

# Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



**Řežou si bobři pod sebou větve? Analýza dosahování  
potravy z dlouhodobé perspektivy.**

Diplomová práce

**Autor:** Bc. Tomáš Flégl

**Obor:** Ochrana přírody

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

Praha 2017

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tomáš Flégl

Ochrana přírody

Název práce

Řežou si bobří pod sebou větve? Analýza dosahování potravy z dlouhodobé perspektivy

Název anglicky

Longterm analysis of beaver foraging – Do beavers sawing off the branch on which they are sitting?

---

## Cíle práce

Bobří jsou jako mnoho jiných sociálních i soliterních savců striktně teritoriální (Baker & Hill, 2003), spotřeba zdrojů v teritoriu je však v zásadě vyšší než regenerační schopnost a rychlost zdrojů. Zároveň patří bobr mezi tzv. central place foragers (Balsev et al. 1988), což v principu znamená, že spotřeba zdrojů směrem od centra teritoria klesá a je směrem od centra agregovaná. Důvody tohoto způsobu dosahování zdrojů jsou dva – predační risk a bilanční vztah získané vs. vydané energie.

Potravní aktivita bobrů v teritoriu se prostorově mění s ohledem na postupný úbytek základní složky potravy – dřevin (McClintic et al. 2014). Jev je patrně funkcí délky osídlení teritoria, a z části závislý na rozsahu a uspořádání zdrojů v teritoriu.

Vlivem dlouhodobého osídlení patrně vždy dojde k translokaci aktivity bobrů směrem k nespotřebovaným zdrojům: u liniově definovaných zdrojů může docházet k přesunu aktivity podél těchto zdrojů. V případě zdrojů definovaných plošně může vlivem dlouhodobého úbytku zdrojů docházet k prodlužování terestrických cest směrem od vody k aktuálním potravním zdrojům.

Celý systém (již dříve sledovaný) může být výrazně ovlivněn v případě, že teritoria jsou pod přímým vlivem klíčového bobřího predátora – vlka.

Cílem práce bude posoudit jakou roli má predátor na výše popsanou bilanční rovnici – získaná vs. vydaná energie při získávání potravy. Půjde o zachycení potenciálního predačního risku, který mohou bobří do bilance zahrnout.

## Metodika

Postup:

1. výběr teritorií s plošně definovanými zdroji s různou délkou osídlení, teritoria musejí být v dosahu stávajícího výskytu vlka v severních Čechách
2. sběr dat v modelových plochách – prostorové zaměření zimní potravní aktivity
3. vyhodnocení úbytku porostů v lokalitách – GIS
4. statistická analýza dat
5. vyhodnocení otázky zda a jak významný je vliv vlka na délku cest za potravou

Doporučený rozsah práce

40-60

Klíčová slova

predátor, kořist, ekologie strachu, bobr, vlk

---

Doporučené zdroje informací

- Andersons, Z., & Ozolins, J. (2004). Food habits of wolves *Canis lupus* in Latvia. *Acta Theriologica*, 49(3), 357–367.
- Baker, B. W., Ducharme, H. C., Mitchell, D. C. S., Stanley, T. R., & Peinetti, H. R. (2005). Interaction of Beaver and Elk Herbivory Reduces Standing Crop of Willow. *Ecological Applications*, 15(1), 110–118. <http://doi.org/10.1890/03-5237>
- Bakker, E. S., Reiffers, R. C., Olf, H., & Gleichman, J. M. (2005). Experimental manipulation of predation risk and food quality: effect on grazing behaviour in a central-place foraging herbivore. *Oecologia*, 146(1), 157–167. <http://doi.org/10.1007/s00442-005-0180-7>
- Basey, J. M., Jenkins, S. H., & Busher, P. E. (1988). Optimal central-place foraging by beavers: Tree-size selection in relation to defensive chemicals of quaking aspen. *Oecologia*, 76(2), 278–282. <http://doi.org/10.1007/BF00379963>
- Donkor, N. T., & Fryxell, J. M. (1999). Impact of beaver foraging on structure of lowland boreal forests of Algonquin Provincial Park, Ontario. *Forest Ecology and Management*, 118(1-3), 83–92. [http://doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00487-3](http://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00487-3)
- 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. <http://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00142.x>
- Jones, K., Gilvear, D., Willby, N., & Gaywood, M. (2009). Willow (*Salix* spp.) and aspen (*Populus tremula*) regrowth after felling by the Eurasian beaver (*Castor fiber*): implications for riparian woodland conservation in Scotland. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 19(1), 75–87. <http://doi.org/10.1002/aqc>
- McClintic, L. F., Taylor, J. D., Jones, J. C., Singleton, R. D., & Wang, G. (2014). Effects of spatiotemporal resource heterogeneity on home range size of American beaver. *Journal of Zoology*, 293(2), 134–141. <http://doi.org/10.1111/jzo.12128>
- Nolet, B. A., Hoekstra, A., & Ottenheim, M. M. (1994). Selective foraging on woody species by the beaver *Castor fiber*, and its impact on a riparian willow forest. *Biological Conservation*, 70(2), 117–128. [http://doi.org/10.1016/0006-3207\(94\)90279-8](http://doi.org/10.1016/0006-3207(94)90279-8)
- Olsson, O., Brown, J. S., & Helf, K. L. (2008). A guide to central place effects in foraging. *Theoretical Population Biology*, 74(1), 22–33. <http://doi.org/10.1016/j.tpb.2008.04.005>

---

Předběžný termín obhajoby  
2017/18 LS – FŽP

Vedoucí práce  
Ing. Aleš Vorel, Ph.D.

Garantující pracoviště  
Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 15. 3. 2017

Ing. Jiří Vojar, Ph.D.  
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.  
Děkan

V Praze dne 12. 04. 2018

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci (Řežou si bobři pod sebou větev? Analýza dosahování potravy z dlouhodobé perspektivy) vypracoval samostatně pod vedením Ing. Aleše Vorla, Ph.D., a že jsem uvedl všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne: .....

.....

Tomáš Flégl

**Poděkování:**

Tímto bych chtěl poděkovat panu Ing. Aleši Vorlovi, Ph.D., za poskytnutá data, odbornou pomoc, a vůbec za vstřícný přístup po celou dobu psaní diplomové práce. V neposlední řadě bych rád poděkoval také svým rodičům, prarodičům a dalším členům rodiny, kteří mě po celou dobu studia podporovali. Nakonec nesmím opomenout ani mé nejbližší přátele a spolužáky, kteří mi po celou dobu poskytovali především psychickou podporu.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se zabývá dosahováním potravy bobra evropského (*Castor fiber*) z dlouhodobé perspektivy, a zároveň se snaží prokázat vliv predátora, v tomto případě vlk obecný (*Canis lupus*), na potravní chování bobřích populací.

Bobr evropský patří mezi teritoriální živočichy, a navíc mezi tzv. central place foragers. To znamená, že od centra teritoria spotřeba potravních zdrojů klesá a je agregovaná. Důvody takového dosahování potravy jsou dva - predační risk a vztah vydané energie vůči získané. Cílem práce bylo zjistit, jak se mění chování, v dosahování potravy, bobřích populací v závislosti na délce osídlení. Zároveň se zjišťoval i možný vliv vlka na délku cest za potravou.

Vlastní terénní výzkum probíhal na čtyřech lokalitách v České republice (Šumava, Český les, Šluknovsko, jižní Morava) a na dvou německých (Bavorský les, Dessau - Roßlau).

Z výsledků vyplývá, že s délkou osídlení se zvyšuje také délka cest za potravou. Po 6-9 letech bobři opět cestují blíž k vodnímu toku. Další výsledek ukázal i vliv predátora na délku cest za potravou.

---

**klíčová slova:** bobr evropský, central place foraging, vlk obecný, ekologie strachu

## **Abstract**

This diploma thesis is focused on longterm analysis of beavers (*Castor fiber*) foraging and tries to prove the influence of the predator (in this case it is Gray wolf (*Canis lupus*) on the behavior of beaver populations.

Beaver belong to territorial animals as well as central place foragers. That means that the consumption of food resources decreases from the centre of the territory as well as the consumption is aggregated from the centre of the territory. The reasons for this behavior are two - the influence of the predator and the relationship between released and obtained energy. The aim of this thesis was to find out, how the behavior changes in foraging of beaver populations depending on the length of settlement. At the same time, the possible influence of the wolf on the length of the paths for food was also investigated.

Field research took place at four locations in the Czech Republic (Šumava, Český les, Šluknovsko, jižní Morava) and two locations in Germany (Bayern Wood, Dessau - Roßlau).

The results shows that the length of the paths for food sources is affected by the length of the settlement. After 6-9 years, the paths are getting closer to the watercourse. Another result shows that the predator influences the length of the paths for food.

---

**key words:** european beaver, central place foraging, gray wolf, ecology of fear



## Obsah

1. Úvod.....	11
2. Cíl práce.....	13
3. Literární rešerše .....	14
3.1 Bobr evropský .....	14
3.1.1 Charakteristika druhu .....	14
3.1.2 Historické a současné rozšíření.....	15
3.1.3 Teritorialita.....	16
3.1.4 Potrava, složení potravy.....	17
3.2 Vlk obecný.....	19
3.2.1 Charakteristika druhu .....	19
3.2.2 Historické a současné rozšíření.....	20
3.2.3 Teritorialita.....	22
3.2.4 Potrava .....	23
3.2.5 Potravní strategie - lov.....	24
4. Metodika .....	25
4.1. Sběr dat v terénu .....	26
4.2 Úprava dat.....	28
4.3 Analýza dat.....	31
4.3.1 Závislost délky cesty za potravou na stáří lokality .....	32
4.3.2 Závislost množství pořádané biomasy na vzdálenosti od vodního toku .....	32
4.3.3 Vliv přítomnosti vlka na délku cest za potravou .....	32
5. Výsledky .....	34
5.1 Závislost délky cesty za potravou na stáří lokality .....	34
5.1.1 Bavorsko.....	34
5.1.2 Český les.....	35
5.1.3 Dessau - Roßlau.....	35
5.1.4 Jižní Morava .....	36
5.1.5 Šluknovsko .....	37
5.1.6 Šumava.....	38
5.1.7 Všechny lokality .....	39
5.2 Závislost pořádané biomasy na vzdálenosti od vodního toku, nádrže.....	40
5.2.1 Bavorsko.....	40
5.2.2 Český les.....	41

5.2.3 Dessau - Roßlau.....	42
5.2.4 Jižní Morava .....	43
5.2.5 Šluknovsko .....	44
5.2.6 Šumava.....	45
5.2.7 Všechny lokality .....	46
5.3 Vliv přítomnosti vlka na délku cest za potravou .....	48
6. Diskuze .....	50
6.1 Sběr dat.....	50
6.2 Závislost vzdáleností okusu na době osídlení .....	50
6.3 Závislost množství biomasy na vzdálenosti od centra teritoria .....	53
6.4 Vliv predátora na délce cesty za potravou.....	54
7. Závěr a přínos práce.....	55
8. Seznam literatury a použitých zdrojů .....	57
8.1. Knižní zdroje.....	57
8.2. Internetové zdroje .....	63
9. Přílohy .....	64
9.1 Příloha č. 1 - Mapa oblastí výzkumu v rámci České republiky .....	64
9.2 Příloha č. 2 - Podrobná mapa oblastí - jižní Morava .....	65
9.3 Příloha č. 3 - Podrobná mapa oblastí - Šluknovsko.....	66
9.4 Příloha č. 4 - Podrobná mapa oblastí - Český les .....	67
9.5 Příloha č. 5 - Podrobná mapa oblastí - Šumava .....	68
9.6 Příloha č. 6 - Mapa oblastí výzkumu v rámci Spolkové republiky Německo.....	69
9.7 Příloha č. 7 - Podrobná mapa oblastí - Bavorsko .....	70
9.8 Příloha č. 8 - Podrobná mapa oblastí - Dessau - Roßlau .....	71
9.9 Příloha č. 9 výstupy z programu R - Závislost vlivu predátora na vzdálenosti cest.....	72

## 1. Úvod

Bobr evropský se dříve běžně vyskytoval jak na území téměř celé Eurasie, tak i České republiky nevyjímaje. Na přelomu 17. a 18. století, byl bobr evropský téměř vyhuben neregulovaným lovem. Bobři se lovili především kvůli kožešině, masu a kastoreu, což je výměšek z análních žláz, který slouží jako přísada do parfémů, a zároveň by měl mít blahodárné účinky na lidské zdraví (Kostkan et al., 2012).

Zásadou několika úspěšných reintrodukčních programů a následnou ochranou nových populací, se bobři opět začínají od 90. let minulého století na území České republiky vracet. Od této chvíle početnost populací neustále stoupá. V následujících letech se dá očekávat, že se bobři budou vyskytovat na všech jejich původních stanovištích jak u nás, tak i v Evropě. Dle prováděcí vyhlášky č. 395/1992 Sb., přílohy č. III, se tento druh řadí mezi zvláště chráněné druhy živočichů.

Ani v dnešní době ale nemají populace bobra evropského vyhráno. Vzhledem k specifické strategii získávání potravy, v některých oblastech, napomáhají ke zvyšování biologické rozmanitosti tím, že vytváří zamokřené oblasti, a tak vznikají nové habitaty pro další, v mnoha případech vzácné druhy. Na druhou stranu se velice často dostávají do střetu se zájmy člověka. Mnohdy tak poškozují hospodářské lesy, sady, parky a další člověkem obhospodařované oblasti. V extrémním případě může jejich stavební aktivita způsobit zaplavení obydlených pozemků či porušení vodohospodářských staveb (Rosell et al., 2005). Na základě těchto skutečností, lidé posílají nejrůznější stížnosti a žádosti o zničení bobřích populací. Někdy dokonce obyvatelé postižených oblastí berou zodpovědnost do vlastních rukou a jedince bobrů evropských likvidují. Vzhledem k těmto faktům je velmi důležité znát prostorovou a populační ekologii druhu, abychom dokázali předpovídat vývoj budoucího rozšiřování areálu výskytu bobra evropského. Posléze teprve lze zavést vhodný, a především účinný, management.

Tato diplomová práce se zaměřuje na dosahování potravy z dlouhodobé perspektivy. Spotřeba zdrojů potravy je totiž u bobra vyšší než regenerační schopnost a rychlost zdrojů. Zároveň jedinci tohoto druhu patří mezi central place foragers, což znamená, že spotřeba zdrojů směrem od centra (například hradu) klesá (Basey et al., 1988). Tím se výrazně snižuje možnost predace, a zároveň se výrazně neliší bilance získané a vydané energie. Delším osídlením se potravní aktivita prostorově mění

vlivem úbytku zdrojů potravy. V takové situaci jsou bobři nuceni putovat za potravou dále od centra (McClintic et al., 2014). Celý systém dosahování potravy se však může výrazně změnit, pokud se v oblasti současně vyskytuje klíčový predátor (vlk). Cílem práce je posoudit, jakou má predátor roli na bilanční rovnici o dosahování potravy. Jde tedy o zahrnutí potenciálního predačního risku, který mohou bobři do bilance zahrnout.

## 2. Cíl práce

Cílem této diplomové práce je posoudit, jaký vliv mají vracející se populace vlka obecného na způsob dosahování potravy u bobra evropského. Především je cílem zjistit, jak klíčový predátor ovlivňuje bilanční rovnici dosahování zdrojů. Postup tohoto experimentálního výzkumu byl rozdělen do pěti bodů:

1. Nejprve je třeba vybrat vhodná teritoria s plošně definovanými zdroji a různou délkou osídlení. Pro tento výzkum byly vybrány oblasti na Šumavě, Českém lese, Šluknovsku, Bavorsku a Dessau-Roßlau.

2. Dalším krokem je, ve výše zmíněných oblastech, získat potřebná data. Jde o prostorové měření zimní aktivity, kdy se zaznamenávají okusy, a zároveň se měří jejich vzdálenost od vodního toku.

3. Třetím krokem je pomocí programu GIS vyhodnotit úbytek porostu v navštívených lokalitách.

4. Následně proběhne analýza získaných dat.

5. Posledním krokem je vyhodnocení otázky, zda a jak významný je vliv vlka na délku cest za potravou.

Pracovní hypotéza tedy zní: Má výskyt vlka evropského vliv na délku potravních cest bobra evropského?

### 3. Literární rešerše

#### 3.1 Bobr evropský

##### 3.1.1 Charakteristika druhu

Z taxonomického hlediska bobr evropský (*Castor fiber*) patří do řádu hlodavci (*Rodentia*) a čeledi bobrovití (*Castoridae*).

Bobr evropský je statný hlodavec, který je přizpůsoben životu ve vodě. Konkrétně se jedná o semiakvatický druh, který se, díky svým rozměrům, stal největším žijícím hlodavcem na evropském kontinentu. Dospělý jedinec dosahuje délky 75-102 cm a váží 17-30 kg. K plavání mu slouží široká a silná plovací blána, která se nachází na zadních končetinách, ale také svrchu zploštělý ocas, který dosahuje šířky 12-16,5 cm. Ocas je převážně lysý, a pokrývají ho zrohovatělé šupiny. Slouží jak k plavání, kde zastává funkci vesla či kormidla, tak i jako signalizační zařízení, kdy silným plácnutím do vody vysílá varovný signál. Na jedno nadechnutí vydrží pod vodou až 15 minut, před každým ponořením uzavírají zvláštními svaly nozdry i ušní otvory (Anděra et Horáček, 2005).

Zbarvení srsti se geograficky mění. Světlé kaštanové zbarvení převažuje v Bělorusku, zatímco jedinci žijící u Ruské řeky Voroněž nabývají zbarvení hnědé až černohnědé (Kitchener, 2001). Lesklá srst je především na břišní straně, kde na 1 cm<sup>2</sup> připadá 23-30 tisíc podsadových chlupů, velmi hustá. Výměšky velkých řitních žláz a vysoká hustota chlupů zajišťuje jedincům bobra evropského dokonalou vodotěsnost. Od ostatních hlodavců se dále liší mohutnými hlodáky, které mají vpředu sytě oranžové zbarvení (Anděra et Horáček, 2005).

Samice bobra evropského vrhají mláďata jednou za rok v období mezi prosincem a květnem, nejčastěji pak v lednu. Průměrně samice v jednom vrhu porodí 3 mláďata. Obecné rozmezí počtu mláďat na jeden vrh je 2-6 (Müller-Schwarze et Sun, 2003). Mláďata se učí plavat během prvních dvou týdnů. Po měsíci jsou již schopni se potápět (Vorel, 2003). Po 2-3 letech se jedinci stávají pohlavně dospělými, a odcházejí hledat vlastní teritorium, kde následně založí rodinu (Wilsson, 1971).

Ve volné přírodě se průměrně jedinci bobra evropského dožívají 7-8 let, v zajetí však žijí několikanásobně delší dobu - 35 let (Anděra et Horáček, 2005).

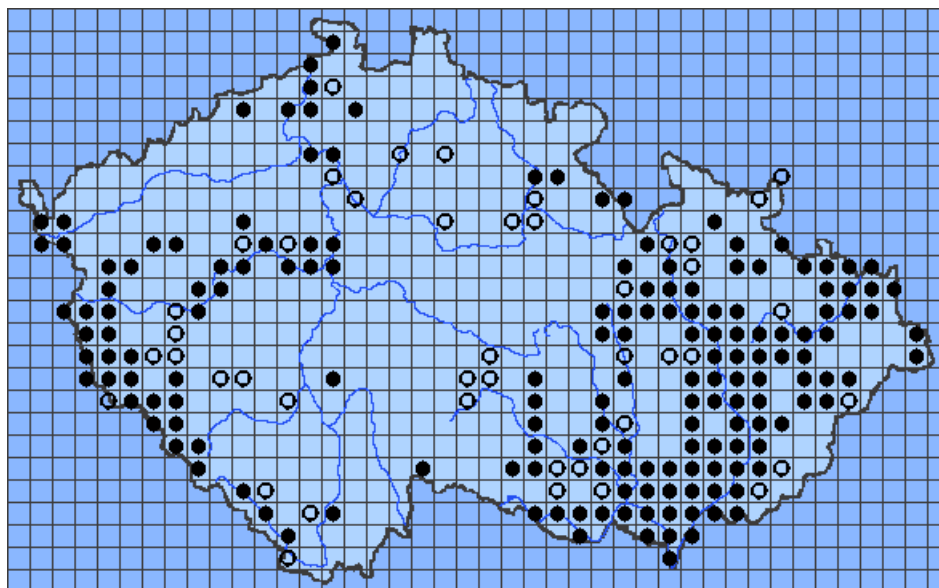
### 3.1.2 Historické a současné rozšíření

Původně se bobr evropský vyskytoval v lesním pásmu téměř celé Eurasie, nicméně již před koncem 19. století byl v Evropě téměř vyhuben (Anděra et Horáček, 2005). K rapidnímu úbytku docházelo především vlivem častých lovů, za účelem zisku z bobřích kožešin, ale také kastorea, které by mělo mít blahodárné účinky na lidské zdraví (Salvesen, 1928). Na začátku 20. století se počet jedinců odhadoval na pouhých 1 200 jedinců (Nolet et Rosell, 1998). V mnoha evropských zemích bobří evropští vymřeli úplně, ale reintrodukcí a ochranou se následně počet jedinců začal zvyšovat, až v roce 2003 bylo spočítáno okolo 639 000 jedinců na našem kontinentu (Halley et Rosell, 2003).

Původní populace přežily jen na několika málo místech Eurasie - u ústí řeky Rhôny ve Francii, na středním Labi v Německu, v Bělorusku, v jižním Norsku a na dolních tocích Dněpru a Donu v Rusku. Úspěšné reintrodukce proběhly v severovýchodním Polsku a Německu, ale také v Rakousku (Anděra et Horáček, 2005).

První zdokumentovaný bobr, který se do České republiky vrátil byl spatřen na Labi v 60. letech minulého století. Až od roku 1995 se ale dá hovořit o tvořící se nové populaci, která se následně stabilizovala (Kostkan, 1999). Přirozeně se bobří začali do České republiky šířit ze sousedního Rakouska, Německa a Polska. Cca 20 jedinců bylo uměle vysazeno v CHKO Litovelské Pomoraví a Oderských Vrších (Vorel et al., 2005). Od roku 2012 byly v České republice tři hlavní oblasti výskytu. První oblast zahrnuje Šumavu a Český les, a druhá oblast byla zjištěna na dolním toku řeky Labe od státní hranice po Střekov. Poslední centrum výskytu zahrnuje východní polovinu Moravy od Ostravy po Břeclav (Vorel et al., 2012).

V dnešní době stále probíhá monitoring výskytu bobra evropského. Aktuální rozšíření je dobře patrné z přiložené mapy (Obr. 1).



Obr. 1: Výskyt bobra evropského v ČR (www.biolib.cz; autor Anděra M.).

### 3.1.3 Teritorialita

Mnoho různých živočichů patří mezi takzvané teritoriální druhy. To znamená, že si aktivně brání a vyhraňují své území pomocí různorodých signálů. Nejčastějšími jsou signály pachové a akustické. Některé druhy zastrašují své konkurenty výraznými barvami či tvary. Díky tomuto způsobu chování dokážou rozpoznat cizí teritoria a identifikovat konkurenty. Z tohoto důvodu se zmenšuje šance střetu mezi příslušníky jiné populace. Vymezením svého teritoria si zajišťují dostatečné množství potravních zdrojů, a efektivně se mohou, v omezeném prostoru, vyhýbat predátorům (Bateman et al., 2015).

U otázky teritoriality je třeba rozlišovat dva pojmy - domovský okrsek a vlastní teritorium. Dříve byl domovský okrsek několikrát mylně zaměněn za teritorium. V některých studiích byly dokonce oba dva termíny považovány za totožné (Burt, 1943). Teritorium lze definovat jako určitá oblast, kterou teritoriální živočich aktivně využívá, rozmnožuje se zde, stará se o potomstvo a aktivně jej brání před dalšími jedinci svého druhu. Toto chování se vyznačuje obhajováním, značením a hájením svého území. Domovský okrsek je několikrát rozlehlejší než dané teritorium (Drmota et al., 2007). Takovou rozlehlou oblast nedokáže rodina aktivně bránit, a proto se domovské okrsky různých rodin mnohdy překrývají (Jewell, 1966).

