavní metodou zjišťování bobřích teritorií je sledování pobytových značek. Provádí se v zimních měsících. V té době se bobr živí větvemi a kůrou stromů. Okousané stromy jsou dobře viditelné a rozpoznatelné oproti létu, kdy se bobr živí bylinami. Spolu s okusy se zaznamenávají další známky bobří činnosti. Pomáhají k lepšímu vymezení teritoria. Při práci v terénu se používá tabulka a GPS přístroj k zaznamenání polohy.

4.3.1. Potravní

Okusy jsou nejčtenější znak pobytu bobra. Dělíme je na dokonalé a nedokonalé. Dokonalý okus je takový, kdy je strom pokácen a bobr je schopný se dostat do koruny stromu a využít potřebnou biomasu. Jako nedokonalý okus je považován takový, kdy se bobr nedostal k větvím z koruny stromu (strom zůstal jen nakousaný nebo se koruna nedostala až k zemi). U obou typů se zaznamenává typ dřeviny a průměr okusu.

Zrcátko je malá plocha na kmeni, kde bobr sloupal kůru. Je to specifická pobytová známka, u které zatím nebyla prokázána její funkce.

4.3.2. Stavební

Chodníky jsou bobrem vyšlapané cesty od řeky ke stromům. Někdy bývá u chodníku i jídelna.

Jídelna je místo na břehu řeky, kam si bobr nosí větve a kde je pak následně konzumuje. Zpravidla to bývá přehledné místo v bezprostřední blízkosti vody, která v případě nebezpečí umožňuje bobrovi rychlý únik do bezpečí. Jídelnu dobře poznáme podle důkladně okousaných větvíček a zdupané trávy. Podle čerstvosti okousaných větví se pozná, jestli je jídelna aktivní.

Skluzy jsou vyhrabané a typicky vyhlazené kanály, které vedou od řeky na břeh. Slouží ke snížení sklonu příkrých svahů. Navazují na chodníky.

Hráz je stavba z větví a bahna. Slouží na vzednutí hladiny toku. Od náplav se pozná díky specifickému natočení větví kolmo na proud. Konce vyčnívajících větví mají typicky zkosený tvar a jsou na nich vidět stopy bobřích zubů. Stavba může vzedmout hladinu i o 2 m. Pokud jsou v hrázi nové větve, znamená to, že je aktivní a bobři jí stále využívají. Někdy je hráz částečně rozvalená a voda jí plynule protéká. Taková hráz svůj účel už neplní.

Nory jsou dobře vidět z pohledu od řeky nebo z druhého břehu, protože jejich otvory jsou těsně nad hladinou. Noru můžeme poznat i během chůze na břehu. Často je zde patrný jeden otvor, který slouží jako průduch. Bývají v něm zatažené typicky okousané větve. Když chceme určit, jestli je nora obývaná, je třeba se k otvoru sklonit a přičichnout. Tímto způsobem se dá také dobře poznat, jestli v noře žije bobr či liška (pach šelmy je jiný než hlodavce).

Když se začne propadat nora, bobři nad propadlou chodbu nanosí větve. Tím vznikne **polohrad**.

Hrady vznikají navršením velkého množství větví a jejich utěsněním blátem. Uvnitř této hromady jsou vykousány chodby podobného rozmístění jako v noře.

Kanály jsou vyhrabané cesty, které bobr zatopil vodou a tím si usnadnil dopravu větví.

4.3.3. Teritoriální

Bobři své území značí pomocí **pachových značek** neboli **scent mark**. Jedná se o hromádku nahrabaného bláta nebo písku s výměškem bobří žlázy nahoře. Někdy na

hromádce bývají i malé požerky. Čerstvou pachovou značku poznáme snadno. Velmi typicky a pronikavě zapáchá.

4.4. Zpracování dat

Zaznamenaná data na GPS a vyplněné formuláře jsem odevzdala k jejich převedení do ArcGIS a následnému zpracování. Jako výsledek jsem obdržela GISová data stejného druhu jako z předchozích monitoringů v podobě shapefiledu.

K výpočtu nejbližší vzdálenosti mezi centry osídlení jsem použila všechna data o osídlení v ArcGISu. Liniový vodní tok jsem převedla na body po 1 m. Při zjišťování vzdálenosti centra od počátku jsem se podívala na pozici centra a našla jsem nejbližší bod řeky. Zjistila jsem vzdálenost bodu na řece od počátku (bodů 0) a každou vzdálenost jsem zanesla do Microsoft Office Excel. Vytvořila jsem si tabulku pro každý rok se vzdálenostmi mezi centry teritorií. Vypočítala polohu center na linii toku. V prvních letech bylo zaznamenáno méně teritorií, vzdálenosti se velmi lišily. Bylo třeba data upravit tak, aby výsledné grafy lépe vyjadřovali vývoj vzdáleností. Abych takto vzniklé nepřesnosti vyrovnala, sestavila vzorec, který vybírala vždy menší ze dvou sousedních vzdáleností. Tyto vzdálenosti jsem dala do tabulky o dvou sloupcích. V prvním byl rok monitoringu a v druhém naměřené nejbližší vzdálenosti. Údaje ze všech let monitoringů jsem sepsala chronologicky pod sebe.

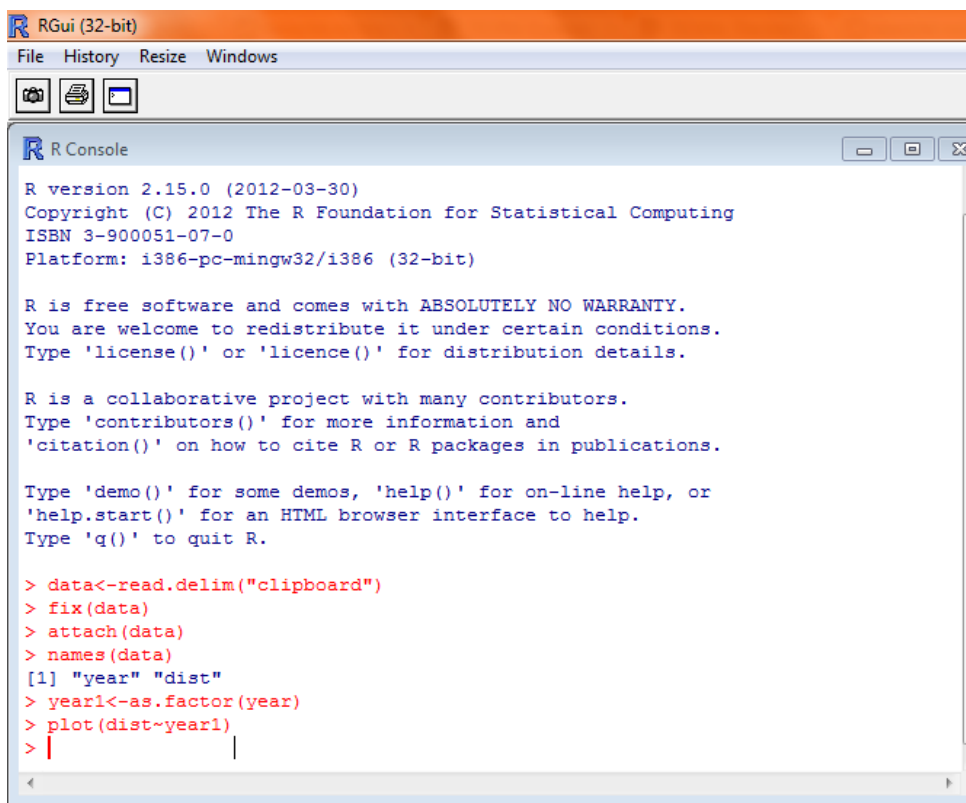
Obrázek 1: Ukázka práce s daty, seřazení do tabulky v MS Excel

