

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE



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

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Aleš Vorel Ph.D

Diplomant: Marian Bartoň

Praha 2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Marian Bartoň

Ochrana přírody

Název práce

Řezou si bobři 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

Bobři jsou jako mnoho jiných sociálních i soliterních savců striktně teritoriální (Baker & Hill, 2003), spotřeba zdrojů v teritoriu je však v zásadě vyšší než schopnost regenerační schopnost a rychlost zdrojů. Zároveň patří bobr mezi tzv. central place foragers (Balsey 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.

Hypotéza práce tedy je: vzdálenost k zimním potravním zdrojům roste s délkou osídlení teritoria. Cílem práce tedy zjistit zda v plošné potravní zdroje vzdalují od břehu v důsledku jejich intenzivní dlouhodobé spotřeby.

Metodika

Postup:

1. výběr teritorií s plošně definovanými zdroji s různou délkou osídlení, nutná je dokumentace nulového stavu všech vybraných lokalit dle ortofoto snímků – GIS
2. stanovení modelových ploch ve vybraných lokalitách (4x50 m/lokalitu) – GIS
3. sběr dat v modelových plochách – prostorové zaměření zimní potravní aktivity
4. vyhodnocení úbytku porostů v lokalitách – GIS
5. statistická analýza dat

Doporučený rozsah práce

40-60

Klíčová slova

bobr evropský, foraging, central-place-foraging

Doporučené zdroje informací

- 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>
- Rosell, F., Bozser, O., Collen, P., & 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. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2005.00067.x>

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Aleš Vorel, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 5. 4. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 4. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 19. 04. 2016

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci: Řežou si bobři pod sebou větev? Analýza dosahování potravy z dlouhodobé perspektivy vypracoval samostatně pod odborným vedením Ing. Aleše Vorla Ph.D. Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne 18. 4 2016

vlastnoruční podpis autora

Poděkování:

Rád bych touto cestou poděkoval Aleši Vorlovi za odborné vedení, cenné připomínky, poskytnutí potřebných informací, trpělivost a maximální ochotu při vedení mé diplomové práce. Dále bych také vyjádřil své díky celému týmu doktorandů, diplomantů a bakalantů, pod vedením Aleše Vorla, za pomoc při terénním šetření. V neposlední řadě chci poděkovat Veronice Kupské, své rodině a přátelům za podporu a shovívavost.

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na analýzu potravního chování bobra evropského (*Castor fiber*) a strategii dosahování potravy s hlediska dlouhodobého osídlení.

Rešeršní část práce vysvětluje mimo jiné teorii central place foraging, selektivní chování živočicha při výběru potravy a vliv central place foragerů na plodnost dřevin. Dále se zabývá riziky spojenými s predací, nebo vnímáním konkurenčního tlaku ze strany ostatních živočichů a faktory, které mohou mít za následek změnu populační hustoty bobří kolonie. Práce si klade za cíl zjistit vliv dlouhodobého osídlení bobra na objem zkonsumované biomasy a rozrůstající se teritorium na úkor ustupujícího lesního porostu. Dále pak porovnání těchto výsledků mezi sebou z hlediska různé doby osídlení oblastí.

Druhá část práce obsahuje vlastní výzkum, jejíž součástí je i metodický postup. Analytická část se zabývá zpracováním dat z terénního šetření v oblastech Šumavy, Českého lesa a Jižní Moravy a vyhodnocení výsledků podle vybraných kritérií. Cílem zde bylo zjistit vzájemnou závislost těchto faktorů: vzdálenost okusu od vodního toku, doba osídlení lokality, množství zkonsumované biomasy, množství okusů či výběr rodů dřevin. Výzkum pak prokazuje, že bobří cesty za potravou narůstají s věkem osídlení do 7 – 10 let a pak se vzdálenost okusu od břehu opět snižuje. Objem zkonsumované biomasy se s rostoucí dobou osídlení bobra také snižuje a dřevinou, za kterou jsou bobří ochotni ujít nejdelší vzdálenosti, je dub. Výsledky jednotlivých analýz jsou prezentovány jak pro kompletní měřenou oblast, tak pro jednotlivá území a jejich interpretace.

Klíčová slova: bobra evropský, foraging, central place foraging

Abstract

This thesis is focused on the analysis of eurasian beavers foraging behaviour and their strategy of getting food in the long-term perspective.

First part (theoretical) of the thesis contains an explanation of the theory of the central place foraging, animal selective behaviour when food is selected and central place foraging influence on trees fertility. In this part is also mentioned the predation risk or how does the beaver perceives competitive pressure from other animals, and factors that can cause the change in population density of beaver colonies. The objective of this work is to determine the effect of long-term beaver populating on the volume of consumed biomass and expanse of the territory, and a comparison of these results with one another in terms of different times of occupied territories.

The second part describes the methodical procedure of the field survey. Data I collected from the areas of Šumava, Český les and South Moravia. I tried to find out, how the beaver's foraging behaviour is induced depending on time inhabiting the territory and on increasing distance from the shore. This research shows that the beaver trips for food increases with age of occupation in 7 – 10 years and then the distance of tree cuts declined again from the shore. The volume of consumed biomass in reliance of increasing time of beaver occupation also decline and the most favoured tree species was an oak tree for which beavers were willing to walk long distances. The results of the simple analysis are presented as a measurement for both the entire region and also for each territory.

Keywords: Eurasian beaver, foraging, central place foraging

Obsah

1. Úvod.....	11
2. Cíle.....	13
3. Literární rešerše	14
3.1 Bobr evropský (<i>Castor fiber</i>).....	14
3.1.1 Charakteristika druhu a jeho životní strategie.....	14
3.1.2 Výskyt populace bobra v Evropě a České republice.....	15
3.1.3 Potrava, její složení a zpracování.....	16
3.2 Central place foraging.....	18
3.2.1 Riziko predace	19
3.2.2 Dopad činnosti bobra na strukturu krajiny.....	20
3.2.3 Redukce plodnosti a přírůstku druhů dřevin v souvislosti s central place foragery	22
3.2.4 Selektce potravy v závislosti na délce osídlení	24
3.2.5. Faktory ovlivňující změny populační hustoty.....	25
4. Metodika	27
4.1 Výběr lokality	27
4.2 Sběr dat a použité materiály.....	29
4.3 Zpracování dat	30
4.4 Analýza dat	32
4.4.1 Analýza závislosti vzdáleností okusu na délce osídlení území.....	32
4.4.2 Analýza závislosti množství okusů nebo množství biomasy na vzdálenostech okusu.....	33
4.4.3 Analýza závislosti vzdálenosti okusu na rodu dřeviny	33
4.4.4 Analýza množství biomasy v závislosti na délce osídlení lokality a vzdálenosti okusu.....	34
5. Výsledky	35
5.1 Měření závislosti vzdálenosti okusu na délce osídlení jednotlivých území.....	35
5.1.1 Šumava.....	35
5.1.2 Český les	35
5.1.3 Jižní Morava.....	35
5.1.4 Všechna zkoumaná území - ČR	37
5.2 Závislost množství biomasy na vzdálenostech okusu v jednotlivých oblastech ČR....	38
5.2.1 Šumava.....	38
5.2.2 Český les	38

5.2.3 Jižní Morava.....	38
5.2.4 Všechna zkoumaná území - ČR	40
5.3 Závislost množství okusu na vzdálenosti v jednotlivých oblastech ČR.....	41
5.3.1 Šumava.....	41
5.3.2 Český les	41
5.3.3 Jižní Morava.....	41
5.3.4 Všechna zkoumaná území - ČR	43
5.4 Závislost vzdálenosti okusu na rodu dřeviny	44
5.4.1 Šumava.....	44
5.4.2 Český les	44
5.4.3 Jižní Morava.....	44
5.4.4 Všechna zkoumaná území - ČR	46
5.5 Závislost biomasy na délce osídlení a vzdálenosti.....	47
5.5.1 Šumava.....	47
5.5.2 Český les	47
5.5.3 Jižní Morava.....	47
5.5.4 Všechna zkoumaná území - ČR	50
6. Diskuze	51
6.1 Závislost vzdálenosti okusu na délce osídlení	51
6.2 Závislost množství biomasy na vzdálenosti okusu ve vybraných oblastech ČR	52
6.3 Závislost množství okusu na vzdálenosti okusu ve vybraných oblastech ČR	53
6.4 Závislost vzdálenosti okusu na rodu dřeviny	54
6.5 Závislost biomasy na délce osídlení a vzdálenosti.....	56
7. Závěr	58
8. Seznam použité literatury	60
Přílohy.....	11

1. Úvod

Až do období středověku se bobr evropský (*Castor fiber*) nacházel prakticky po celém evropském kontinentu. Neregulovaným lovem došlo k vyhubení většiny areálu jeho populace, přičemž na území dnešní České republiky bobr zcela vymizel na přelomu 17. a 18. století (Kostkan et al. 2012). V 90. letech proběhl na území České republiky opětovný pokus o navrácení vyhubeného druhu a bobr se tak postupně stal znovu součástí naší krajiny.

Díky specifičnosti potravního chování bobrů jej často mnozí lidé staví do pozice svého „nepřítele“, a to zejména v případech, kdy se bobr svou biologickou činností dostává do střetu s ekonomickými zájmy člověka. Svou stavební aktivitou mnohdy negativně narušují hospodářské lesní porosty, parky či sady. Dochází také často k zaplavení pozemků a narušení vodohospodářských staveb. Na základě těchto situací pak roste počet stížností i žádostí o možnost likvidace bobřích jedinců v některých oblastech. Z tohoto důvodu je nutné správné pochopení potřeb a vlastností především potravního chování tohoto živočicha, kvůli aplikace správného druhu managementu a ochrany.

Především v dlouhodobě osídlených lokalitách lze zaznamenat markantní vliv bobří činnosti na změny v krajině. V případě, že v blízkém okolí teritoria již bobří porost vytěžili, přehrazením řeky zaplaví krajinu, aby se snadněji dostali ke vzdálenějšímu porostu (Rossel et al, 2005). Tím významně mění krajinný ráz, což může být pro člověka mnohdy nežádoucí. Nicméně z hlediska ekologie a ochrany přírody mohou být tyto změny pozitivní například z důvodu zvýšení biologické diverzity krajiny.

Tato experimentální práce se zaměřuje na potravní chování bobra a jeho strategii získávání potravy z hlediska různě dlouhého osídlení teritoria.

Nedílnou součástí teorie o potravním chování je pojem „central place foraging“. Byl zaveden v roce 1979 k popsání modelové situace, kdy živočich musí absolvovat cestu za potravou do periferních částí teritoria (od centrálního místa). Centrálním místem se rozumí bobří útočiště, kam se živočichové vždy vrací z cesty za potravou (Orians et Pearson 1978). Jedná se o sofistikovanou teorii optimálního potravního chování druhů živočichů tzv. foragerů, mezi které řadíme mimo jiné právě i bobra evropského.

Součástí výše uvedené teorie je předpoklad, že se bude u bobra zvyšovat selektivita rodů dřevin a objem konzumované biomasy s narůstající vzdáleností nutnou k jejich

dosažení (Jenkins 1980). Potravní strategie bobra je také do značné míry ovlivněna energetickou náročností dosahování potravy. Proto se předpokládá, že bobr okusuje větší množství úzkých dřevin nedaleko břehu vodního toku a menší množství dřevin s širokým průměrem kmene v místech, která jsou od břehu či obydlí vzdálená více (Basey et al. 1988). Také se predikuje, že všechny tyto proměnné (vzdálenost okusu, množství biomasy a množství okusu) by se měly s narůstajícím věkem osídlení měnit. Vzdálenost okusu od centrálního místa by se měla zvětšovat (Jenkins 1980), protože během dlouhodobého a neměnného osídlení určitého území, dochází postupem času k potravnímu vyčerpání (Hartman 2003).

Tato práce vychází z výše uvedených předpokladů teorie CPF a snaží se potvrdit či vyvrátit předem stanovené hypotézy v experimentální části práce. Závěrečný výstup práce by tedy měl potvrdit popř. rozšířit stávající poznatky v oblasti potravního chování bobra ve vybraných oblastech České republiky. K dosažení vytyčených cílů (viz kapitola Cíle) došlo pomocí výzkumu, který obnášel terénní šetření, kde proběhl sběr dat. Data byla podrobena analýzám a jsou vyhodnocena v diskuzi.

2. Cíle

Tato diplomová práce je zaměřena na popis několika důležitých aspektů potravního chování bobra evropského a strategie získávání potravy. Cílem bylo zjistit, zda se potravní zdroje bobra vzdalují od břehu v důsledku jejich intenzivní dlouhodobé spotřeby. Bylo vytyčeno několik dílčích cílů:

1. zjištění závislosti vzdálenosti okusů od bobřího obydlí na délce osídlení
2. zjištění vztahu zkonsumované biomasy a vzdálenosti okusů.
3. zjištění závislosti množství okusů na vzdálenosti od břehu
4. selektivita dřevin se vzrůstající vzdáleností od břehu
5. závislost biomasy na vzdálenosti a délce osídlení lokality

Hypotéza práce tedy je: vzdálenost k zimním potravním zdrojům roste s délkou osídlení teritoria. Výše uvedené cíle poskytují informace o chování živočicha v podmínkách České republiky.

3. Literární rešerše

3.1 Bobr evropský (*Castor fiber*)

3.1.1 Charakteristika druhu a jeho životní strategie

Bobr evropský představuje největšího hlodavce žijícího na evropském kontinentu s hmotností až 30 kg a délkou včetně ocasu až 140 cm. Jedná se o semiakvatický druh, tudíž je jeho tělo přizpůsobeno životu ve vodě. K plavání bobrovi slouží především svrchu silně zploštělý ocas (šířka 12 – 16,5 cm), který je z větší části lysý a pokrytý zrohovatělými šupinami, a dobře vyvinuté plovací blány na zadních končetinách. Pod vodou běžně pobývá po dobu cca 5 minut, za kterou stihne uplavat vzdálenost až 750 m. Bez nadechnutí však dokáže vydržet až 10 minut. Průměrná rychlost plavání je 5 km/hod., přičemž svého maxima dosahuje při 7 km/hod (Anděra 1999). Plaveckou dovednost si bobři osvojují během prvních 14 dnů svého života, zatímco potápět se začínají přibližně po měsíci (Vorel 2003). Pod vodou jsou bobři také schopni konzumovat potravu, což jim umožňuje speciální pyskový sval. Ten se za řezáky uzavírá a tvoří tak nepropustnou bariéru.

Řezáky patří k výrazným morfologickým znakům bobra. Používá je nejen ke zpracování potravy, ale také v rámci hojné stavební činnosti. Sklovina řezáků, kterou má bobr jen na přední straně, je zpevněna oranžově zbarveným pigmentem. Zadní strana se častým používáním opotřebovává a vzniká tak ostrá hrana podobná dlátu.

Bobr má tmavohnědou lesklou srst, která je zejména na břicho velmi hustá. Hustota kožichu dosahuje v zimě až 27 tisíc chlupů na 1 cm², v létě asi o třetinu méně (Anděra et Horáček 2005). Má dva typy žláz, jejichž výměšek se vyznačuje lehce rozpoznatelným charakteristickým pachem. Jeho původ hledejme v pryskyřičných a siličných složkách dřevin. Pravděpodobně nese informaci o věku, pohlaví, zdravotním stavu, sociálním postavení a dalších vlastnostech jedince (Kostkan 2000).

Na souši je bobr poměrně neobratný, přesto je ale schopen i chůze po zadních končetinách. Při vzpřímené chůzi se opírá o ocas a může tak přenášet stavební materiál, zejména bahno a kamení, ale také mláďata. Stavební činnost mu umožňuje mimo jiné částečně protistojný prst umístěný na předních končetinách.

Bobři jsou silně teritoriální živočichové, přičemž své teritorium si vymezují pachově. Specificky zapáchající výměšek zanechává na hromádkách bahna, trávy či na pohozených větvích. Teritorium je rodinou aktivně chráněno. Bobři si obhajují teritoria především v jarním období, v době migrace, ale hranice svého území si značí po celý rok. Bobří území lze snadno rozpoznat díky množství pobytových stop, například obydlí, hráze, okusy, kanály, zimní zásobárny, chodníky, jídelny, pachové značení atd. Stanoviště ale nemusí být vždy zcela rozpoznatelná. Na lokalitách s vysokými břehy a dostatkem břehové a vodní vegetace nemusí docházet k stavební činnosti a přítomnost bobrů tak není patrná. Velikost teritoria se pohybuje v rozmezí od 0,5 – 2,5 km toku a závisí na množství potravy (Vorel et al. 2010). Tento fakt zaručuje, že si bobři nemohou zmenšit teritorium pod únosnou míru ani pod tlakem jiných bobrů. Je to jeden z mechanismů autoregulace početnosti populace. Nemůže se tak stát, že se na jednom místě bobři přemnoží (Kostkan 2000).