Bobr evropský patří mezi silně teritoriální živočichy. To znamená, že si brání a značkuje své území, především za účelem udržení zdrojů potravy, což je jeho limitující faktor (Campbell et al., 2005). Používá k tomu pachové značky.



Zapáchající výměšek z análních žláz zanechává na větvích, trávě či hromádkách bahna. Nejvyšší teritoriální aktivita je v jarním období, v době rozmnožování a migrace. Hranice svého teritoria si nicméně značí po celý rok. Rozloha teritoria se pohybuje mezi 0,5 - 2,5 km toku v závislosti na množství potravních zdrojů. Bobří území lze snadno najít díky četným pobytovým známkám, mezi které patří například chodníky, jídelny, nory, okusy, hrady, pachové značky a další pobytové stopy (Vorel et al., 2010).

Bobři žijí nejčastěji v rodinách čítajících rodiče a mláďata do dvou let věku. Jakmile dosáhnou věku zhruba tří let, tak své rodiče opouští a začnou si hledat vhodné místo pro své teritorium (Burt, 1943). Při tomto hledání mnohdy dochází k agresivním střetům s ostatními bobry. Často takoveto souboje o území končí fatálně. Nejdříve bobři zabírají území, které je nejhojnější na potravní zdroje. Pokud jsou tato místa již přeplněna, zabírají místa chudší. Pokud uhyne stávající rodina, její místo je často rychle zabráno novými jedinci (Nolet et Rosell, 1994). Vzdálenosti teritorií mezi rodinami jsou v rozmezí od 2-20 km, což umožňuje mladým jedincům najít sexuálního partnera a založit novou rodinu (Zurowski et Kasperczyk, 1988).

### **3.1.4 Potrava, složení potravy**

Bobr evropský je výhradní býložravec. Živí se rozsáhlým spektrem bylin a dřevin. Až u tří stovek druhů rostlin bylo dokázáno, že patří mezi potravu bobrů. Jejich potrava se skládá z kůry, výhonků, listů, kapradin a vodní vegetace (Haarberg et Rosell, 2006). Konkrétní složení potravy se mění dle ročního období. Ve vegetačním období (jaro až léto) se živí především nezdřevnatělými a měkkými částmi rostlin a výhonky rostoucími na březích vodních toků nebo ve vodě. V případě nedostatku potravy se bobr dokáže na tuto situaci adaptovat, a začne využívat listy stromů či kulturní plodiny jako jetel, kukuřice, řepa a mnoho dalších druhů (Červený et al., 2010). Nejčastěji se zaměřují na dřeviny s malou tloušťkou, konkrétně mezi 2-6 cm. V zimním období začnou kácet stromy, aby se mohli dostat k vrcholovým částem dřevin, lýka a kůry. Nejčastěji kácí stromy s průměrem do 20 cm, nicméně nepohrdnou ani dřevinami s průměrem 80 cm, ke kterým se bobři opakovaně vrací (Kostkan 1998).

Bobři dávají přednost listnatým stromům před jehličnatými. Nejčastěji si vybírají vrby (*Salix sp.*), topoly (*Populus sp.*), javory (*Acer sp.*), ale nepohrdnou ani například duby (*Quercus sp.*), slivoněmi (*Prunus sp.*) či lískami (*Corylus sp.*). Z

těchto druhů využívají mladé větvičky, kůru, listy, pupeny a plody. Na podzim a v zimě se živí převážně lýkem. Mladé větvičky si často schovávají do svých zimních zásobáren (Baker et Hill, 2003). Poměrně zajímavý je fakt, že bobří poměrně často kácí olše (*Alnus spp.*), jako potravu ji ale využívají jen velmi zřídka (Kostkan, 2000).

Co se týká jehličnatých stromů, tak u nich si vybírají především mladé větvičky nebo používají pokácené smrky na stavební materiál. Z potravy zaujímají druhy borovic (*Pinus sp.*) a smrků (*Picea sp.*) jen velmi malé procento (Wilsson, 1971; Baker et Hill, 2003). V České republice jsou také zaznamenány případy okusů u modřínu opadavého (*Larix decidua*), i ten ale slouží spíše jako stavební materiál na vybudování hrází či hradů (Kostkan, 2000).

Dle Vorla et al. (2010) patří mezi nejvyhledávanější dřeviny vrba (51%) a topol (16%). Pravděpodobně za to může fakt, že například produkty z topolu je tělo bobra schopné strávit téměř třikrát rychleji než-li olši či javor. Je tedy dobrou volbou pro získání maximálního množství energie za vynaložení stejné námahy (Doucet et Fryxell, 1993).

#### **3.1.4.1 Central place foraging**

Pojem central place foraging (dále jen CPF) zavedli jako první ekologové Pearson a Orians v roce 1979, když zkoumali vlhovce červenokřídlé (*Agelaius phoeniceus*), zástupce pěvců. Všimli si totiž skutečnosti, že zástupci vlhovců žijící ve státě Washington mají tendenci chytat velké množství kořisti, zatímco populace žijící v Kostarice se vracela pouze s jednou kořistí, která však byla mnohem větší (Orians et Pearson, 1979). Tato specializace u kostarické populace je přičítána zvýšenému úsilí při hledání kořisti v rámci nočního lovu. Vlhovci žijící ve státě Washington lovili přes den, a navíc k ulovení potravy museli urazit jen zlomek vzdálenosti, kterou museli absolvovat vlhovci žijící v Kostarice, a tudíž na lov nevynaložili tolik energie.

Podle CPF teorie se tedy živočichové snaží maximalizovat své vynaložené úsilí při obstarávání potravy, pokud už se z jakéhokoliv důvodu musí vzdálit od svého obydlí. Krom výše uvedeného příkladu s vlhovci tuto teorii například potvrdila i studie o tuleních a mořských ptácích, ve které se také zjistilo, že objem kořisti se zvyšuje, pokud predátor musí urazit větší vzdálenost od obydlí (Costa, 1991). Mezi další druhy, které podporují teorii CPF, patří i sociální hmyz. Například i u včel platí přímá úměra, že čím víc je včela vzdálena od úlu, tím větší množství nektaru nasbírá

(Kacelnik et al., 1986). Stejné chování lze pozorovat u ptáků, kteří se starají o mláďata (Kacelnik 1984) nebo u živočichů, kteří využívají svou noru či hnízdo jako útočiště před predátory (Lima et al., 1985).

Zástupcem teorie CPF je také bobr evropský. Při hledání a sbírání potravy nejdříve využívá zdroje v okolí svého obydlí (v tomto případě například hrad, polohrad či nora). Po vyčerpání potravních zdrojů, v okolí svého centra, musí za potravou dále od své nory (Fryxell et Doucet, 1991). V takovém případě si bobři na vzdálenějších místech mnohem více vybírají druh dřeviny s tím, že nejvíce okusují vrby, topoly a olše (Raffel et al., 2009). Další změna v chování nastává v tom, že si začnou vybírat stromy s větším průměrem (klidně i 50 cm a více), zatímco v blízkosti své nory mají tendenci okusovat velké množství tenkých větví či dřevin do průměru 6 cm. Díky této strategii se bobrům daří šetřit čas a vynaloženou energii (Fryxell et doucet, 1991; Charnov, 1976). Díky tomuto specifickému chování je možné předvídat další postup bobrů při získávání potravy a udělat si představu o tom, jak se změní dřevinná skladba na konkrétní lokalitě (Raffel et al., 2009).

Další faktor, který je nutno do teorie CPF zahrnout je riziko predace. Mezi predátory bobra patří především vlk, medvěd a rys. Vzhledem k tomu, že v ČR nemá ani jeden z těchto predátorů rozsáhlejší trvalý výskyt, tak se dá říct, že bobr evropský nemá v České republice přirozeného nepřitele. Většinou se na území našeho státu zatoulají pouze jednotlivci ze sousedních zemí. Juvenilní jedince může ovšem ulovit i liška obecná (*Vulpes vulpes*) (Kalinová, 2012). Pokud ovšem riziko predace existuje, tak s ním bobr, při výběru optimální lokality, počítá (Lima et Dill, 1990). To se projevuje například vzdálenostmi okusů od břehu či nory, selekcí dřevin, načasováním cesty za potravou nebo početností skupiny (Lima et Volone, 1986; Cassini, 1991; Banks et al., 1999; Jacob et Brown, 2000). Čím dále se bobr vydá od svého domova, tím více vnímá predáčnické riziko, i přesto se však postupně vzdaluje od svého centra, neboť ho láká pestřejší strava. Navíc se, v případě, že se v lokalitě opravdu vyskytuje predátor, usidluje pouze v místech, kde není o zdroje potravy nouze (Bolbroe et al., 2000).

## **3.2 Vlk obecný**

### **3.2.1 Charakteristika druhu**

Vlk obecný (*Canis lupus*) z taxonomického hlediska patří do řádu šelmy (*Carnivora*) a čeledi psovití (*Canidae*).

Jedná se o největší psovitou šelmu, která svou velikostí i postavou připomíná německého ovčáckého psa. Oproti němu má širší a špičatější hlavu, šikměji postavené oči a kratší uši. Ocas je velmi huňatý a dlouhý (až 50% těla) (Anděra et Horáček, 2005). Dospělý samec v průměru váží 43-45 kg, samice pak dosahuje váhy 36-38,5 kg (Mech, 1981). Váha se ovšem může geograficky výrazně měnit - platí zde Bergmannovo pravidlo (Geptner et Naumov, 1998). Například vlci obecní žijící na Aljašce, mohou vážit třikrát až šestkrát více, než vlci žijící v menších zeměpisných šířkách (Hunter et Barrett, 2011). Na délku pak měří 105-160 cm, a na výšku, měřenou v úrovni ramen, 80-85 cm (Geptner et Naumov, 1998).

Zbarvení se liší podle ročního období od rezavohnědé až po šedočerné odstíny. Pouze břišní část těla a vnitřní strany končetin jsou bělavé až nažloutlé (Anděra et Horáček, 2005).

Vlci jsou převážně monogamní (Geptner et Naumov, 1998). Období reprodukce trvá od konce ledna do konce dubna. Zároveň samice vlka je monoestrická, takže se může pářit jednou za rok (Hanzal et al., 2007). Vlčice obvykle rodí 4-6 štěňat. Jejich počet se odvíjí od počtu vlků ve smečce, ale také úživností teritoria. Pokud by například smečka strádala, nemusí se mláďata vůbec narodit, což v danou chvíli zvýší šance na přežití dané smečky (Kokeš, 1961). Mláďata po narození váží půl kilogramu. Samice s nimi zůstává jeden měsíc, během kterého je kojí, a ostatní členové smečky jí nosí potravu (Linnell et al., 2005). Po šesti týdnech přestávají být kojena, a začínají si mezi sebou vytvářet vlastní hierarchii (Bufka et al., 2005). O další dva týdny později již opouští svůj brloh a zdržují se na shromaždišti s ostatními vlky. Po dvanácti týdnech vyráží na svůj první lov, kterého se však až po šesti měsících aktivně účastní. Pohlavní dospělosti dosáhnou cca po 22 měsících (Linnell et al., 2005).

Nejvyšší je mortalita štěňat během prvního roku života - 60%. Zásahu na tom má především nedostatečný hmotnostní vývoj, kdy by mládě mělo vážit 80% váhy dospělého vlka již ve svých sedmi měsících (Mech et Boitani, 2003).

Vlci se ve volné přírodě dožívají 12-15 let (Anděra et Horáček, 2005).

### **3.2.2 Historické a současné rozšíření**

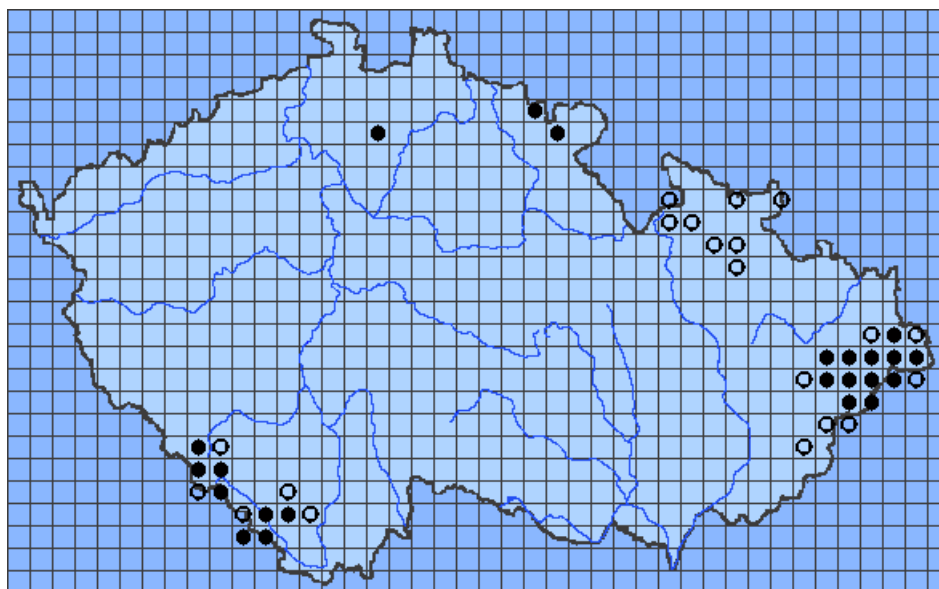
V minulosti se populace vlka obecného vyskytovaly prakticky v celé Eurasii a Severní Americe od tundry až po pásmo polopouští (Anděra et Horáček, 2005).

Vlivem nadměrného lovu se postupem času areál vlka obecného snížil asi o jednu třetinu (Anděra et Červený, 2009).

V současné době má souvislý areál výskytu pouze od severu Skandinávie přes Finsko a Rusko na Balkán, odděleně pak ještě na Pyrenejském poloostrově a v Itálii (Anděra et Horáček, 2005). Evropská populace by nyní odhadem měla čítat 60 000 jedinců, z toho naprostá většina (téměř 45 000 jedinců) připadá na evropskou část Ruska a Běloruska. Rozloha areálu vlka obecného je pak odhadována na 3 500 000 km<sup>2</sup> (Červený et al., 2005).

I v České republice potkal vlka obecného v minulosti stejný osud a v 19. století byl vyhuben (Anděra et Červený, 2009). První zpráva o návratu vlků na naše území přišla roku 1947 ze severní Moravy. Na začátku nového milénia se vlci vyskytovali na Šumavě, v Beskydech, a zřídka bylo pár jedinců zahlédnuto v Jeseníkách a ojediněle v Krušných horách (Anděra et al., 2004).

V posledních letech je pozorována tendence vlků se vracet do naší vlasti ze sousedních států (především z Polska a ze Slovenska). Pár jedinců se k nám vrací i z jihu a západu (Šťastný, 2015). Dle Červeného et al. (2005) se v Beskydech vyskytuje 5-15 jedinců a na Šumavě 0-2 jedinci s tím, že u obou oblastí je tendence růstu tamních populací. Dle nejnovější mapy rozšíření vlka obecného v České republice je stálý výskyt zaznamenán pouze na 4% plochy našeho státu, především na Šumavě a v Beskydech. Ojediněle pak v Jeseníkách, Krkonoších a Krušných horách (Obr. 2) (Anděra et Červený, 2009).



### 3.2.3 Teritorialita

Vlk obecný patří také mezi teritoriální živočichy. Jedinci se shlukují do smeček, přičemž každá smečka má své teritorium. V případě těchto šelem je teritorium značeno pachovými a zvukovými signály. Hranice jednotlivých teritorií nejsou pevně stanoveny a mohou se mezi sebou překrývat. Velikost každého teritoria ovlivňuje mnoho faktorů. Například množství a druh kořisti, početnost smečky a vlastnosti jedinců ve smečce, ale také daný reliéf. Zatímco dvoučlenné smečce stačí k obživě teritorium o velikosti 9 ha, osmičlenná smečka už potřebuje území o rozloze 140 ha. Pokud se populace nachází v prostředí hojném na zdroje potravy (lesy), tak její lovecký revír zaujímá pouze desítky km<sup>2</sup>. V případě pustiny se však rozloha zvýší až na 1 300 km<sup>2</sup>. Rozloha teritoria fluktuuje také v čase, například v období výchovy štěňat. Vzhledem k teritoriálnímu chování vlků, nemůže dojít k jejich přemnožení na jednom místě. Pokud by ulovili všechnu kořist ve svém teritoriu, museli by se rozptýlit dál, a tím se teritorium zvětší (Langhammer, 1993).

Vlčí teritorium se zpravidla dělí na tři části: Domov I. a II. řádu, a lovecký revír. Takovéto rozdělení se používá především v době výchovy mláďat (Langhammer, 1993).

Doupě a jeho nejtěsnější okolí spadá do domova prvního řádu. Jedná se o nejvíce střežené místo. Doupě, které může být hluboké 180-430 cm totiž slouží k ochraně štěňat. Matka proto o tento prostor pečuje, chrání a udržuje v čistotě. Z tohoto důvodu požívá výkaly štěňat, která ještě nemohou vylézt ven. Doupata si vlci nejčastěji budují v době rozmnožování, a to v prudkém svahu, s dobrou dostupností ke zdroji vody a ideálně nezakrytým výhledem do okolí. Takové doupě využívá vlčí smečka i několik let po sobě (Heráň et Sládek, 1970).

Dalším územím, které si vlci úzkostlivě brání, především před cizími vlky, je domov druhého řádu. Jedná se o širší území kolem vlčího obydlí, které samec označoval močí (Heráň et Sládek, 1970).

Nejrozhlednějším územím v rámci vlčího teritoria je lovecký revír, který mnohonásobně převyšuje rozlohu domova druhého řádu. Jak již název napovídá, jedná se území, ve kterém si vlčí smečka obstarává potravu. Velikost revíru

ovlivňuje konkurenční tlak, dostupnost potravy, vodních zdrojů a úkrytů v krajině, a další faktory, které byly uvedeny výše (Heráň et Sládek, 1970).

V dnešní době negativně ovlivňuje velikost teritoria také člověk, který způsobuje fragmentaci krajiny stavbou nových budov, cest, silnic atd. Všechny tyto zásahy do krajiny narušují normální život nejen vlků, ale také lesní zvěře a ostatních lesních zvířat (Heráň et Sládek, 1970).

### 3.2.4 Potrava

Vlk obecný patří mezi vertebratofágní živočichy, což znamená, že jeho kořisti jsou obratlovci. Nejčastěji loví vysokou, černou nebo srnčí zvěř. Skladba vlčí stravy se ale výrazně geograficky mění. Celosvětově se vlčí strava převážně skládá z velkých (240-650 kg) a středních (23-130 kg) kopytníků, dále menší kořisti, jako je například zajíc polní (*Lepus europaeus*) a domestikované druhy zvířat - ovce (*Ovis sp.*), koza domácí (*Capra aegagrus hircus*) a jiné (Newsome et al., 2016). Dle analýzy vlčích trusů vyšlo najevo, že v České republice je ve vlčí potravě nejčastěji zastoupen zajíc polní, jelen lesní (*Cervus elaphus*) a prase divoké (*Sus scrofa*). Domácí zvířata tvoří 1% potravy vlků (Fejklová et al., 2004).

Rozsáhlejší výzkum probíhal na Slovensku v 90. letech minulého století, kdy bylo analyzováno 356 vzorků vlčího trusu z dvanácti různých pohoří. Po konci sběru vzorků vyšlo napovrch, že celých 69% potravy vlka tvoří vysoká a srnčí zvěř, v závěsu je s 21% černá zvěř, 5% hlodavci, 1% ovce, 1% rostlinná složka a 3% ostatní zvířata (Strnáďová et Find'ó, 2002).

Dále se vlci, především v letním období a v době říje, živí myšovitými a hmyzem. V zimě naopak převládají kopytníci. Vlci hrají v ekosystému velmi důležitou roli tím, že plní i funkci zdravotní policie, neboť často nepohrdnou ani zdechlinami (Hell et al., 2001). Dalším důkazem, že vlk má kladný dopad na životní prostředí je ten, že na Slovensku v oblastech trvalého výskytu vlka, se rapidně snížil podíl zvěře napadené plicními parazity, což dokazuje, že vlci z přírody odstraňují především hendikepované jedince. V horách obývaných vlkem navíc téměř vymizela další nemoc - mor prasat (Strnáďová et Find'ó, 2002).

Pokud se v teritoriu vlka nachází dost kořisti, dokáže denně sníst 3-5 kg masa. K přežití jim ale stačí pouze jeden kilogram. Při větším úlovku ale spotřebují i 10 kg masa najednou, a poté mohou klidně pár dní počkat bez kořisti. Průměrný vlk

za rok spotřebuje tolik masa, kolik odpovídá váze jednoho dospělého losa evropského (*Alces alces*), jehož váha činí 500-800 kg (Okarma, 1995).

### **3.2.5 Potravní strategie - lov**

Vlci jsou při hledání potravy velmi vytrvalí a za den dokážou urazit i několik stovek kilometrů, a při útoku vyvinout okamžitou rychlost 65 km/h a schopný skočit až 5 m. Vzhledem k jejich vytříbené spolupráci a komunikaci při lovu, jsou schopni zabít kořist o váze půl tuny. Na druhou stranu i přes tyto benefity končí úspěchem jen každý desátý pokus (Jedrzejewski et Jedrzejewska, 2005; Mech et Boitani, 2003).

Pokud vlci loví ve smečce, tak vždy minimálně jeden jedinec pozoruje vyhlídnuté stádo, a tím na sebe strhne veškerou pozornost, zatímco ostatní členové kořist obklíčí (Löhmus, 2001). Po obklíčení začnou ve stádu vyvolávat paniku a donutí stádo k běhu, Statnější jedinci v rámci boje o přežití ztratí odvalu chránit slabší jedince a utečou. Ze zbylých kusů si vlci vyberou slabší kus a začnou ho nahánět. Pokud je i tak jedinec příliš rychlý, vyhlédnou si vhodnějšího. Toho pak oddělí od stáda a začnou ho štvát. V tento okamžik běží vlci v řadě za sebou a postupně se střídají v čele za účelem úspory energie (Jedrzejewski et Jedrzejewska, 2005). Díky takto skvěle zvládnuté strategii dokážou po dlouhou dobu držet vysoké tempo, zatímco kořist musí vynaložit spoustu úsilí. Smečka dále využívá, ve svůj prospěch, znalost terénu, ve kterém loví. Snaží se hnát svou kořist, pokud možno, nejhorším terénem, zatímco smečka využívá všemožné zkratky, vrstevnice a stezky vyšlapané od zvěře (Löhmus, 2001). V zimě šetří energii tím, že běží v závěsu za kořistí, a tak nemuseli tvořit ve sněhu nové cestičky. Ještě větší výhodu nad svou obětí získají, pokud napadne čerstvý firmový sníh. Vlci se sice do něj, díky rozdílnému tlaku nášlapnou plochou na podklad nezaboří, zvěř ovšem ano (Okarma, 1984). V okamžiku, kdy je kořist dostatečně vyčerpaná, začnou útočit na slabiny, břišní část, čumák a končetiny. Následkem mnohačetných zranění kořist ztratí spoustu krve. V momentě ji vlci strhávají na zem a usmrcují prokousnutím hrdla. Tím se odlišují od divokých psů, kteří kousají bez rozmyslu po celém těle a s kořistí třepou. I díky rozdílnému způsobu usmrcení oběti se dá jasně prokázat účast či neúčast vlků při útocích na hospodářská zvířata (Červený et al., 2000).

Stane-li se, že vlci uloví moc velké sousto, tak zbytek kořisti zahrabou do země na pozdější využití. Často ale tyto skrýše jsou odhaleny a vyloupeny jinými živočichy (Löhmus, 2001).