	A	B	C
1	year	dist	
2	1995	8791	
3	1995	13064	
4	1996	8765	
5	1996	13040	
6	1997	8922	
7	1997	12860	
8	1997	12922	
9	1998	13060	
10	1998	13060	
11	1999	7228	
12	1999	1217	
13	1999	1217	
14	1999	12732	

4.5. Vizualizace dat

Upravená data s nejbližšími vzdálenostmi jsem vložila do statistického programu R, pomocí kterého jsem vytvořila krabicový diagram.

Obrázek 2: Ukázka práce v programu R



```
RGui (32-bit)
File History Resize Windows

R Console
R version 2.15.0 (2012-03-30)
Copyright (C) 2012 The R Foundation for Statistical Computing
ISBN 3-900051-07-0
Platform: i386-pc-mingw32/i386 (32-bit)

R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.

R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.

> data<-read.delim("clipboard")
> fix(data)
> attach(data)
> names(data)
[1] "year" "dist"
> year1<-as.factor(year)
> plot(dist~year1)
> |
```

K vizualizaci vypočítaných nejbližších vzdáleností, jsem si ho vybrala pro jeho přehlednost a možnost vyjádřit několik statistických údajů. Díky tomuto vyjádření je dobře vidět rozložení dat. V jediném grafu je vidět maximální a minimální naměřené hodnoty, medián a rozsah horního a dolního kvartilu. Horní a dolní strana obdélníku odpovídá hornímu a dolnímu kvartilu. Silná vodorovná čára uvnitř obdélníku je medián daného souboru dat. Výška krabice se nazývá mezikvartilové rozpětí. Konce horní a dolní úsečky neboli fousů odpovídá nejmenší a největší naměřené hodnotě ze souboru. Délka fousu odpovídá těm hodnotám, které nejsou mezi kvartily a jsou od nich vzdáleny nejvýše 1,5 násobku výšky krabice. Nad a pod fousy se znázorňují body odpovídající takzvaným odlehlým hodnotám (Pavlík, 2005).

Jako druhý způsob vyjádření populačního trendu jsem použila spojnicový graf se značkami. Pracovala jsem v programu Microsoft Office Excel 2007. Na ose x jsou vyneseny sledované roky, na ose y medián nejkratších vzdáleností za daný rok.

Rozhodla jsem se vytvořit dva grafy. Do prvního jsem zahrnula mediány ze všech roků, které jsem měla k dispozici. Do druhého grafu jsem dala mediány jen od roku 2000 a to z důvodu, že data z prvního období byla získána jejich rekonstrukcí (tato data mohou sloužit jen jako orientační). Zato od roku 2000 jsou data daleko spolehlivější, protože pocházejí ze systematického monitoringu oblasti. Pouze druhý graf pochází z důvěryhodných dat. Proto jsem jen tento druhý graf prokládala spojnicí trendu. Což je metoda regresní analýzy, která hledá matematické vyjádření mezi jednotlivými znaky (např.: lineární, exponenciální kvadratické, logaritmické). Tím dává odpověď na otázku, zdali je možné znak y odhadnout na základě jiných znaků a s jakou chybou. Kvalitu nalezeného řešení jsem hodnotila podle hodnoty spolehlivosti R . Hodnota tohoto koeficientu nabývá hodnot od 0 do 1. Procentuálně vyjadřuje, jak dostatečně je rozptyl závislých hodnot Y , vysvětlen změnami hodnot X . Čím vyšší je R , tím vyšší tím více se blíží tvar spojnice trendu hodnotám v grafu. (Popelka et Synek, 2009). Tvar spojnice naznačuje, jaký vývojový trend lze čekat.

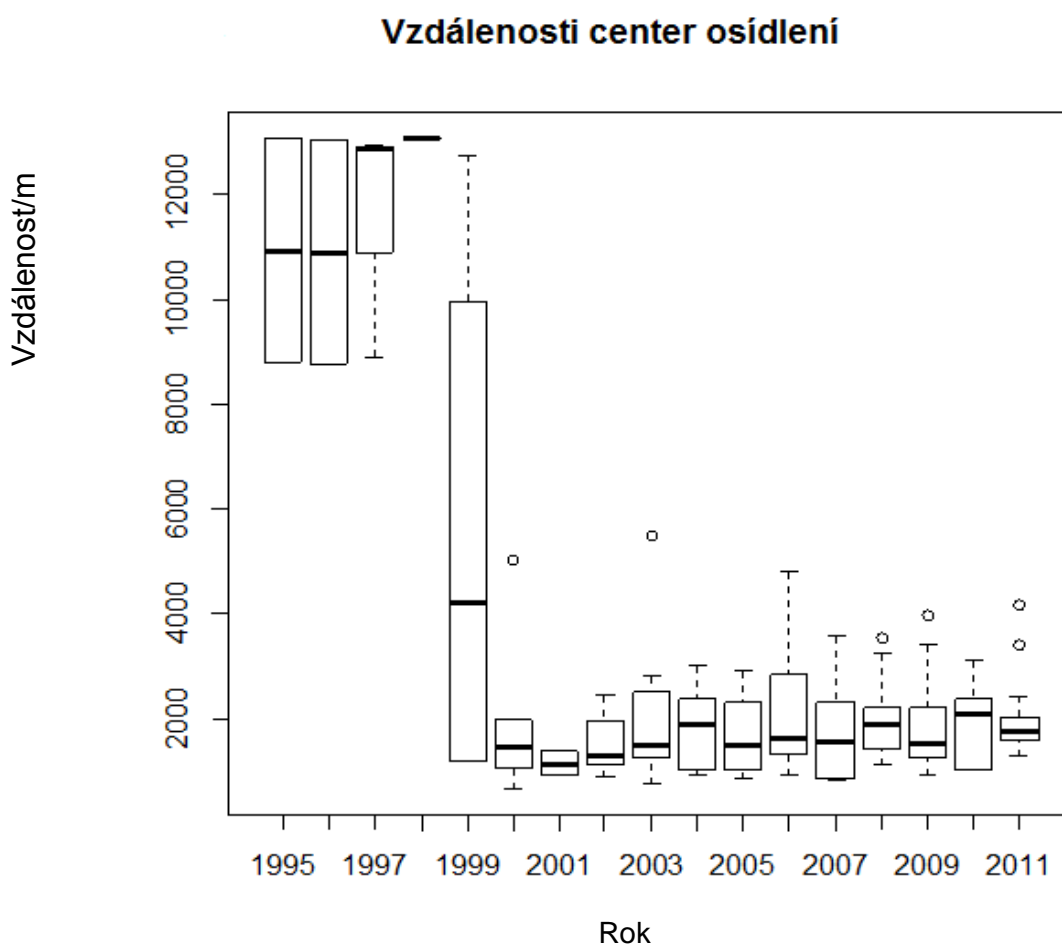
Pro dobré pochopení časového vývoje populačního trendu jsem vytvořila sloupcový graf. Ten zobrazuje, kolik bylo v každém roce zaznamenáno center teritorií. Tento graf posloužil ke sledování vzájemné interakce počtu center teritorií a jejich vzdáleností.