Bobři se vyznačují monogamním chováním a se stejným partnerem setrvávají po celý život. Jejich životní strategie spočívá mimo jiné v silných sociálních vazbách mezi mateřským párem a potomky z jednoho až dvou vrhů. Každoroční námluvy se odehrávají ve vodě, nejčastěji v období ledna až března. Zajímavostí je, že se páří tzv. „tváří v tvář“, což je v živočišné říši neobvyklé. Samice jsou březí přibližně 103 – 108 dní a rodí v období května až července 3 – 5 plně vyvinutých (nidifugních) mláďat. Porodní váha bobra je asi 0,5 kg a díky výživnému mléku dosahuje na konci prvního roku života 10 kg. V pěti až devíti letech dosáhne bobr konečné průměrné hmotnosti 14 – 20 kg, výjimečně i 30 kg a více. Bobři dospívají ve věku 2 – 3 let. V tomto období rodinu opouští a migrují desítky kilometrů. V přírodě se dožívají průměrně 8 let, v zajetí až 50 let.

3.1.2 Výskyt populace bobra v Evropě a České republice

Bobr evropský původně obýval téměř celou oblast mírného a subarktického pásu Eurasie. Vlivem lidského faktoru však došlo k výrazné redukci hojnosti výskytu tohoto hlodavce. Během 17. a 18. století lovci kožešin zdecimovali většinu bobří populace pro podporu evropského módního průmyslu. Přesto se později podařilo výrazně obnovit výskyt populací na téměř původní rozsah (Baker et Hill 2003).

Početnost bobří populace se v celé Evropě začala významně zvyšovat od 2. poloviny 20. století díky reintrodukcím v některých evropských zemích a také zavedením

ochrany bobra (Halley et Rosell 2003). Ve srovnání s původním rozsahem se dnes bobr vyskytuje pouze v části původního areálu a jeho výskyt je značně přerušovaný a rozdělený na jednotlivé populace. Kontinuální osídlení lze zaznamenat na území počínajícím ve východním Polsku pokračujícím přes pobaltské státy, Bělorusko, Rusko, Finsko a končícím v centrálních partiích Sibíře. Druhá velká izolovaná populace se vyskytuje na Skandinávském poloostrově a zahrnuje velkou část území Norska a Švédska. Jedna z největších a nejvýznamnější populací kontinentální Evropy osídluje okolí řeky Labe zahrnující oblast severních Čech s dosahem až německému Hamburku. V Sasku a Sasku-Anhaltsku populace pokrývá také velké množství přítoků. Za zmínku dále stojí oblast výskytu v celém jižním Bavorsku, která pokračuje směrem po Dunaji přes Rakousko a Slovensko až do Maďarska. Výběžek areálu této subpopulace zasahuje přes Slovensko a proti proudu Moravy vysoko na sever na našem území. Ve zbytku Evropy a ČR jsou menší rozdrobené populace, které se ale dnes velmi rychle propojují (AOPK ČR 2007).

Do České republiky se bobří začali šířit z Rakouska, Německa a později i z Polska díky úspěšným reintrodukcím v těchto zemích. K významnému nárůstu početnosti populace bobra na našem území došlo v 90. letech 20. století, kdy bylo vysazeno cca 20 bobrů v CHKO Litovelské Pomoraví a Oderských Vrších (Vorel et al. 2005). Tento prudký nárůst se na přelomu století viditelně zbrzdil a nově obsazená území přibývala volnějším tempem. Ve větší míře došlo k zahuštění populace v obsazených lokalitách než k disperzi (Anděra et Červený 2004).

Podle Vorla (2012) jsou v České republice v současné době tři hlavní centra výskytu, oblast jihozápadních Čech zahrnující Šumavu a Český les, dolní tok Labe od státní hranice po Střekov, a v podstatě celá východní polovina Moravy od Ostravy po Břeclav. V oblasti okolí Labe se vyskytuje patrně jediný původní poddruh bobra u nás a to bobr evropský labský (*C. f. albicus*). Zdrojem ostatních populací jsou fenotypově vzdálenější a geneticky nepůvodní poddruhy pocházející ze Skandinávie, Ruska, Litvy a Francie (Vorel 2003). Aktuální velikost populace na našem území je odhadována na 3500 až 4000 jedinců (Vorel, ústní sdělení ze dne 30. 11. 2014).

3.1.3 Potrava, její složení a zpracování

Bobr patří mezi výhradní herbivory. Jeho potravní spektrum je široké, neboť se v něm objevuje více než 150 druhů bylin a přes 80 druhů dřevin (Vorel et al. 2010). V této

práci je rozdělení dřevin do druhů nepodstatné, proto jsou dřeviny v experimentální části práce taxonomicky členěny do rodů. Složení potravy je závislé na ročním období. V letních měsících se živí převážně měkkými, nezdřevnatělými částmi rostlin a výhonky, které se vyskytují na březích vodních toků a ve vodě. Při nedostatku bylinné potravy, se bobr živí listy stromů či zemědělskými kulturními plodinami jako jsou např. jetel, cukrovka, řepa, kukuřice a jiné plodiny (Červený et al. 2010). Na podzim a v zimě kácí stromy za účelem lepší dostupnosti vrcholových částí dřevin, lýka a kůry.

Podle Vorla et al. (2005) v Evropě neexistuje druh stromu, u kterého by nebylo zaznamenáno kácení bobrem a proto je bobr schopen pokácet jakoukoli dřevinu. Podle mnoha studií si však bobr vybírá pro kácení a konzumaci kůry a listů spíše stromy listnaté (Johnson et Naiman 1990) a zároveň preferuje měkké dřeviny o malém průměru kmene do 6 cm (Vorel et al. 2010). S oblibou zpracovává vrbu (*Salix sp. div.*) 51 % a topol (*Populus sp. div.*) 16 % (Vorel et al. 2010). Pravidelně kácenou, ale přitom potravně jednoznačně málo využívanou dřevinou, je olše (*Alnus sp.*). Větší stromy často pouze nahryže a čeká, až se skácí při silnějším větru (Kostkan 2000). Místo, v němž je strom narušen okusem, má typický tvar přesýpacích hodin a jsou na něm patrné otisky ostrých zubů.

Výjimečné je kácení jehličnatých stromů. V našich podmínkách jsou známy případy okusu smrku ztepilého (*Picea abies*), modřínu opadavého (*Larix decidua*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*), které však neslouží jako potrava. Bobři z těchto stromů kůru většinou jen oloupou a nekácí je. Strom však uhynie nebo jej použijí jako materiál pro stavbu hrází či hradů (Kostkan 2000).

Na zimu si tvoří zimní zásoby takovým způsobem, že větve zapichuje do bahna pod vodou před vchodem do obydlí. Činí tak proto, aby zůstala potrava čerstvá a v bezpečí před jinými hlodavci. K potravě se dostane, i když vodní plocha zamrzne. Potravu konzumuje většinou ve vodě nebo na přehledných místech na břehu toku. Vznikají tak hromádky oloupaných větví, tzv. „jídlny“ (Kostkan 2000). Bobři jsou aktivní živočichové a potravu přijímají po celý rok. Pouze v případě nejtěžších mrazů upadají občas do letargie a čerpají energii ze svých tukových zásob. Aby bobr mohl dobře trávit celulózu, které je v jeho potravě obrovské množství, má slepé střevo tvořeno třemi laloky, v nichž žijí mikroorganismy, kteří celulózu rozkládají

(Srovatková 1998). Doucet et Fryxel (1993) popsali, že bobr tráví topol (*Populus spp.*) až 2,3 – 2,7 krát rychleji, než olši (*Alnus spp.*) a 2,6 – 3 krát rychleji, než javor (*Acer spp.*). Identicky a ve stejném pořadí posuzovali množství dostupné energie získané z těchto rodů dřevin. Z hlediska strategie zisku maximálního množství energie je tedy topol nejvýhodnější potravou (Doucet et Fryxel 1993).

Bobrův trávicí systém se vyznačuje poměrně složitým mechanismem. Celulózu rozkládají mikroorganismy žijící v trojlaločném slepém střevě. Bobr tráví potravu dvakrát, čímž získává vysoké množství výživných látek. Výsledkem prvního trávení je řídká, zelená fekální hmota, kterou znovu pozře (tzv. „koprofágie“). Po strávení této hmoty vylučuje druhý typ exkrementů, které vypadají jako kuličky pilin¹. Přesto všechno však dokáže využít nejvýše 33 % přijaté celulózy (Kostkan 2000).

3.2 Central place foraging

Pojem „central place foraging“ (CPF) byl poprvé zaveden britskými ekology Gordonem H. Oriensem a Pearsonem v roce 1979. Jedná se o teorii, která analyzuje, jakým způsobem mohou živočichové maximalizovat efektivitu využití své energie při obstarávání potravy v případě, že pro ni putují do míst vzdálenějších od svého obydlí. Teorii CPF lze aplikovat například na chování sociálního hmyzu sbírajícího potravu pro kolonii² (Schmid-Hempel et al 1985), u ptáků zaopatřujících mláďata v hnízdech³ (Kacelnik 1984), či u ryb a savců užívajících noru jako útočiště a ochranu před predátory (Lima et al. 1985).

Typickým zástupcem CPF teorie ze třídy savců je mimo jiné i bobr. Tzv. „central place foraging effect“ vysvětluje modelovou situaci evoluční ekologie, kdy bobr začne čerpat zásoby dřevin v centrálním místě, což je v jeho případě hrad, polohrad či nora. Jakmile zde zásoby vyčerpá, postupuje rovnoměrně ke vzdálenějším místům se zdrojem potravy (Fryxell et Doucet 1990). Po každé cestě za potravou se vrací zpět do svého obydlí (Orians et Pearson 1978).

V rámci CPF teorie byly podle Raffela (2009) potvrzeny dva předpoklady selektivního chování bobra, který putuje za potravou. Bobři se více zaměřují na výběr druhů dřevin v místech vzdálenějších od břehu, než na dřeviny v blízkém okolí obydlí. Jak již bylo

¹ Podobný typ trávení lze nalézt také například u zajíce

² Jmenujme například Včelu medonosnou (*Apis mellifera*)

³ Jmenujme například Špačka obecného (*Sturnus vulgaris*)

zmíněno dříve, preferovanými dřevinami jsou vrby, olše, topoly. Druhý předpoklad selektivního chování bobra zahrnuje tvrzení, že průměr dřeviny, kterou si bobra k potravě vybírá, se zvětšuje s narůstající vzdáleností od jeho obydlí či vody, tzn. v těsné blízkosti centrálního místa je pro bobry typičtější okusovat velké množství tenkých stromů či větví, ale se zvyšující se vzdáleností okusují stromy se širokým kmenem (až 50+ cm). Touto strategií získávání potravy bobři účelně využívají svou energii (Wetterer 1989) a zároveň také dochází k úspoře času (Charnov 1976).

Podobně princip získávání potravy uplatňují bobři i při výpravách po vodě. Bobři také kácejí širší stromy ve větších vzdálenostech od centrálního místa. Nicméně v tomto případě se nezaměřují na výběr druhů dřevin (Raffel 2009).

Na základě této teorie je podle Raffela (2009) možné předvídat chování bobrů při získávání potravy v přírodě a pozorované modely implikovat do praxe. Například je možné si vytvořit představu, jakým způsobem ovlivní bobra do budoucna dřevinná skladba v lesních porostech.

3.2.1 Riziko predace

Dalším aspektem spadajícím do oblasti CPF je riziko predace. V souvislosti s efektivitou využití energie dochází k výběru optimální lokality pro získání potravy mimo jiné i na základě možného nebezpečí výskytu predátorů (Lima et Dill 1990). Vnímání rizika predace se u bobra projevuje například vzdáleností okusování od obydlí (Banks et al. 1999), velikostí putující (konzumující) skupiny (Cassini 1991), výběrem určitých dřevin (Lima et Volone 1986) či záměrným načasováním cesty za potravou (Jacob et Brown 2000).

Bobři se za potravou musí přesunout ze svých nor na přilehlou lokalitu. S narůstající vzdáleností od úkrytu silněji vnímají predáčnické riziko, které může omezit rozsah jejich konzumace. Nicméně motivací pro postupné vzdalování se od centrálního stanoviště je zvyšující se rozmanitost potravy. Podle Holmese se tyto herbivoři usídlují na stanovištích s vysokou dostupností potravy. Zároveň si pečlivě vybírají místa s výskytem druhů vegetace vysoké kvality s velkým obsahem živin (Holmes 1991).

Přestože maximalizace energetické návratnosti a vyvažování rizika predace má určitý vliv na prostorové rozhodování central place foragerů, význam a vzájemné působení těchto faktorů stále není zcela jasný (Holmes 1991).

V současné době nemá bobr na území ČR ve fauně přirozeného nepřítele, který by ho mohl ohrožovat. Mezi jeho hlavní živočišné predátory se řadí vlk, medvěd a rys. Výskyt ojedinelých jedinců zmíněných druhů v tuzemsku ovšem nelze 100 % vyloučit. Nejedná se však o trvalý areál výskytu, ani o životaschopnou populaci, která by bobra dlouhodobě a strategicky ohrožovala. Jde o jednotlivce, kteří se do České republiky dostávají ze sousedních států. Mláďata bobra mohou být ohrožována i drobnějšími šelmami, jako třeba liška (Kalinová 2012).

3.2.2 Dopad činnosti bobra na strukturu krajiny

Bobři jsou důležitými ekosystémovými inženýry, protože svou stavební činností a pohybem v krajině mění její ráz. Kácení jen určité druhy dřevin, což vede k přeměně druhové struktury břehových a doprovodných porostů, a tím přispívají k utváření fyzického prostředí krajiny (Gurney et Lawton 1996). Svou stavební činností bobr ovlivňuje krajinný ráz a určuje stupeň vegetačního vývoje (Pollock et al. 1995). S výjimkou člověka patří některé ze stavebních činností bobra k nejsilnějším vlivům savců na ekosystém, přírodu a krajinu (Kostkan 2001). Dá se proto považovat za významného krajinoformujícího činitele. Z nejčastějších aktivit jmenujme stavbu hrází, kácení dřevin a stavbu obydlí, díky nimž může bobr působit pozitivně i negativně na vývoj reliéfu krajiny.

Při stavbě nor bobr využívá prostoru břehů, ale také zemní tělesa hrází. Někdy vytvoří několik různých vchodů do nor, které jsou součástí rozsáhlého propojeného systému. Toto vše pak může mít za následek mimo jiné narušení stability hrází rybníků, nádrží, umělých vodních kanálů či protipovodňových hrází. Kladně však bobr působí na diverzifikaci břehové linie, která v souvislosti se stavební činností vzniká (Rossel et al, 2005).

Bobr kácí dřeviny k vybudování hrází, hradů a k zakrytí a maskování vstupů do nor (Kalinová 2012). V rámci tohoto konání bobr kladně působí mimo jiné na změnu druhové a věkové struktury porostů dřevin v okolí vodních toků a ploch, a na zvyšování biodiverzity. Nicméně je s tímto spojen i negativní dopad na krajinu, který se může projevit ohrožením výnosů hospodářských lesů a výnosů polních plodin, snížením mimoprodukční funkce porostů dřevin v okolí vodních toků, či zvýšeným množstvím kmenů ve vodních tocích.

Při kácení a vybírání potravy se bobr vyznačuje poměrně výrazným selektivním chováním (viz kapitola Central place foraging). Bobři jsou striktní býložravci, přičemž se živí různými druhy vegetace, jako jsou trávy, byliny, keře, stromy i vodní vegetace (Donkor et Fryxell 1999). Výběrem potravy či stavebního materiálu často vytvářejí prosvětlená místa v lese, která umožňují proniknutí slunečních paprsků a tím i regeneraci druhů rostlin, jež jsou méně tolerantní vůči zastínění (Donkor et Fryxell 1999). Dlouhodobým pobytem tak bobři mohou ovlivnit koexistenci většího množství rostlinných druhů a vyvolávat významné změny ve struktuře a složení lesa (Donkor et Fryxell 1999).

V důsledku působení stavební činnosti bobra vznikají konfliktní situace často vyvolávající diskuzi nad tématem legislativní ochrany bobrů⁴. V souladu s tímto problémem vznikají tendence nalézt možnosti, jak tyto situace řešit a jak jim předejít, popř. navrhnout konkrétní opatření⁵.

Podrobnější studie existuje například o tom, jak pobytové známky bobra ovlivňují skladbu, strukturu a diverzitu boreálních lesů. Záměrem studie bylo otestovat, zda (1) selektivní pastva bobra posouvá strukturu společenstva směrem k nepreferovaným druhům a (2) zda bobři mají vliv na zvýšení druhového bohatství a rozmanitost tím, že se chovají, jako „klíčové druhy“ (Paine 1966). Hypotéza klíčových druhů je založena na předpokladu, že rostliny jsou kompetující o zdroje živin (např. světlo nebo půdní živiny). Odstranění těchto rostlin bobrem vede k zpřístupnění těchto zdrojů rostlinným druhům, které jsou kompetičně slabší, čímž se umožní koexistence více druhů. K dosažení těchto záměrů byla měřena diverzita a druhové bohatství, pastevní tempo, odběr vzorků a zmlazené dřeviny podél gradientu pastevního tlaku bobra (Donkor et Fryxell 1999). Studie ukázala, že krátkodobá selektivní pastva nemůže zcela posunout strukturu společenstva dřevin k nepreferovaným druhům. Tato pozorování naopak naznačují, že bobři, jako klíčový druh živočichů, zvyšují význam dominantních druhů rostlin (v tomto případě jehličnatých dřevin). Nicméně prostory, které vytvářejí, usnadňují regeneraci druhů rostlin jak preferovaných tak nepreferovaných.