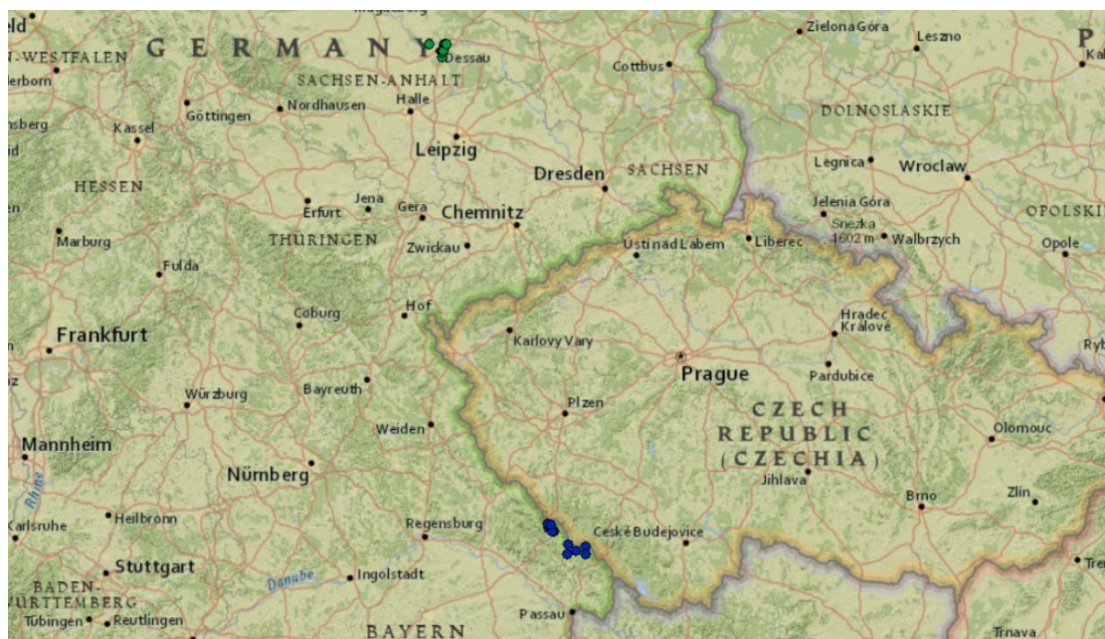
## 4. Metodika

Terénní výzkum probíhal v zimním období, kdy se již na zkoumaných lokalitách nevyskytuje vysoká vegetace, která zakrývá pobytové známky bobra evropského, jako jsou například okusy, pachové značky, jídelny, atd.

Pro tuto diplomovou práci byly vybrány čtyři oblasti na území České republiky (Šumava, Český les, Šluknovsko a jižní Morava) (Obr. 3), a dvě oblasti na území Německé spolkové republiky (Bavorský les, a Dessau - Roßlau) (Obr. 4). Podrobné mapy jsou k dispozici v Přílohách (1 - 8). Všechna navštívená území byla osídlena bobrem evropským po různou dobu (Tabulka 3). Vzhledem k tomuto faktu se poté dá porovnávat změna v dosahování potravy v čase.



Obr. 3: Mapa zkoumaných oblastí v ČR.



Obr. 4: Mapa zkoumaných oblastí ve Spolkové republice Německo.

V této diplomové práci byla použita jak již existující data v případě Bavorska, Českého lesa, Šumavy a jižní Moravy, tak data sesbíraná autorem - Dessau - Roßlau, Šluknovsko.

#### 4.1. Sběr dat v terénu

Jak již bylo uvedeno výše, výzkum probíhal mimo vegetační období. Do povinné výbavy tedy, kromě laserového dálkoměru Nikon Forestry 550, GPS navigace Garmin a formuláře (Obr. 5), patřilo také teplé oblečení a pevná obuv.

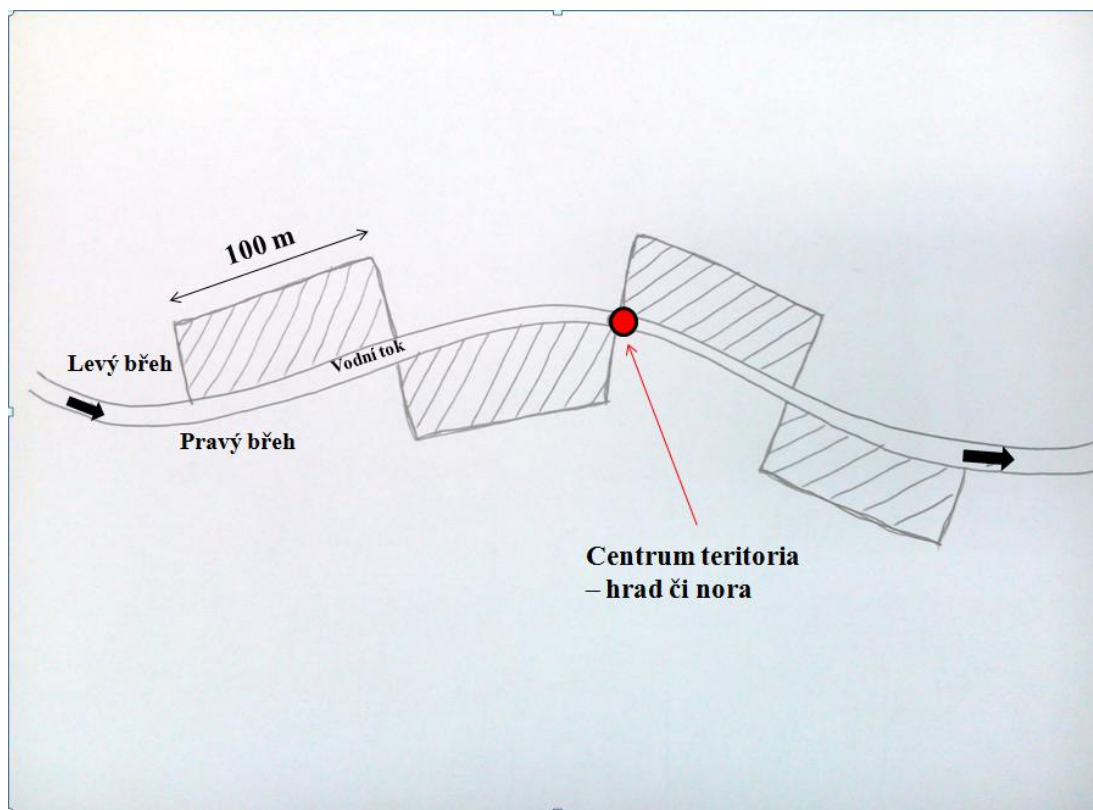
Lokalita:											Mapovatel:				List č. /							
Břeh:											Datum:				GPS:							
bod GPS	dřevina	N	OKUS							SM		POBYTOVÉ ZNÁMKY					poznámka					
			0-2,5	2,5-6	6-12	12-20	20-30	30-40	40-50	50+	zrc.	A	N	popis	A	N		?				

Obr. 5: Ukázka záznamového archu, který sloužil pro zapsání pobytových známek.

Metodika sběru dat u této diplomové práce byla zvolena tak, že na každé navštívené lokalitě byl první úkol jasný - najít centrum teritoria v podobě hradu, polohradu či nory. Do té doby se jakékoli pobytové známky (okusy, chodníky, jídelny, pachové značky) nezapisovaly. Při nalezení centra teritoria se dané místo zaneslo do GPS navigace a zapsalo do formuláře (Obr. 5). Následně se na každou stranu od centra teritoria vyměřily dvě plošky (patche) o délce 100 m pomocí

laserového dálkoměru. Na každou stranu od centra se takto vytvořila jedna ploška o délce 100 m na levém břehu a druhá na pravém břehu. Celkově se tedy při nalezení centra teritoria vždy vytvořily čtyři plošky o délce 100 m, a navíc se vždy střídal levý břeh vodního toku s pravým (Obr.6). U rybníka byla metodika taková, že se od centra teritoria postupovalo na každou stranu 200 m.

V takto vytvořených ploškách se zaznamenávaly všechny pobytové známky do GPS navigace a následně do záznamového archu (Obr. 5). Nejdůležitější částí bylo zaznamenávat okusy dřevin, ať už dokonalé či nedokonalé. U každého okusu se do GPS navigace zanesl bod, jehož číslo bylo zapsáno do formuláře. Dále se určil rod dřeviny např. bříza (*Betula spp.*), poté se zaznamenalo, zda se jedná o okus dokonalý, nedokonalý či zrcátko. Následně se vyplnil počet dřevin, které se v daném bodě nacházely do kategorií podle průměru kmene. Kategorií bylo celkem osm a průměry byly uvedeny v centimetrech. 1. kategorie (0-2,5 cm), 2. kategorie (2,5-6 cm), 3. kategorie (6-12 cm), 4. kategorie (12-20 cm), 5. kategorie (20-30 cm), 6. kategorie (30-40 cm), 7. kategorie (40-50 cm) a 8. kategorie (50+ cm). Posledním důležitým aspektem bylo změřit vzdálenost daného okusu či okusů k břehu vodního toku. Tento výpočet opět probíhal s využitím laserového dálkoměru.



Obr. 6: Schematický nákres použité metodiky při terénním sběru dat.

Dalšími pobytovými známkami, které se do archu zapisovaly, byly - chodníky, skluzy, jídelny, zásobárny a pachové značky. U všech těchto aktivit se posuzovalo, zda se jedná o pobytové známky aktivní či neaktivní. Tato nasbíraná data však nemají pro diplomovou práci význam, a tudíž byla následně vyfiltrována. Sbírají se především kvůli monitoringu populací bobra evropského, který již delší dobu každoročně probíhá.

## 4.2 Úprava dat

Následně se všechna data musela převést do elektronické podoby. Veškeré úpravy dat byly provedeny pomocí programů MS Office 2007, ArcMap verze 10.5.1 a DNRGPS.

Prvním krokem bylo nasbíraná data stáhnout z GPS navigace, a zároveň je upravit tak, aby se dala promítnout v programu ArcMap. Vše se provádělo v programu DNRGPS, kdy byla nejdříve všechna data z navigace uložena ve formátu .gpx. To se provedlo pomocí funkce load from file. Následně se všechny body objevily v daném programu. Poté se pomocí funkce save to file mohly nahrané body uložit ve formátu shapefile (.shp). V takovém formátu jsou body kompatibilní s programem ArcMap, ve kterém byly body následně zobrazeny.

Práce v ArcMapu zahrnovala několik úkonů. Prvním úkolem bylo sjednotit souřadnicový systém u všech lokalit v České republice. Data z jižní Moravy, Šumavy a Českého lesa již byla v souřadnicovém systému S-JTSK, zatímco data ze Šluknovska byla v systému WGS-84. Převod se provedl pomocí funkce Project. Tato funkce zajišťuje převedení dat z jednoho souřadnicového systému do druhého. Všechny body z České republiky tedy byly upraveny do systému S-JTSK.

U německých dat se musel taktéž sjednotit souřadnicový systém. Data z Bavorského lesa byla v souřadnicovém systému Gauss - Kruger, a okusy z Dessau - Roßlau byly v systému WGS-84. Převod se provedl, stejně jako v předchozím případě, pomocí funkce Project. Z důvodu snazšího dohledání podkladové mapy, byla data převedena do systému WGS-84.

Německá a česká data se tedy v ArcMapu upravovala zvlášť, z důvodu rozdílného souřadnicového systému. Všechny další úpravy ale probíhaly stejně, takže následující metodický postup již nebude rozlišovat, o která data šlo.

Dalším krokem tedy bylo nahrát podkladovou mapu, aby se body měly na čem promítnout. To se provedlo pomocí funkce Add basemap, díky které si lze vybrat z nepřeberného množství mapových podkladů. Pro potřeby diplomové práce se nejvíce hodila mapa topografická, respektive satelitní snímky.

Další nutnou úpravou bylo sjednocení metodiky u všech lokalit. U již existujících dat (Český les, Šumava, jižní Morava) nebyla při terénním sběru aplikována metodika, která je znázorněna a popsána výše (Obr. 6). Z tohoto důvodu se v ArcMapu musely uměle vytvořit plošky o rozměrech 100 m, respektive 200 m v případě vodní nádrže. Na každé lokalitě se nejprve muselo najít centrum teritoria, poté pomocí funkce Measure naměřit na každou stranu od centra dvě stometrové plošky. V případě vodní nádrže, se na každou stranu od centra naměřily dvě plošky. Po naměření je bylo třeba zakreslit, pomocí vytvoření nové vrstvy (.shp). Pokaždé bylo třeba vrstvu pojmenovat, zadat souřadnicový systém, a nastavit typ vrstvy, v tomto případě se jednalo o polygon. Aby bylo možné plošky zakreslit, bylo třeba u nově vytvořené vrstvy povolit úpravy. To se provedlo pomocí funkce start editing. Po nakreslení požadovaných plošek, se všechny úpravy uložily, a následně ukončily. Díky nově vzniklým plochám bylo zřejmé, která data vyhovují aplikované metodice, a která nikoliv (Obr. 7).



Obr.7: Vytváření plošek v programu ArcMap 10.5.1, je zde zřejmé, které body nevyhovují metodice.

Tyto plošky se vytvářely na všech lokalitách i u každé rodiny. Okusy, které se do uměle vytvořených plošek nevešly, byly odstraněny.

Mazání přebytečných okusů probíhalo podobně, jako vytváření plošek. Kliknutím na vrstvu okusů a zvolením funkce start editing, se v mapovém editoru daly nevyhovující body jednoduše označit. Následně se v atributové tabulce dané vrstvy daly, pomocí tlačítka delete, vymazat.

Po vyřídění všech přebytečných dat, se zbývající data přepsala do elektronické podoby, v programu MS Excel 2007 (Tabulka 1).

Tabulka 1: Ukázka přepsaných dat v elektronické podobě

FID	AREA	DIST	SPEC	BIOMASS	AGE	FAMILY	LATITUDE	LONGITUDE	y	x	Wolf
1	SU	27	Salix spp.	0,089901	1	b	49,114585	13,236227	-1137800,2	-843241,4974	N
2	SU	23	Populus spp.	0,136096	1	b	49,114665	13,236307	-1137792,294	-843234,3738	N
3	SU	21	Populus spp.	0,36126	1	b	49,114668	13,236319	-1137792,097	-843233,4573	N
4	SU	19	Populus spp.	0,136096	1	b	49,114668	13,236316	-1137792,064	-843233,6737	N
5	SU	27	Salix spp.	0,136096	1	b	49,114776	13,236201	-1137778,918	-843240,1468	N
6	SU	27	Salix spp.	0,051188	1	b	49,114777	13,2362	-1137778,797	-843240,2021	N
7	SU	32	Salix spp.	0,102376	1	b	49,114777	13,2362	-1137778,797	-843240,2021	N
8	SU	29,3	Salix spp.	0,038529	1	b	49,114808	13,236223	-1137775,645	-843238,0189	N
9	SU	23	Salix spp.	0,012843	1	b	49,114826	13,236378	-1137775,385	-843226,5312	N
10	SU	1	Salix spp.	0,617665	1	b	49,114825	13,236652	-1137778,533	-843206,7784	N
11	SU	1	Alnus spp.	0,36126	1	b	49,114916	13,236759	-1137769,717	-843197,5209	N
12	SU	0,5	Salix spp.	0,36126	1	b	49,114902	13,23684	-1137772,154	-843191,913	N
13	SU	2	Alnus spp.	0,36126	1	b	49,116282	13,239569	-1137650,726	-842971,7035	N
14	SU	7	Picea spp.	0,006891	1	b	49,116358	13,239594	-1137642,649	-842968,6162	N
15	SU	8,2	Picea spp.	0,064215	1	b	49,116358	13,239604	-1137642,76	-842967,8947	N
16	SU	11,5	Picea spp.	0,000828	1	b	49,11636	13,239603	-1137642,529	-842967,9331	N
17	SU	12,2	Picea spp.	0,136096	1	b	49,116368	13,239679	-1137642,492	-842962,3146	N
18	SU	1,5	Salix spp.	0,000828	1	b	49,116404	13,239699	-1137638,757	-842960,2636	N
19	SU	17,2	Quercus spp.	0,136096	1	b	49,11619	13,240076	-1137666,458	-842936,6768	N

Do tabulky se tedy zaneslo číslo okusu (FID), zkoumaná oblast (např. SU - Šumava), druh ohlodaného stromu (SPEC), délka osídlení dané lokality (AGE), označení rodiny (FAMILY), zeměpisná šířka a délka (LATITUDE, LONGITUDE), souřadnice x a y, přítomnost či nepřítomnost vlka (WOLF) a množství spotřebované biomasy (BIOMASS). Množství biomasy se počítalo zejména kvůli lepšímu porovnání úseků, kdy například v německém Dessau se nacházelo mnoho okusů o malém průměru, zatímco na jiných lokalitách bylo okusů méně, ale s větším průměrem dřevin.

Množství biomasy se počítalo tak, že každá dřevina spadala do jedné z osmi kategorií podle průměru a každá kategorie měla svůj vlastní koeficient, podle kterého se mohl provést následný výpočet (Tab. 2). Pokud se tedy na jednom zaznamenaném

úseku nacházela jedna okousaná dřevina kategorie 2, a tři dřeviny kategorie jedna, výpočet se provedl takto:  $(3 \cdot 0,000276) + (1 \cdot 0,002297) = 0,003125$ . Takto se postupovalo u každého zaznamenaného bodu a výsledky se zapsaly do tabulky (Tabulka 1).

Tabulka 2: Tabulka s koeficienty pro výpočet spořádané biomasy.

průměr	kategorie	koef. biomasy
0 - 2,5 cm	1	0,000276
2,5 - 6 cm	2	0,002297
6 - 12 cm	3	0,012843
12 - 20 cm	4	0,051188
20 - 30 cm	5	0,136096
30 - 40 cm	6	0,36126
40 - 50 cm	7	0,617665
50+ cm	8	1

Jak již bylo uvedeno výše byly vybrány na každé lokalitě rodiny s různou délkou osídlení. Pro lepší přehled je vše uvedeno v Tabulce 3.

Tabulka 3: Přehled všech navštívených lokalit, rodin a jejich stáří.

Název	Stáří	Název	Stáří	Název	Stáří	Název	Stáří	Název	Stáří	Název	Stáří
CLa	7	SUMa	7	JMa	9	SLa	7	DEa	40	BAa	5
CLb	15	SUMb	1	JMb	11	SLb	12	DEb	40	BAb	5
CLc	10	SUMc	1	JMc	12	SLc	2	DEc	21	BAC	12
CLd	11	SUMd	1	JMd	12	SLd	1	DEd	5	BAd	11
CLe	6	SUMe	5	JMe	14	SLe	1	DEe	40	BAe	2
CLf	6	SUMf	1	JMf	14			DEf	40	BAf	3
CLg	10	SUMg	2	JMg	1			DEg	40	BAg	3
CLh	10	SUMh	3							BAh	0
CLi	19									BAi	3
										BAj	4
										BAk	2

### 4.3 Analýza dat

Po těchto úpravách byla data připravena k analýze. Veškeré statistické výpočty byly prováděny v programu R 3.4.3. Pro všechny nadcházející výpočty byla stanovena hladina významnosti  $p < 0,05$ . Statisticky významné tedy byly ty výpočty, u kterých byla hodnota  $p$  menší nebo rovna 0,05.

### 4.3.1 Závislost délky cesty za potravou na stáří lokality

První výpočet měl za cíl zjistit závislost mezi vzdálenostmi okusu od vodního toku, respektive vodní nádrže a délkou osídlení dané lokality. Tato analýza se prováděla pomocí lineární regrese, která matematicky určila závislost mezi těmito dvěma proměnnými. Výstupem v programu R byly krabicové grafy (tzv. boxploty). Po lineární regresi se ještě na model použila analýza rozptylu (ANOVA), která určila statistickou významnost daného výpočtu. Pracovní hypotéza  $H_0$  zněla, že přibývajícím délkou osídlení daného území se zároveň prodlužuje délka cest za potravou. Lineární regrese a následná analýza rozptylu byla použita pro všechny zkoumané oblasti zvlášť, a následně pro všechny dohromady. Pro lepší představu jsou průměrné vzdálenosti jednotlivých lokalit znázorněny v Tabulce 4. Všechny následné výstupy jsou zobrazeny v kapitole 5.1.

Tabulka 4: Průměrné vzdálenosti okusů v jednotlivých lokalitách.

Název	Prům. vzd.	Název	Prům. vzd.	Název	Prům. vzd.	Název	Prům. vzd.	Název	Prům. vzd.	Název	Prům. vzd.
CLa	37,4	SUMa	17,4	JMa	62,14	SLa	2,7	DEa	79,1	BAA	11,2
CLb	8,4	SUMb	16,8	JMb	12,69	SLb	10,6	DEb	11,4	BAb	5,2
CLc	15,0	SUMc	7,3	JMc	35,26	SLc	3,7	DEc	5,9	BAC	5,2
CLd	52,5	SUMd	11,6	JMd	29,18	SLd	8,1	DEd	34,5	BAd	3,2
CLe	43,1	SUMe	19,1	JMe	26,83	SLe	8,8	DEe	3,5	BAe	5,8
CLf	36,0	SUMf	11,0	JMf	22,90			DEf	15,2	BAf	4,8
CLg	29,5	SUMg	12,2	JMg	14,92			DEg	71,7	BAG	43,5
CLh	15,8	SUMh	5,6							BAh	7,8
CLi	30,1									BAi	26,8
										BAj	9,1
										BAk	8,9

### 4.3.2 Závislost množství spořádané biomasy na vzdálenosti od vodního toku

Další výpočet si kladl za cíl zjistit množství spořádané biomasy v závislosti na vzdálenosti od vodního toku, respektive vodní nádrže. Výpočty opět probíhaly v programu R za použití lineární regrese. Pracovní hypotéza  $H_0$  v tomto případě zněla, že s přibývajícím nutností chodit dále od toku, se zároveň zvyšuje i množství zkonsumované biomasy. Výstupem byly grafy, které názorně ukazují, zda-li jsou tyto dvě proměnné na sobě závislé či nikoliv. Hladina významnosti byla i v tomto případě 0,05. Stejně jako v prvním případě, se i zde analýza provedla na všechny lokality zvlášť, a následně pro všechny oblasti dohromady.

### 4.3.3 Vliv přítomnosti vlka na délku cest za potravou

Cílem práce nadále bylo zjistit, zda-li přítomnost vlka, v oblasti obývané bobrem, má vliv na délku cest za potravními zdroji. Výpočty probíhaly, jako v předchozích dvou případech, v programu R, za použití dvouvýběrových t-testů, které byly použity pro všechny lokality, kde se vlk nenacházel. Každá lokalita tak byla



srovnána se Šluknovskem, aby bylo zřejmé jestli se tyto dva soubory dat od sebe statisticky významně liší či nikoliv. Pracovní hypotéza  $H_0$  zněla, že se data od sebe statisticky významně neliší. Prvním výstupem byl histogram pro každou lokalitu zvlášť, který měl pouze graficky znázornit distribuci dat. Výsledným výstupem je krabicový graf (boxplot), který přehledně ukazuje délky tras za potravou pro jednotlivé lokality. Stejně jako v předchozích případech, i zde byla určena hladina významnosti na 0,05.