V dalších letech monitoringu (od roku 2000) jsem měla dat více a vzdálenosti nebyly tolik rozdílné. Pro tyto roky jsem vytvořila samostatný graf, kde jsem počítala s oběma sousedními vzdálenostmi (ne jen tou nejbližší).

5. Výsledky

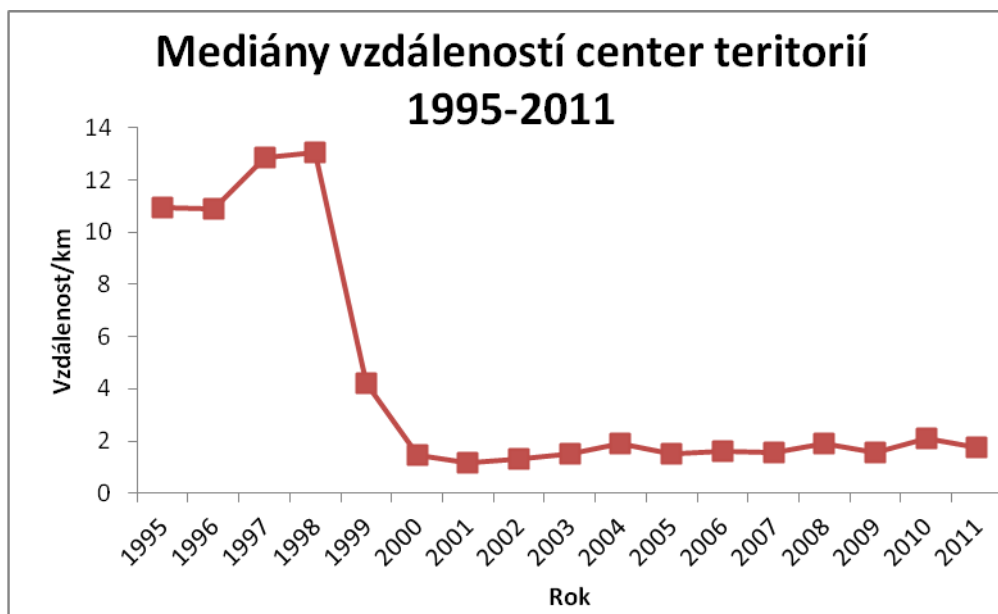
První způsob vizualizace dat byl krabicový diagram obrázek č. 1. Byl vytvořen statistickým programem R. Vzdálenost sousedních teritorií v prvních dvou letech má medián roven 11 km, v letech 1997 a 1998 stoupl medián ke 13 km. V roce 1998 je na grafu pouze medián. Je to způsobeno tím, že v tomto roce byly obě nejbližší vzdálenosti stejné. Následující rok dochází k významnému poklesu mediánu a velkému mezikvartilovému rozpětí. Důvod takového velkého rozpětí je v evidenci 4 center teritorií, kde každé má rozdílnou nejbližší vzdálenost. V roce 2000 dále klesá hodnota mediánu na 1,5 km a mezikvartilové rozmezí se zmenšuje. To znamená, že nejsou už tak velké rozdíly v hodnotách nejbližších vzdáleností center teritorií. Následující roky hodnota mediánu osciluje kolem hodnoty 1,6 km a mezikvartilové rozpětí se zásadně nezmenšuje ani nezvětšuje.

Obrázek 3: Krabicový diagram znázorňující nejbližší vzdálenosti mezi centry teritorií v letech 1995-2011



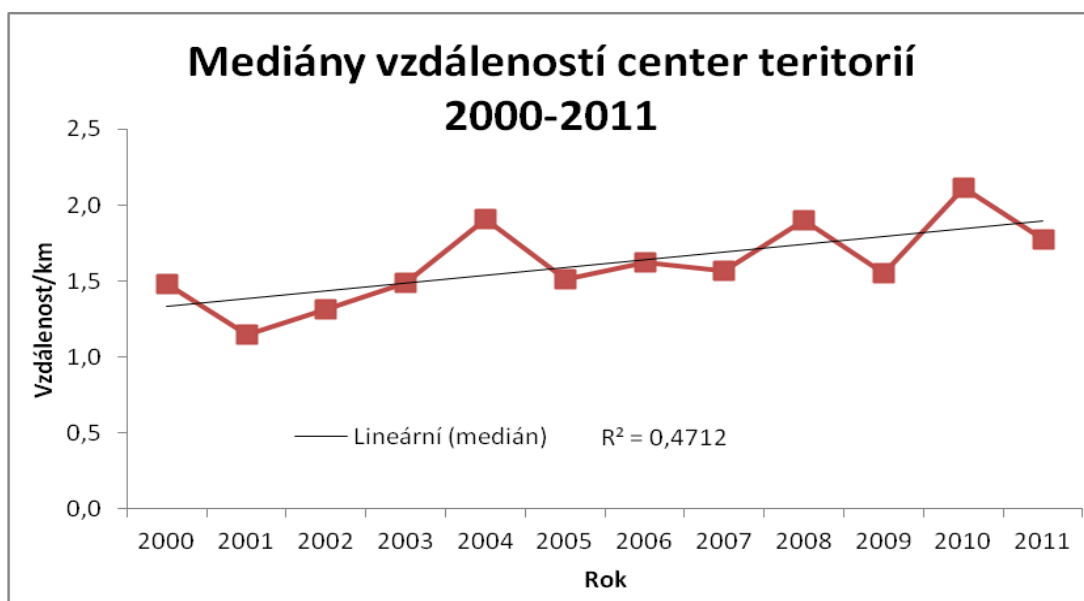
Druhým způsobem vizualizace byly následující grafy. Na grafu 1 je vidět velký rozdíl ve vzdálenostech mezi obdobími 1995-1999 a 2000-2011. Jak už bylo zmíněno v metodice, data z prvního období byla získána historickou rekonstrukcí, tudíž jsou pouze orientační.