⁴ Uvedme například konfliktní situaci v parku na zámku v Lednici, udělení výjimky ze základních podmínek ochrany bobra evropského pro město Sedlice či nejaktuálnější konfliktní situaci z dubna 2016 v Jihočeském kraji v obci Skočice, kde bobři podhrabali silnici v těsné blízkosti hráze rybníka, a komunikace se začala propadat.

⁵ V tomto ohledu stojí za zmínku grantový projekt s názvem *Konflikty, stav a vývoj populací bobra evropského v ČR* pod vedením Ing. Aleše Vorla, Ph.D.

Je pravděpodobné, že dlouhodobý pobyt bobra bude vyvolávat významné změny ve struktuře a složení lesa i kompoziční efekty zvýšené populace jako přehrazování a zaplavování okolní krajiny (Donkor et Fryxell 1999).

3.2.3 Redukce plodnosti a přírůstku druhů dřevin v souvislosti s central place foragery
Herbivorie (neboli býložravost)⁶ patří mezi významné biotické faktory působící na rostliny. Herbivoři mohou konzumovat všechny části rostlin, především se však zaměřují na mladé a vyvíjející se části s vysokým obsahem živin a tím mohou růst a vývoj rostlin narušovat. U rostlin se v průběhu evoluce vyvinuly rozmanité druhy obranných strategií. Strategie tolerance herbivorie se vyznačuje především kompenzačním růstem ztracených pletiv, anatomickou i morfologickou adaptací a také tvorbou chemických obranných látek (Steigerová 2008).

Reakce rostlin na herbivory se liší v závislosti na tom, jak jsou rostliny spásány nebo sešlapávány (Brookshire et al. 2002), přičemž u velkých savců mnohdy dochází k opakovanému sešlapávání výhonků dřevin. Herbivorie může mít mimo jiné u dřevin za následek, že rostlina postupně přesouvá úložiště uhlíku z kořenů do výhonků, zvyšuje dusík v listech, rychlost růstu a fotosyntézy, či zvyšuje větvení v reakci na porušení apikální dominance⁷ (Hobbs 1996).

V blízkosti svého stanoviště bobří okusují stonky a kmeny svých preferovaných dřevin těsně nad zemským povrchem, přičemž se zvyšující se vzdáleností od obydlí se stávají více selektivními (Baker et Hill 2003). Případem kompenzačního růstu dřeviny v reakci na bobří okus je například vrba červená (*Salix lasiandra*), která zvyšuje růstovou produkci stonků vzhledem k počtu stonků narušených okusem. U stresované rostliny stonek vyrostе za den až o 3,3 cm a u rostliny, která okusem porušena není, je denní nárůst pouze 0,4 cm (Baker et al. 2005).

Kácení stromů, které svou činností bobří způsobují, připomíná techniku prořezávání, které mimo jiné vzniká při tradiční těžbě dřeva, požárech, silných větrech či záplavách (Spiller et Agrawal 2003). Tato technika má za následky pařezání stromů blízko u země, čímž dochází k produkci bazálních výhonků s možností dalšího růstu. Tímto

⁶ Herbivorie může být definována jako vztah mezi rostlinou a živočichem, který konzumuje rostlinná pletiva, přičemž tato konzumace obvykle nevede k zániku rostliny (Crawley, 1983)

⁷ Korelační vztah mezi vrcholovým pupenem rostliny a pupeny postranními, které jsou jím inhibovány. Při odstranění nebo zeslabení činnosti vrcholového pupenu dochází k aktivaci a růstu postranních pupenů a k větvení.

prořezáváním se zvyšuje schopnost produktivity lesů, která může existovat po staletí (Del Tredici 2001).

3.2.3.1 Bobr a vrba

Bobr vrbu hojně využívá k potravě i jako stavební materiál k budování hrází, čímž může výrazně redukovat její výskyt a modifikovat prostředí. Svou stavební činností zvyšuje hladinu podzemní vody a zaplavuje okolní krajinu. Budováním hrází zabraňuje proudění vody a stupňuje množství sedimentů včetně dusíku (Naiman et al. 1988). Krajinu s redukováným výskytem vrby tvoří holé a vlhké půdy, které formují vhodné podmínky pro klíčení semen. Kořenící režim rostlin se mění na pozdní, což má za následek zvýšenou míru nepohlavního rozmnožování. Schopnost vrby klíčit a schopnost bobra putovat za potravou po nebo proti proudu umožňují, že oba organismy mohou přetrvávat po dlouhou dobu na stejném stanovišti (Hall 1960). Vzhledem k tomu, že bobr svou činností usnadňuje vrbě klíčení a životní procesy a vrba je důležitým zdrojem jeho potravy a stavebního materiálu (Baker et Hill 2003), jsou oba vzájemně považováni za mutualisty⁸.

3.2.3.2 Bobr, jelen a vrba

V oblasti České republiky jsou konkurenty bobra ve vztahu k vrbě velcí kopytníci, mezi něž patří například jeleni (*Cervus elaphus*), kteří se často scházejí v oblastech stanovišť bobrů. Jeleni jsou utlačováni ze strany predátorů a vrba pro ně skýtá hodnotný zdroj potravy (Bělský et al. 1999). Tento nový způsob konkurence je pro soužití bobra a vrby nepřirozený a pravděpodobně se vyvinul v prostředí bohatším na výskyt velkých predátorů. Vzájemné působení bobra a jelena může mít za následek odmítavý postoj bobra ve vztahu k vrbě jako potravě. V konkurenčním prostředí dochází k intenzivní disturbanci bobra, která může převýšit interakci mezi herbivorem a rostlinou a změnit tak ekologické procesy. Intenzivní narušování pohybem kopytníků tak může potlačit přirozené okusování vrby bobrem a tím může zabránit obnově společenstev (Baker 2005).

Model soužití jelena, bobra a vrby byl sledován po dobu tří let. Toto soužití mělo za následek značné snížení úrodnosti vrby. Vrba se vyznačovala malým vzrůstem, krátkými a relativně nerozvětvenými větvemi s velkým procentem mrtvé biomasy

⁸ Mutualismus je jedním z druhů symbiózy, přičemž se jedná o vzájemné ovlivňování či soužití mezi jakýmkoliv dvěma či více organismy, které je pro všechny zúčastněné organismy prospěšné.

a s delšími, ale mnohem méně početnými výhonky. Naopak dlouhodobým zkoumáním interakce bobra a vrby s absencí disturbance kopytníkem bylo možné vysledovat bohaté větvení vrby, stimulovaný růst v podobě delších větví, úbytek mrtvé biomasy a nárůst množství kratších výhonků. Nadzemní část vrby zdesetinásobila svůj objem ve srovnání s vrbou narušovanou přítomností jelena (Baker et al. 2005).

3.2.4 Selektce potravy v závislosti na délce osídlení

Převážnou část své stavební činnosti bobr provozuje v blízkém okolí břehu a zpravidla se jedná o vzdálenost do 50 m (Johnson et Naiman 1990). Přesto však existují druhy dřevin, kvůli kterým jsou bobři ochotni urazit velké vzdálenosti od vody. Jako typický příklad takové dřeviny jmenujme topol (*Populus tremola*) (Gorshkov et al. 1999), přičemž podle Northcotta (1971) existují záznamy o vzdálení se bobra od břehu větším než 238 m. Topol má nízký obsah celulózy a jeho zpracování je tak méně energeticky náročné (Vorel 2003).

Na nově osídlených stanovištích v oblastech rybníků si bobři vybírají hlavně tenké větve a kmeny a přednostně kácejí topoly o průměru menším než 7,5 cm. Po ročním osídlení a kácení výzkumy evidují úbytek 10 % z populace topolů a u 14 % z rostoucích topolů jsou známky růstu nové juvenilní formy populace (Basey et al. 1988). V kůře topolů dochází ke vzniku fenolové sloučeniny, která působí jako detergent v obraně proti bobřímu okusu, avšak jen ve velice nízké koncentraci. Není zde tudíž patrný žádný signifikantní vztah mezi relativní koncentrací této sloučeniny a velikostí průměru kmene topolu (Basey et al. 1988).

V rybníčních oblastech osídlených déle než 20 let byl vyzorován jistý druh selektivního chování bobrů (Busher 1987). Nejdříve kácejí stromy o menším průměru než je 4,5 cm a až poté stromy s průměrem kmene větším než 19,5 cm. Po více než 28-mi letém osídlení výzkumy zaznamenaly 51 % úbytek populace topolů způsobený bobřím kácením, přičemž 49 % žijící populace dřeviny vykazovala vlastnosti juvenilního dřeva (Basey et al 1988). Koncentrace fenolových sloučenin v kůře stromů se významně navýšila ve srovnání s dřevinami v krátkodobě osídlených stanovištích a podstatně ztelnější byla také závislost vztahu koncentrace sloučeniny k průměru stromu.

Intenzivní kácení v dlouhodobě osídlených oblastech bobří populace má za následek probíhající chemické procesy ve vyrůstajících výhoncích topolu. Tyto procesy

produkuje odpuzující látky, které jsou pro býložravce nestravitelné nebo toxické. Tento fakt je proto zřejmě důvodem, proč bobři se vzrůstající dobou osídlení zpracovávají topoly s větším průměrem a naopak v nově osídlené lokalitě preferují topoly menšího vzrůstu (Basey et al. 1988).

Bobři obecně dávají přednost stromům s malým průměrem kmene, nad velkými průměry (Belovskyy 1984) a vykazují větší preference pro stromy rostoucí blíže břehu (Jenkins 1980), v souladu s předchozím modelem vztahů velikosti průměru kmene/vzdálenosti dřeviny od břehu.

Většina těchto modelů je založena na předpokladu, že central place forageři vybírají potravu podle toho, aby maximalizovali míru energetické návratnosti (Orians et Pearson 1979). Nicméně, bobři se od ostatních central place foragerů liší v typu jejich „kořisti“ (stromů), a ve faktu, že jsou menší, než jejich kořist. Schoener (1979) tvrdí, že předpokládaný vztah velikost/vzdálenost, se zvyšující se preferencí pro velký úlovek ve větší vzdálenosti od svého centrálního místa, který se vztahuje na typickou situaci dravec-kořist, může být obrácen, když je predátor menší, než kořist. Data sesbíraná v terénu, s rozměry stromů, které bobři vybírali, jsou v souladu s touto hypotézou (Jenkins 1980).

Činitelem, který může zkreslit interpretované výsledky ve výběru velikosti stromů bobrem z hlediska energetických modelů, je vyvolání chemické obrany stromů v jejich juvenilním stádiu, jak již bylo zmíněno dříve v této kapitole.

Řada výzkumů původně vycházela z predikce modelu na bázi maximalizace čisté míry zisku energie (viz studie Schoenera 1979 nebo Belovského 1984). Avšak údaje shromážděné v místě, které bylo osídleno bobry po dobu delší než 20 let, neprokázaly selekci malých topolů (Schoener 1979).

3.2.5. Faktory ovlivňující změny populační hustoty

Vorel et al. (2008) uvádí, že průměrný počet členů v jedné rodině je 5,3. Jedno obhajované teritorium tvoří skupina celoročně spolu žijících jedinců, již nazýváme rodinou či kolonií. Každá bobří rodina je složena z několika generací zvířat.

Mnozí ekologové si často kladou otázku, jaké faktory regulují populační růst živočichů. Za významný limitující faktor se často považuje dostupnost potravy. Jak již bylo uvedeno dříve, mnozí živočichové včetně všech ptáků, mnoha druhů hmyzu

a savců za potravou cestují a musí potravu nejen sbírat, ale také se s ní vrátit zpět do svého stanoviště. Náklady energie vyložené se při sběru potravy tudíž zdvojnásobují. Z tohoto důvodu může být tedy limitujícím faktorem k regulaci populační hustoty nejen dostupnost, ale také vzdálenost dostupné potravy. Velká část populačních studií o central place foragerech, však předpokládá, že zdroje potravy jsou pro všechny stejně dostupné s tím, že limit velikosti populace je ignorován (Wakefield et al. 2014). Dostupnost potravy je považována za klíčový faktor změny populační hustoty, ale paraziti, nemoci a dostupnost vhodných míst k vytvoření obydlí mají také výrazné negativní dopady na hustotu. Nicméně výběr přirozeného prostředí výskytu není závislý jen na dostupnosti potravy. Například i nerovnoměrné, nepřehledné životní prostředí, kde nelze snadno kontrolovat pohyb predátorů, má vliv na výskyt populace a v některých případech dokonce významnější, než dostupnost potravy (Wakefield et al. 2014).

Populační hustota je závislá na korelaci mezi dostupností potravy a velikostí rodiny, mezi velikostí obývaného areálu a velikostí rodiny, a mezi rozmnožovací úspěšností a zastoupením hojnosti potravy a potravní škály. Tento efekt platí převážně pro situace v areálech, kde sousedící rodiny jsou velké nebo sousedí ve velmi těsné blízkosti. Tyto rodiny pak nemusí být funkčně zcela nezávislé, ale mohou mít potenciální vztah mezi velikostí populace a dostupností společné potravy (Population ecology 2016).

Na omezení růstu populace mají významný vliv také antropogenní faktory, z nichž jmenujme například změnu klimatu, odstřel, odchyt či úhyn zapříčiněním lidskou činností.

4. Metodika

Metodický postup tohoto výzkumu se skládal ze 4 částí, proto je metodika této práce rozdělena do 4 dílčích kapitol. Kapitola (1) Výběr lokality charakterizuje kritéria, na základě kterých došlo k výběru oblastí a volbě konkrétních lokalit. Následuje kapitola (2) Sběr dat s popisem postupu a materiálů, které byly použity při terénním průzkumu. V další části (3) s názvem Zpracování dat je uvedeno, jak se data získaná z terénního průzkumu upravovala a převáděla do elektronické podoby, aby se dala vhodně použít k jednotlivým analýzám. Tvorba jednotlivých analýz nasbíraných dat je uvedena v kapitole (4) Analýza dat.

4.1 Výběr lokality

Pro výzkum byly vybrány tři oblasti na území České republiky, konkrétně oblasti Šumavy, Českého lesa a Jižní Moravy (viz obr. 1)⁹. Tyto jednotlivé oblasti jsou osídleny bobrem evropským po odlišně dlouhou dobu. Proto se jevíly k výzkumu jako nejvhodnější mimo jiné z hlediska komparace dosahování potravy z dlouhodobé perspektivy nebo selektivity bobra.



Obr. č. 1 Oblasti ČR, ve kterých docházelo k měření

⁹ Podrobné mapy oblastí jsou obsaženy v příloze č. 1

V každé z těchto oblastí bylo vybráno alespoň 6 bobrem osídlených lokalit (viz příloha č. 2) na základě výskytu trvalých teritorií bobra, hustoty a rodu porostu. Důležitým faktorem pro výběr lokality vhodné k účelu této práce byl výběr rodiny, která má teritorium v zapojeném lesním porostu, aby bylo dobře zřetelné, zda porost ustupuje s přibývajícím délkou osídlení. Byly proto porovnány letecké snímky a ortofotomapy z let 2003, 2006, 2012 se současnými (viz obr. 2). Vyloučily se tak lokality s teritorií vyskytujícími se na toku obklopeném pouze linií břehové vegetace, za kterou již byla pole, louky apod.



Obr. č. 2 Letecký snímek s viditelným ústupem porostu vlivem bobří činnosti. Území Českého lesa (oblast Hraničního potoka) Zdroj: www.mapy.cz/letecke 21.12.2015

Výzkum se tedy soustředil na následující lokality: v Českém lese se jednalo převážně o oblasti Farského potoka, Kateřinského potoka a Hranečnicku (viz příloha č. 2), na Šumavě se prozkoumával terén na území západní části CHKO a na Jižní Moravě lokality na soutoku Moravy a Dyje v oboře Soutok, niva Dyje u Nejdku a oblasti v obci Tvrdonice nedaleko štěrkovny.

Nejdelší výskyt bobra z měřených oblastí je v Českém lese. Horní část Farského potoka osídlil již před 19-ti lety. Spodní část obývá 15 let a stejně dlouhou dobu žije na lokalitě Hraničky. Pod Hraničkama a v Dianské rotě sídlí 10 let. 7 let se vyskytuje U Francova Mlýna a 6 let se vyskytuje u Jeleního potoka a Pod rybí lávkou. Na Jižní Moravě jsou bobři nejdéle usídlení na lokalitě Podkova, a to 13 let. 12 let se

pak vyskytují na dvou místech: U soutoku Moravy s Dyjí a u Zezulova jezera. U Gumového jezu pak bobři žijí 10 let, na Vlčí aleji 9 let a na lokalitě Kopánky 7 let. Nejkratší dobu bobři osídlují oblast Šumavy. Na čtyřech lokalitách se vyskytují teprve 1. rokem a naopak nejdéle usazená rodina zde žije 7 let (viz tab. č. 1).

Názvy lokalit	Rok osídlení	Názvy lokalit	Rok osídlení	Názvy lokalit	Rok osídlení
CL1	2008	SUM1	2008	JM1	2005
CL2	2000	SUM2	2014	JM2	2008
CL3	2005	SUM3	2014	JM3	2006
CL4	2004	SUM4	2014	JM4	2003
CL5	2009	SUM5	2010	JM5	2003
CL6	2009	SUM6	2014	JM6	2005
CL7	2005	SUM7	2013	JM7	2002
CL8	1996	SUM8	2012		

Tab. č. 1 Délka osídlení jednotlivých lokalit bobrem

4.2 Sběr dat a použité materiály

Sběr dat je vhodné provést v zimním období, protože pobytové stopy bobrů v terénu jsou zřetelnější. Na jaře již začíná růst nová vegetace, která překrývá pobytové známky a vodní hladina může kolísat a znemožnit důkladné mapování. Z těchto důvodů proběhl terénní sběr dat převážně v zimní sezóně roku 2015 – 2016.