## 5. Výsledky

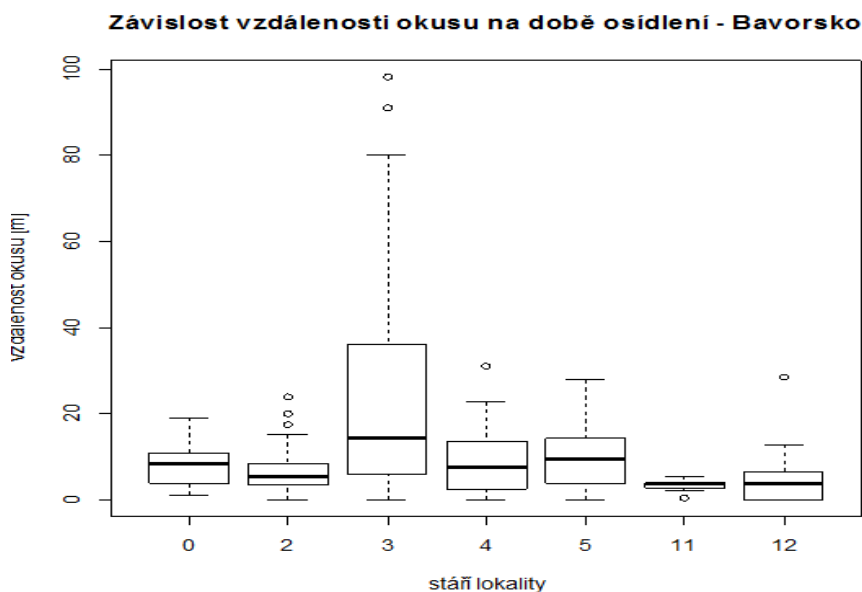
V diplomové práci byla zpracovaná data, která byla nasbírána na 47 lokalitách (bobří rodiny) v šesti oblastech, z nichž čtyři byly na území České republiky a dvě na území Spolkové republiky Německo. V Českém lese se celkem měřilo na devíti různě starých lokalitách, na Šumavě na osmi, na Moravě bylo lokalit sedm a na Šluknovsku pět. V německé Dessau - Roßlau bylo navštíveno sedm lokalit. Nejvíce rodin bylo v Bavorském lese - 11.

### 5.1 Závislost délky cesty za potravou na stáří lokality

V následujících kapitolách je posouzena závislost mezi délkami cest nutných k dosažení potravních zdrojů a délkou osídlení daných lokalit. Všechny oblasti jsou popsány zvlášť, i všechny zároveň.

#### 5.1.1 Bavorsko

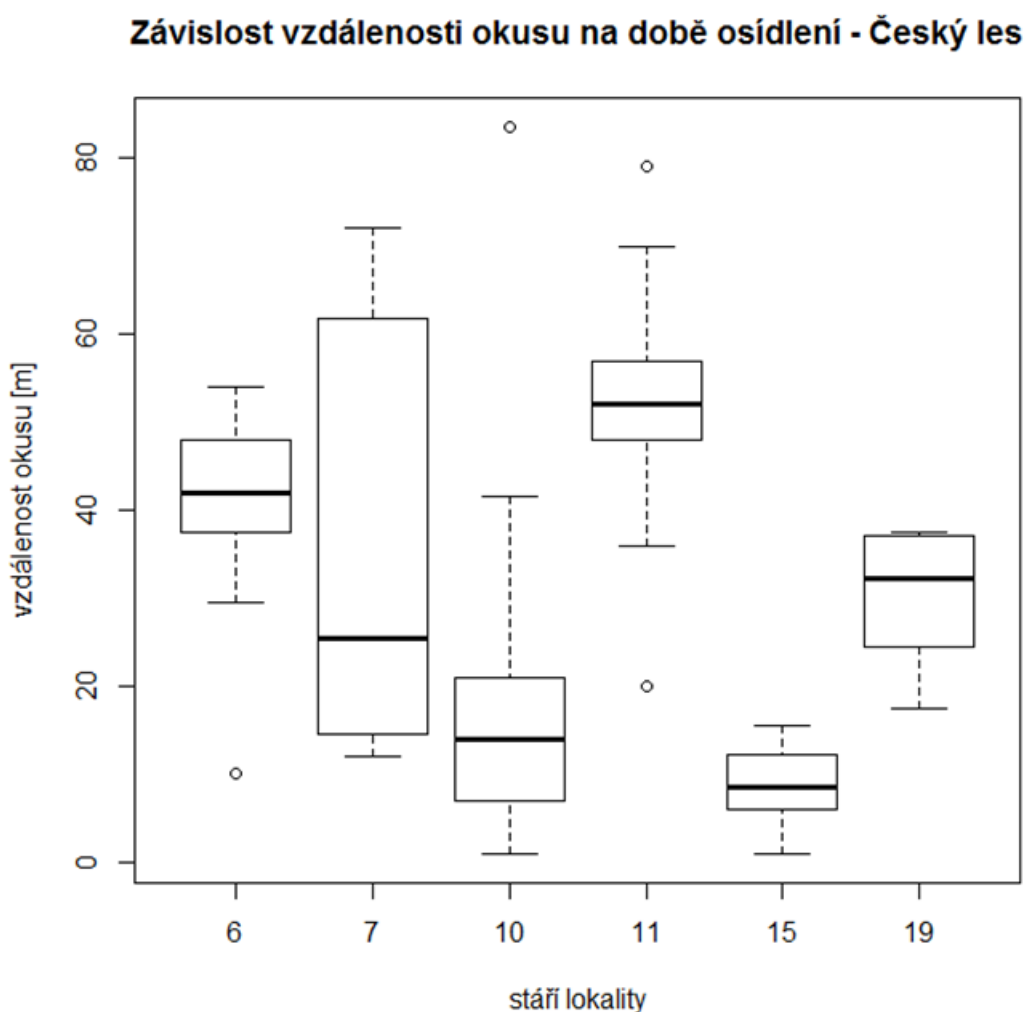
Na této lokalitě byla data měřena na nejvyšším počtu rodin, konkrétně 11. Stáří jednotlivých rodin je v rozmezí 1-12 let. Nejdále se za potravou vydává rodina v lokalitě Steinbach, která na území žije tři roky. V průměru musí jedinci na této lokalitě ujit cestu dlouhou 43,5 m, aby se dostali ke zdrojům potravy (Obr. 8). U ostatních lokalit není zcela zřetelné, jestli průměrná vzdálenost klesá nebo stoupá. Delší cesty za potravou ještě absolvuje rodina v oblasti Reschbach - 26,8 m. Nicméně tato lokalita je taktéž osídlena po dobu tří let, a tudíž je zahrnuta ve stejném boxplotu. Odlišně staré lokality mají vzdálenosti podobné, a to v rozmezí 3,2 - 11,2 m. Model se ukázal jako statisticky nevýznamný, neboť po analýze rozptylu vyšla hodnota  $p$  větší než 0,05 (ANOVA:  $F(1,4804) = 0,2247$ ;  $p > 0,05$ ).



Obr. 8: Graf závislosti okusu na délce osídlení - Bavorsko.

### 5.1.2 Český les

V Českém lese se nachází nejstarší rodina na území České republiky, na které docházelo k měření. Tato rodina se usídlila u Farského potoka, a její průměrná vzdálenost za potravou činila 30,1 m. Nejdále za zdroji obživy se však vydávala rodina s označením CLd, která se nachází v blízkosti Žebráckého lesa, která se na této lokalitě zabydlela před 11 lety. Průměrná vzdálenost této rodiny činí 52,5 m. Z grafu (Obr. 9) opět není zcela patrné, jestli s časem se délka cest za potravou snižuje či zvyšuje. Model ale vyšel statisticky významný, když po provedené analýze rozptylu vyšla hodnota p menší než hladina významnosti (ANOVA:  $F(12,536) = 0,0005561$ ;  $p < 0,001$ ).



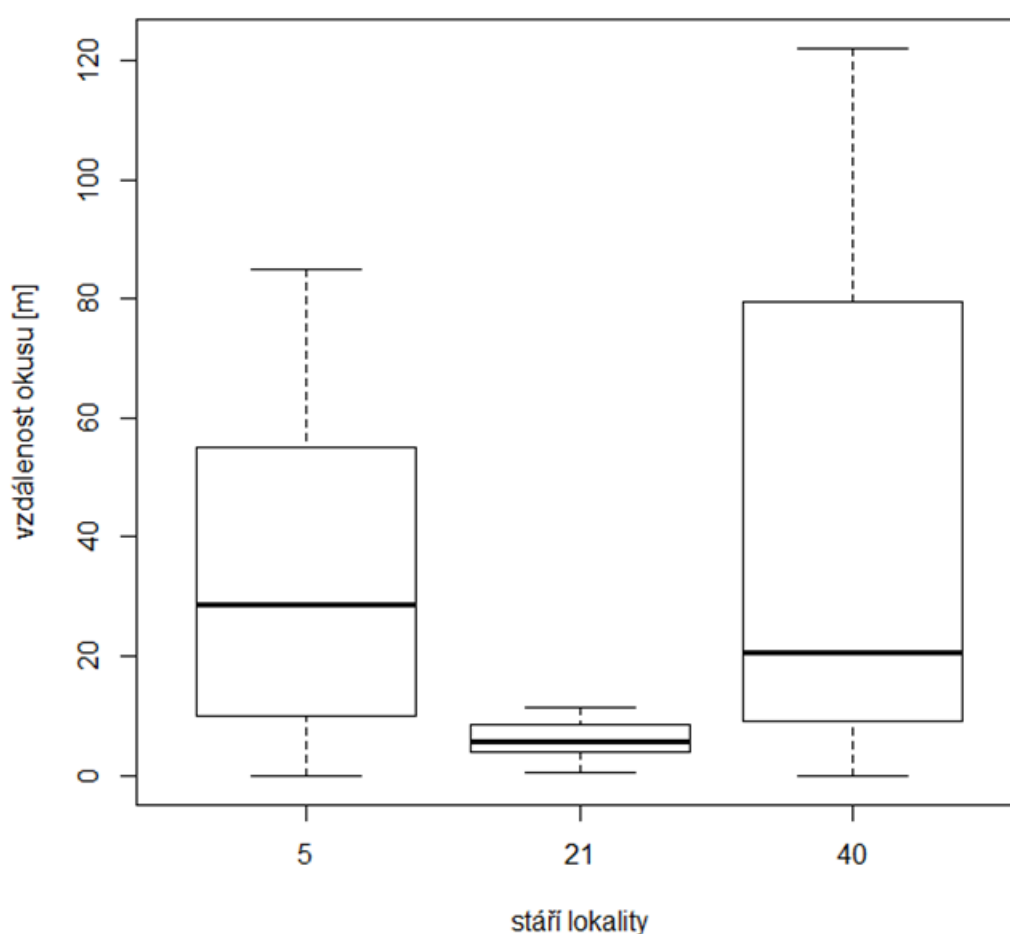
Obr. 9: Graf závislosti okusu na délce osídlení - Český les.

### 5.1.3 Dessau - Roßlau

Na lokalitách v blízkosti města Dessau - Roßlau se nacházely vůbec nejstarší měřené lokality. Ze sedmi měřených lokalit bylo rovnou pět starších 40ti let. Jedna

lokalita byla stará 21 let a poslední lokalita Tannenhäger-Kolk byla jako jediná mladší - 5 let. Nejdále se za potravou vydávala populace žijící na území Neuer Graben. V průměru se jedinci za potravou vydávali 79,1 m. Nejkratší vzdálenost v průměru urazila populace, žijící u nádrže Diepold - 3,5 m. Dochází zde tedy k poměrně velkému kontrastu mezi lokalitami staršími 40ti let (Obr. 10), neboť obě výše jmenované oblasti se zde vyskytují po takto dlouhou dobu. Model je statisticky významný, protože po aplikování analýzy rozptylu vyšla hodnota p menší než vytyčená hladina významnosti (ANOVA:  $F(8,0971) = 0,00509$ ;  $p < 0,01$ ).

### Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení - Dessau-Roßlau



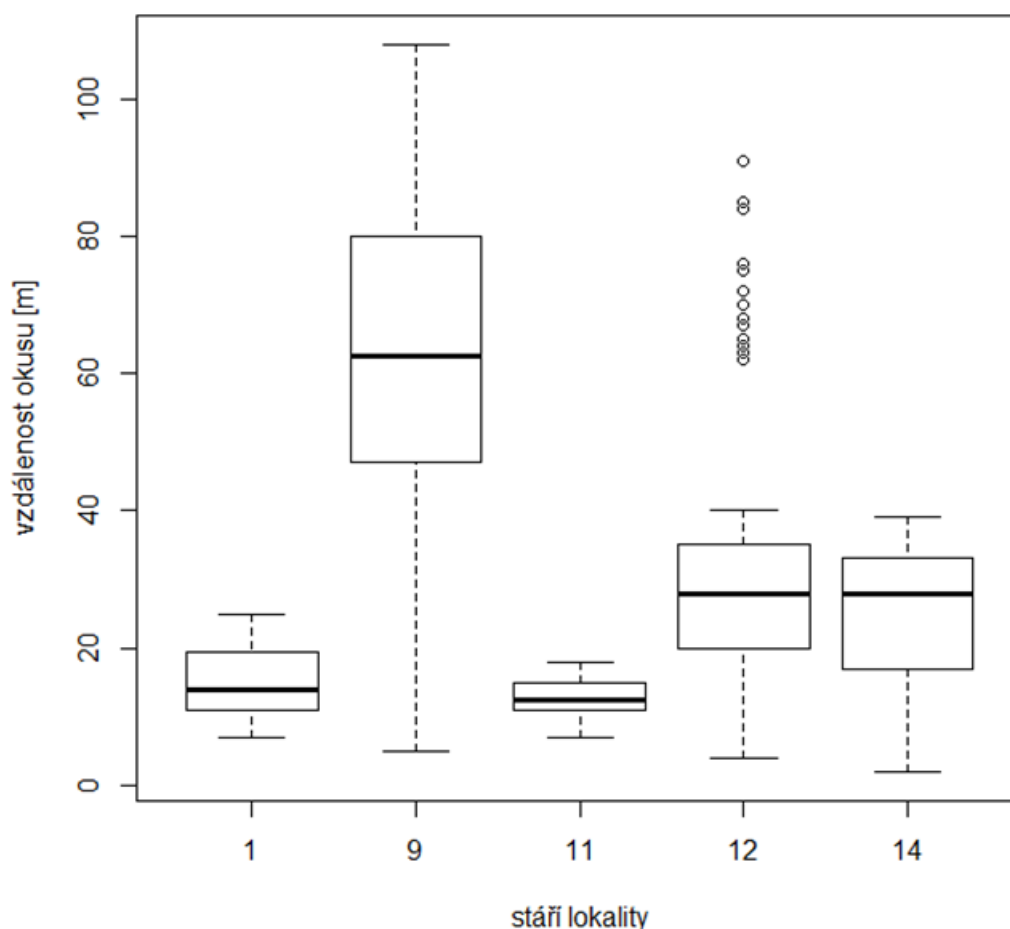
Obr. 10: Graf závislosti okusu na délce osídlení - Dessau - Roßlau.

#### 5.1.4 Jižní Morava

Na území jižní Moravy bylo monitorováno 7 rodin, které dané oblasti obývají od 1 - 14 let. Z příslušného grafu (Obr. 11) je patrné, že nejdelší cesty za potravou musí bobří absolvovat na lokalitě zvané Kopánky, kde žijí 9 let. Průměrná vzdálenost zde činí 62,14 m. Dále dle grafu (Obr. 11) vyplývá, že po devíti letech nastává

vrchol, co se týká délky cest za potravou, a u starších lokalit vzdálenost klesá. Nejkratší vzdálenosti bobří musí podstoupit na lokalitě Vlčí alej - 12,69 m, která je osídlena po dobu 11 let, a u nově osídlené lokality na Pohansku, která je stará jeden rok - 14,92 m. Model se prokázal jako statisticky významný, protože se po aplikování analýzy rozptylu ukázalo, že hodnota p byla menší než nastavená hladina významnosti (ANOVA:  $F(13,725) = 0,0002385$ ;  $p < 0,001$ ).

### Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení - Morava



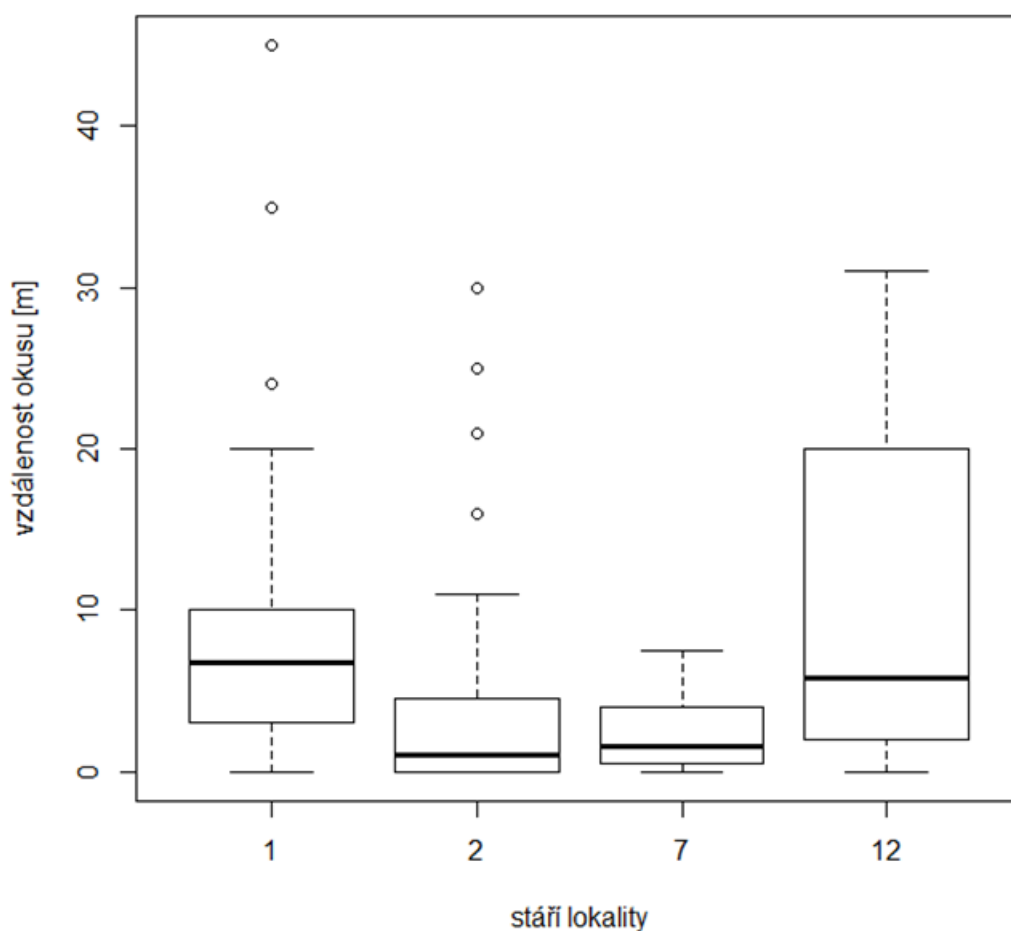
Obr. 11: Graf závislosti okusu na délce osídlení - jižní Morava.

#### 5.1.5 Šluknovsko

V severních Čechách bylo monitorováno pouze pět rodin, které byly poměrně mladé, rozmezí bylo 1-12 let (Obr. 12). Nejdelší cesty byly na měřeny u rodiny žijící u obce Vilémov. Jedná se zároveň o nestarší lokalitu, která je obydlena po 12 let. Průměrná vzdálenost k potravním zdrojům činí 10,6 m. Nejkratší průměrné vzdálenosti byly pod 5 m, konkrétně u rodiny žijící v oblasti Dolní Poustevna, která je stará 7 let, vzdálenost čítala 2,7 m. Ve druhém případě měla průměrná vzdálenost

hodnotu 3,7 m. Takovou vzdálenost musela urazit populace sídlící již tři roky u obce Lipová. Výsledek analýzy rozptylu není signifikantní (ANOVA:  $F(0,2531) = 0,6157$ ;  $p > 0,05$ ). Z tohoto důvodu není model statisticky významný, protože hodnota  $p$  vyšla větší než hladina významnosti.

### Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení - Šluknovsko

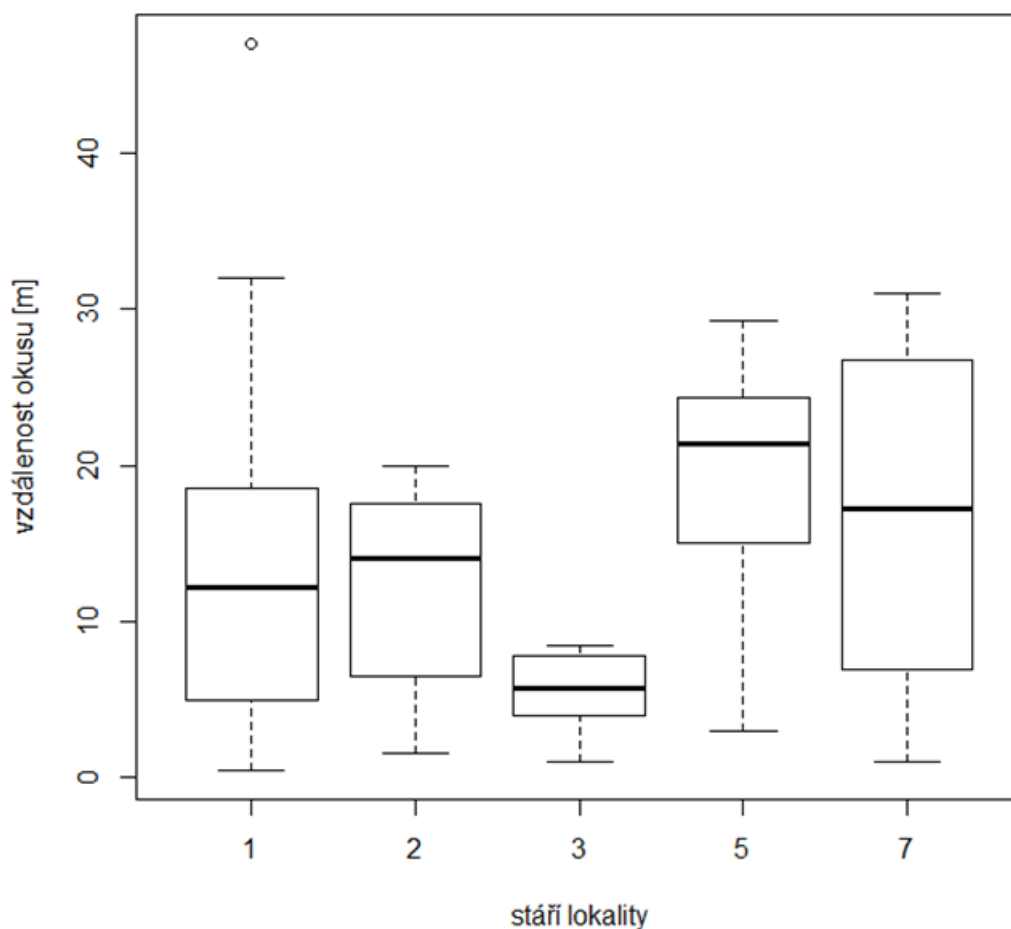


Obr. 12: Graf závislosti okusu na délce osídlení - Šluknovsko.

#### 5.1.6 Šumava

Poslední oblastí, na které probíhal sběr dat byla Šumava. Zde se bobří vyskytují v rozmezí od jednoho do sedmi let (Obr. 13). Nejkratší vzdálenost musí bobří urazit v blízkosti obce Annín. Tato populace ohlodávala stromy v blízkosti čističky odpadních vod, u řeky Otavy. Délka cest se zprůměrovala na 5,6 m. Tato rodina obývá danou oblast po dobu tří let. Naopak nejdelší cestu za potravou musí urazit členové rodiny žijící u Prášílského potoka - 19,1 m. Na této lokalitě se bobří vyskytují 5 let. Model vyšel jako statisticky významný, protože hodnota  $p$  byla menší než nastavená hladina významnosti (ANOVA:  $F(11,044) = 0,001055$ ;  $p < 0,01$ ).

## Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení - Šumava

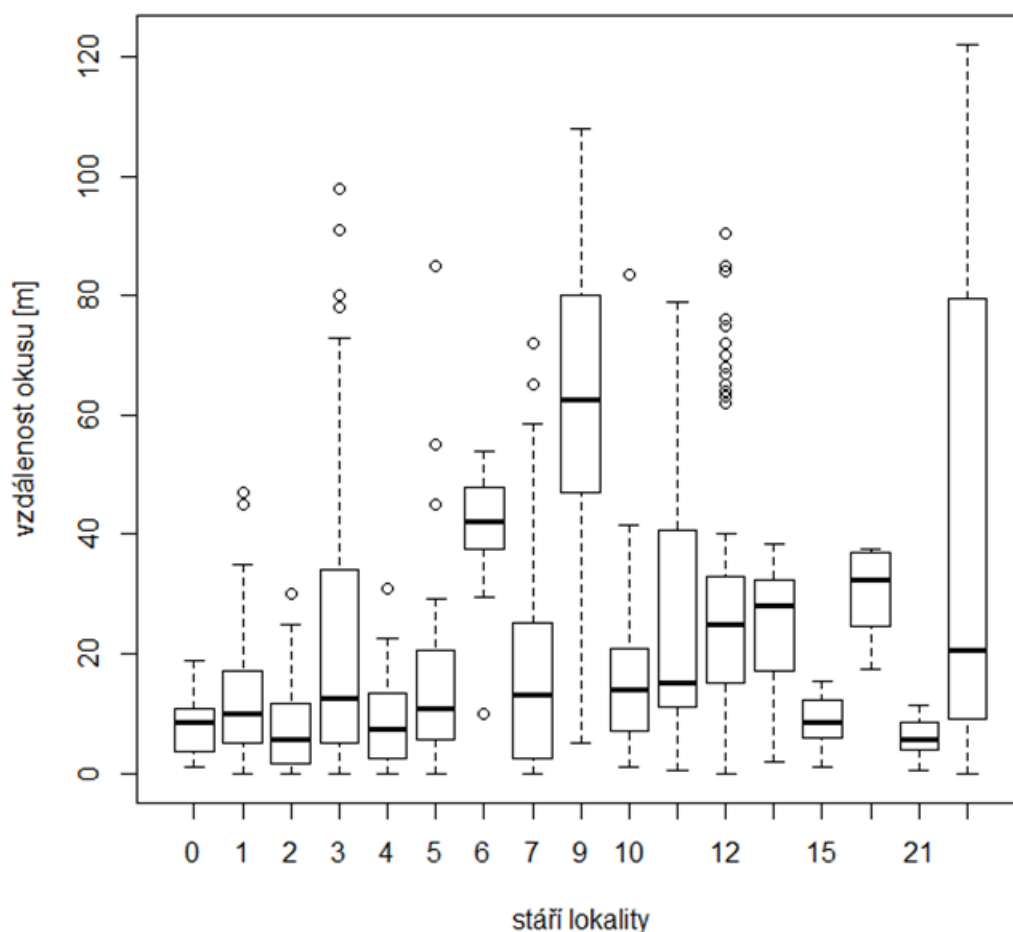


Obr. 13: Graf závislosti okusu na délce osídlení - Šumava.

### 5.1.7 Všechny lokality

Posledním krokem bylo srovnat závislost délky cest za potravou na stáří lokality u všech monitorovaných území. Nejdélší cesty bobří uráží v oblastech, které jsou osídleny po dobu 6 - 9 let (Obr. 14). Po uplynutí této doby se absolvované cesty za potravními zdroji opět zkracují. Výjimkou jsou oblasti staré přes 40 let, v německém Dessau - Roßlau, nicméně u takto starých lokalit je rozpětí vzdáleností velmi rozdílné. Pro srovnání lokalita Neuer Graben s nejvyšší průměrnou vzdáleností vůbec - 79,1 m (kapitola 5.1.3), oproti vodní nádrži Diepold - 3,5 m. Model se po analýze rozptylu prokázal jako statisticky významný, neboť je hodnota  $p$  menší než určená hladina významnosti (ANOVA:  $F(145,58) = 2,2 \cdot 10^{-16}$ ;  $p < 0,001$ ).

## Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení - ČR + DE



Obr. 14: Graf závislosti okusu na délce osídlení - všechny lokality.

### 5.2 Závislost pořádané biomasy na vzdálenosti od vodního toku, nádrže

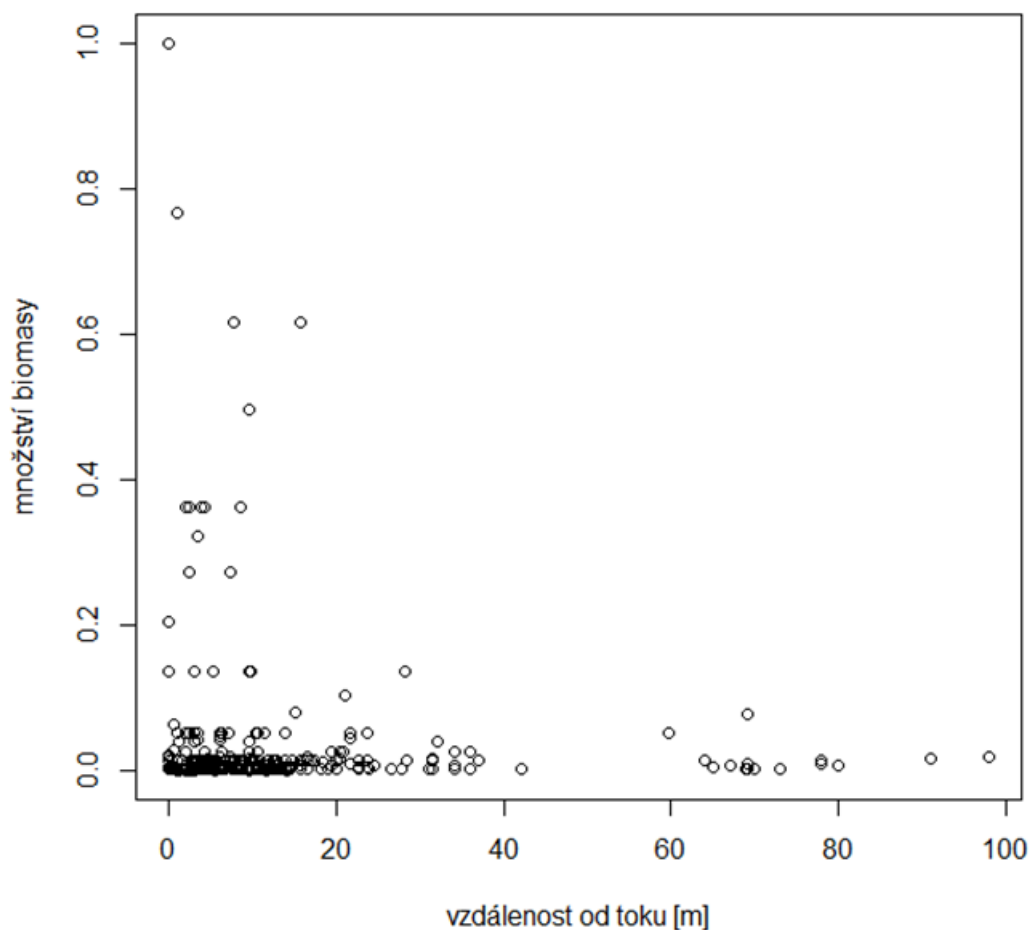
V této kapitole jsou přehledně znázorněny výstupy ze všech lokalit, které potvrzují či vyvrací závislost mezi množstvím zkonsumované biomasy na vzdálenosti od břehu vodního toku nebo nádrže.

#### 5.2.1 Bavorsko

V případě Bavorska, se pracovní hypotéza, že se s prodlužováním cest za potravou zvyšuje množství spotřebované biomasy nepodařilo prokázat (Obr. 15). Regresní model nevysvětluje více než 1% rozptylu. Z tohoto důvodu se model nepovažuje za statisticky významný, protože hodnota  $p$  je větší než hladina významnosti (ANOVA:  $F(1,4804) = 0,2247$ ;  $p > 0,05$ ).



### Závislost množství biomasy na vzdálenosti od toku - Bavorsko

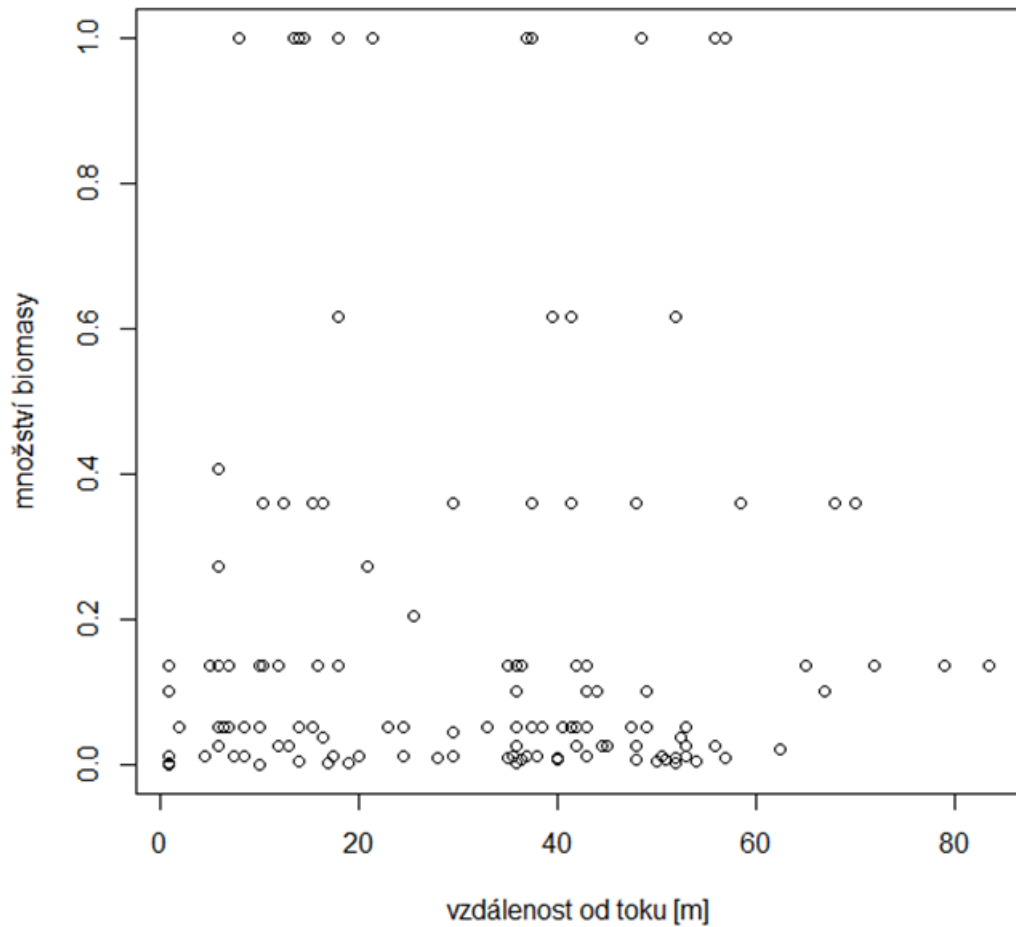


Obr. 15: Graf závislosti množství biomasy na vzdálenosti od toku - Bavorsko.

#### 5.2.2 Český les

Stejně jako v předešlém případě, i u Českého lesa se nulová hypotéza, že se zvyšující se vzdáleností od vodního toku či nádrže, se zvyšuje i množství spotřebované biomasy, nepotvrdila (Obr. 16). Podobně jako v prvním případě, i u této lokality regresní model nevysvětluje více než 1% rozptylu závislé proměnné, v tomto případě biomasy. Ani u této oblasti se tedy model nepovažuje za statisticky významný, protože hodnota  $p$  je opět menší, než nastolená hladina významnosti (ANOVA:  $F(3 \cdot 10^{-4}) = 0,9859$ ;  $p > 0,05$ ).

### Závislost množství biomasy na vzdálenosti od toku - Český les

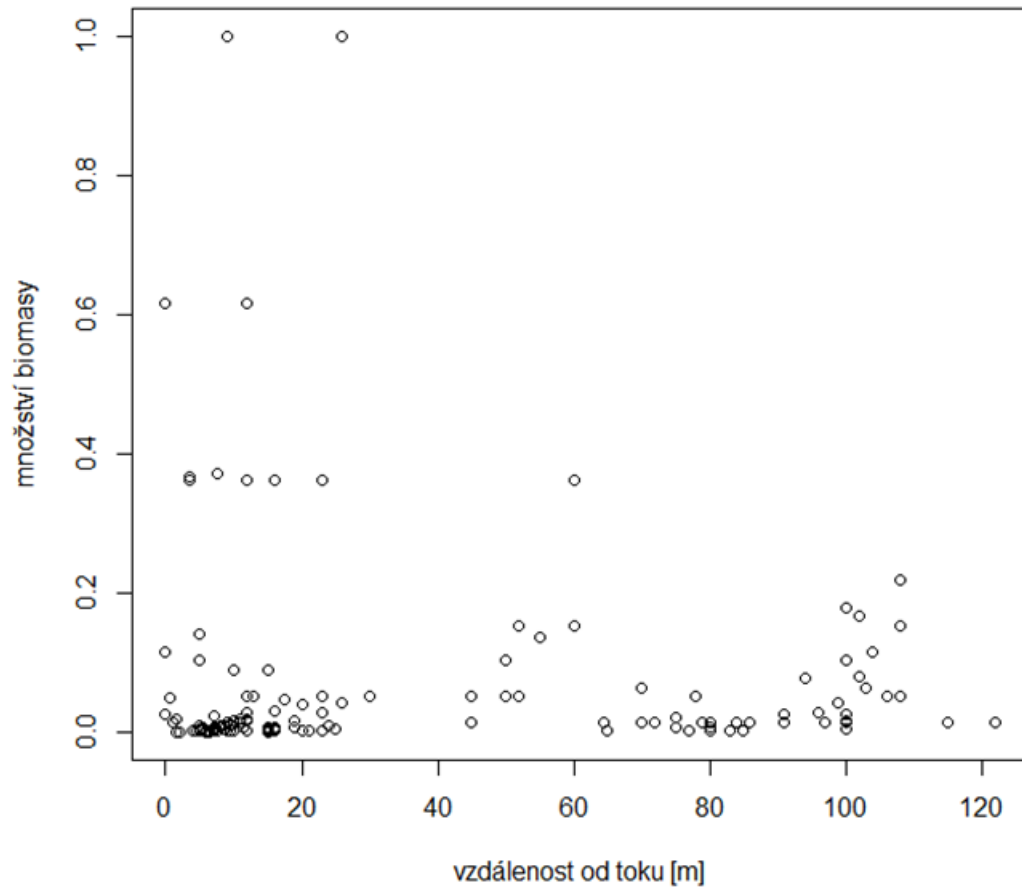


Obr. 16: Graf závislosti množství biomasy na vzdálenosti od toku - Český les.

#### 5.2.3 Dessau - Roßlau

V případě lokality Dessau - Roßlau se opět nulová hypotéza nepotvrdila. Množství zkonsumované biomasy zde není závislé na vzdálenosti, kterou jedinci na tamních lokalitách uráželi (Obr. 17). Ani zde regresní model nevysvětluje více než 1% rozptylu závislé proměnné. Model se tedy nedá brát jako statisticky významný, neboť hodnota  $p$  je menší než hladina významnosti (ANOVA:  $F(0,3037) = 0,5824$ ;  $p > 0,05$ ).

### Závislost množství biomasy na vzdálenosti od toku - Dessau-Roßlau

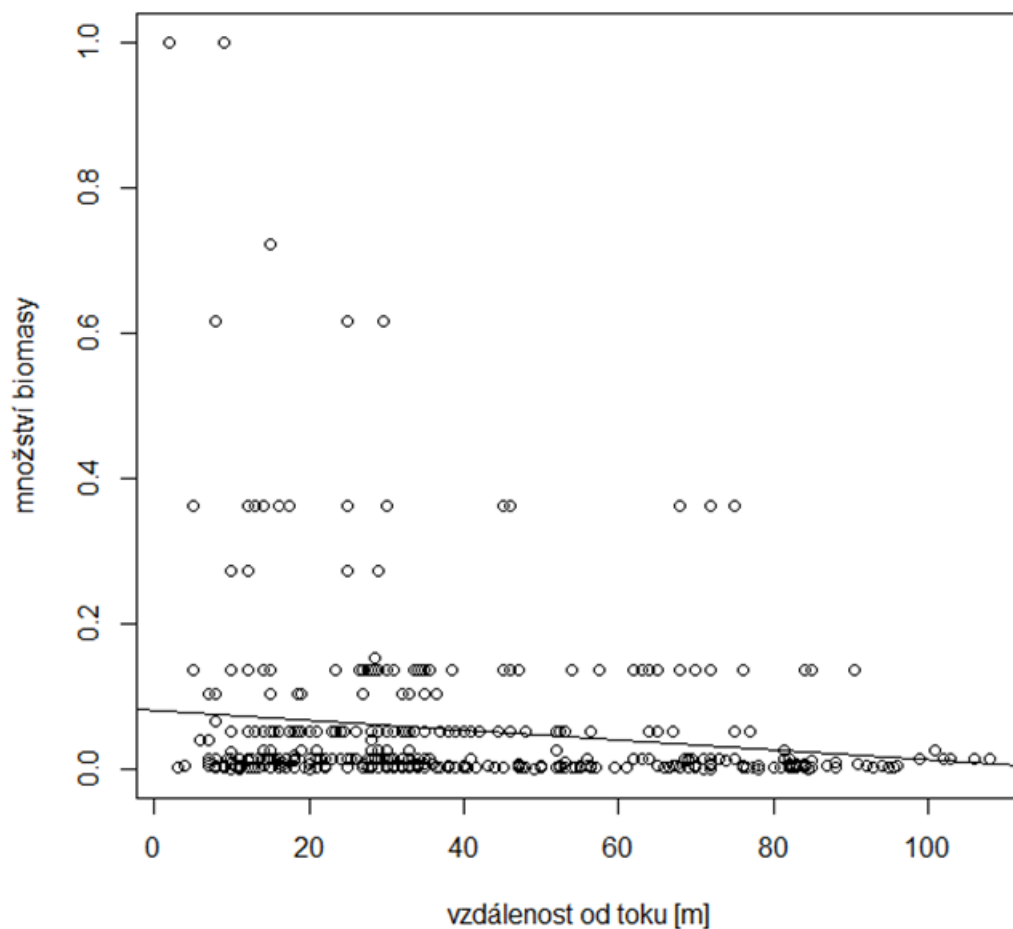


Obr. 17: Graf závislosti množství biomasy na vzdálenosti od toku - Dessau - Roßlau.

#### 5.2.4 Jižní Morava

Na území jižní Moravy se regresní model ukázal jako statisticky významný, protože výsledná hodnota  $p$  je menší než hladina významnosti (ANOVA:  $F(10,353) = 0,001388$ ;  $p < 0,01$ ). Model zde vysvětluje 2% rozptylu závislé proměnné. V tomto případě se jedná o zápornou závislost (Obr. 18). To znamená, že s prodlužující se vzdáleností od toku se množství zkonsumované biomasy zmenšuje.

## Závislost množství biomasy na vzdálenosti od toku - Morava

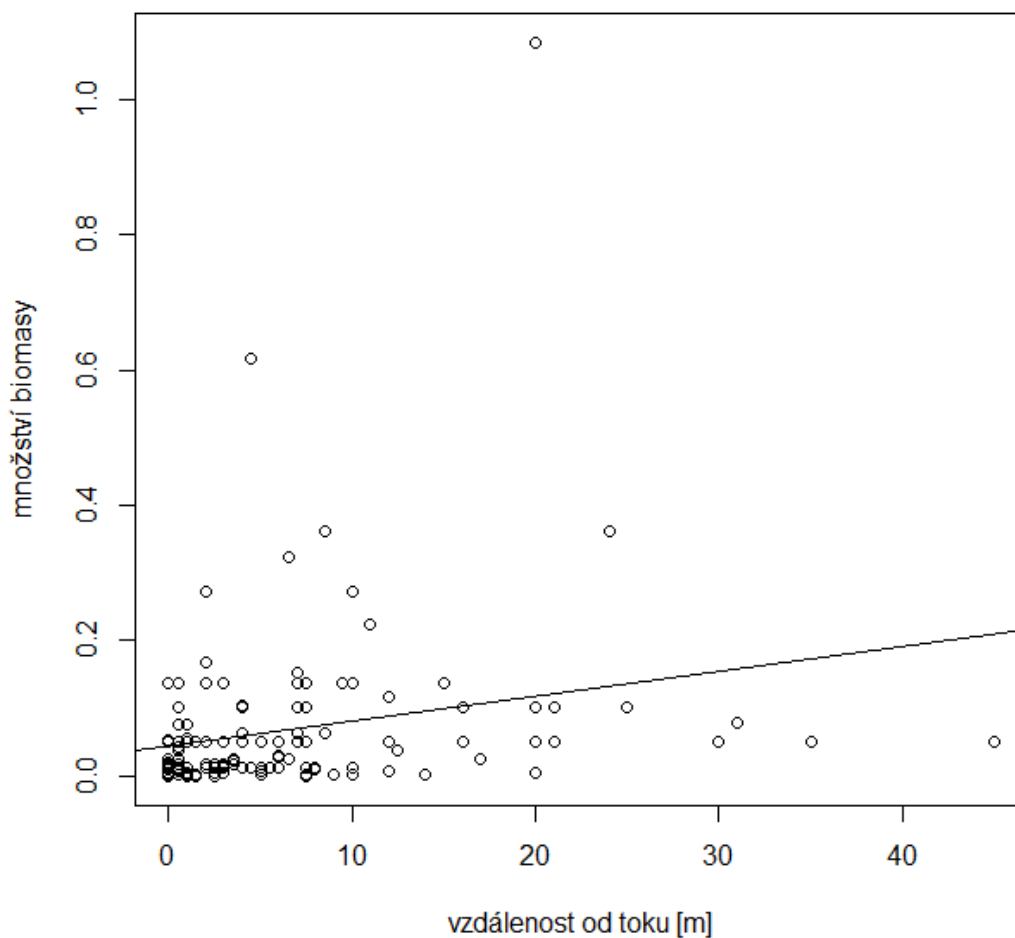


Obr. 18: Graf závislosti množství biomasy na vzdálenosti od toku - jižní Morava.

### 5.2.5 Šluknovsko

Oblast Šluknovska byla jediná, na které se v této diplomové práci počítá s tím, že se zde vyskytuje predátor - vlk. Model na této lokalitě je statisticky významný, neboť je hodnota p menší než nastolená hladina významnosti (ANOVA:  $F(7,982) = 0,005416$ ;  $p < 0,01$ ). Podle hodnoty korelačního koeficientu se zde projevuje kladná závislost (Obr. 19). Množství spořádané biomasy se tedy zvětšuje s rostoucí délkou cest od toku.

## Závislost množství biomasy na vzdálenosti od toku - Šluknovsko

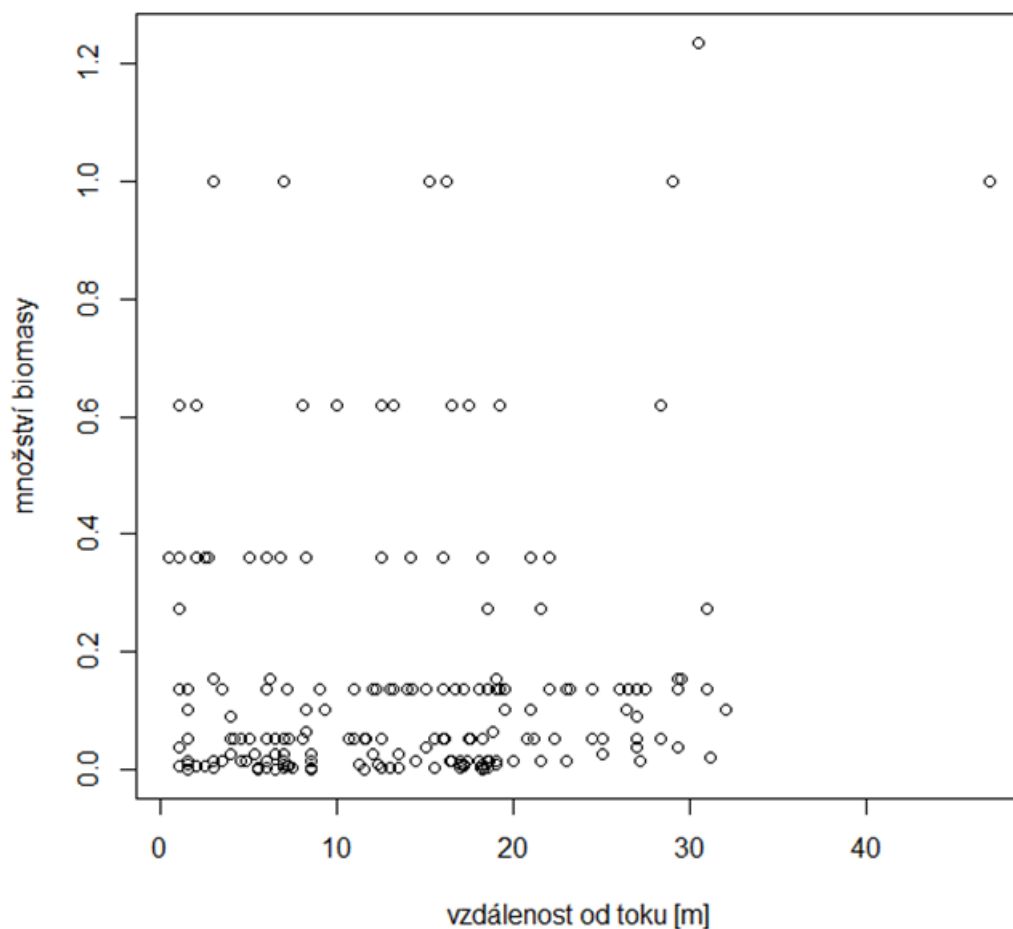


Obr. 19: Graf závislosti množství biomasy na vzdálenosti od toku - Šluknovsko.