Graf 1: Mediány vzdáleností center v letech 1995-2011



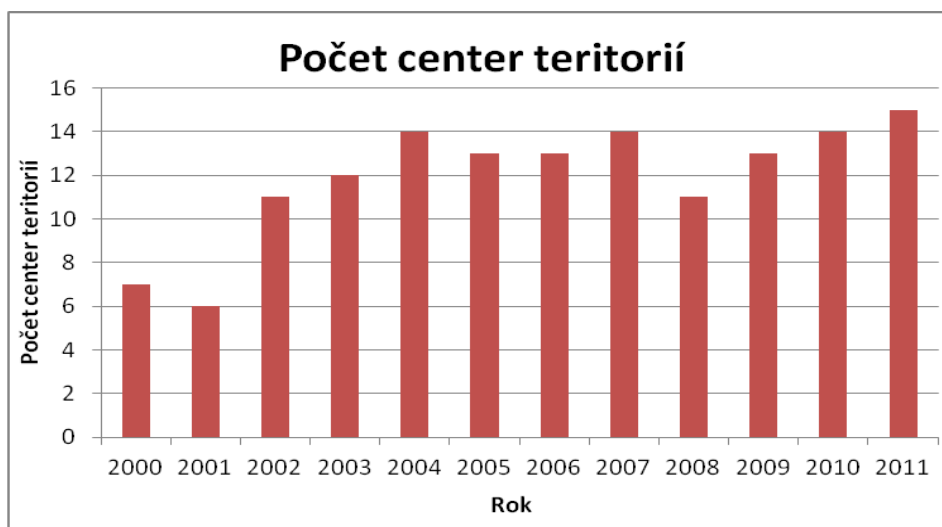
Graf číslo dvě je sestaven ze systematicky nasbíraných dat. Hodnoty jednotlivých mediánů vzdáleností center kolísají kolem hodnoty 1,6 km. Díky proložení spojnicí trendu můžeme určit průběh osidlování Labe. Tvar křivky nejlépe kopíruje lineární funkce s hodnotou spolehlivosti $R^2=0,47$. Tato hodnota odpovídá druhé mocnině Pearsonova koeficientu $\sqrt{R^2}=0,69$, což je střední korelace. To znamená, že vybraná spojnice trendu více méně odpovídá datům a populační trend má lineární průběh, který mírně narůstá.

Graf 2: Mediány vzdáleností center v letech 2000-2011



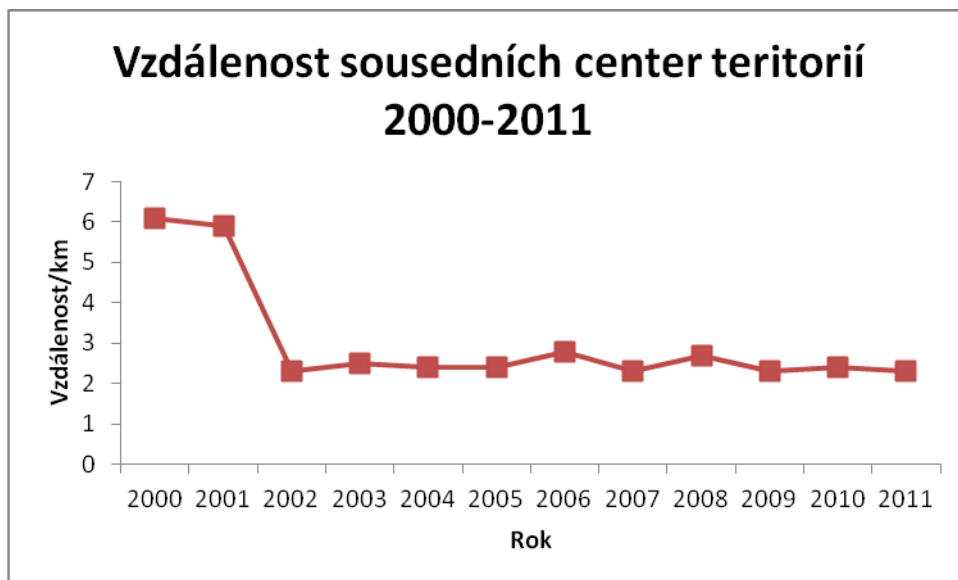
Graf číslo tři ukazuje počet center teritorií v každém roce. Po srovnání grafu číslo dvě, který ukazuje vývoj nejkratších vzdáleností v čase a grafu číslo tři, znázorňující početnost v jednotlivých letech počínaje rokem 2000 není zde patrná souvislost. Když se zvýší počet teritorií, pouze ve dvou případech se sníží vzdálenost mezi jejich centry.

Graf 3: Počet center teritorií v každém roce



Na grafu č.3 je vidět, že od roku 2002 začíná počet teritorií kolísat kolem rovnovážné hodnoty. Medián počtu teritorií mezi roky 2002 až 2011 odpovídá 13-ti centrům.

Graf 4: Vzdálenost sousedních teritorií v jednotlivých letech řádného monitoringu



Při porovnávání grafu číslo tři (počet teritorií v daném roce) a grafu číslo 4 (vzdálenost sousedních teritorií) je vidět jistá vazba. Ve většině případů, když se zvýší počet teritorií v jednom roce, tak v grafu číslo 4 dochází v tom samém roce ke snížení vzájemných vzdáleností mezi centry.

6. Diskuze

Na krabicovém diagramu je jasně patrný skok v rozptylu dat v roce 1999. Tento efekt je způsoben získanými daty. V roce 2000 začal pravidelný monitoring Labe. Data z předchozích let byla získána ze svědectví místních občanů. Z velkého skoku v grafu je pravděpodobné, že osídlení na Labi bylo větší. To znamená, že některá sídla nebyla nalezena. Tím by se vysvětlilo, proč došlo ke skokovému nárůstu populace. Pokud by byl monitoring na Labi prováděn o několik let dříve, byl by model populačního trendu pravděpodobně jiný.

Podíváme-li se na populační trend vyplývající z grafu číslo dva, kterým je přiložena spojnice trendu, vrhá to dojem, že se vzdálenosti mezi centry teritorií zvětšují. Při porovnání s počtem nalezených teritorií v jednotlivých letech, celkový výsledek vypadá, jako když s rostoucím počtem teritorií narůstá i jejich vzájemná vzdálenost. Takovýto druh závislosti vylučuje Rosel a Nolet (1994), kteří tvrdí opak, tzn. při zvyšování počtu teritorií, dochází ke zkracování jejich vzdáleností a tím se dané území zahušťuje.