Jako pomůcky k záznamu pobytových stop sloužily GPS, laserový dálkoměr Nikon Forestry 550 a záznamový arch (obr. č. 3).

Do záznamového archu se zapsaly všechny vypočítané pobytové známky s údaji o tom, zda se jednalo o okus dokonalý nebo nedokonalý, počet okusů, rod dřeviny (v této práci nebylo podstatné zařazovat dřeviny do taxonomických druhů), průměrová kategorie dřeviny (cm)¹⁰ a vzdálenost okusů od břehu (m).

Potravní aspekty byly shrnuty z hlediska zastoupení počtu okusů a převedeny na kategorie. Počet okusů v každé kategorii a u každého hodnoceného rodu dřeviny byl vynásoben koeficientem průměrové kategorie (tab. č. 3) pro zobrazení biomasy. Znamky aktivit byly lokalizovány pomocí GPS. Při měření jednotlivých okusů byla snaha o co nejpřesnější měření nákladové vzdálenosti, kterou bobr musel urazit od vody, k čemuž posloužil laserový dálkoměr.

¹⁰ Kategorie 1 – 8 podle průměru dřeviny od nejtenčí 0 – 2,5 cm do 50+ cm. (viz tab. č. 2)

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

Obr. 3 Ukázka záznamového formuláře

4.3 Zpracování dat

Všechna získaná terénní data o poloze a charakteristice pobytových známek z GPS byla exportována ve formátu .gpx a převedena do formátu .shp pomocí aplikace DNRGPR pro přehlednou vizualizaci v mapě a prostředí programu ArcGis. Byly vytvořeny mapové podklady 3 studovaných lokalit (viz příloha č. 2). V ArcGisu se vrstva získaných bodů sloučila s mapou vybraného území ČR a ke všem bodům se přiřadily konkrétní hodnoty a popisky aktivit bobrů. Aby byla na první pohled jasná a zřetelně rozlišena kategorie okousaných stromů, přizpůsobila se těmto rozměrům i velikost značek na mapě.

Informace získané z terénního průzkumu byly přepsány z formulářů do tabulkového programu MS Excel (viz tab. č. 2). Data byla zúžena do potřebných rozsahů, aby byly k dispozici v elektronické podobě a připraveny k dalším analýzám v programu R. Z takto upravených dat byly vytvořeny grafy rozložení biomasy a kategorie tloušťky okusů.

FID	id	dist (m)	category	quantity	spec	biomass	Soubor vzdál. (distXquan)	Soubor vzdál. (distXbiomass)
0	1	32	2	2	dub	0.004594	64	0.147008
1	2	35	1	8	dub	0.002208	35	0.07728
2	3	36	2	3	dub	0.006891	72	0.248076
3	4	36.5	1	2	dub	0.000552	36.5	0.020148
4	5	37	1	9	dub	0.002484	37	0.091908
5	6	38	1	3	dub	0.000828	38	0.031464
6	7	40	1	4	dub	0.001104	40	0.04416
7	8	40.5	1	4	dub	0.000828	40.5	0.033534
8	9	41.5	1	2	dub	0.000552	41.5	0.022908
9	10	40	1	2	dub	0.000552	40	0.02208
10	11	44	1	3	dub	0.000828	44	0.036432

Tab. č. 2 Ukázková část tabulky v programu Excel z Jižní Moravy

Dřeviny spadaly do kategorií 1 – 8 podle jejich velikosti průměru v místě okusu (cm). Vytvořený sloupec koeficientů kategorií okusů dřevin sloužil k odhadu množství biomasy (viz tab. č. 3).

CM	CAT	BIOMASS
0-2,5	1	0.000276
2,5-6	2	0.002297
6-12	3	0.012843
12-20	4	0.051188
20-30	5	0.136096
30-40	6	0.36126
40-50	7	0.617665
50+	8	1

Tab. č. 3 Kategorie podle průměrů dřevin a konstanta k přepočtu na biomasu

Přepočet na biomasu se provedl zejména kvůli lepšímu srovnání úseků s velkým množstvím porušených dřevin o malé tloušťce s úseky, kde bylo méně porušených dřevin, avšak o velké výčetní tloušťce. Dále se vyhodnotilo zastoupení rodů porušených dřevin a jednotlivých kategorií porušení, zastoupení porušených dřevin z hlediska výčetní tloušťky a vzdálenosti od břehové hrany. Zjišťovalo se, jak jsou na sobě měřené parametry závislé (například tloušťka kácených dřevin a jejich vzdálenost od vodní plochy), (Jenkins 1980).

Hodnoty celkové biomasy se zanesly do grafu, aby bylo zřetelné, jak a zda se množství biomasy mění s narůstající vzdáleností od vody. Tento převod na biomasu znázorňuje zkonsumovanou dřevní hmotu, což je v tomto případě kůra stromu a lýko. Součinem vzdáleností okusů a kategorií dřevin (nebo biomasy) vznikl sloupec „Soubor vzdáleností“.

Z dat se vytvořil průměr vzdáleností okusů pro jednotlivé lokality na všech územích, průměr souboru vzdáleností pro vzdálenost a biomasu a průměr biomasy, která byla sežrána na každé vybrané lokalitě (viz tab. č. 4).

Oblast	Věk	Název	Vzdálenost	Jméno rodiny	Soubor vzdáleností (dist x biomass)	Soubor vzdáleností (dist x categ)	Doba osídlení
CL	2008	U Francova Mlýna	32.42	CL1	7.05	166.46	7
CL	2000	Hraničky	8.43	CL2	1.36	37.57	15
CL	2005	Pod Hraničkama	13.78	CL3	2.98	64.33	10
CL	2004	Zebracky les	50.30	CL4	13.62	226.84	11
CL	2009	Jeleni potok	33.49	CL5	1.94	114.90	6
CL	2009	Pod rybí lávkou	35.68	CL6	8.31	151.27	6
CL	2005	Dianska rota	29.50	CL7	1.51	118.00	10
CL	2000	Farsky dolni	19.81	CL8	3.77	89.99	15
CL	1996	Farsky horni	9.60	CL9	7.65	109.65	19
SUM	2008	sum1	16.95	sum1	4.04	83.24	7
SUM	2014	sum2	16.50	sum2	3.16	76.07	1
SUM	2014	sum3	6.02	sum3	0.09	13.97	1
SUM	2014	sum4	10.43	sum4	3.29	52.23	1
SUM	2010	sum5	13.50	sum5	1.97	56.76	5
SUM	2014	sum6	12.99	sum6	1.86	50.93	1
SUM	2013	sum7	11.72	sum7	0.41	35.21	2
SUM	2012	sum8	5.20	sum8	0.06	10.45	3
JM	2005	Gumový jez	35.26	JM1	3.76	151.93	10
JM	2008	Kopanky	62.08	JM2	1.09	138.51	7
JM	2006	Vlci alej	11.88	JM3	0.82	37.84	9
JM	2003	Zezulovo jezero	28.62	JM4	1.61	104.14	12
JM	2003	U soutoku Moravy s Dyjí	26.34	JM5	3.75	115.77	12
JM	2005	Nejdek	26.41	JM6	0.49	68.31	10
JM	2002	Podkova	17.19	JM7	1.51	64.31	13

Tab. č. 4 Průměr hodnot vzdálenosti, doby osídlení a souborů vzdáleností pro jednotlivé lokality

Výstupem variability vzdáleností okusů je pro každé území graf, který ukazuje, jak se mění vzdálenost potřebná k dosažení potravy bobra v závislosti na délce pobytu.

4.4 Analýza dat

Analytické vyhodnocení se provádělo pro pět různých druhů závislostí. Pro všechny statistické analýzy v práci se jako hraniční uvažovala hodnota $p < 0.05$. Model se tedy prokázal, jako statisticky významný jen v případě, že hodnota p byla menší, než hladina významnosti.

4.4.1 Analýza závislosti vzdáleností okusu na délce osídlení území

Jakmile byla data rozřazena a srovnána v tabulce, mohlo dojít k vlastní analýze, která spočívala ve zjišťování závislosti vzdáleností okusů na čase, který bobři osidlují dané lokality. Hypotéza H_0 zněla, že se s dlouhodobým osídlením zvětšuje i vzdálenost okusu od vody. K testování hypotézy závislosti posloužila lineární regrese, jež stanovila matematickou závislost mezi vzdálenostmi okusů a dobou osídlení pro každou zkoumanou oblast. Tato analýza probíhala v programu R a výsledným výstupem byly jak pro jednotlivá území, tak pro všechna území dohromady, krabicové grafy (boxplot). Lineární modely pak byly podrobeny analýze rozptylu ANOVA, která umožňuje ověřit variabilitu dat a určit tak statistický význam konečného výsledku.

4.4.2 Analýza závislosti množství okusů nebo množství biomasy na vzdálenostech okusu

Dále proběhlo testování závislosti množství zkonsumované biomasy na vzdálenosti okusu a závislosti množství okusu na vzdálenosti od vody. Hypotéza H_0 pro biomasu byla: zda se její množství zvětšuje s rostoucí vzdáleností od vody a hypotéza H_0 pro množství okusu zněla, zda se množství okusů snižuje s rostoucí vzdáleností od vodního toku. Tyto analýzy měly jako výsledné výstupy řadu grafů, jež znázorňují, jak se tyto nezávislé proměnné mění z hlediska vzdálenosti od vody. Všechny grafy zmíněné v této kapitole jsou obsaženy ve výsledcích (viz kapitola 5). Kromě zobrazení grafů, odhadnutých regresních koeficientů, odhadů standardní chyby a dílčích t-testů je zobrazen i celkový F test modelu a dvě varianty koeficientu determinace spolu s jednoduchým shrnutím regresních reziduálů. Průměrné vzdálenosti okusu jednotlivých lokalit na Šumavě, v Českém lese a na Jižní Moravě (viz tab. č. 5).

Názvy lokalit	Průměrná vzdálenost	Názvy lokalit	Průměrná vzdálenost	Názvy lokalit	Průměrná vzdálenost
SUM1	16.95	CL1	32.42	JM1	35.26
SUM2	16.50	CL2	8.43	JM2	62.08
SUM3	6.02	CL3	13.78	JM3	11.88
SUM4	10.43	CL4	50.30	JM4	28.62
SUM5	13.50	CL5	33.49	JM5	26.34
SUM6	12.99	CL6	29.50	JM6	26.41
SUM7	11.72	CL7	19.81	JM7	17.19
SUM8	5.20	CL8	30.10		

Tab. č. 5 Průměrné vzdálenosti okusu jednotlivých lokalit (v metrech)

4.4.3 Analýza závislosti vzdálenosti okusu na rodu dřeviny

Další analýza byla směřována na zjištění selektovaných dřevin. Analýza byla založena na testování závislosti vzdálenosti, kterou musí bobr urazit od břehu a rodu dřeviny, jež preferuje a je za ní ochoten tuto vzdálenost absolvovat. Byl vytvořen boxplot pro každé území zvlášť, zobrazující všechny rody dřevin, které byly v této oblasti naměřeny. Metodou lineární regrese byla zjištěna skutečnost, s jakou grafy vysvětlují danou závislost a analýzou rozptylu (ANOVA) byla ověřena průkaznost a signifikance grafů. Tentýž postup byl aplikován na další graf, který zobrazoval závislosti rodů dřevin na vzdálenosti pro všechny oblasti dohromady.

4.4.4 Analýza množství biomasy v závislosti na délce osídlení lokality a vzdálenosti okusu

Klasický model CPF předpovídá, že množství získané potravy by se mělo zvyšovat se zvyšující průměrnou vzdáleností od hnízda. Při této analýze byly brány v potaz 3 proměnné veličiny. Nezávislá proměnná byla vzdálenost a docházelo k testování závislosti na délce osídlení lokality a množství zkonsumované biomasy. K testování se použila regresní analýza a k ověření významnosti ANOVA.

5. Výsledky

Ve studovaném období došlo k měření 23 bobřích rodin (lokalit) ve třech oblastech České Republiky. Na Šumavě bylo monitorováno 8 rodin, v Českém lese 7 a na Jižní Moravě 8 rodin.

5.1 Měření závislosti vzdálenosti okusu na délce osídlení jednotlivých území

5.1.1 Šumava

Na Šumavě, kde jsou bobři na zkoumaných lokalitách usídlení 1 – 7 let, dochází ke zvyšování vzdáleností, kterou bobři musí urazit, aby se dostali k potravě. Rodina bobřů, která obývá lokalitu na rybníku mezi rozcestími Železná Ruda - Alžbětín a Železná Ruda - Debrník 7 let, chodí pro potravu nejdále (viz obr. č. 3). Tzn. průměrná vzdálenost okusů této rodiny byla zaznamenána 16,95 m od vodního toku. Výsledky analýzy rozptylu jsou signifikantní (ANOVA: $F(4,250) = 3,409$; $p < 0.01$). Model jako celek je statisticky významný, protože hodnota pravděpodobnosti (p-value) je menší než hladina významnosti.

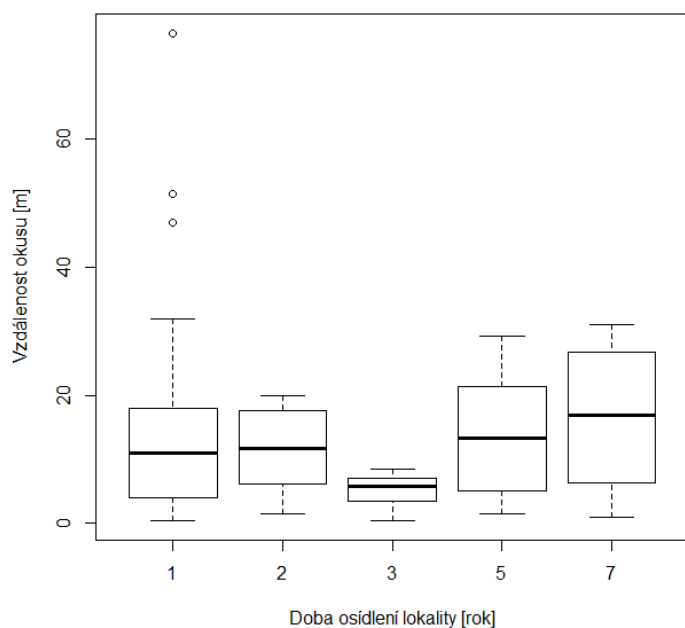
5.1.2 Český les

Bobři z okolí Žebráckého lesa se vypravovali za potravou nejdále i přesto, že nejsou nejstarší monitorovanou rodinou v Českém lese (viz obr. č. 4). Jejich průměrná vzdálenost nutná k dosažení potravy je 50,3 m. Tato rodina je na území 11 let. Nejstarší z měřených rodin obývá území horní části Farského potoka 19 let a její průměrná vzdálenost okusů od břehu je 30,1 m. Výsledky analýzy rozptylu jsou signifikantní (ANOVA: $F(1,183) = 4,702$; $p < 0.05$). Model jako celek je statisticky významný, protože p-value hodnota je menší než hladina významnosti.

5.1.3 Jižní Morava

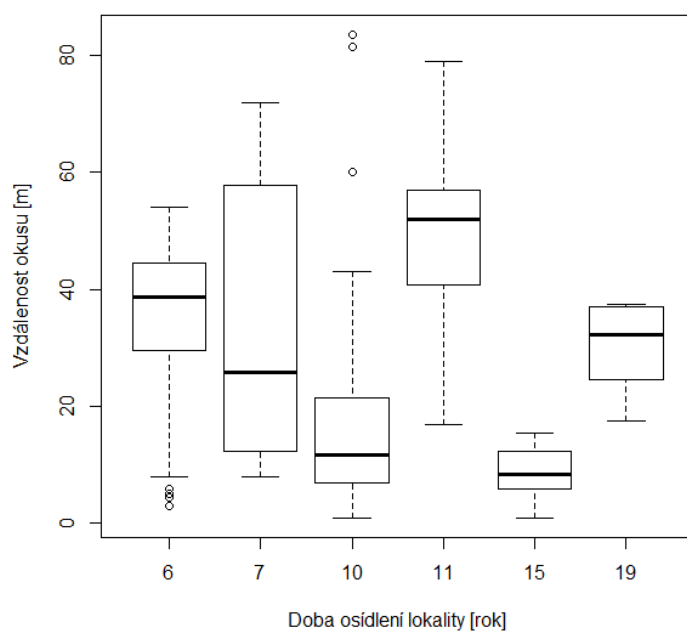
Na tomto území vzdálenost okusů s narůstajícím věkem klesá. Největší průměrná vzdálenost okusů je naměřena u rodiny žijící 7 let na lokalitě Kopánky, a to 62,08 m (viz obr. č. 5). V lokalitě s názvem Podkova, kde se vyskytuje rodina bobřů již 13 let, byla naměřena průměrná vzdálenost okusu 17,19 m od vodního toku. Výsledky analýzy rozptylu jsou signifikantní (ANOVA: $F(1,447) = 217,8$; $p < 0.001$). Model jako celek je statisticky významný, protože p-value hodnota je menší než hladina významnosti.

Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení - Šumava



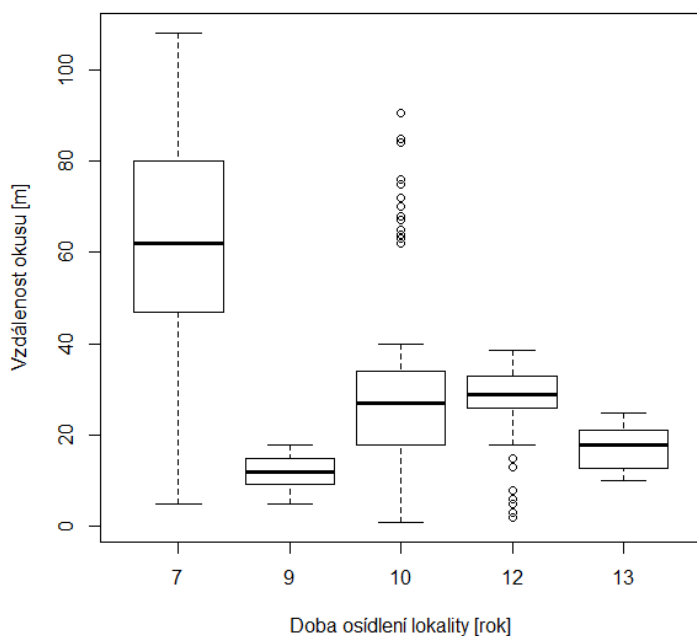
Obr. č. 3 Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení – Šumava

Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení - Český les



Obr. č. 4 Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení – Český les

Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení - Jižní Morava

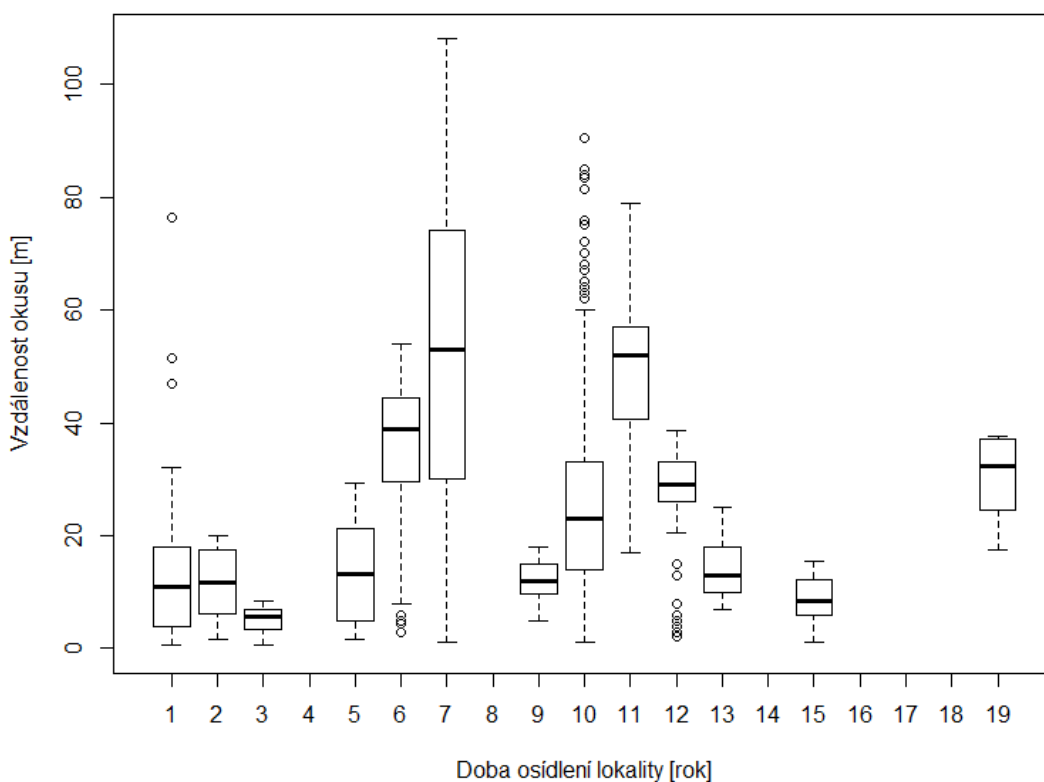


Obr. č. 5 Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení – Jižní Morava

5.1.4 Všechna zkoumaná území - ČR

Výsledek znázorňuje celkovou závislost vzdálenosti okusu na době osídlení pozorovaných oblastí pro všechny tři oblasti (viz obr. č. 6). Vzdálenost okusů s narůstajícím věkem osídlení oblasti stoupá. Mezi roky 7 – 10 je vrchol, kterého bylo dosaženo z hlediska vzdálenosti dosahu okusu od břehu a pak s narůstajícím věkem se vzdálenost opět snižuje. Největší průměrná vzdálenost okusů pro všechna 3 území byla naměřena u rodiny žijící na Jižní Moravě 7 let, jak již bylo uvedeno v podkapitole 5.1.3. Výsledky analýzy rozptylu jsou signifikantní (ANOVA: $F(1,917) = 17,79$; $p < 0.001$). Model jako celek je statisticky významný, protože p-value hodnota je menší než hladina významnosti.

Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení – Celková ČR



Obr. č. 6 Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení – Celková ČR

5.2 Závislost množství biomasy na vzdálenostech okusu v jednotlivých oblastech ČR

V této kapitole jsou výsledky znázorňující závislost biomasy na vzdálenosti od vodní plochy ve 3 již zmíněných studovaných oblastech České Republiky.

5.2.1 Šumava

Testování hypotézy H_0 , zda je množství konzumované biomasy závislé na vzdálenosti okusu od vody, se na Šumavě potvrdilo jako neprůkazné (viz obr. č. 7). Daný regresní model vysvětluje méně než 1 % rozptylu závislé proměnné (biomasy). Model jako celek není statisticky příliš významný, protože hodnota pravděpodobnosti (p-value) je větší než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu nejsou signifikantní ($F(1,253) = 0,1806$; $p < 1$).

5.2.2 Český les

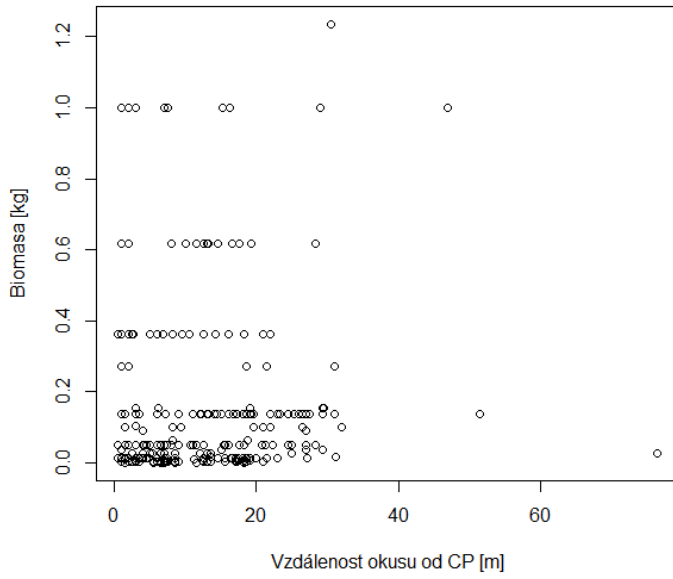
Testování hypotézy H_0 , zda je množství konzumované biomasy závislé na vzdálenosti okusu od vody, se v Českém lese nepovedlo prokázat (viz obr. č. 8). Hypotéza H_1 nebyla potvrzena. Daný regresní model vysvětluje méně, než 1 % rozptylu závislé proměnné (biomasy). Model jako celek není statisticky významný, protože p-value hodnota je větší než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu (viz příloha č. 3) nejsou signifikantní ($F(1,187) = 0,6983$; $p < 1$).

5.2.3 Jižní Morava

Na tomto území se podle hodnoty korelačního koeficientu jedná o slabou zápornou závislost, tzn. čím větší je vzdálenost okusu, tím méně je zkonsumované biomasy (viz obr. č. 9). Podle koeficientu determinace vysvětluje daný regresní model 2 % rozptylu závislé proměnné (biomasy). Model jako celek je statisticky významný, protože p-value hodnota je menší než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu (viz příloha č. 3) jsou signifikantní ($F(1,475) = 7,35$; $p < 0,01$). Bodový odhad absolutního členu je 0,074, bodový odhad regresního členu je 0,00055.

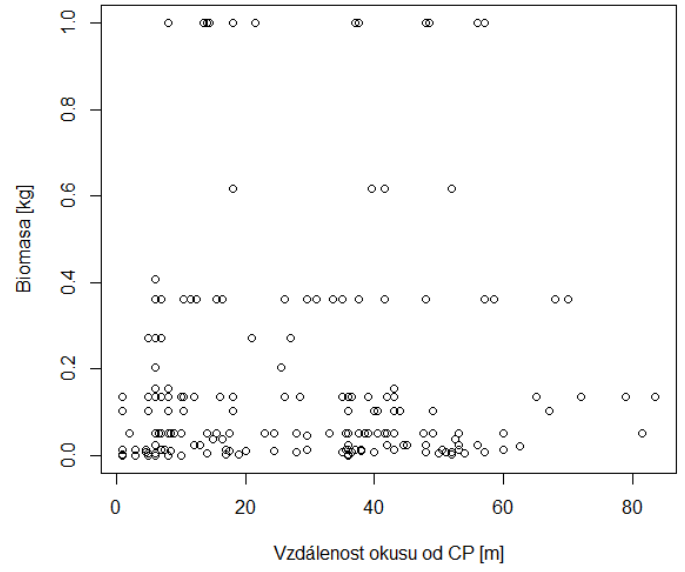
Výsledný regresní model lze tedy zapsat rovnicí: $Y = 0,074 + 0,00055 \cdot X$.

Závislost biomasy na vzdálenosti okusu - Šumava



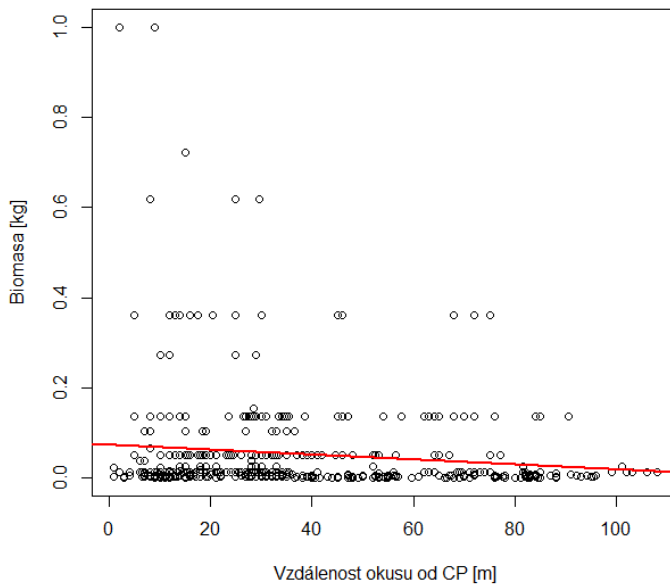
Obr. č. 7 Závislost biomasy na vzdálenosti okusu – Šumava

Závislost biomasy na vzdálenosti okusu - Český les



Obr. č. 8 Závislost biomasy na vzdálenosti okusu – Český les

Závislost biomasy na vzdálenosti okusu - Jižní Morava

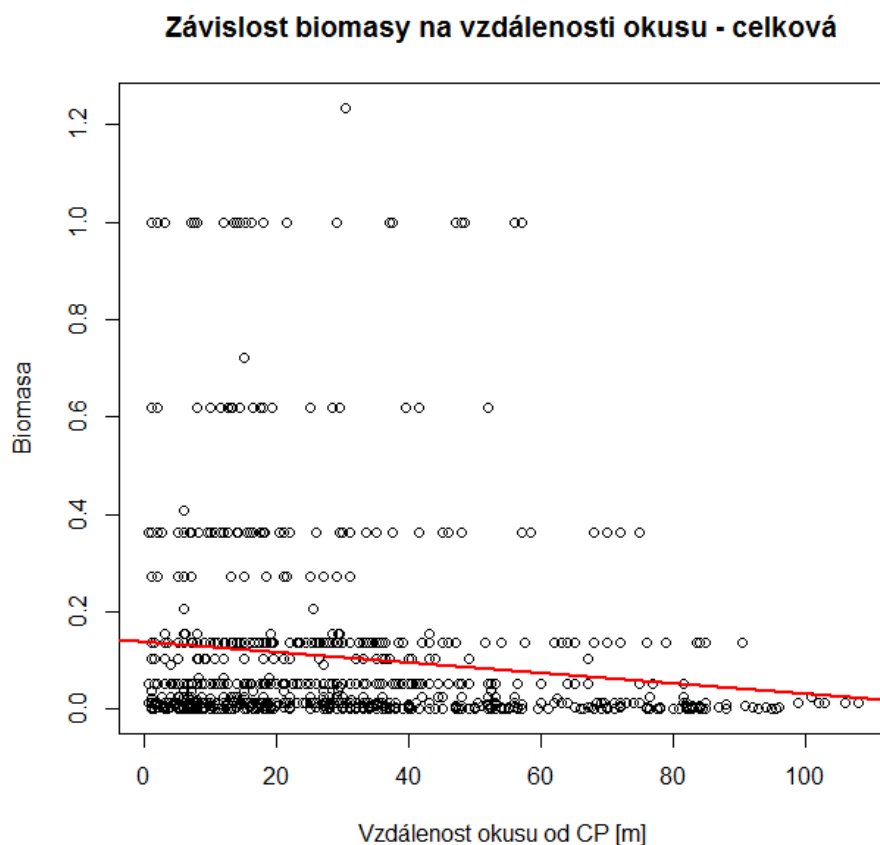


Obr. č. 9 Závislost biomasy na vzdálenosti okusu – Jižní Morava

5.2.4 Všechna zkoumaná území - ČR

Daný regresní model pro data ze všech území dohromady vysvětluje 2 % rozptylu závislé proměnné (biomasy). Lineární trend má klesající charakter. Podle hodnoty korelačního koeficientu se jedná o slabou zápornou závislost, tzn. čím větší je vzdálenost okusu, tím menší je zkonzumovaná biomasa (viz obr. č. 10). Model jako celek je statisticky významný, protože p-valeu hodnota je menší než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu (viz příloha č. 3) jsou signifikantní ($F(1,917) = 14,19$; $p < 0.001$). Bodový odhad absolutního členu je 0,14, bodový odhad regresního členu je 0,0010.

Výsledný regresní model lze tedy zapsat rovnicí: $Y = 0,14 + 0,0010 \cdot X$.



Obr. č. 10 Závislost biomasy na vzdálenosti okusu – celková ČR

5.3 Závislost množství okusu na vzdálenosti v jednotlivých oblastech ČR

V této kapitole výsledků je znázorněn vztah kvantity okousaných dřevin a vzdálenosti od břehové linie vodního toku.

5.3.1 Šumava

Na tomto území (viz obr. č. 11) byl naměřen nejvzdálenější okus 76,5 m u rodiny SUM6, která osídlovala toto stanoviště jeden rok. Regresní model (viz příloha č. 3) vysvětluje 1 % rozptylu závislé proměnné (počet okusů). Model jako celek není statisticky významný, protože p-value hodnota je větší než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu nejsou signifikantní ($F(1,253) = 3,031$; $p < 0.1$)

5.3.2 Český les

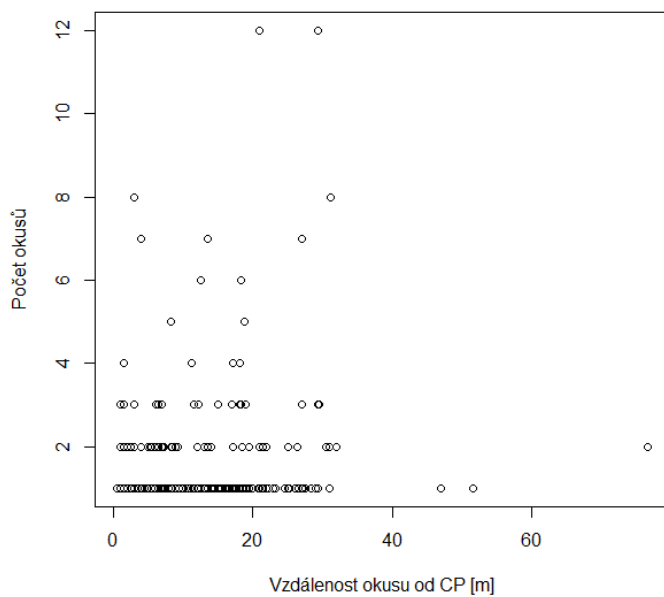
Nejvzdálenější okus byl na území Českého lesa zaznamenán 83,5 m od vody, a to u rodiny CL7, která obývá toto území 10 let (viz obr. č. 12). Podle koeficientu determinace (viz příloha č. 3) je zřejmé, že daný regresní model vysvětluje méně než 1 % rozptylu závislé proměnné (počet okusů). Model jako celek není statisticky významný, protože p-value hodnota je větší než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu nejsou signifikantní ($F(1,187) = 3,031$; $p < 0.5$).