### 5.2.6 Šumava

Po provedené analýze se na Šumavě model neprokázal jako statisticky významný, nulová hypotéza se nepotvrdila (Obr. 20). Hodnota  $p$  byla větší než hladina významnosti (ANOVA:  $F(2,1858) = 0,1408$ ;  $p > 0,05$ ). Regresní model vysvětluje méně než 1% závislosti. V tomto případě tedy množství spořádané biomasy není závislé na délce cesty uražené od vodního toku.

## Závislost množství biomasy na vzdálenosti od toku - Šumava

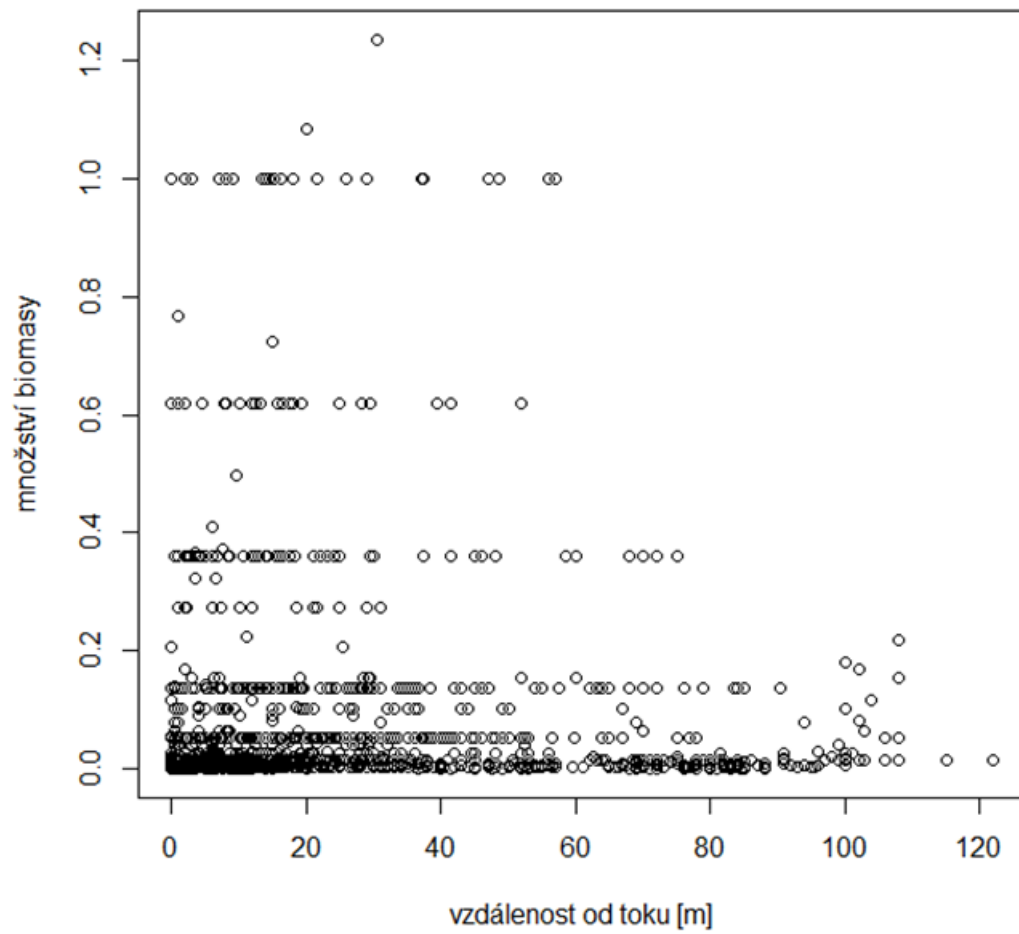


Obr. 20: Graf závislosti množství biomasy na vzdálenosti od toku - Šumava.

### 5.2.7 Všechny lokality

Při použití lineární regrese na všechny monitorované lokality zároveň, nevyšel model jako statisticky významný, tedy nulová hypotéza, že množství biomasy je závislé na délce cest bylo zamítnuto (Obr. 21). Po použití analýzy rozptylu sice byla hodnota  $p$  menší než 0,1, hladina významnosti je však nastavena na 0,05 (ANOVA:  $F(2,7614) = 0,09679$ ;  $p < 0,1$ ).

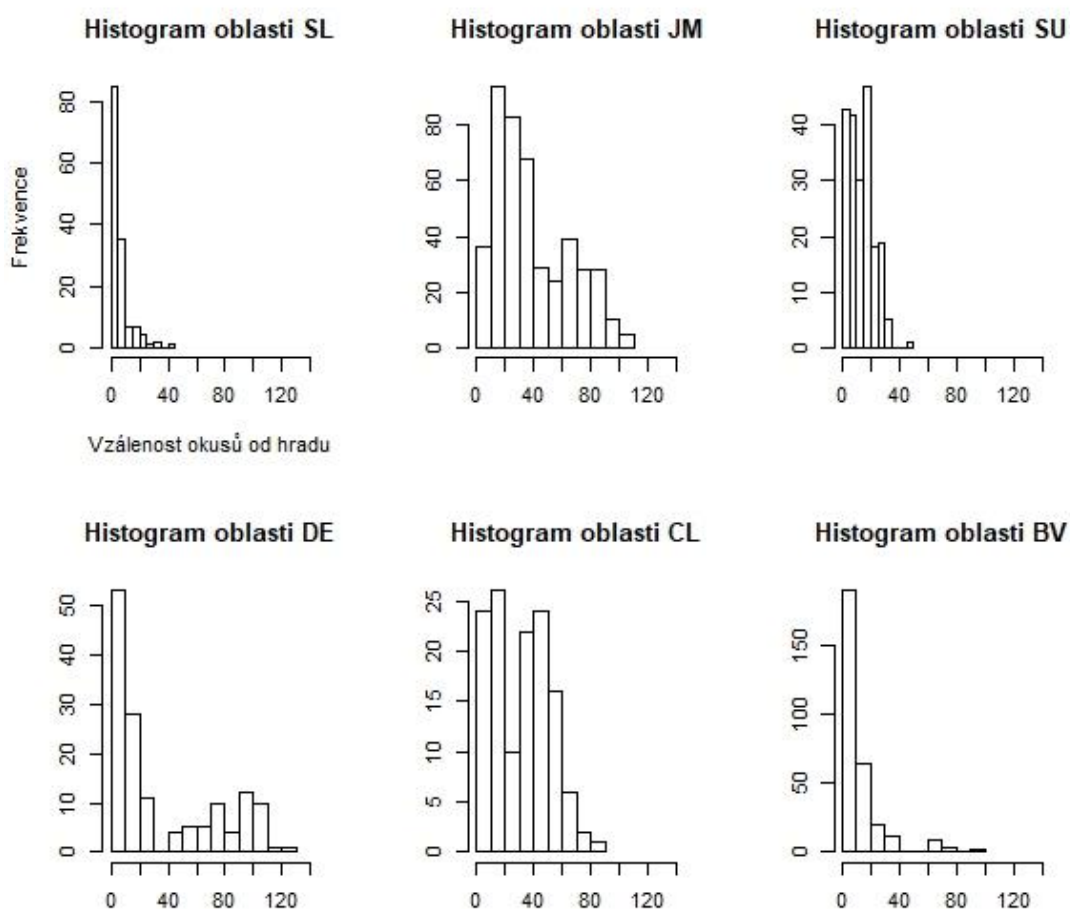
## Závislost množství biomasy na vzdálenosti od toku - ČR + DE



Obr. 21: Graf závislosti množství biomasy na vzdálenosti od toku - všechny lokality.

### 5.3 Vliv přítomnosti vlka na délku cest za potravou

Posledním výpočtem bylo statisticky dokázat, či vyvrátit význam vlivu predátora (vlka) na délku cest bobřích jedinců za potravními zdroji. Ze všech monitorovaných šesti lokalit, se vlk vyskytoval pouze v severních Čechách na Šluknovsku. Prvním krokem bylo vytvoření histogramu, díky kterému se mohla promítnout distribuce dat na všech jednotlivých lokalitách. Na ose x byla promítnuta vzdálenost od vodního toku či vodní nádrže a na ose y četnost okusů v dané vzdálenosti (Obr. 22).

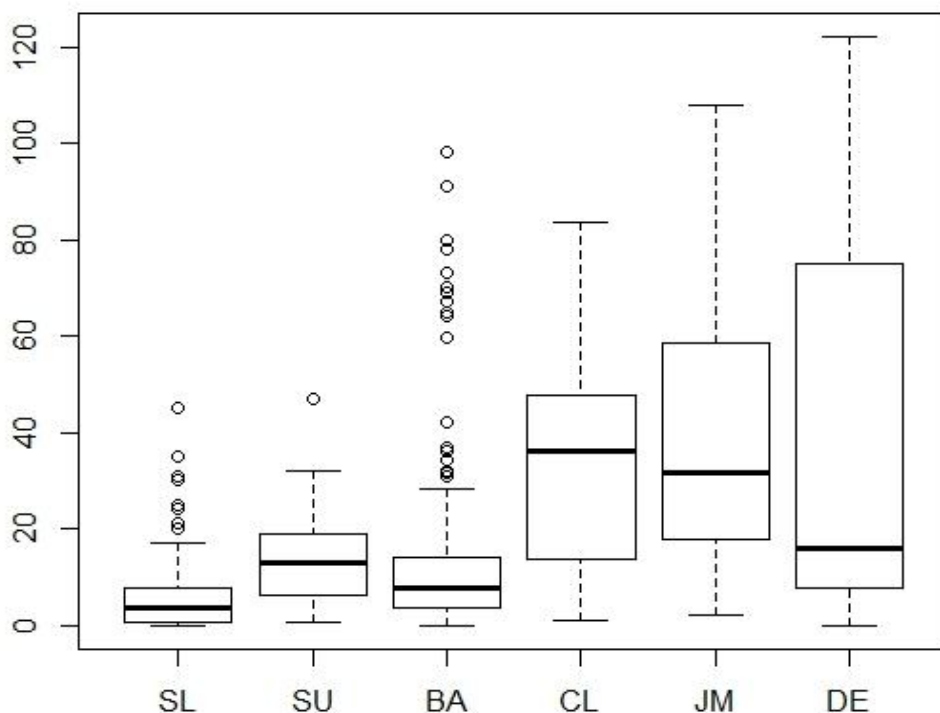


Obr. 22: Histogramy pro všechny monitorované oblasti.

Z histogramů je patrné, že jednoznačně nejkratší vzdálenosti bobří populace uráželi na Šluknovsku, kde jejich potravní chování může vlk ovlivňovat. Pomocí dvouvýběrového t-testu se ověřilo, jestli se lokality mezi sebou statisticky liší, nebo ne. Soubory dat z jižní Moravy a Šluknovska se mezi sebou statisticky významně liší, protože hladina  $p$  byla menší než hladina významnosti ( $p = 2,2 \cdot 10^{-16}$ ). Nulová hypotéza, že se data od sebe neliší byla zamítnuta. U porovnání dat ze Šumavy a



Šluknovska byl výsledek stejný, a to, že se soubory dat mezi sebou statisticky liší. Model je statisticky významný ( $p = 1,163 \cdot 10^{-15}$ ). Hodnota  $p$  je tedy menší než hladina nastolené významnosti. Dalším výpočtem bylo srovnání Šluknovska s německým Dessau - Roßlau. Soubory dat se od sebe statisticky významně lišily, když hodnota  $p$  byla menší než hladina významnosti ( $p = 2,2 \cdot 10^{-16}$ ). Při srovnání souborů dat Šluknovska s Českým lesem, byl výsledek stejný, jako v předchozích případech. Oba dva soubory se od sebe statisticky lišily, když hodnota  $p$  byla nižší než hladina významnosti ( $p = 2,2 \cdot 10^{-16}$ ). Posledním srovnáním prošel soubor dat Šluknovska s daty pořízenými v Bavorském lese. Nulová hypotéza byla opět zamítnuta a model se prokázal jako statisticky významný - hodnota  $p$  byla menší než určená hladina významnosti ( $p = 1,186 \cdot 10^{-8}$ ). Všechny porovnávané lokality se tedy mezi sebou statisticky významně lišily. Z následného boxplotu (Obr. 23) je patrné, že na Šluknovsku, kde byl potvrzen výskyt vlka, bobří uráží nejkratší vzdálenosti od hradu za potravou. Výstupy jsou uvedeny v Příloze č.9.



Obr. 23: Graf znázorňující délky cest za potravou pro všechny zkoumané lokality.

## 6. Diskuze

### 6.1 Sběr dat

Na sběru a zpracování dat se každoročně podílí velké množství lidí. Tento tým se skládá jak z lidí, kteří mají s výzkumem několikaleté zkušenosti, tak zároveň se každou novou sezonu kolektiv doplňuje o nováčky. Vzhledem k tomuto faktu, je třeba počítat s nějakými nepřesnostmi při sběru dat. Nezkušení sběrači mohou například zaměnit druh ohlodaného stromu, neboť je jeho identifikace v zimním období těžší.

Pro tuto diplomovou práci byla data sbírána podle nové metodiky, kdy se po nalezení centra teritoria odměřovaly 100 metrové úseky (viz. kapitola 4.1 Sběr dat v terénu). Takto se data sbírala od začátku pouze pro obě německé lokality a Šluknovsko. U ostatních tří lokalit (jižní Morava, Český les, Šumava) se tato metodika musela uměle aplikovat v programu ArcMap (viz. kapitola 4.2 Úprava dat). Nabízí se zde otázka, jestli se zde použitá metodika sběru dat, dala použít na výše zmíněné tři české lokality bez toho, aby došlo ke zkreslení dat pro další výpočty. Například v Českém lese u rodiny s označením g, nastolené metodice odpovídaly pouze čtyři zaznamenané okusy, tím pádem bylo plno dat ztraceno, a vzhledem k malému vzorku se tedy veškerá data u této rodiny musela brát se značnou rezervou. Těmito úpravami mohlo dojít k některým nepřesnostem či chybám v datech.

### 6.2 Závislost vzdáleností okusu na době osídlení

V Českém lese se, v monitorovaných oblastech, bobři vyskytují od šesti do devatenácti let. Sbíraly se zde data devíti rodin, z nichž dvě rodiny se zde nachází 6 let a tři rodiny 10 let. Z tohoto důvodu je na Obr. 9 pouze šest záznamů, neboť se stejně staré rodiny sloučily dohromady. Graf teorii CPF nevyvrací. Platí tedy, že s delší dobou osídlení se zvyšuje i vzdálenost okusů od centra teritoria. Nejdlejší vzdálenost uráží 11 let stará rodina - 52,5 m. Po tomto období se jedinci opět začínají přibližovat k centru teritoria a využívají bližší zdroje potravy. Důvody mohou být různé. Je možné, že po jedenácti letech se dříve ohlodané plodiny mohou zmlazovat, tudíž není třeba za potravou cestovat tak daleko. Dalším vysvětlením může být přesun bobrů po vodním toku, kdy začnou vytvářet nové teritorium s lepší dostupností potravních zdrojů. Roli může hrát také početnost, nebo stáří rodiny, v tom případě by totiž neměli tak velkou spotřebu potravy.

V Bavorsku se nacházel nejvyšší počet rodin - 11. Stáří rodin bylo v rozmezí od jednoho do 12 let. Na Obr. 8 je vidět pouze 7 záznamů, protože se zde několik rodin vyskytuje stejnou dobu - 2 rodiny 5 let, 3 rodiny 3 roky, a 2 rodiny 2 roky. Model se neprokázal jako statisticky významný, a tudíž teorii CPF nepotvrzuje. Problémem mohla být již existující data, která se sice sbírala v souladu s nastolenou metodikou, avšak při bližším prozkoumání ortofotosnímek se zjistilo, že Němci nejspíše všechny vzdálenosti měřili k hlavnímu toku dané oblasti. Dle metodiky by se ovšem vzdálenost měla měřit k nejbližšímu vodnímu toku, čili klidně i ke slepému ramenu řeky atd. Tím mohlo dojít ke značnému zkreslení výsledků, neboť na mnoha lokalitách byly vzdálenosti příliš velké, zatímco na satelitních snímcích byly zřetelně vidět menší toky, ke kterým se měla vzdálenost měřit.

Na lokalitě v Dessau - Roßlau bylo monitorováno 7 rodin s věkovým rozmezím 5 až 40 let. Na Obr. 10 jsou vidět pouze tři záznamy, neboť byly všechny lokality staré 40 let, kromě zbylých dvou. Regresní model teorii CPF potvrdil. Vzhledem k velkému počtu starých lokalit, zde ale vidíme velké rozptyly. Zatímco na 40 let staré lokalitě Neuer Graben museli jedinci v průměru urazit 79,1 m, na stejně staré lokalitě Diepold jen 3,5 m. Zde by tedy bylo nejspíš dobré, všechny 40 let staré rodiny porovnávat zvlášť, aby se v této oblasti dalo potravní chování bobra lépe odhadnout. Lze se jen domnívat, proč jsou vzdálenosti u stejně starých rodin natolik rozdílné. Jedním faktorem může být početnost rodiny, druhým potravní nabídka, kdy na některých lokalitách byly vodní toky lemovány jehličnatými stromy, kterými se bobr neživí. Vzhledem k absenci predátora v dané oblasti se tedy bobři mohou směle pohybovat dále od centra teritoria.

Na jižní Moravě se měřila aktivita sedmi rodin, které dané lokality obývají v rozmezí od 1 - 14 let. Na Obr. 11 je uvedeno pouze pět záznamů, neboť se zde dvě rodiny nachází 12 let, a dvě rodiny 14 let. I v tomto případě výsledek podporuje teorii CPF. Nejdále bobři cestují za potravou na devět let staré lokalitě Kopánky - 62,14 m. Na starších lokalitách již vzdálenosti od centra teritoria klesají. I zde chybí vliv predátora, takže bobři mohou cestovat takto daleko bez risku ulovení. Mohou tak daleko cestovat například za dřevinami, které ve srovnání s ostatními preferují. Dalším důvodem může být stavba nového teritoria nebo fakt, že v této lokalitě se nachází vodní nádrže, tudíž zde rodina nepocítuje ani mezidruhovou konkurenci. Rodina stará 11 let naopak uráží cestu nejkratší - 12,69 m. Tato lokalita se nachází v

oblasti Vlčí alej. Důvodem může být velký konkurenční tlak nebo malý počet jedinců, kteří ještě stále nedokázali vyčerpávat potravní zdroje v blízkosti teritoria. Je také možné, že se členové této rodiny kousek po toku přesunuli na atraktivnější místo.

Na Šluknovsku bylo monitorováno pouze 5 rodin se stářím 1-12 let. Na Obr. 12 jsou uvedeny 4 záznamy, protože dvě rodiny jsou staré 1 rok. Na této lokalitě putovali bobří za potravou nejkratší vzdáleností. Nejdlejší průměrná vzdálenost byla naměřena u rodiny žijící nedaleko obce Vilémov - 10,6 m. Model zde vyšel statisticky významný a teorie CPF tak byla potvrzena. Důvodem, proč bobří cestují za potravou na všech lokalitách podobně krátké vzdálenosti může být fakt, že se v severních Čechách objevuje vlk obecný, díky kterému mohou bobří pociťovat predační risk. Počet získaných dat je ale na této lokalitě poměrně nízký, tudíž má také každý zaznamenaný okus větší váhu, a tudíž mohla být data lehce zkreslena. Navíc u rok staré rodiny žijící u Lobendavy byly naměřeny pouhé čtyři okusy, což je na statistickou analýzu velmi málo.

Na Šumavě bylo monitorováno 8 rodin se stářím od 1 do 7 let. Jednalo se tedy o poměrně nejmladší lokality ve srovnání s ostatními. Z Obr. 13 je patrné, že s narůstajícím počtem let se jedinci vydávají za potravou dále od svého teritoria. Model vyšel jako statisticky významný, čili teorie CPF je i v tomto případě potvrzena. V tomto případě je ale z grafu patrné pouze pět záznamů, protože rovnou čtyři lokality jsou zde osídleny prvním rokem. V tomto případě tedy mohlo dojít k většímu zkreslení výsledků. Nicméně vzdálenosti těchto rodin byly podobné, a tudíž lze říci, že se všechny rok staré rodiny pohybovaly jen v těsné blízkosti od vody.

Model pro všechny lokality zvláště vyšel jako statisticky významný, když hladina  $p$  byla menší než 0,001. Vzdálenost s dobou osídlení roste, a dle Obr. 14 dosahuje vrcholu v rozmezí 6-9 let. Poté se cesty absolvované za potravou opět zkracují. Důvodů je hned několik. Jedním může být, že po takto dlouhé době si bobří již vyčerpávají zdroje, a přesunou se jinam, dále se mohly stačit zmladit dřívě vytěžené dřeviny. Dalším faktorem může být také věk rodiny, kdy starší jedinci se nevydávají za potravou tak daleko, popřípadě rodina mohla přejít na bylinnou stravu.

### 6.3 Závislost množství biomasy na vzdálenosti od centra teritoria

V tomto případě teorie CPF říká, že se vzrůstající vzdáleností od teritoria se zvyšuje i množství spořádané biomasy (Jenkins, 1980). Průměr kmene by měl být větší, pokud se strom nacházel dále od vodního toku. V blízkosti vodního toku by naopak měli spořádat větší množství stromů o menším průměru kmenu (Basey et al., 1988). Tuto strategii dosahování potravy mají proto, že se snaží maximalizovat množství získané energie a minimalizovat energii vydanou. V případě delších vzdáleností tedy konzumují větší množství biomasy, aby se jim energie vynaložená při cestě za potravou vyplatila. Dalším faktorem, kdy může dojít ke zvýšení spotřeby biomasy je stavba hráze či nového obydlí. Dále množství zkonsumované biomasy koresponduje s početností rodiny, dřevinnou skladbou, kdy se bobří vydají dál od centra teritoria za preferovanými dřevinami a tak dále (Watterer, 1989). Všechny výsledky jsou znázorněny grafy na Obr. 15 - 21 (kapitola 5.2).

U oblastí Bavorska, Českého lesa, Dessau - Roßlau, a Šumavy se modely ukázaly jako statisticky nevýznamné. Teorie, že s delší vzdáleností vzrůstá i množství zkonsumované biomasy zde nebylo potvrzeno. Data nemusela vycházet průkazně díky špatné hypotéze, nedostatkem dat, nebo díky zvolené metodice, kdy u spousty rodin vyhovoval dané metodice pouze zlomek okusů, a tudíž byly jednotlivé rodiny zastoupeny jen velmi malým počtem dat, ze kterých pak nemůže výsledný model vyjít průkazně.