Z porovnání grafu 2 a 4 vyplývá, že sice nejbližší vzdálenosti mezi sousedy se zvětšují, ale celkové vzdálenosti se při narůstajícím počtu teritorií zkracují. To znamená, že dochází k vyrovnávání vzájemných vzdáleností mezi sousedy. Tím je i počáteční domněnka potvrzena.

Je patrné, že od roku 2000 se začala populace už ustalovat (především od roku 2002). Proto se domnívám, že došlo k zaplnění kapacity území a počet rodin bude kolísat kolem rovnovážné hodnoty 13 teritorií a vzdálenost center teritorií 2,3 km.

Další část mé práce je porovnání časového průběhu osidlování daného úseku Labe s osidlováním jiných území v Evropě. První jedinci přišli na Labe v roce 1992, stabilní populace se objevila v roce 1995 a v roce 2011 je populace už stabilní. To znamená, že během necelých 19-ti let došlo k zaplnění únosné kapacity prostředí. Ve srovnání s výzkumem ve Švédsku (Hartman, 1994), kdy k ustálení populace došlo až po 30-ti letech a Francii (Fustec et al, 2001), byl sledovaný úsek Labe zaplněn velmi rychle. Hlavním důvodem je, že tento úsek je krátký v porovnání s ostatními (délka Loiry včetně přítoků je 28000 m), jelikož je pro další migraci uzavřen zdymadlem Střekov. Další důvod je, že kvůli strmosti kaňonu Labe bobří nemohou využívat širší nivy podél toku a neosidlují ani přítoky.

7. Závěr

Bobři byli v minulosti na mnoha místech Evropy vyhubeni. Za posledních více jak 30 let se začínají vracet zpět. A to ať už díky reintrodukčním programům nebo přirozeně. Návrat bobrů do krajiny popisuje řada vědeckých prací. Populační dynamika se různí podle osidlovaného prostředí. Většina autorů se shoduje, že teritoriální chování bobrů funguje jako ochranný mechanismus proti jejich přemnožení a následnému úhynu kvůli nedostatku potravy. Cílem mé práce byla i rešerše, v níž jsem zjišťovala, jaké jsou způsoby sledování populační dynamiky. Metodika se různí podle doby, možností, typu lokality a její rozlohy či podle zkoumaných parametrů. Každá metodika je zaměřena na počítání jiného ukazatele přítomnosti bobra (home range, teritorium, core area), podle druhu informace, kterou autoři potřebují zjistit (přítomnost/nepřítomnost rodiny, délka chráněného území, lokace centra teritoria).

Výzkum, na kterém jsem se podílela, byl založen na nepřímé metodě. Práce v terénu zahrnovala záznam druhu pobytočných značek a jejich lokaci. Z nasbíraných dat byla vytvořena centra teritorií, která byla náležitě umístěna do linie toku. Obdržela jsem data z minulých monitoringů a zpracovaná data z monitoringu 2011, na kterém jsem se osobně podílela.

Tato data jsem dále zpracovala a dospěla jsem k závěru, že vzdálenost mezi centry teritorií se ustaluje kolem hodnoty 2,3 km. Je to způsobené i ustálením počtu teritorií kolem 13 teritorií.

8. Přehled literatury a použitých zdrojů

- ALEKSIUK, M., 1968:** Scent-mound communication, territoriality, and population regulativ in beaver (*Castor canadensis*), *Journal of mammology* 49:759-761 s.
- ANDĚRA, M. ET HORÁČEK, I., 2005:** Poznáváme naše savce, 2. doplněné vydání. Sobotáles, Praha. 17-120 s.
- BAKER B. W., HILL, E. P., 2003:** Beaver (*Castor canadensis*), *Wild mammals of Nord America: Biology, management and conservation. Second edition. The Johns Hopkins university press, Baltimore, Maryland, USA, 288-310 s.*
- BEGON, M., HARPER, J., TOWENSED, C. R., 1997:** EKOLOGIE jedinci, populace a společenstva. Univerzita Palackého Olomouc, Olomouc
- BRANDT, G. W., 1938:** Study of beaver colonies in Michigan, *Journal of mammology* 19:139-161
- BURT, W. H., 1943:** Territoriality and home range concepts as applied to mammals, *Journal of mammology* 24:346-352 s.
- CAMPBELL, R.D., ROSELL, F., NOLET, B. A. ET DIJKSTRA, V. A. A., 2005:** Territory and group sizes in Eurasian beavers (*Castor fiber*): echoes of settlement and reproduction? *Behaviourel Ecology and Sociobiology* 58:597-607 s.
- EASTER-PILCHER, A., 1990:** Cache size as an index to beaver colony size in Northwestern Montana, *Wildlife society bulletin*, 18:110-113 s.
- FUSTEC, J., CORMIER ET J.-P., LODE, T., 2003:** Beaver lodge location on upstream Loire River. *Science direkt* 326 192-199 s.
- FUSTEC, J., LODE, T., JACQUES, D. ET CORMIER, J. P., 2001:** Colonization, riparian habitat selection and home range size of beavers in the Loire. *Freshwater Biology* 46:1361-1371 s.
- HALLEY, D. J. ET ROSELL, F. 2002:** The beaver's reconquest of Eurasia: status, population development and management of a conservation Access. *Mammal Revue* 32:153-178 s.
- HARTMAN, G., 1994:** Long-Term Population Development of a Reintroduced Beaver (*Castor fiber*) Populatinon in Sweden. *Conservation Biology* 8:713-717
- JÁROŠÍK, V., 2005:** Růst a regulace populací. *Academia, Praha. 38-69 s.*
- JOHN, F., BAKER, S. ET KOSTKAN, V. 2010:** Habitat selection of an expanding beaver (*Castor fiber*) population in central and upper Moravia River basin. *European journal wildlife research* 56:663-671 s.
- KING, S. L., KEELAND, B. D., MOOR, J. L. 1998:** Beaver lodge distributions and damage assessments in a forest wetland ecosystem in the southern United States, *Forest ecology and management*, 108:1-7 s.