5.3.3 Jižní Morava

Okus dubu naměřený v největší vzdálenosti na území Jižní Moravy byl vzdálen 108 m od vodního toku (viz obr. č. 13) a patřil do teritoria rodiny JM2, která se zde nachází po dobu 7 let. Podle koeficientu determinace (viz příloha č. 3) lze vidět, že daný regresní model vysvětluje méně než 1 % rozptylu závislé proměnné (počet okusů). Model jako celek není statisticky významný, protože p-value hodnota je větší než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu nejsou signifikantní ($F(1,475) = 0,05306$; $p < 1$). Bodový odhad absolutního členu je 1,73 bodový odhad regresního členu je 0,00057.

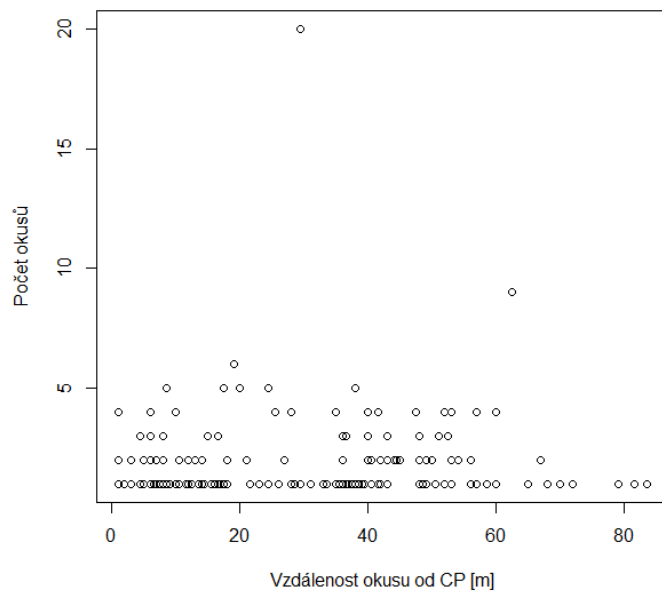
Výsledný regresní model lze tedy zapsat rovnicí: $Y = 1,73 + 0,00057 * X$.

Závislost množství okusu na vzdálenosti - Šumava



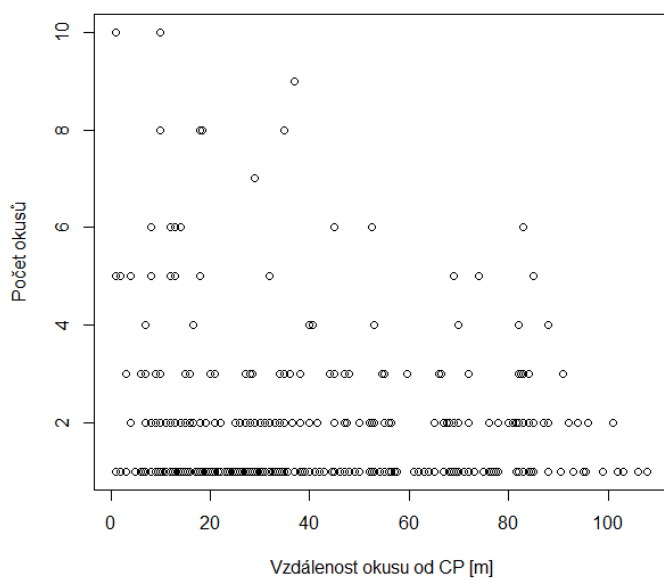
Obr. č. 11 Závislost množství okusu na vzdálenosti – Šumava

Závislost množství okusu na vzdálenosti - Český les



Obr. č. 12 Závislost množství okusu na vzdálenosti – Český les

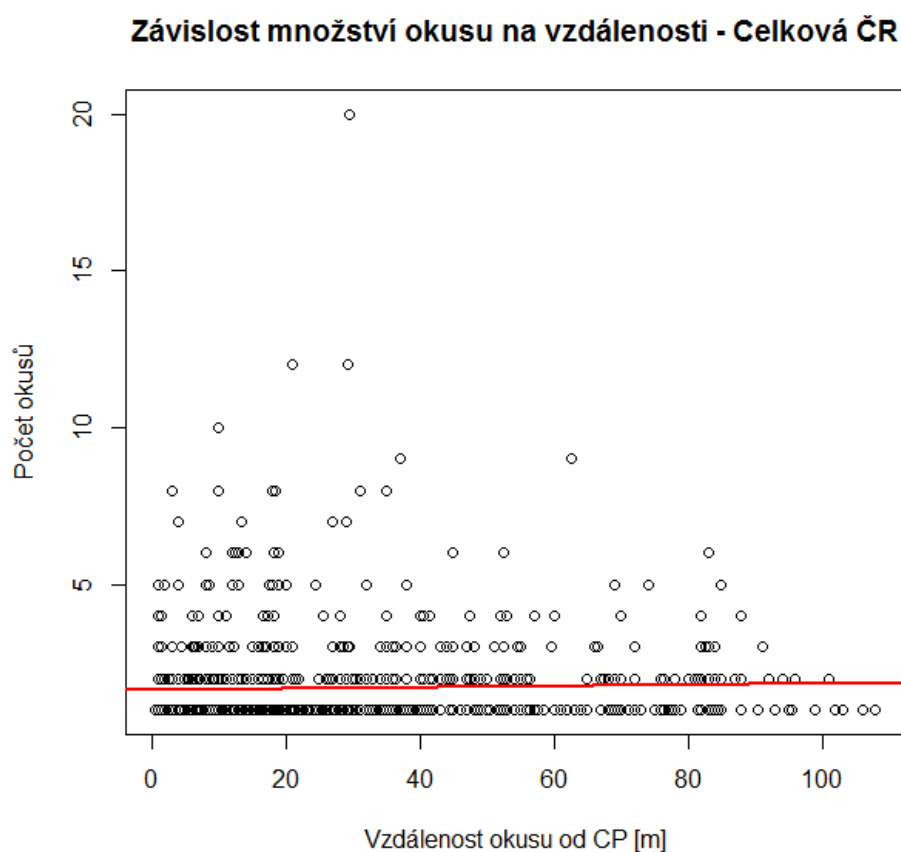
Závislost množství okusu na vzdálenosti - Jižní Morava



Obr. č. 13 Závislost množství okusu na vzdálenosti – Jižní Morava

5.3.4 Všechna zkoumaná území - ČR

Největší množství okusů je koncentrováno ve vzdálenosti 28,5 m. Podle hodnoty korelačního koeficientu pro celková data naměřená na všech územích v ČR se jedná o slabou kladnou závislost, tzn. čím větší je vzdálenost okusu, tím větší je zkonzumované množství okusů. Graf (viz obr. č 14) má lehce stoupající tendenci. Podle koeficientu determinace (viz příloha č. 3) vidíme, že daný regresní model vysvětluje méně než 1 % rozptylu závislé proměnné (počet okusů). Model jako celek je statisticky významný, protože p-value hodnota je menší, než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu jsou signifikantní ($F(1,917) = 0,9428$; $p < 0.001$). Bodový odhad absolutního členu je 1,65 bodový odhad regresního členu je 0,002. Výsledný regresní model lze tedy zapsat rovnicí: $Y = 1,65 + 0,002 * X$.



Obr. č. 14 Závislost množství okusu na vzdálenosti – Celková ČR

5.4 Závislost vzdálenosti okusu na rodu dřeviny

5.4.1 Šumava

Na Šumavě bobři absolvují v průměru nejdelší cesty k dosažení dubu (19,93 m) a naopak nejkratší vzdálenosti urazí k získání olše a vrby (viz obr. č. 15). Nejvzdálenější naměřený okus na této lokalitě je 76,5 m a patří bříze a nejbližší 0,5 m vrbě. Daný regresní model vysvětluje 10 % rozptylu závislé proměnné (vzdálenosti). Model jako celek je statisticky významný, protože p-value hodnota je menší než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu (viz příloha č. 3) jsou signifikantní (ANOVA: $F(6,248)=5,027$; $p < 0.001$).

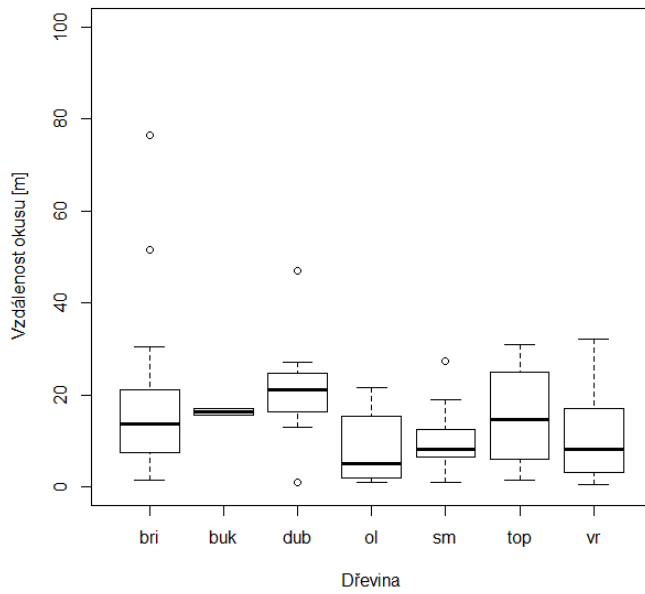
5.4.2 Český les

V Českém lese se nejdále od vody bobři vydávají za břízou a nejkratší vzdálenost váží za javorem (viz obr. č. 16). Nejvzdálenější naměřený okus na této lokalitě je 83,5 m a jedná se o okus břízy. Daný regresní model vysvětluje zhruba 7 % rozptylu závislé proměnné (vzdálenosti). Model jako celek je statisticky významný, protože p-value hodnota je menší, než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu (viz příloha č. 3) jsou signifikantní (ANOVA: $F(5,187)=2,634$; $p < 0.05$).

5.4.3 Jižní Morava

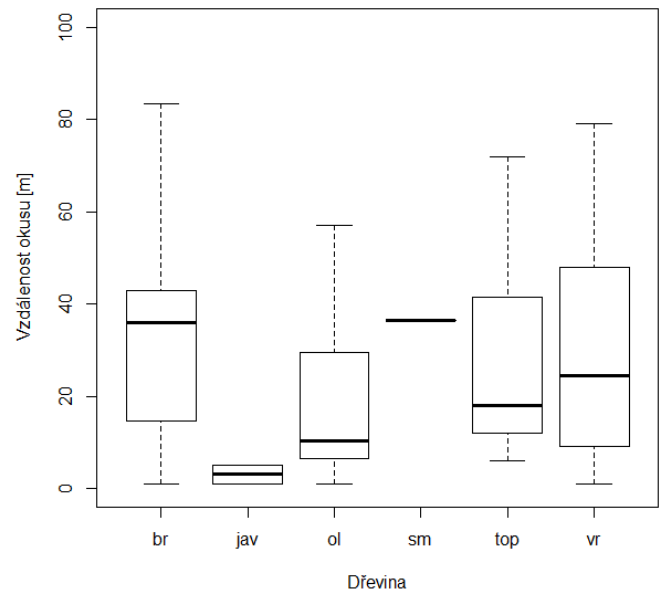
Na Jižní Moravě se nejdále od svého obydlí či vodního toku bobři vydávají za dubem (58,1 m) a nejkratší vzdálenost váží za topolem (viz obr. č. 17). Nejvzdálenější naměřený okus na této lokalitě je 108 m a došlo k okusu dubu. Nejbližše položený okus topolu je 1 m. Daný regresní model vysvětluje zhruba 48 % rozptylu závislé proměnné (vzdálenosti). Model jako celek je statisticky významný, protože p-value hodnota je menší než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu (viz příloha č. 3) jsou signifikantní (ANOVA: $F(6,260)=39,27$; $p < 0,001$).

Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení - Šumava



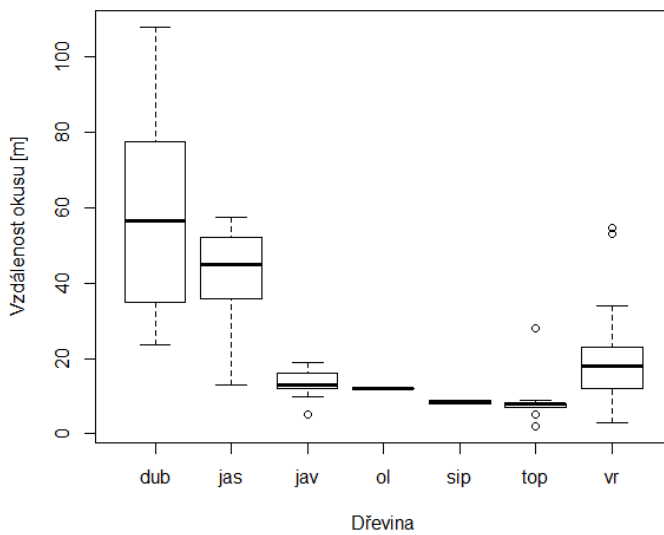
Obr. č. 15 Závislost vzdálenosti okusu na rodu dřeviny - Šumava

Závislost vzdálenosti okusu na době osídlení - Český les



Obr. č. 16 Závislost vzdálenosti okusu na rodu dřeviny - Český les

Závislost vzdálenosti okusu na druhu dřeviny - Jižní Morava



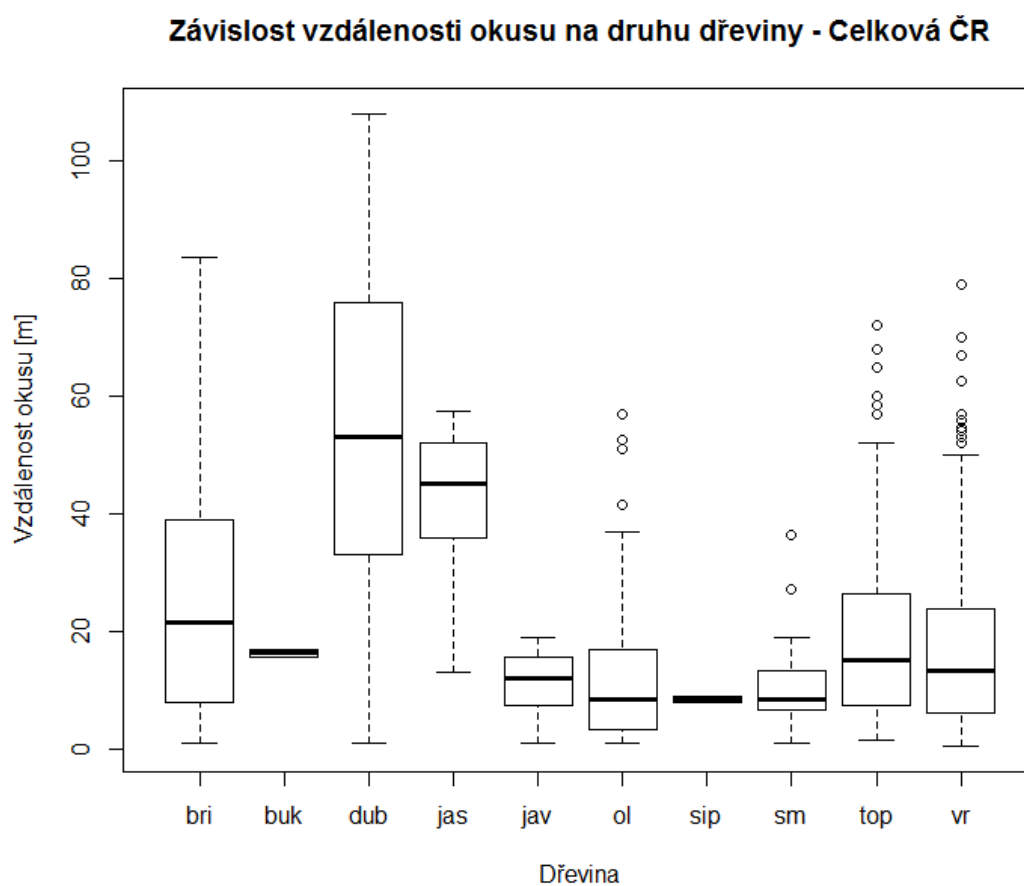
Obr. č. 17 Závislost vzdálenosti okusu na rodu dřeviny - Jižní Morava

Legenda:

- bri – Betula sp.
- buk – Fagus sp.
- dub – Quercus sp.
- ol – Alnus sp.
- sm – Picea sp.
- top – Populus sp.
- vr – Salix sp.
- jav – Acer sp.
- jas – Fraxinus sp.
- sip – Rosa sp.

5.4.4 Všechna zkoumaná území - ČR

Ze souhrnného výsledku pro všechna měřená území je zřejmé, že do míst, nevíce vzdálených od břehu bobří putují pro dub, jasan a břízu. Nejkratší vzdálenost urazí pro smrk, olši a šípkovou růži (viz obr. č. 18). Daný regresní model vysvětluje zhruba 47 % rozptylu závislé proměnné (vzdálenosti). Model jako celek je statisticky významný, protože p-value hodnota je menší, než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu (viz příloha č. 3) jsou signifikantní (ANOVA: $F(10,700)=62,38$; $p < 0,001$).