Regresní model na jižní Moravě ukázal klesající trend. To znamená, že se vzrůstající vzdáleností od teritoria, klesá množství biomasy. Tento trend není v souladu s teorií CPF (Watterer, 1989). Model ale vyšel statisticky významný. Důvodem takového chování může být to, že se v blízkosti centra teritoria nacházely preferované dřeviny se silnějším kmenem. Bobří tak neměli potřebu za svými oblíbenými dřevinami cestovat takovou dálku.

Naopak vzrůstající trend prokázal statisticky významný model, u lokality na Šluknovsku (Obr. 19). Čím dále se bobří vzdalují od centra teritoria, tím konzumují širší kmeny. Tento model je tedy v souladu s teorií CPF. Důvodem může být predační risk, ale je také možné, že vzhledem k tomu, že si jsou průměrné vzdálenosti velmi podobné, tak daný model nemusí mít až takový význam.

Pro všechny sloučené lokality (Obr. 21) se teorie CPF nepotvrdila. Hladina  $p$  byla sice menší než 0,1, nicméně v této diplomové práci se počítalo s hladinou významnosti 0,05, a tudíž je celkový model brán jako statisticky nevýznamný.

#### **6.4 Vliv predátora na délce cesty za potravou**

Poslední analýza si kladla za cíl dokázat vliv predátora na délku cest central place foragerů za potravou. Dle této teorie by bobří neměli odcházet příliš daleko od svého teritoria, neboť jsou pod predačním tlakem. Ze zkoumaných šesti lokalit se predátor (vlk) nacházel pouze na jedné lokalitě - Šluknovsko. Ostatní lokality byly bez přirozeného nepřítele. Krabicový graf (Obr. 23) ukázal, že se skutečně jedinci žijící v severních Čechách nevydávají za potravou tak daleko, jako v případě ostatních monitorovaných oblastí. Model vyšel statisticky významný, takže se potvrdilo, že predátor má vliv na délku cest kořisti za potravou.

Jestli tomu v případě Šluknovska skutečně je, těžko říct. Důvodů pro pochyby je hned několik. V době výzkumu se počet vlků zde odhadoval na jednu smečku o 4-6 členech ([www.selmy.cz](http://www.selmy.cz)). Dalším problémem je malý vzorek dat. U Šluknovska byla naměřena vůbec nejmenší bobří aktivita ze všech oblastí - 142 okusů na 5 lokalit. Vzorek tedy není dostatečně velký na to, aby se výše uvedený model dal bez výhrad přijmout. Čím méně bodů, tím je samozřejmě i výsledek méně přesný. Tato oblast by tedy potřebovala další opakované výzkumy, aby se lépe zmapovalo potravní chování bobra v této oblasti. Problémem může být i nepoměr vůči oblastem s nepřítomností vlka. Pouze na jedné lokalitě se průkazně malá smečka vlků pohybovala, na ostatních lokalitách se vlci vůbec nevyskytují, nebo se tam začali objevovat v následujících letech.

Dle Andersonové a Ozolinše (2004) ani vlk primárně bobry neloví. Po výzkumu provedeném v Lotyšsku a vyhodnocení zbytků potravy, které zůstaly v žaludku vlků, které se dále zkoumaly vyšlo, že vlk z padesáti procent loví vysokou zvěř, na druhém místě následuje prase divoké. Bobr zahrnuje pouze 18,8% potravní složky v létě, v zimě je to dokonce pouhých 3,1%, čili slouží spíše jako doplňková potrava.

## 7. Závěr a přínos práce

Bobr se, po téměř úplném vyhubení na přelomu 17. a 18. století, zásluhou reintrodukčních programů, vrátil do naší krajiny začátkem 90. let minulého století. Ihned po reintrodukci, se nově vysazeným jedincům začalo dařit. Dostatek prostoru na vytvoření teritorií a založení rodin, potravních zdrojů a absence jakéhokoliv predátora. To je jen několik faktorů, díky kterým se bobří jedinci na našem území velmi rychle zabydleli a na mnoha místech přemnožili. Navzdory těmto skutečnostem, se stále jedná o zvláště chráněný druh, dle prováděcí vyhlášky č. 395/1992 Sb., přílohy č. III. Vzhledem k tomu, že abundance bobrů na našem území stoupá, musí mladí jedinci obsazovat nová místa, kde si následně mohou vytvořit své teritorium a založit rodinu. Není tedy divu, že v některých oblastech se usadili v blízkosti lidských sídel. Tím pádem se čím dál tím častěji dostávají do konfliktu s člověkem a jeho zájmy. Svou aktivitou zaplavuje zemědělské pozemky, ničí protipovodňové hráze a stromy. Na druhou stranu nelze opomíjet ani klady, které jeho opětovné vysazení přineslo. Především pomáhají ke zvyšování heterogenity prostředí tím, že zaplavují prostředí, kde vznikají nové, zamokřené biotopy, které skýtají vhodné podmínky pro nové druhy.

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem, je tedy třeba eliminovat negativní vlivy vyplývající z bobří činnosti, aby tento druh dokázal žít po našem boku, s co možná nejmenším vzájemným omezováním. Toho lze dosáhnout, pokud pochopíme jeho potravní chování v dlouhodobém měřítku. Z dlouhodobého hlediska bobr nepředstavuje pro hospodářské porosty významnější nebezpečí. Při osídlení lokality, kdy potenciaálně hrozí nebezpečí újmy na hospodářských porostech, se aktivní oblast bobra zvětšuje jen prvních 6-9 let, jak bylo zjištěno v této diplomové práci. Navíc se zřídka kdy stane, aby bobří napadali porosty vzdálenější 100 m od vodní plochy. Po uplynutí výše uvedené doby se expanze teritoria zastaví, a jedinci se opět stahují k vodní ploše, kde se živí zmlazenými dřevinami, které dříve ohlodali, nebo si vodní tok přehradí, aby se snáze dostali ke vzdálenějším dřevinám. Další možností je, že se v případě vodního toku přesunou dále po toku. Hospodářské dřeviny by tedy šlo chránit vysázením ochranného pásu hospodářsky nevýznamných dřevin v blízkosti vodního toku, které by sloužily jako potrava pro bobry, a ti by pak neměli potřebu navštěvovat, a ničit, například ovocné stromy, které stejně, oproti jiným dřevinám (dub, vrba, topol, jasan,...), tolik nepreferují. Tím by došlo k eliminaci škod

na hospodářských dřevinách, a zároveň by se poskytlo dostatečné množství potravních zdrojů pro bobry. K takovému závěru je ale třeba dlouhodobé každoroční měření. Dlouhodobý monitoring by ale určitě napomohl k tomu, aby se dal lépe předvídat pohyb bobřích populací, a s tím souvisejících změn v krajině.

Cílem této diplomové práce bylo vyhodnotit na základě sebraných či již existujících dat dosahování potravy bobra evropského z dlouhodobého časového měřítka. Dalším úkolem bylo posoudit, zda-li má na dosahování potravních zdrojů vliv vlk obecný, který se do České republiky začíná vracet. Oba tyto cíle byly splněny.

Přínosů této práce je několik. Především budou nasbíraná data sloužit pro další výzkumy. Dále se jedná o jednu z prvních prací, která se zabývá vztahem mezi vlkem a bobrem na území naší republiky, a může tak sloužit jako podklad pro další práce zaměřené na toto téma, které je stále aktuálnější, neboť se na naše území vlci vrací ve stále hojnějším počtu. Dále byly všechny známky pobytových aktivit zaznamenávány a sbírány v rámci každoročního monitoringu, který na našem území již několik let probíhá. Nasbíraná data tedy budou použita na doplnění této databáze. Cenné informace se také daly získat z dat pořízených v Desaa - Roßlau, kde se nacházely lokality starší 40ti let, které na našem území nenajdeme.



## 8. Seznam literatury a použitých zdrojů

### 8.1. Knižní zdroje

- ANDĚRA M. et HORÁČEK I., 2005: Poznáváme naše savce, 2. doplněné vydání. Sobotales, Praha. ISBN: 80-86817-08-3.
- ANDĚRA M. et ČERVENÝ J., 2009: Velcí savci v České republice: Rozšíření, historie a ochrana, 2. šelmy (*Carnivora*). Národní muzeum, Praha. ISBN: 978-80-7036-259-4.
- ANDĚRA M., ČERVENÝ J., BUFKA L., BARTOŠOVÁ D. et KOUBEK P., 2004: Současné rozšíření vlka obecného (*Canis lupus*) v České republice. In: Lynx 35: 5-12.
- ANDERSONE Ž. et OZOLINŠ J., 2004: Food habits of wolves *Canis lupus* in Latvia. Acta Theriologica 49 (3): 357-367.
- BAKER B.W. et HILL E.P., 2003: Beaver (*Castor canadensis*). Wild Mammals of North America: Biology, Management and Conservation. 288-310.
- BANKS P.B., HUME I.D. et CROWE O., 1999: Behavioural, Morphological and Dietary Response of Rabbits to Predation Risk from Foxes. Oikos 85(2): 247-256.
- BASEY J.M., JENKINS S.H. et BUSHER P.E., 1988: Optimal central-place foraging by beavers: Tree-size selection in relation to defensive chemicals of quaking aspen. Oecologia 76(2): 278-282.
- BATEMAN A.W., LEWIS M.A., GALL G., MANSER M.B. et CLUTTON-BROCK T. H., 2015: Territoriality and home-range dynamics in meerkats, *Suricata suricatta*: a mechanistic modelling approach. Journal of Animal Ecology 84: 260-271.
- BOLBROE T., JEPPESEN L.L. et LEIRS H., 2000: Behavioural response of field voles under mustelid predation risk in the laboratory: more than neophobia. Annales Zoologici Fennici 37(3): 169-178.
- BUFKA L., HEURICH M., ENGLEDER T., WÖFL M., ČERVENÝ J. et SCHERZINGER W., 2005: Wolf occurrence in the Czech-Bavarian-Austrian

border region - review of the history and current status. *Silva Gabreta* 11(1): 27-42.

- BURT H.W., 1943: Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals. *Journal of Mammology* 24/3: 346-352.
- CAMPBELL R.D., ROSELL F., NOLET B.A. et DIJKSTRA V.A.A., 2005: Territory and group sizes in Eurasian beaver (*Castor fiber*): echoes of settlement and reproduction? *Behavioural Ecology and Sociobiology* 58: 597-607.
- CASSINI M.H., 1991: Foraging under Predation Risk in the Wild Guinea Pig *Cavia aperea*. *Oikos* 62(1): 20-24.
- COSTA D.P., 1991: Reproductive and foraging energetics of high-latitude penguins, albatrosses and pinipeds - Implications for life - history patterns. *American Zoologist* 31(1): 111-130.
- ČERVENÝ J., KOUBEK P. et BUFKA L., 2000: Velké šelmy v naší přírodě. MŽP ČR a AOPK ČR, Praha, 32.
- ČERVENÝ J., KOUBEK P. et BUFKA L., 2005: Velké šelmy v České republice. *Vesmír* 84: 656-664.
- ČERVENÝ J., KAMLER J., KHOLOVÁ H., KOUBEK P. et MARTÍNKOVÁ N., 2010: *Ottova encyklopedie myslivosti*. Ottovo nakladatelství, Praha, 591.
- DOUCET C.M. et FRYXELL J.M., 1993: The effect of nutritional quality on forage preferences by beavers. *Oikos* 67: 201-208.
- DRMOTA J., KOLÁŘ Z. et ZBOŘIL J., 2007: *Srnčí zvěř v našich honitbách*. Grada Publishing, a.s. Praha.
- FEJKLOVÁ P., ČERVENÝ J., KOUBEK P., BARTOŠOVÁ D. et BUFKA L., 2004: Poznámky k potravě vlka obecného (*Canis lupus*) v České republice. *Lynx n.s.*, 35: 27-33.
- FRYXELL J.M. et DOUCET C.M., 1991: Provisioning time and central-place foraging in beavers. *Canadian Journal of Zoology* 69(5): 1308-1313.

- GEPTNER V.G. et NAUMOV N.P., 1998: Mammals of the Soviet Union, Volume v.2, part 1a. Smithsonian Institution Libraries and National Science Foundation, Washington D.C. ISBN: 1-886106-81-9.
- HAARBERG O. et ROSELL F., 2006: Selective foraging on woody plants species by the Euroasian beaver in Telemark Norway. Volume 270, Issue 2: 201-208.
- HALLEY D. et ROSELL F., 2003: Population and distribution of European beavers (*Castor fiber*). Lutra: 91-101.
- HANZAL V., HROMAS J., KOVAŘÍK J., POLÁKOVÁ D., PONDĚLÍČEK J., HANÁK J., VOLÁNEK P., et MEDKOVÁ M., 2007: Velká myslivecká encyklopedie (CD-ROM). Grand s.r.o., České Budějovice.
- HELL P., SLAMEČKA J. et GAŠPARÍK J., 2001: Vlk v slovenských Karpatoch a vo svete. PaRPRESS, Bratislava.
- HERÁŇ I. et SLÁDEK J., 1970: Výzkum šelem v Československu. Lynx, Praha.
- HUNTER L. et BARRETT P., 2011: A Field Guide to the Carnivores of the World. New Holland Publishers. ISBN: 978-1-84773-346-7.
- CHARNOV E.L., 1976: Optimal foraging, the marginal value theorem. Theoretical Population Biology 9(2): 129-136.
- JACOB J. et BROWN J.S., 2000: Microhabitat Use, Giving-Up Densities and Temporal Activity as Short- and Long- Term Anti-Predator Behaviors in Common Voles. Oikos 91(1): 131-138.
- JEDRZEJEWSKI W. et JEDRZEJEWSKA B., 2005: Large carnivores and ungulates in European temperate forest ecosystems: bottom-up and top-down control. In: RAY J.C., REDFORD K.H., STENECK R.S. et BERGER J. (eds.): Large carnivores and the conservation of biodiversity. Island, Washington, 230-246.
- JENKINS S.H., 1980: A size-distance relation in food selection by beavers. Ecological Society of America 61: 740-746.

- JEWELL P.A., 1966: The concept of home range in mammals. Symposium of the Zoological Society of London. London: 85-109.
- KACELNIK A., 1984: Central place foraging in starlings (*Sturnus vulgaris*). 1. Patch Residence Time. Journal of Animal Ecology 53(1): 283-299.
- KACELNIK A., HOUSTON A.I. et SCHMID-HEMPEL P., 1986: Central-place foraging in honey bees: the effect of travel time and nectar flow on crop filling. Behavioral Ecology and Sociobiology 19(1): 19-24.
- KALINOVÁ B., 2012: Výskyt a početnost bobra evropského (*Castor fiber*) na jižní Moravě a jeho vlivy v krajině. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Brno.
- KITCHENER A., 2001: Beavers. Whittet books Ltd. ISBN: 1-873580-55-X.
- KOKEŠ O., 1961: Šelmy v jižních Čechách a jejich konec. Živa 9 (2): 69-72.
- KOSTKAN V., 1998: Bobr se vrací. Deset let novodobé existence v českých zemích. Vesmír 77. ročník: 403-404.
- KOSTKAN V., 1999: The European Beaver (*Castor fiber* L.) population growth in the Czech Republic. In: Proceedings of the Abstracts, III. International Symposium on Semiaquatic Mammals and their habitats, Osnabruck, Germany, 22-23.
- KOSTKAN V., 2000: Ekologická nika bobra evropského (*Castor fiber* L. 1758) v CHKO Litovelské Pomoraví. Disertační práce, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc.
- KOSTKAN V., MALOŇ J. et LACINÁ J., 2012: Početnost a distribuce populace bobra evropského (*Castor fiber*) v nivě řeky Moravy a dolních částech niv Mojeny, Olšavy, a Dřevnice na území Zlínského kraje. Conservation Biology Service, Horka nad Moravou.
- LANGHAMMER P., 1993: Habitat analyse für den Wolf (*Canis lupus*) im Böhmerwald. Diplomarbeit, Ludwig Maximilián Universität München.
- LIMA S.L. et VALONE T.J., 1986: Influence of predation risk on diet selection: a simple example in the grey squirrel. Animal Behaviour 34(2): 536-544.

- LIMA S.L., DILL L.M., 1990: Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology* 68(4): 619-640.
- LIMA S.L., VALONE T.J. et CARACO T., 1985: Foraging-efficiency-predation-risk trade-off in the grey squirrel. *Animal Behaviour* 33(1): 155-165.
- LINNELL J.D.C., PROMBERGER C., BOITANI L., SWENSON J.E., BREITENMOSER U. et ANDERSEN R., 2005: The linkage conservation strategies for large carnivores and biodiversity: the view from the „half full“ forests of Europe. Island Press, Washington D.C.
- LÖHMUS A., 2001: Status of Large Carnivore Conservation in the Baltic States: Large Carnivore Control and Management Plan for Estonia, 2002-2011. Council of Europe, Strasbourg, 53.
- MCCLINTIC L.F., TAYLOR J.D., JONES J.C., SINGLETON R.D. et WANG G., 2014: Effects of spatiotemporal resource heterogeneity on home range size of American beaver. *Journal of Zoology* 293(2): 134-141.
- MECH L.D., 1981: *The Wolf: The Ecology and behaviour of an Endangered Species*. University of Minnesota Press. ISBN: 0-8166-1026-6.
- MECH L.D. et BOITANI L., 2003: *Wolves: Behaviour, Ecology and Conservation*. University of Chicago Press. ISBN: 0-226-51696-2.
- MÜLLER-SCHWARZE D. et SUN L., 2003: *The Beaver: Natural History of a Wetlands Engineer*. Cornell University Press. ISBN: 978-0-8014-4098-4.
- NEWSOME T.M., BOITANI L., CHAPRON G., CIUCCI P., DICKMAN C.R., DELLINGER J.A., LÓPEZ-BAO J.V., PETERSON R.O., SHORES C.R., WIRSING A.J. et RIPPLE W.J., 2016: Food habits of the world's grey wolves. *Mammal Review* 46(4): 255-269.
- NOLET B.A. et ROSELL F., 1994: Territoriality and time budgets in beavers (*Castor fiber* L.) during sequential settlement. *Canadian Journal of Zoology* 73: 1227-1237.

- NOLET B.A. et ROSELL F., 1998: Comeback of the beaver *Castor fiber*: an overview of old and new conservation problems. *Biological Conservation* 83: 165-173.
- OKARMA H., 1984: The physical condition of red deer falling a pray to the wolf and lynx and harvested in the Carpathian Mountains. *Acta Theriologica* 29(23): 283-290.
- OKARMA H., 1995: The tropic ecology of wolves and their predatory role in ungulate communities of forest ecosystems in Europe. *Acta Theriologica* 40 (4): 203-224.
- ORIANIS G.H. et PEARSON N.E., 1979: On the theory of central place foraging. In: HORN D.J., MITCHELL R.D., STAIRS G.R. (Eds.): *Analysis of Ecological Systems*. The Ohio State University Press, Columbus: 154-177.
- RAFFEL T.R., SMITH N., CORTRIGHT C. et GATZ A.J., 2009: Central Place Foraging by Beavers (*Castor canadensis*) in a Complex Lake Habitat. *American Midland Naturalist* 162(1): 62-73.
- ROSELL F., BOZSÉR O., COLLEN P. et PARKER H., 2005: Ecological impact of beavers *Castor fiber* and *Castor canadensis* and their ability to modify ecosystems. *Mammal Review* 35(3-4): 248-276.
- SALVESEN S., 1928: The Beaver in Norway. *Journal of Mammalogy* 9: 99-104.
- STRNÁDOVÁ J. et FINĎO S., 2002: Potrava vlka dravého v slovenskej časti Karpát. In: JANIGA M. et ŠVAJDA J. (eds.): *Ochrana kamzíka*. TANAP, NAPANT, IHAB: 45-50.
- ŠŤASTNÝ K., 2015: Vlci v Českých zemích a na Slovensku. In: SIGL A. et MEYER M. (eds.): *Vlci: Nový pohled na plachého lovce*. Aventinum, Praha 10: 171-195. ISBN: 978-80-7442-055-9.
- VOREL A., 2003: Labští bobři a loňské povodně. *Vesmír* 82: 578-582.
- VOREL A., ŠAFÁŘ J. et ŠIMŮNKOVÁ K., 2012: Recentní rozšíření bobra evropského (*Castor fiber*) v České republice v letech 2002-2012 (*Rodentia:Castoridae*). *Lynx n.s.*, Praha, 43(1-2): 149-179.

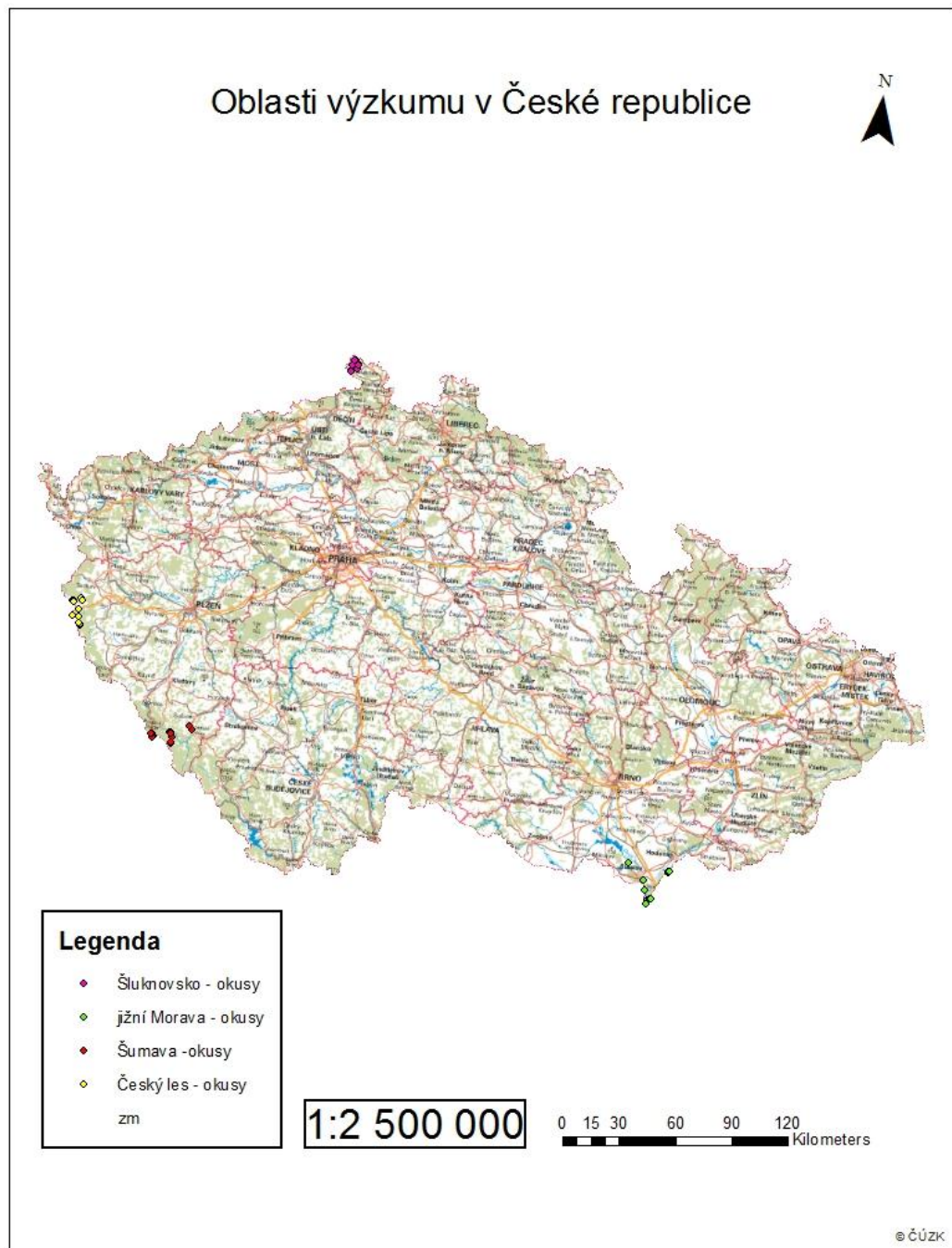
- VOREL A., KORBELOVÁ J., VÁLKOVÁ L., HAMŠÍKOVÁ L. et MALOŇ J., 2010: Analýza parametrů predikce šíření a model disperze bobra evropského v ekosystémech střední Evropy 2007-2010. Společnost Castor a AOPK ČR, Fakulta životního prostředí České zemědělské univerzity, Praha, 124-148.
- VOREL A., KOSTKAN V., MARHOUL P., JOHN F., NOVÁ P. et ŠAFÁŘ J., 2005: Program péče o populaci bobra evropského v České Republice. AOPK ČR, Praha.
- WATTERER J.K., 1989: Central place foraging theory: When load size affects travel time. *Theoretical Population Biology* 36: 267-280.
- WILSSON L., 1971: Observations and experiments on the ethology of the European beaver (*Castor Fiber L.*). *Viltrevy* 8: 115-266.
- ZUROWSKI W. et KASPERCZYK B., 1988: Effect of Reintroduction of European Beaver in the Lowlandsof the Vistula Basin. *Acta theriologica* 33: 325-338.