KOSTKAN, V. 1999: The European beaver (*Castor fiber* L.) population growth in the Czech republic. In: *Proceedings of the III International Symposium on Semiaquatic Mammals and their Habitats, Osnabruck/Germany 25.-27 s.*

KOSTKAN, V. 2000: Ekologická nika bobra evropského (*Castor fiber* L. 1758) v CHKO Litovelské Pomoraví. *Disertační práce. Katedra ekologie a životního prostředí, přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého Olomouc, 93 s.*

KOSTKAN, V., JOHN F., 2009: Compositional analysis and GPS/GIS for study of habitat selection by European beaver, *Castor fiber* in the middle reaches of the Moravia River. *Folia zoologica 58:76-86 s.*

LOATES, B. M., HVENEGAARD T.G., 2008: The density of beaver, *Castor canadensis*, activities along Camrose Creek, Alberta, with differing habitats and management intensity levels, *The Canadian field-naturalist, 122:299-302 s.*

NOBLE, G. K., IN BURT, W. H., 1943: Territoriality and homerange concepts as applied to mammals. *Journal of mammology 24:346-352 s*

PAVLÍK, J., 2005: Aplikovaná statistika, *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 12 s.*

PAYNE, N., F., 1989: Population dynamic and harvest response of beaver. *Eastern wildlife damage kontrol conferences 4:127-134 s.*

POPELKA, J., SYNEK, V., 2009: Úvod do statistické analýzy dat, *Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, 200 s.*

ROSELL, F., NOLET, B. A., 1994: Territoriality and time budgets in beavers during sequential settlement, *Canadian journal of zoology, 72:1227-1237 s.*

ROSELL, F., NOLET, B. A., 1997: Factors affecting scent parking behavior in the European beaver, *Journal of chemici ecology, 23:673-689 s.*

ROSELL, F., BERGAN, F. ET PARKER, H. 1998: Scent-marking in the Eurasian beaver (*Castor fiber*) as a means of territory defense. *Journal of Chemical Ecology, 24: 207-219 s.*

TKADLEC, E., 2008: Populační ekologie. Struktura, růst a dynamika populací. *Univerzita Palackého, Olomouc 6-75 s.*

ŠUTERA, V., KUNCOVÁ, J. ET VYSOKÝ, V. 2001: Labe, příroda dolního úseku řeky na konci 20. století, *AOS Publishing 7-166 s.*

VOREL, A. , VÁLKOVÁ, L., MALOŇ, J., HAMŠÍKOVÁ, L., KORBELOVÁ, J. ET KORBEL J. 2009: Monitoring populací bobra evropského v ČR pro rok 2009. *AOPK ČR. 37 s.*

VOREL, A., 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. AOPK ČR. 100 s.*

WILSSON, L., 1971: Observations and experiments on the ethology of the European beaver (*Castor fiber L.*). *Viltrevy* 8:115-266 s.

WHEATLEY, M., 1997: Beaver, *Castor canadensis*, homerange size and patterns of use in the triga of southeastern Manitoba: I. Seasonal variation, *The Canadian feild-naturalist* 111: 204-207 s.

Internetové zdroje:

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČESKÉ REPUBLIKY, Evropsky významné lokality v České republice, Praha, online: http://www.nature.cz/natura2000-design3/web_lokality.php?cast=1805&akce=karta&id=1000071088, cit. 9.3. 2012

9. Přílohy

Seznam příloh:

Příloha 1: Mapa center teritorií v letech 1995-1998

Příloha 2: Mapa center teritorií v letech 1999-2002

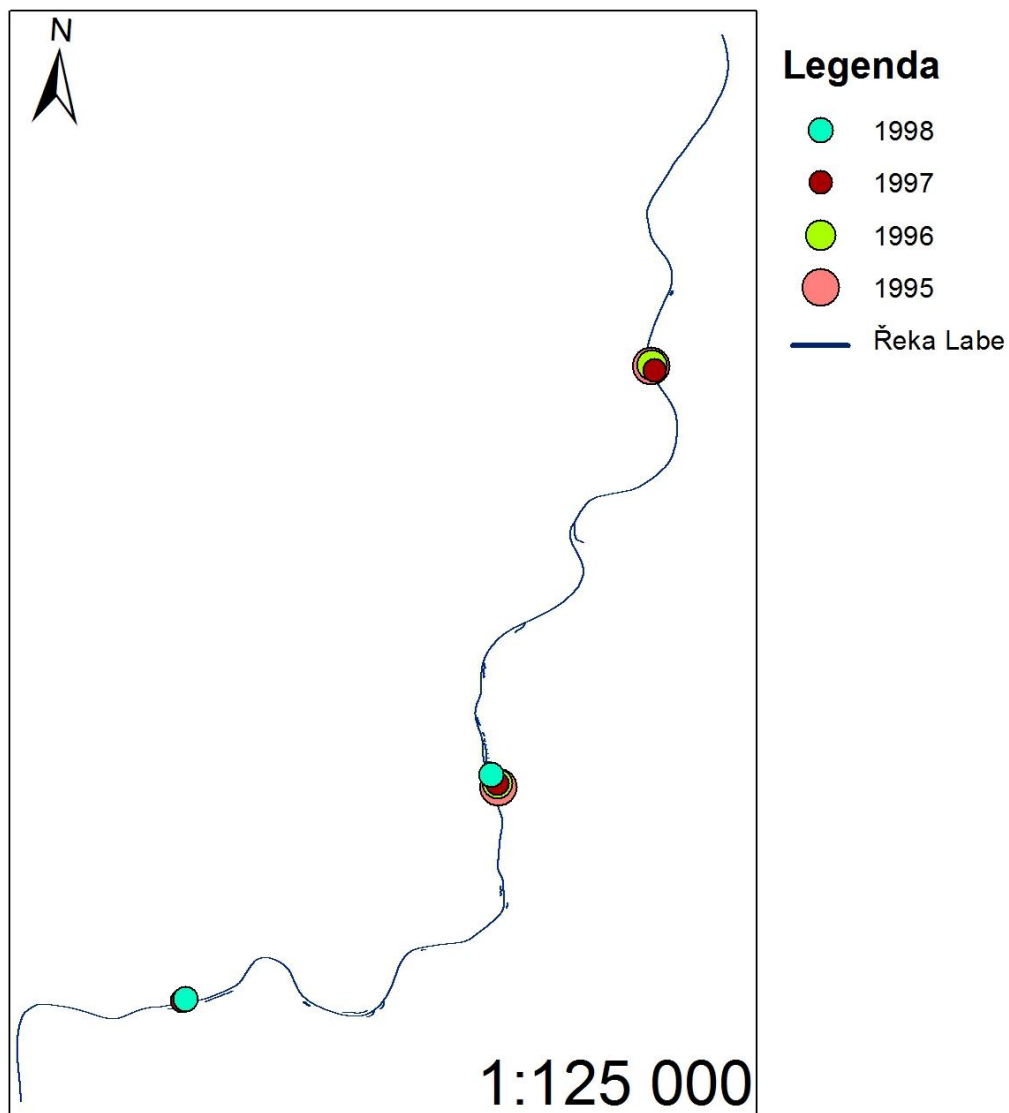
Příloha 3: Mapa center teritorií v letech 2003-2006