Obr. č. 18 Závislost vzdálenosti okusu na rodu dřeviny – Celková ČR

5.5 Závislost biomasy na délce osídlení a vzdálenosti

5.5.1 Šumava

Rodiny žijící na Šumavě jeden rok (viz obr. č. 19) konzumuje větší množství biomasy do 51,5 m od břehu (viz tab. č. 6). Bobři z lokality SUM2 zkonsumovali 7,63 kg biomasy, z lokality SUM3 0,39 kg, SUM4 8,35 kg a SUM6 7,83 kg biomasy. Rodiny, které toto území osídlují 2 a 3 roky se pohybují nejdále 20 m od řeky a konzumují malé množství biomasy (1,87 kg a 0,22 kg). Rodina bobrů žijící 5 let na tomto teritoriu konzumuje velké množství biomasy v blízkosti vodního toku a s narůstající vzdáleností od vody se biomasa snižuje. Rodina, vyskytující se na Šumavě 7 let, chodí rovnoměrně konzumovat do 31 m od vody velké množství biomasy - 9,48 kg. Daný regresní model vysvětluje 2,2 % rozptylu závislé proměnné (vzdálenosti). Model jako celek je statisticky významný, protože p-value hodnota je menší než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu (viz příloha č. 3) jsou signifikantní (ANOVA: $F(1,253)=5,626$; $p < 0,01$).

5.5.2 Český les

K nejvýznamnějšímu záznamu zkonsumované biomasy v závislosti na vzdálenosti došlo u rodiny, která na tomto území žije 11 let. Toto množství biomasy se vyskytovalo v rozmezí 48 – 57 m od vody (viz obr. č. 20) a čítalo 7,1 kg (viz tab. č. 7). První rodina žijící v Českém lese na lokalitě CL5 6 let zkonsumovala 1,89 kg biomasy ve 40 m od stanoviště a druhá rodina z lokality CL6 zkonsumovala 2,53 kg biomasy. 10-ti leté rodiny konzumovaly největší množství biomasy v rozmezí od 5 – 25 m. První z lokality CL3 zkonsumovala 3,47 kg biomasy a druhá, z lokality CL7 11,24 kg, což bylo největší zaznamenané množství biomasy z měřených oblastí. 19-ti letá rodina konzumovala 2,07 kg biomasy ve 37,5 m. U 15-ti leté rodiny vyšlo, že zkonsumuje 2,13 kg biomasy a to ve vzdálenosti do 20 m od vodního toku. Daný regresní model vysvětluje zhruba 2,5 % rozptylu závislé proměnné (vzdálenosti). Model jako celek je statisticky významný, protože p-value hodnota je menší než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu (viz příloha č. 3) jsou signifikantní (ANOVA: $F(1,187)=4,788$; $p < 0,05$).

5.5.3 Jižní Morava

U rodiny osídlující tuto oblast 7 let dochází k největší konzumaci biomasy ve 45 – 46 m od břehové linie a to 4,12 kg (viz tab. č. 8). Rodina, která zde žije 9 let, chodí pro větší množství biomasy (3,31 kg) 12 – 16 m od břehu. U 10-ti letých rodin

lze pozorovat, že se množství biomasy zvětšuje s narůstající vzdáleností (viz obr. č. 21) a dosahuje až do 90 m. Čítá na lokalitě JM1 4,75 kg a na lokalitě JM6 1,57 kg. Rodina, která obývá lokalitu 12 let, naopak konzumuje velké množství biomasy (6,89 kg) blízko vody a menší množství konzumuje dále od vodního toku ve 38,5 m. Daný regresní model vysvětluje zhruba 37 % rozptylu závislé proměnné (vzdálenosti). Model jako celek je statisticky významný, protože p-value hodnota je menší než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu (viz příloha č. 3) jsou signifikantní (ANOVA: $F(1,475)=275,4$; $p < 0,001$).

Názvy lokalit	Biomasa (kg)	Věk (rok)
SUM1	9.48	7
SUM2	7.63	1
SUM3	0.39	1
SUM4	8.35	1
SUM5	5.01	5
SUM6	7.83	1
SUM7	1.87	2
SUM8	0.22	3

Tab. č. 6 Biomasa a věk jednotlivých lokalit na Šumavě

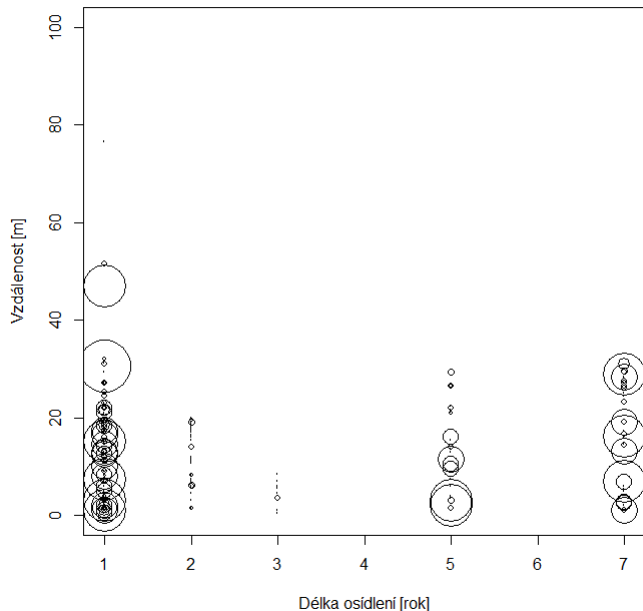
Názvy lokalit	Biomasa (kg)	Věk (rok)
CL1	2.30	7
CL2	2.13	15
CL3	3.47	10
CL4	7.10	11
CL5	1.89	6
CL6	2.53	6
CL7	11.24	10
CL8	2.07	19

Tab. č. 7 Biomasa a věk jednotlivých lokalit v Českém lese

Názvy lokalit	Biomasa (kg)	Věk (rok)
JM1	4.75	10
JM2	4.12	7
JM3	3.31	9
JM4	1.22	12
JM5	6.89	12
JM6	1.57	10
JM7	1.42	13

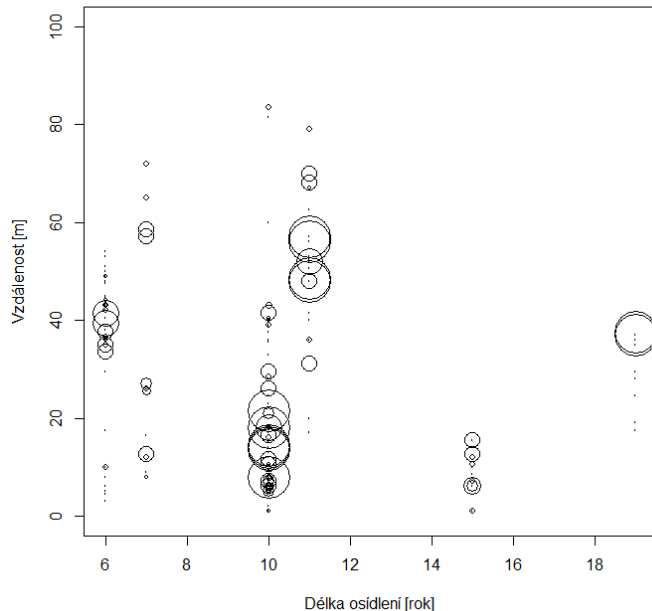
Tab. č. 8 Biomasa a věk jednotlivých lokalit na Jižní Moravě

Biomasa v závislosti na délce osídlení a vzdálenosti od CP - Šumava



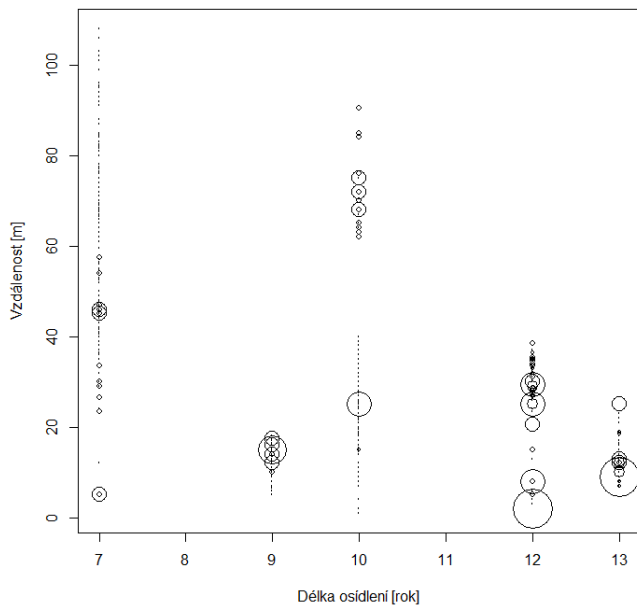
Obr. č. 19 Závislost biomasy na délce osídlení a vzdálenosti okusu – Šumava (velikost kruhů je úměrná množství biomasy)

Biomasa v závislosti na délce osídlení a vzdálenosti od CP - Český les



Obr. č. 20 Závislost biomasy na délce osídlení a vzdálenosti okusu – Český les (velikost kruhů je úměrná množství biomasy)

Biomasa v závislosti na délce osídlení a vzdálenosti od CP - Jižní Morava

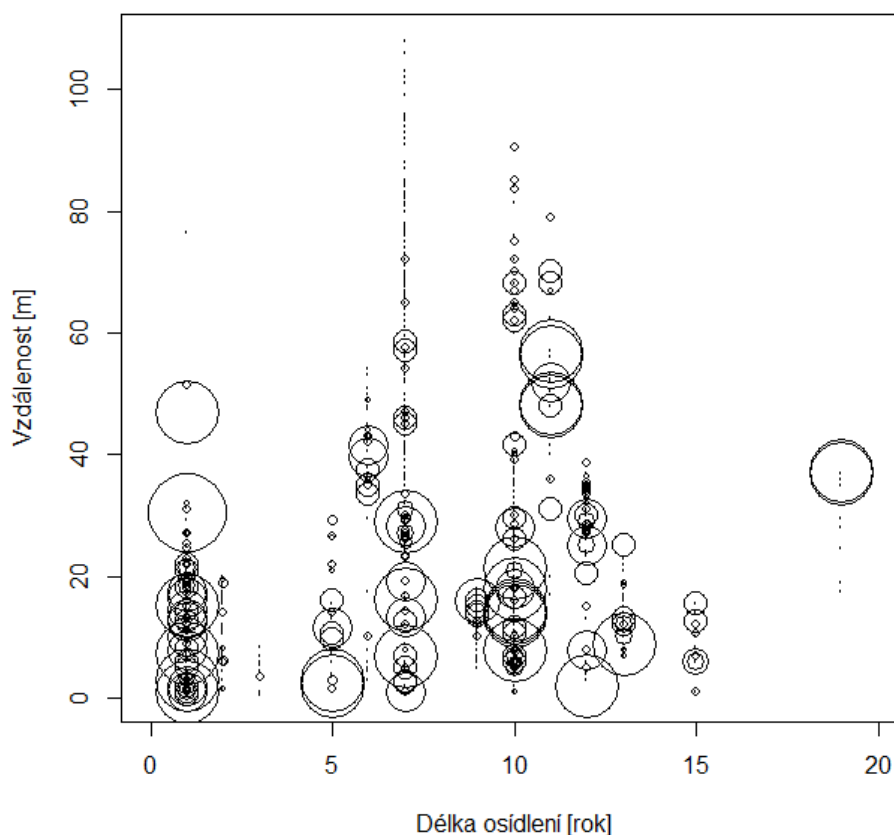


Obr. č. 21 Závislost biomasy na délce osídlení a vzdálenosti okusu – Jižní Morava (velikost kruhů je úměrná množství biomasy)

5.5.4 Všechna zkoumaná území - ČR

Zkonzumovaná biomasa (kůra, lýko a tenké větve) pro studovaná území celkem čítá 99,24 kg. Na Šumavě bylo v měřeném období bobry zkonzumováno 40,78 kilogramů biomasy (viz obr. č. 22). V Českém lese 32,93 kg a na Jižní Moravě 25,54 kg biomasy. Největší objem biomasy byl zkonzumován v Dianské rotě a to 11,24 kg (viz tab. č. 7). Daný regresní model vysvětluje zhruba 2 % rozptylu závislé proměnné (vzdálenosti). Model jako celek je statisticky významný, protože p-value hodnota je menší než hladina významnosti. Výsledky analýzy rozptylu (viz příloha č. 3.) jsou signifikantní (ANOVA: $F(1,917)=17,76$; $p < 0,001$).

Biomasa v závislosti na délce osídlení a vzdálenosti od CP - ČR



Graf 22. Závislost biomasy na délce osídlení a vzdálenosti okusu – Celková ČR (velikost kruhů je úměrná množství biomasy)

6. Diskuze

6.1 Závislost vzdálenosti okusu na délce osídlení

Na Šumavě se bobří vyskytují poměrně krátkou dobu ve srovnání s oblastmi Českého lesa a Jižní Moravy. Z grafu (viz obr. č. 3) lze vidět, že s narůstající dobou osídlení dané lokality se vypravují za potravou dále od břehové linie. Úskalí v metodice této analýzy je v tom, že všechny rodiny, které se vyskytují na území stejně dlouhou dobu, se promítnou do grafu na osu X k jednomu roku. Na Šumavě bylo zkoumáno 8 rodin, z nichž 4 rodiny osídlovaly lokalitu prvním rokem. Toto má za následek, že box v grafu znázorňující první rok osídlení zahrnuje data ze všech 4 rodin najednou. I přesto lze však usoudit, že rodiny, které takto krátce osídlují svá teritoria, se pohybují jen v těsné blízkosti od vody.

Identický výstup analýzy dat z Českého lesa (viz obr. č. 4) již tak zřetelný na první pohled nebyl, ale přesto teorii CPF nevyvrací. Rodiny žijící na tomto území osídlují svá teritoria v rozmezí od 6 – 19 let. Možných důvodů rozmanitosti vzdáleností okusů zobrazených v grafu je hned několik. Jedním z nich může být věk rodiny či bobra, který již okusuje méně a příliš se nevzdaluje od svého obydlí. Další možnost je velikost teritoria, která bobry přiměje nepohybovat se za vymezené hranice svého území. Důvodem může být také posun rodiny a jejich teritoria o kousek dále po vodním toku či okusování znovu vyrašených výmladků z již jednou poražených stromů. V Českém lese bylo měřeno 8 rodin, z nichž 2 rodiny se na území nacházejí 6 let a 2 rodiny 10 let, proto je opět v grafu vidět jen 6 věkových záznamů.

Výsledek analýzy dat z Jižní Moravy je statisticky významný a graf (viz obr. č. 5) zobrazuje, že s narůstající dobou osídlení vzdálenost nutná k získání potravy klesá. Tento efekt potravního chování příliš nekoresponduje s teorií CPF. Z grafu je patrné, že měřená rodina, která se na území Kopánky nachází nejkratší dobu (7 let), absolvuje největší vzdálenost k dosažení potravy. Nemá důvod se příliš obávat predace, ani narušení teritoria jiné bobří rodiny. Příčinou chození do tak vzdálené periferie může být výskyt preferovaných dřevin nebo také stavba nového obydlí či oprava hráze a tudíž potřeba většího množství stavebního materiálu. Pravděpodobně se jedná o mladou, silnou rodinu a tomu odpovídají i nároky na množství potravy. Naopak rodina žijící na Podkově, která se na Jižní Moravě nachází 13 let, váží za potravou

cestu nejkratší. Může to být kvůli zvýšenému konkurenčnímu tlaku v této lokalitě či posunem celého teritoria.

Z grafu (viz obr. č. 6), který znázorňuje všechna měřená území dohromady, lze vysledovat zvláštní trend. Vzdálenost okusů od vody roste exponenciálně s dobou osídlení zhruba do 7 – 10 let. Po 10 letech osídlení vzdálenost okusů od obydlí opět klesá. Hypotéza této práce tedy byla zamítnuta na hladině významnosti $p < 0.001$. Děje se tak pravděpodobně z důvodu konzumace zmlazených stromů, okusu výmladků z již dříve poražených dřevin nebo posunu teritoria. Také je možné, že zásadní roli hraje stáří bobra nebo zranění a tím znesnadnění absolvování dlouhých vzdáleností k dosažení potravy. Dalším důvodem může být i přechod bobra k bylinné stravě, čímž by bylo vysvětleno malé množství okusů dřevin v okolí některých teritorií po 10. roce osídlení.

6.2 Závislost množství biomasy na vzdálenosti okusu ve vybraných oblastech ČR

Jak bylo uvedeno výše a jak často uvádí literatura (Jenkins 1980, Basey 1988, Watterer 1989), zkonsumovaná biomasa by se měla zvětšovat s narůstající vzdáleností okusů od břehu. Většina central place foragerů by měli ve větších vzdálenostech kácet dřeviny s širším průměrem kmene (tj. dřeviny vyšší průměrové kategorie) a v místech nedaleko vody se předpokládá výskyt okusů dřevin s úzkým průměrem kmene. Důvodem je časová i energetická úspora živočicha. Množství zkonsumované biomasy také závisí na počtu živočichů v daném teritoriu nebo nutných stavebních úprav hrází či hradu. Dále závisí množství biomasy na dřevinné skladbě v okolí teritoria a bobří preference. Výsledky měření lze vidět v grafech (viz obr. č. 7 – 10) v kapitole 5. Schoener (1979) však tvrdí, že předpokládaný vztah velikost/vzdálenost, se zvyšující se preferencí pro velký úlovek ve větší vzdálenosti od svého centrálního místa, který se vztahuje na typickou situaci dravec-kořist, může být obrácen, když je predátor menší, než kořist.