## 8.2. Internetové zdroje

HNUTÍ DUHA, 2012: Vlci se vrací: Německý vlk vyfocen nedaleko českých hranic u Šluknovského výběžku. <http://www.selmy.cz/tiskove-zpravy/vlci-se-vraci-nemecky-vlk-vyfocen-nedaleko-ceskych-hranic-u-sluknovskeho-vybezku/>  
 [online:16.4.2018]

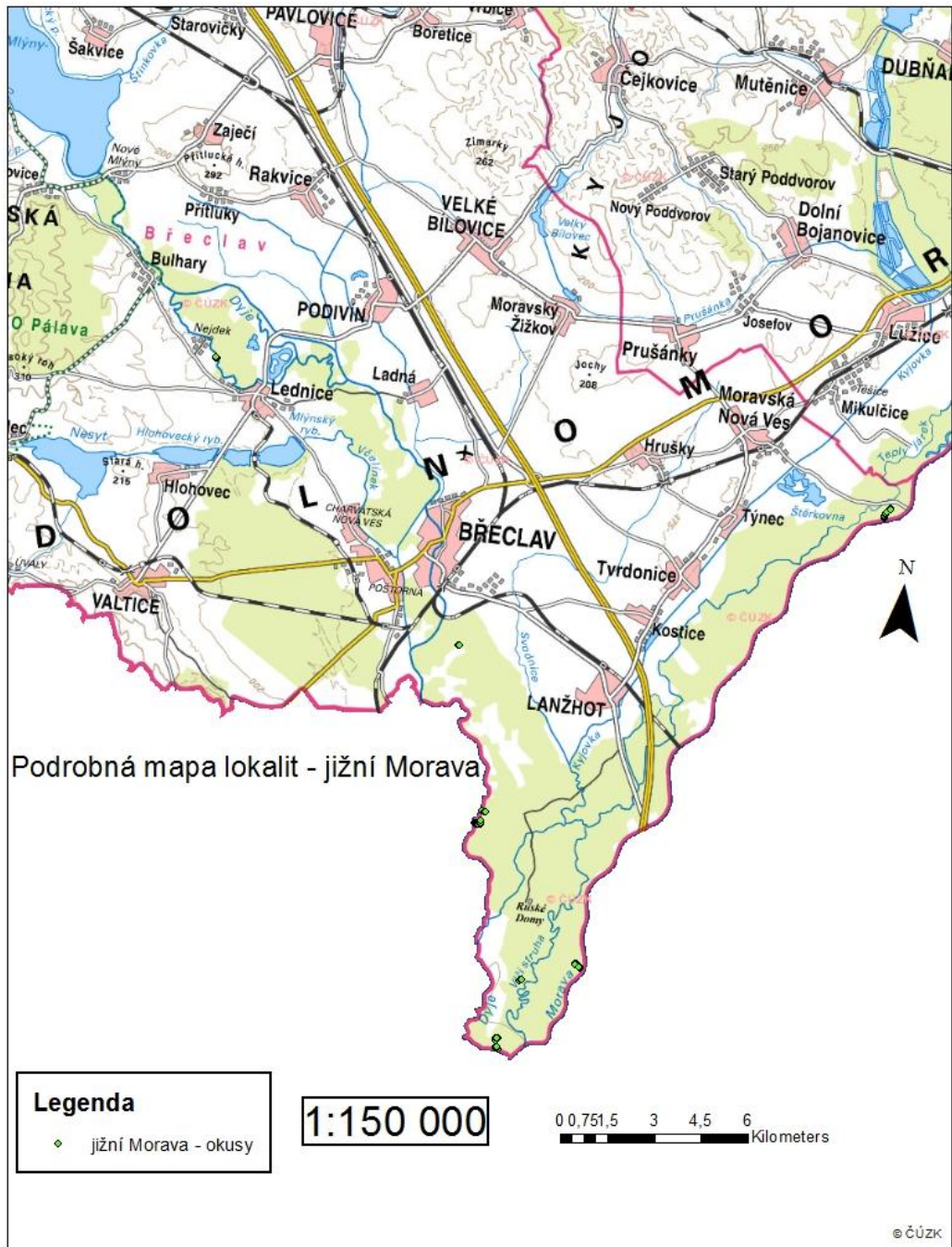
## 9. Přílohy

### 9.1 Příloha č. 1 - Mapa oblastí výzkumu v rámci České republiky



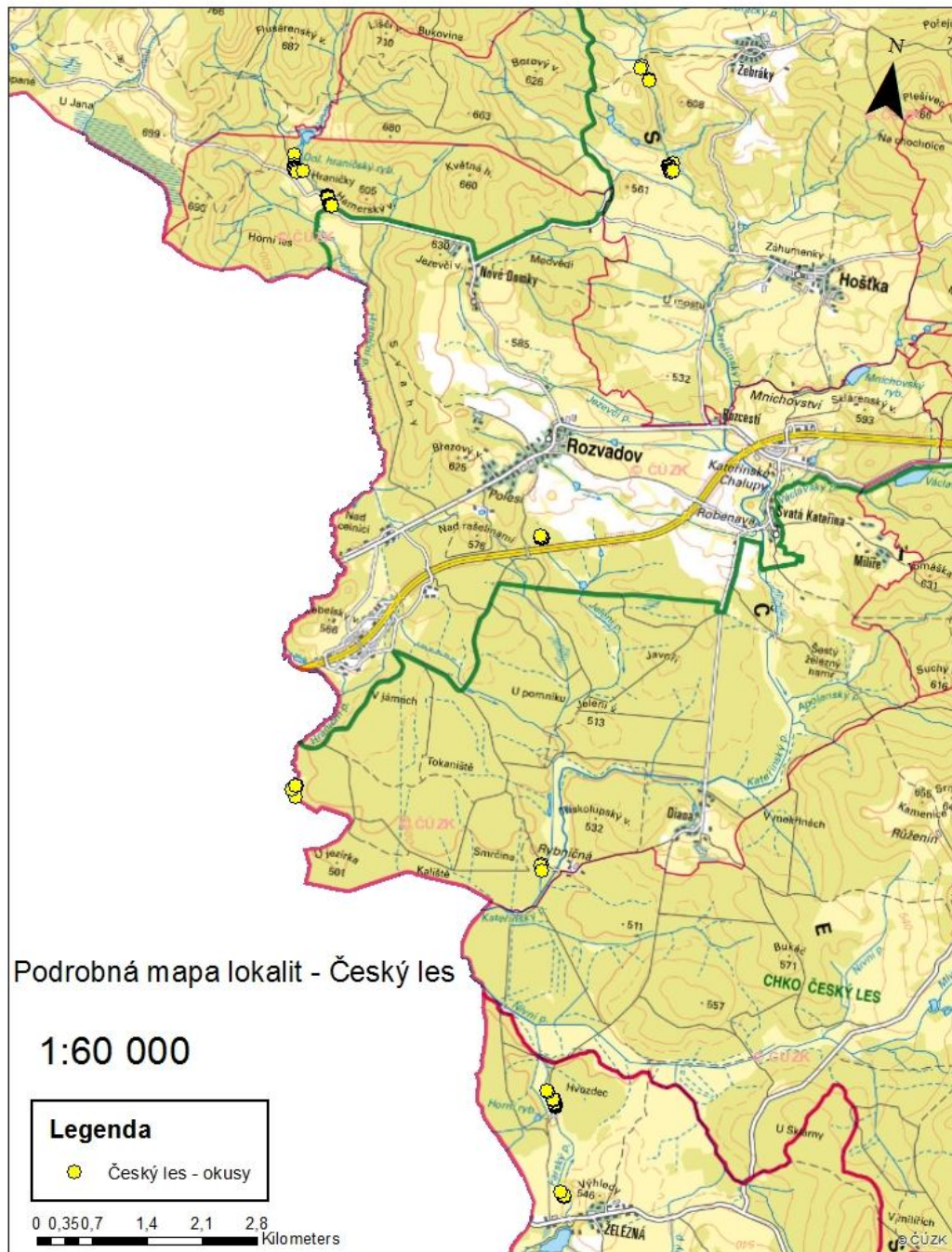


## 9.2 Příloha č. 2 - Podrobná mapa oblastí - jižní Morava

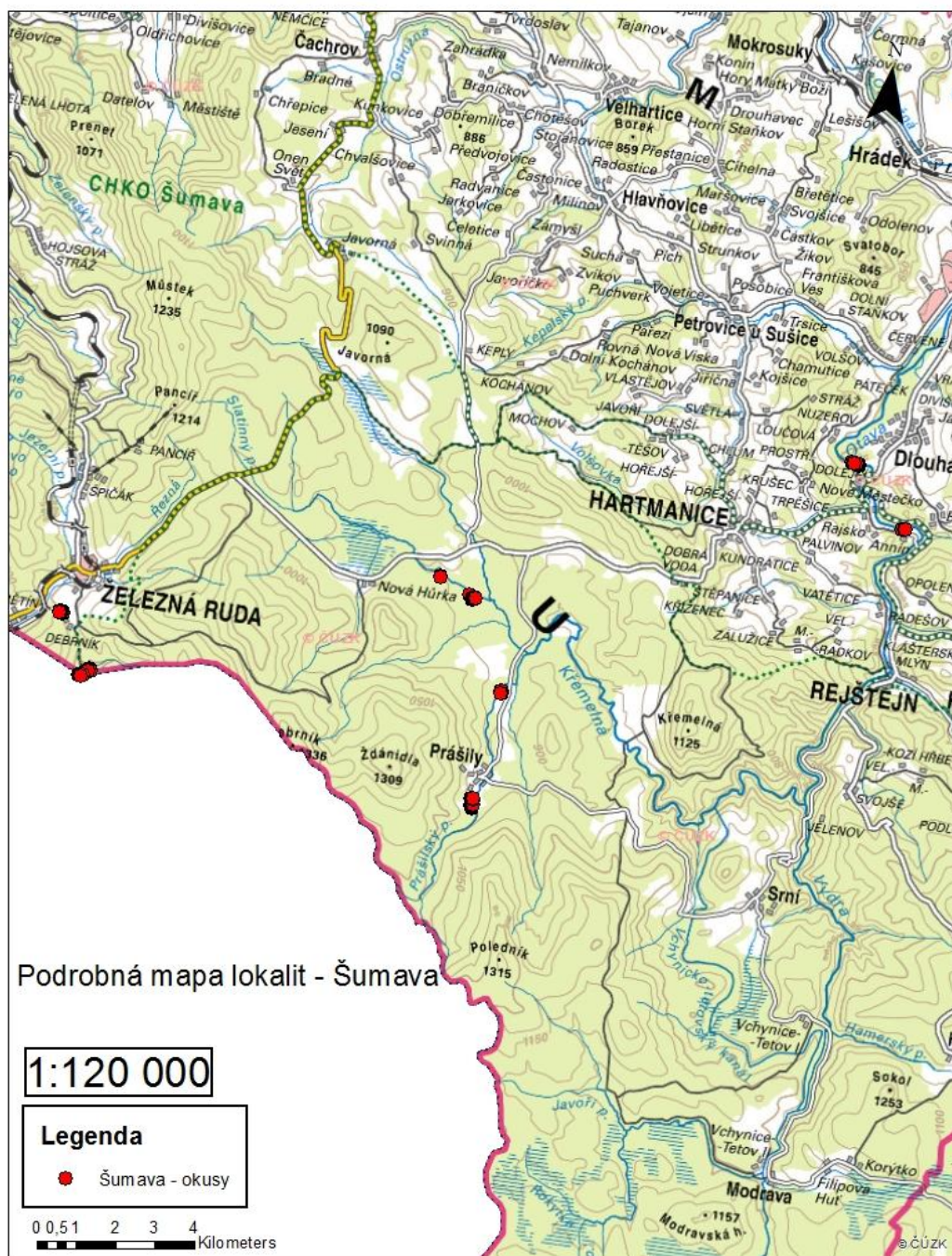




## 9.4 Příloha č. 4 - Podrobná mapa oblastí - Český les



## 9.5 Příloha č. 5 - Podrobná mapa oblastí - Šumava



## 9.6 Příloha č. 6 - Mapa oblastí výzkumu v rámci Spolkové republiky Německo

### Oblasti výzkumu ve Spolkové republice Německo



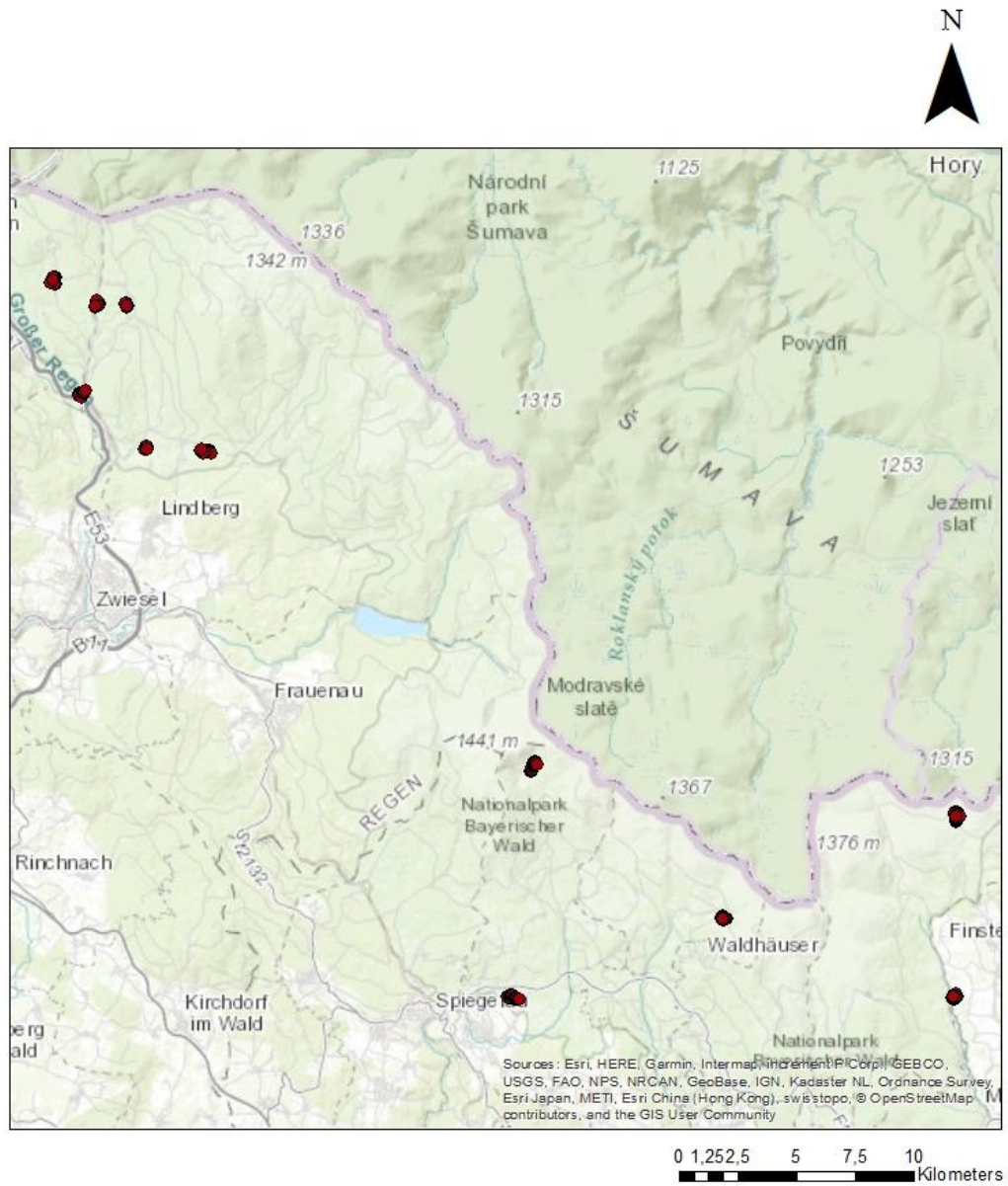
#### Legenda

- ◆ Dessau-Roßlau - okusy
- ◆ Bavorsko - okusy

1:3 500 000

## 9.7 Příloha č. 7 - Podrobná mapa oblastí - Bavorsko

### Podrobná mapa lokalit - Bavorsko



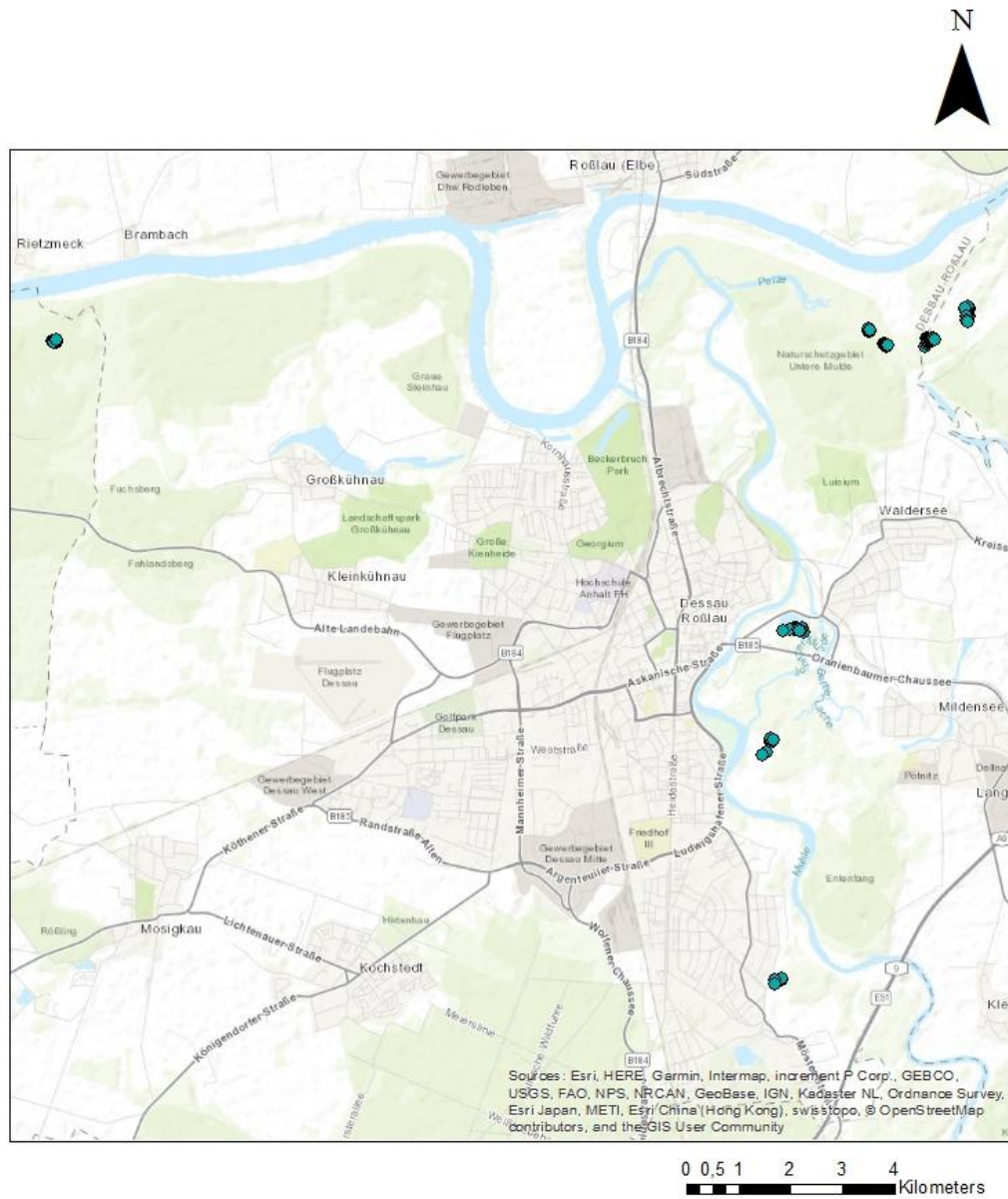
#### Legenda

- Bavorsko - okusy

1:220 000

## 9.8 Příloha č. 8 - Podrobná mapa oblastí - Dessau - Roßlau

### Podrobná mapa lokalit - Dessau - Roßlau



#### Legenda

● Dessau-Roßlau - okusy

1:100 000

## 9.9 Příloha č. 9 výstupy z programu R - Závislost vlivu predátora na vzdálenosti cest

```
> t.test(data_sluk_vlkA, data_jm_vlkN)
```

```
Welch Two Sample t-test
```

```
data: data_sluk_vlkA and data_jm_vlkN
t = -24.224, df = 582.26, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -35.67525 -30.32421
sample estimates:
mean of x mean of y
 5.978873 38.978604
```

```
> t.test(data_sluk_vlkA, data_su_vlkN)
```

```
Welch Two Sample t-test
```

```
data: data_sluk_vlkA and data_su_vlkN
t = -8.4215, df = 329.2, p-value = 1.163e-15
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -9.196517 -5.713639
sample estimates:
mean of x mean of y
 5.978873 13.433951
```

```
> t.test(data_sluk_vlkA, data_dessau_vlkN)
```

```
Welch Two Sample t-test
```

```
data: data_sluk_vlkA and data_dessau_vlkN
t = -9.7903, df = 154.72, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -37.68930 -25.03351
sample estimates:
mean of x mean of y
 5.978873 37.340278
```

```
> t.test(data_sluk_vlkA, data_cl_vlkN)
```

```
Welch Two Sample t-test
```

```
data: data_sluk_vlkA and data_cl_vlkN
t = -13.904, df = 164.29, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -29.44622 -22.12275
sample estimates:
mean of x mean of y
 5.978873 31.763359
```

```
> t.test(data_sluk_vlkA, data_bav_vlkN)
```

```
Welch Two Sample t-test
```

```
data: data_sluk_vlkA and data_bav_vlkN
t = -5.8113, df = 442.88, p-value = 1.186e-08
```



```

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -8.877560 -4.390436
sample estimates:
mean of x mean of y
 5.978873 12.612871
> summary(data_sluk_vlkA)
      V1
Min.   : 0.000
1st Qu.: 0.500
Median : 3.500
Mean   : 5.979
3rd Qu.: 7.500
Max.   :45.000
> summary(data_jm_vlkN)
      V1
Min.   :  2.00
1st Qu.: 17.88
Median : 31.50
Mean   : 38.98
3rd Qu.: 58.00
Max.   :108.00
> summary(data_su_vlkN)
      V1
Min.   : 0.50
1st Qu.: 6.00
Median :13.00
Mean   :13.43
3rd Qu.:19.00
Max.   :47.00
> summary(data_dessau_vlkN)
      V1
Min.   :  0.00
1st Qu.:  7.50
Median : 16.00
Mean   : 37.34
3rd Qu.: 75.00
Max.   :122.00
> summary(data_cl_vlkN)
      V1
Min.   :  1.00
1st Qu.:13.75
Median :36.00
Mean   :31.76
3rd Qu.:47.75
Max.   :83.50
> summary(data_bav_vlkN)
      V1
Min.   : 0.00
1st Qu.: 3.50
Median : 7.60
Mean   :12.61
3rd Qu.:14.10
Max.   :98.00

```