Příloha 4: Mapa center teritorií v letech 2007-2011

Příloha 5: Formulář pro záznam pobytových známek

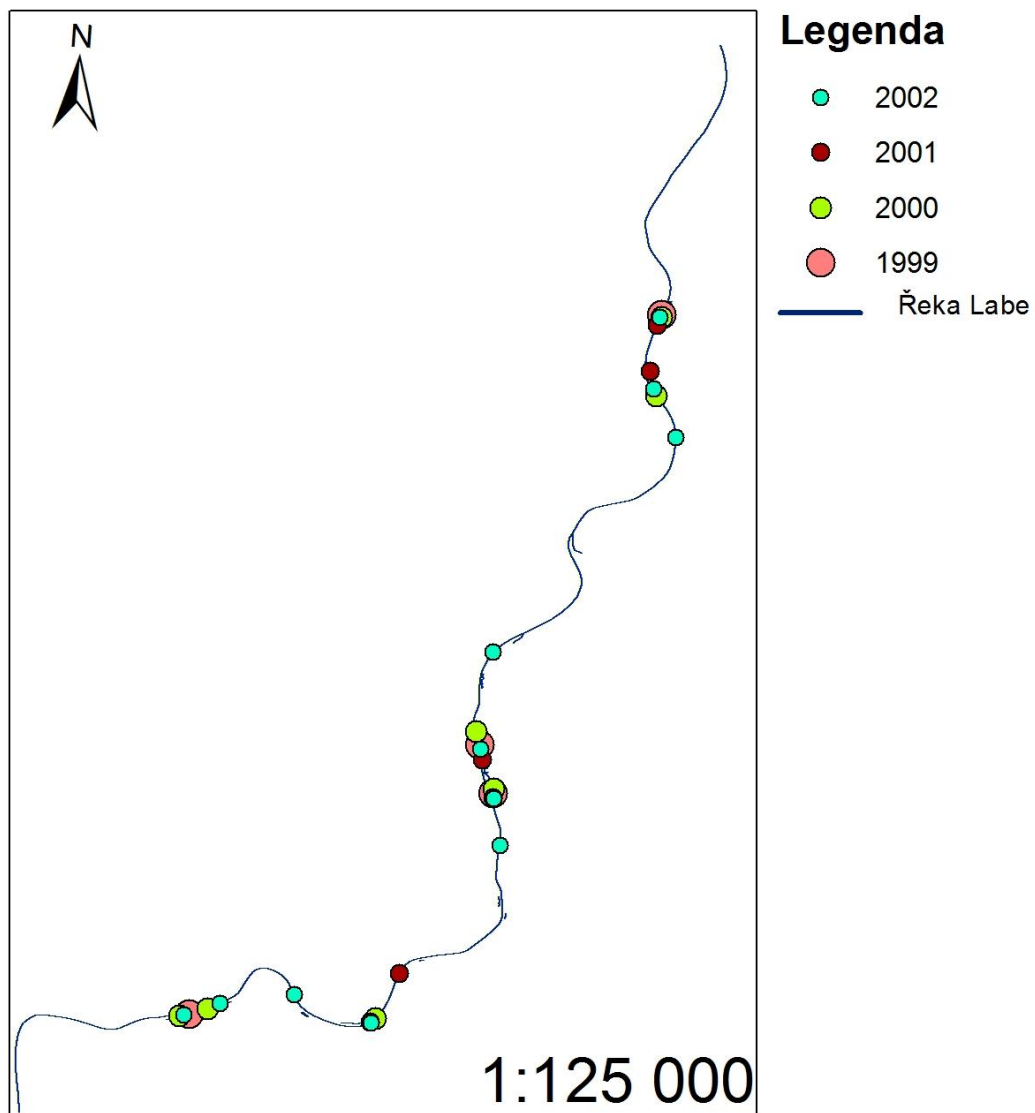
Příloha 6: Fotka hráze, Adéla Hrdličková a Lada Filipiová

Centra teritorií v letech 1995-1998



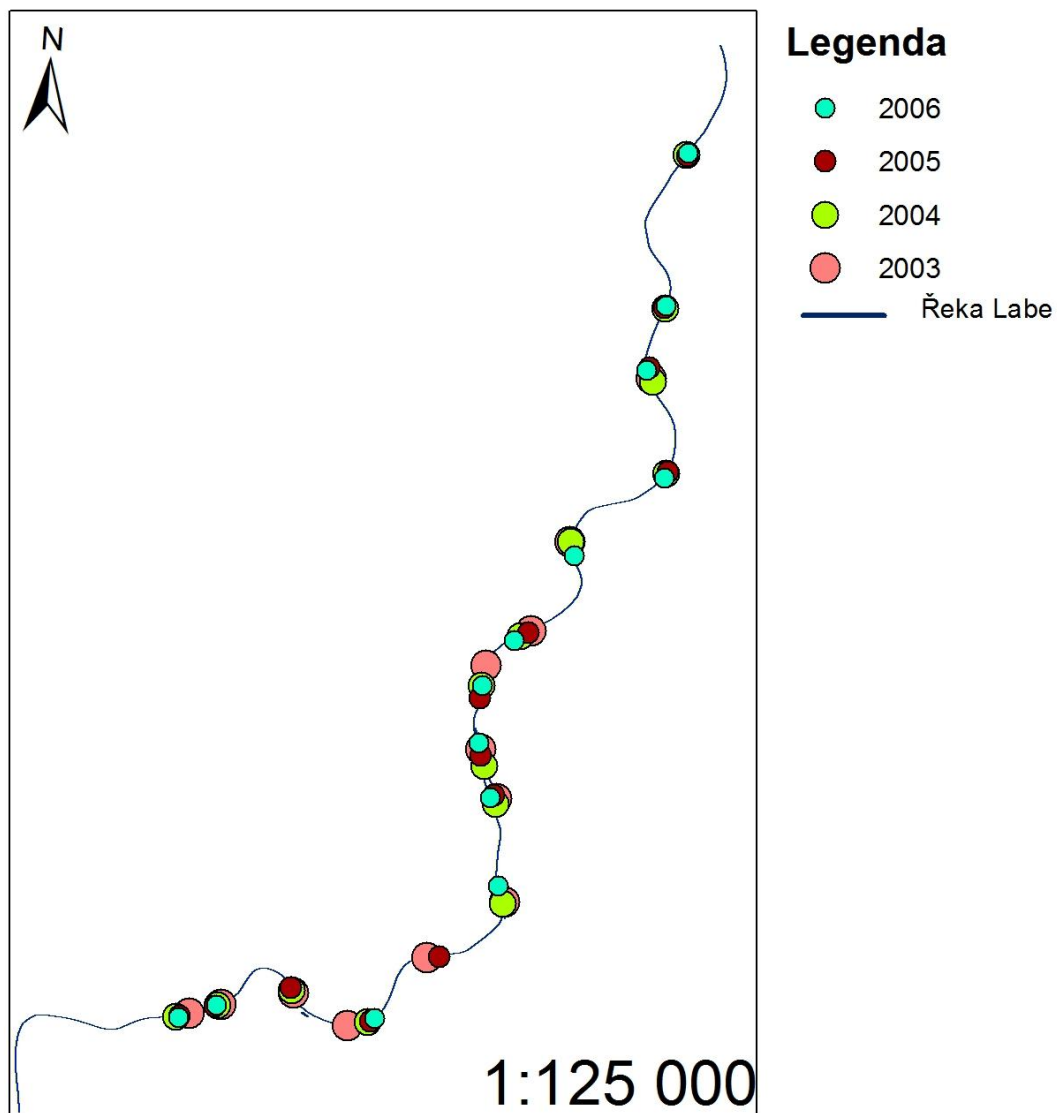
Název: Centra teritorií v letech 1995-1998
Vytvořila: Adéla Hrdličková
Obor: BEKOL
Ročník: 3.
Datum: 24.4.2012
Česká zemědělská univerzita
Fakulta životního prostředí
Katedra ekologie

Centra teritorií v letech 1999-2002



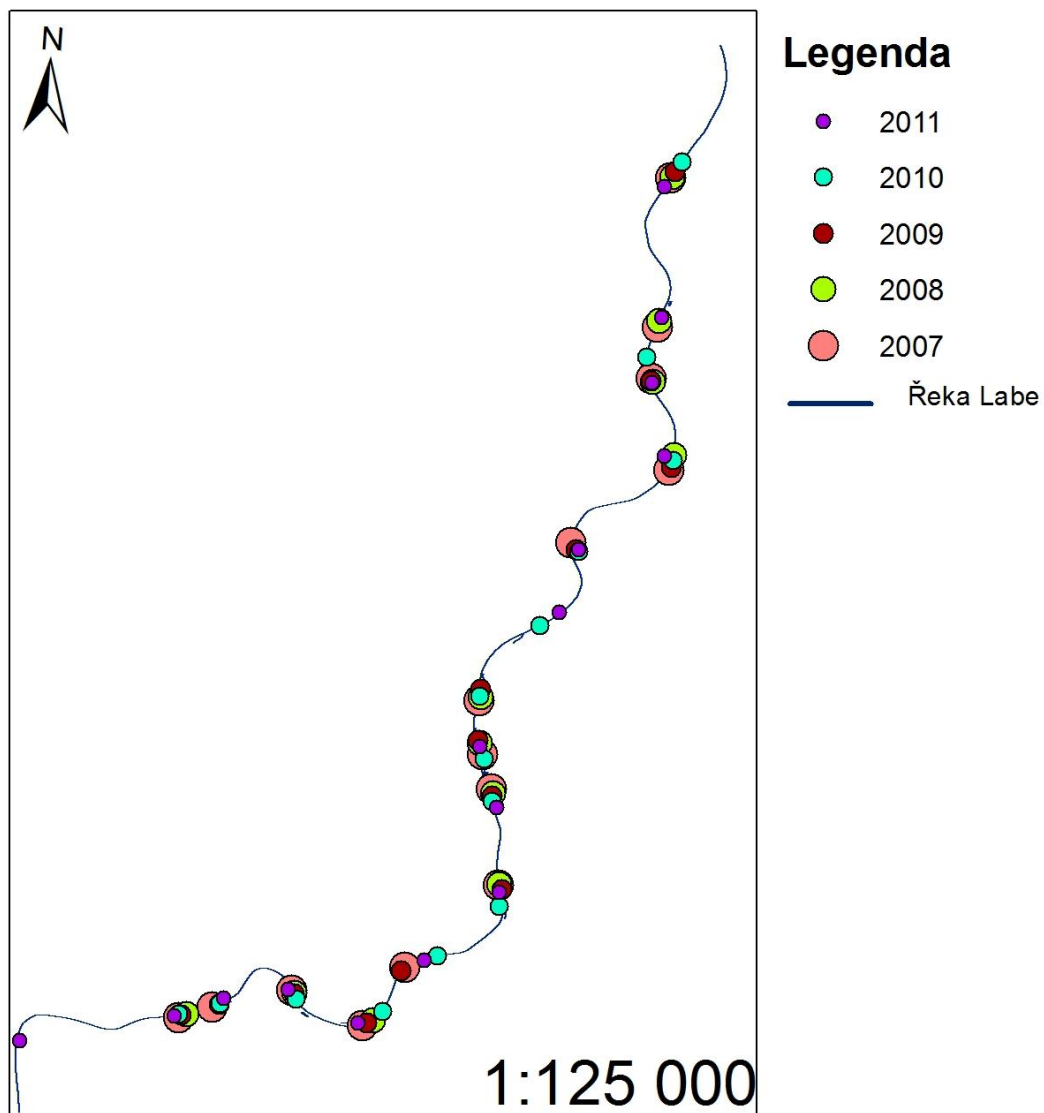
Název: Centra teritorií v letech 1999-2002
Vytvořila: Adéla Hrdličková
Obor: BEKOL
Ročník: 3.
Datum: 24.4.2012
Česká zemědělská univerzita
Fakulta životního prostředí
Katedra ekologie

Centra teritorií v letech 2003-2006



Název: Centra teritorií v letech 2003-2006
Vytvořila: Adéla Hrdličková
Obor: BEKOL
Ročník: 3.
Datum: 24.4.2012
Česká zemědělská univerzita
Fakulta životního prostředí
Katedra ekologie

Centra teritorií v letech 2007-2011



Název: Centra teritorií v letech 2007-2011
Vytvořila: Adéla Hrdličková
Obor: BEKOL
Ročník: 3.
Datum: 24.4.2012
Česká zemědělská univerzita
Fakulta životního prostředí
Katedra ekologie

Příloha 5: Formulář pro záznam pobytových známek

Lokalita:											Mapovatel:			List č. 2 / 2				
Břeh:											Datum: 24.2.2012			GPS:				
bod GPS	dřevina	N	OKUS							zrc.	SM		POBYTOVÉ ZNÁMKY			poznámka		
			0-2,5	2,5-6	6-12	12-20	20-30	30-40	40-50		50+	A	N	popis	A		N	?
61	SV	X		1	1	1	1											
62	SV	X			1													
63	SV										X							
64	TP				1	1												
65	-												svluz	X				
66	TP					1												
67	TP				2			3	1									
68	TP	X				1												
69	JV		1	1														
70	SV	X				1												
71	TRV										X							
72	SV										X							

Příloha 6: Fotka hráze, Adéla Hrdličková a Lada Filipiová (foto Lenka Hamšíková)