Výsledky závislosti množství biomasy na vzdálenosti okusu (viz obr. č. 7 a 8) nebyly na Šumavě a v Českém lese statisticky významné. Testování hypotézy H_0 (zda množství biomasy přibývá s rostoucí vzdáleností od vody) se na obou lokalitách ukázalo jako neprůkazné, tudíž nelze tuto teorii potvrdit. Důvodem může být nedostatečné množství dat anebo chybná hypotéza.

V grafu na obrázku č. 7 (data z Jižní Moravy) lze vidět klesající trend, který znázorňuje pokles množství biomasy s narůstající vzdáleností od vody. Tento výsledek je v rozporu s teorií o úspoře energie central place foragerů (Raffel 2009). Tzn. bobři v této oblasti preferují kácení dřevin s větším průměrem kmene blíže u břehu a naopak s narůstající vzdáleností od vody těží dřeviny z úzkým kmenem. Skutečnost, že preferované dřeviny vyšší průměrové kategorie jsou bobřům dostupné v bezprostřední blízkosti od vody, může být následkem posunutí teritoria o kousek dále ve směru toku. Posouvání teritoria si může bobr dovolit v případě, že nebude zasahovat do teritoria jiné bobří rodiny.

Souhrnný výsledek (viz obr. č. 10) analyzující data ze všech studovaných území dohromady se prokázal také jako signifikantní. Množství celkové biomasy, kterou bobři zkonsumují, se zmenšuje s narůstající vzdáleností od jejich stanoviště, jak tvrdil Schoener (1979) a jak je patrné z klesajícího charakteru lineární přímky. Tento jev se v komparaci s jinými výzkumy tohoto typu (např. Jenkins 1980) ukázal jako protikladný. Pravděpodobně je způsoben tím, že bobři si na Jižní Moravě posouvají svá teritoria blíže k preferovaným dřevinám, nebo také proto, že nemají strach z predace a v některých lokalitách se odváží chodit daleko od svého obydlí. Jinde si bobři postupně vykáceli porost a jsou nuceni absolvovat velké vzdálenosti i pro dřeviny s úzkým průměrem kmene. V neposlední řadě může mít vliv na tento jev vyvolání chemické obrany stromů v jejich juvenilním stádiu.

6.3 Závislost množství okusu na vzdálenosti okusu ve vybraných oblastech ČR
Podle teorií a výzkumů, které jsou uvedeny v mnohých českých i zahraničních zdrojích (viz např. Schoener 1979, Watterer 1989), by se s narůstající vzdáleností od vody mělo zmenšovat množství okusů. Bobři by si měli v těchto vzdálených místech vybrat raději jeden strom s širším průměrem kmene, než mnoho výhonků či dřevin s průměrem kmene nižší kategorie. Tento projev chování by měl nastat z úsporných energetických důvodů živočicha (Raffel 2009). Výsledky měření jsou zaznamenány v grafech (viz obr. č. 11 – 14) v podkapitole 5.3. Tato teorie se povedla potvrdit. Až na pár výjimek v lokalitách na Šumavě a Jižní Moravě se výsledek shodoval s výsledky v předchozích studiích.

Při analýzách jednotlivých dílčích území (viz obr. č. 11 - Šumava, obr. č. 12 - Český les, obr. č. 13 - Jižní Morava) se modely ukázaly jako statisticky nevýznamné a výsledky tedy nebyly signifikantní. Přesto byl na Šumavě naměřen nejvzdálenější okus břízy, a to ve vzdálenosti 76,5 m od vody. Průměr této dřeviny byl 20 – 30 cm. Největší vzdálenost okusu v oblasti Českého lesa byla naměřena na okusu břízy (83,5 m). A na Jižní Moravě byl změřen okus dubu ve vzdálenosti 108 m od řeky, který odpovídá průměru 6 – 12 cm.

Výsledek analýzy závislosti počtu okusů na vzdálenosti pro všechna naměřená data dohromady je signifikantní a model tedy statisticky významný (viz obr. č. 14). Lineární přímka má lehce stoupající charakter, což znamená, že množství okusů klesá s větší vzdáleností od vody. Nejvyšší hodnota průměrného množství okusů je naměřena ve vzdálenosti 28,5 m. Tento druh chování central place foragerů je zapříčiněn opět z energetických a časových důvodů. Bobrovi se ve větší vzdálenosti od vody vyplatí pokácet dřevinu s širokým kmenem, než aby kácel úzké dřeviny. Na tuto skutečnost má vliv věk a složení porostu. Doba osídlení lokality hraje také důležitou roli, protože v případě dlouhodobého osídlení lokality bobři již vykáceli porost v blízkosti břehu a jsou nuceni absolvovat dlouhé cesty i za dřevinami s nižším průměrem kmene. V tomto případě se energetická náročnost pro dosažení potravy zvyšuje a bobři, pokud je to možné, zahradí vodní tok a tím způsobí zaplavení okolí pro snazší přístup k dřevinám.

6.4 Závislost vzdálenosti okusu na rodu dřeviny

Orians a Pearson (1979) uváděli množství verzí modelu CPF, které vypovídaly o potravní selekci central place foragerů. V této práci se však vycházelo z předpokladu, že bobři jsou selektivní herbivoři a s narůstající vzdáleností od svého útočiště si pečlivěji vybírají zdroj své potravy (Jankins 1980). Řada výzkumů původně vycházela z predikce modelu na bázi maximalizace čisté míry zisku energie (viz studie Schoenera 1979 nebo Belovského 1984). Avšak údaje shromážděné v této práci, neprokázaly selekci malých topolů.

V Šumavském regionu byl nalezen nejvzdálenější okus na bříze, nicméně po zprůměrování dat vyšlo, že bobři absolvují nejdelší cesty k dosažení dubu (viz obr. č. 15). Naopak nejkratší vzdálenosti urazil bobr k získání olše a vrby, které rostou převážně na stanovištích v těsné blízkosti vody. K topolu a bříze bobři na

Šumavě dosahovali průměrně 16,1 m daleko od svého obydlí, což staví tyto dvě dřeviny na druhou příčku v oblíbenosti bobřího jídelníčku. Všechny průměrné hodnoty okusů dřevin na Šumavě byly vzdáleny do 20 m od vodního toku.

V Českém lese se bobří vypravili nejdále za břízou, a to průměrně 36 m od vody. Podobné vzdálenosti vykazaly i okusy smrku, ale jde jen o 3 okusy kategorie 2 na jednom místě (viz obr. č. 16), které mohly posloužit spíše ke stavbě hráze či hradu. Poměrně velkých vzdáleností dosáhli bobří i při cestách za vrbou. Ta zde zastává druhé místo v oblíbenosti. Nejkratších vzdáleností dosáhli při cestě za olší a javorem. Žádná průměrná hodnota okusu dřevin nepřesáhla 40 m od vodního toku.

Na Jižní Moravě bobří také absolvovali nejdelší cesty za dubem, jak je na první pohled zřetelné z grafu (viz obr. č. 17). Druhou vyhledávanou dřevinou zde byl jasan, za kterým byli ochotni ujít vzdálenost okolo 45 m od svého bydliště. Další dřeviny jako je např. javor, topol či vrba vyhledávali ve vzdálenosti do 20 m od vody. Všechny průměrné vzdálenosti okusů dřevin v této oblasti jsou v grafu zaznamenány pod hranicí 60 m od vodního toku.

Z celkových výsledků závislosti vzdálenosti okusu na rodu dřeviny (viz obr. č. 18) je zřejmé, že největší vzdálenost od svého stanoviště nebo vodního toku bobří urazili k získání dubu. Průměrná vzdálenost okusů dubu je 58,1 m a nejdelší naměřený okus (opět u dubu) byl vzdálen 108 m od břehu řeky. Důvodem, proč si bobr dub často vybírá a je za ním ochoten urazit větší vzdálenosti, může být hojný výskyt této dřeviny ve zkoumaných lokalitách Jižní Moravy. Jsou zde rozsáhlé hospodářské doubravy, ve kterých se usídlily bobří rodiny a postupně kácí ustupující porost. Preferenci dubu potvrdily také výsledky analýz ze Šumavy, kde jsou bobří také ochotni absolvovat poměrně velké vzdálenosti k jeho dosažení v porovnání s ostatními dřevinami.

Vrby a olše jsou velmi oblíbenou potravou bobra a to z důvodu, že za nimi nemusí chodit daleko. Jsou to světlomilné dřeviny a rostou téměř vždy poblíž vodních stanovišť. Dalším důvodem preference těchto rodů je i jejich rychlý růst a zmlazování. Také topol roste především v nivách nížinných řek a patří mezi rychle rostoucí a oblíbené dřeviny. Typickým areálem dubu sice není říční niva, ale často se tato dřevina vysazuje v okolí řek k těžebním účelům. Z tohoto důvodu dochází k častým okusům této dřeviny. Některé rody dřevin jinde než v blízkosti vody kompetičně neobstojí. Velice oblíbenou stravou bobrů je i bříza. Tato pionýrská dřevina, která

velice dobře kolonizuje zpustlou kulturní krajinu, je také hojně vysazována při rekultivačních procesech. Tyto dřeviny bobří vyhledávají ve větší vzdálenosti od vody v případě, že v okolí jejich teritoria je již vykáceni.

6.5 Závislost biomasy na délce osídlení a vzdálenosti

Bobří rodina, která žije na Šumavě 1 rok (viz obr. č. 19), konzumuje stabilně větší množství biomasy jak v těsné blízkosti od břehu, tak i ve větších vzdálenostech do 51,5 m od vody, kde byl naměřen také nejvzdálenější okus dřeviny kategorie s velkým průměrem. Bohužel nelze z grafu přesně vidět, která z rodin vyskytujících se na Šumavě 1 rok zkonsumuje největší množství biomasy. Důvodem je překrývající se data několika rodin. Po sečtení množství biomas z jednotlivých lokalit vyšlo, že jednoletá rodina žijící na lokalitě SUM2 zkonsumovala 7,63 kg biomasy, rodina z lokality SUM3 0,39 kg biomasy a z SUM6 zkonsumovala 7,83 kg biomasy. Důvodem, proč jedna z rodin kácí méně než ostatní, může být osídlení opuštěného teritoria, a tudíž není nutné stavět nové obydlí nebo hráze. Největší množství biomasy zde zkonsumovala 7-mi letá rodina a to 9,48 kg (viz tab. č. 6). Tato rodina konzumuje rovnoměrně do vzdálenosti 31 m od vody. Velké množství pokácené biomasy mohli bobří využít ke stavbě nových obydlí či hrází v těchto lokalitách. Rodiny, které toto území osídlují 2 a 3 roky, se pohybují nejdále 20 m od řeky a konzumují malé množství biomasy (viz tab. č. 6). Jedná se pravděpodobně o jedince nebo opuštěné rodiče. Rodina bobrů žijící 5 let v tomto teritoriu konzumuje velké množství biomasy v blízkosti vodního toku a s narůstající vzdáleností od vody se biomasa snižuje.

Ve velkých vzdálenostech je v oblasti Českého lesa zkonsumováno poměrně velké množství biomasy rodinami žijícími na lokalitách 6, 10, 11 a 19 let. Rodiny, které zde žijí po dobu 6-ti let, konzumují největší množství biomasy (viz tab. č. 7) okolo 40 m od vody s tím, že záznam nejvzdálenějšího okusu se nacházel 54 m od vody (viz obr. č. 20). 10-ti leté rodiny se vzdalují od svého obydlí 51,5 m a největší množství biomasy konzumují v rozmezí od 5 – 25 m. První rodina žijící na lokalitě CL3 zkonsumovala 3,47 kg biomasy a druhá rodina, z lokality CL7 (Pod Hraničkama) 11,24 kg biomasy, což je na jednu rodinu nejvyšší naměřená hodnota ze zkoumaných oblastí. Může to být způsobeno novou početnou rodinou nebo rekonstrukčními pracemi na zničené hrázi nebo obydlí. Velké množství biomasy bylo naměřeno také u 11-ti leté rodiny a to ve vzdálenosti 48 – 57 m od vody. Na lokalitě osídlené po dobu 19-ti let byl naměřen největší nárůst zkonsumované biomasy topolů ve vzdálenosti

37 a 37,5 m. Jednalo se o zhruba 2 kg biomasy, což vypovídá, že na lokalitě žije zřejmě jen jeden starý jedinec.

Z výsledků grafu z Jižní Moravy v rámci rodiny osídlující teritorium 7 let je patrná linie pravidelných okusů. Jedná se pravděpodobně o početnou rodinu, která již pokácela původní porost a teď absolvuje dlouhé cesty i za dřevinami z úzkým kmenem (viz obr. č. 21). Množství okusů je však značné, protože hmotnost zkonsumované biomasy na této lokalitě činí 4,12 kg (viz tab. č. 8). Jak je z tabulky patrné, tato rodina zkonsumovala největší množství biomasy cca 45 m od toku. 9-ti letá rodina žijící na lokalitě Vlčí alej chodí za potravou jen na jedno místo, které je vzdáleno okolo 18-ti m od jejich obydlí. Předpokladem takového chování může být preference rodu dřeviny. U 10-ti leté rodiny lze vyzorovat, že se množství biomasy zvětšuje s narůstající vzdáleností. Největší množství zkonsumované biomasy je u této rodiny mezi 65 a 75 m. Důvodem je opět zřejmě již vykácený lesní porost a nutnost chodit daleko pro vybrané rody dřevin. V oblasti se vyskytují 2 rodiny, které zde žijí 12 let. Jedna vykazuje velké množství zkonsumované biomasy blízko břehu. Jedná se zřejmě o posun teritoria. A druhá rodina, která chodí za potravou o něco dále od břehu, ale její množství zkonsumované biomasy není tak velké. Rodina žijící 13 let na lokalitě Podkova chodí za potravou od 10 – 26 m od vody a je zaznamenáno, že množství biomasy s narůstající vzdáleností klesá.

Při pohledu na celková data zobrazující zkonsumovanou biomasu ze všech tří studovaných území (viz obr. č. 22) není pozorovatelný žádný trend. Některé hodnoty se přiklání k tvrzení Schoenera (1979) a některé k Jenkinse (1980). Největší množství biomasy v největší vzdálenosti od vody je v Českém lese a to v rozmezí od 48 – 57 m. Během prvního roku na lokalitě dochází ke kácení velkého množství dřevin s velkou kategorií průměru. Je to způsobeno pravděpodobně tím, že si bobři stavějí hráze, hrad či polohrad a danou lokalitu si přizpůsobují k podmínkám, vhodným pro osídlení. Výsledky z Českého lesa indikují, že se stářím osídlení lokality klesá objem konzumované biomasy. Je to způsobeno nejspíš tím, že dlouhodobě osídlené lokality disponují již jen jedním starým živočichem, který nespotebovává tak velké množství potravy.

7. Závěr

Bobr evropský se na území ČR vyskytuje stabilně již více než 30 let. Jeho reintrodukce do české přírody byla provázena zvědavostí a očekáváním, jak se nový živočich bude v naší krajině chovat. Bobr se začal rychle množit a rozšiřovat území své působnosti především díky tomu, že jej u nás neohrožoval žádný přirozený predátor, který by jeho početnost redukoval. Ze vzácného druhu se u nás v mnoha oblastech stal postupně druh zcela běžně se vyskytující, a kvůli svému specifickému potravnímu chování a své stavební aktivitě také mnohdy druh nežádoucí. S rostoucí dobou osídlení se jeho pobytové známky stávaly více zřetelnými a čím dál častěji se dostávaly do konfliktu člověkem.

Pokud má být bobr přijímán společností jako součást české fauny, je potřeba omezit jeho negativní vlivy na naši krajinu do přijatelné míry a zároveň zachovat prostředí pro jeho přirozený rozvoj. Z tohoto důvodu je potřeba zkoumat mimo jiné jeho potravní chování a zaznamenávat postupující potravní aktivity. Význam této práce spočíval v objasnění (potvrzení či vyvrácení) teorie potravní strategie bobra z dlouhodobé perspektivy. Z hlediska dlouhodobého osídlení oblasti bobrem jsou škody na hospodářských dřevinách jen lokálního charakteru. Zajímavým zjištěním je to, že do určitého věku osídlení lokality se plocha působení bobra zvětšuje, ale po uplynutí zhruba 10 let se expanze teritoria zastaví a živočichové již nemají tendenci cestovat dále za potravou. V tomto případě zřejmě dojde buď k přehrazení řeky a zaplavení lokality pro snazší přístup ke vzdáleným dřevinám anebo k posunu celého teritoria. Mnohdy ale tato situace nastává proto, že na lokalitě se vyskytuje již jen jeden či dva starší jedinci, kterým jako dostatečný zdroj potravy poslouží zmlazené dřeviny, jež v minulosti vytěžili nebo přejdou na bylinnou stravu. Preferovanými rody dřevin, za kterými bobři absolvovali velké vzdálenosti, byly dub, bříza a jasan.

Práce si kladla za cíl zjistit, zda se potravní zdroje bobra vzdalují od břehu v důsledku jejich intenzivní dlouhodobé spotřeby. Tohoto cíle se podařilo docílit a vyhodnotit.

Tato problematika vyžaduje dlouhodobé a opakované měření okusů a jejich vzdálenosti od vody. Porovnávání výsledků z dlouhodobé i krátkodobé perspektivy by mohlo z hlediska ochrany přírody (ale i veřejnosti) pomoci předvídat průběh změn v krajině způsobených dlouhodobým osídlením bobra. Případně předcházet vzniku konfliktních situací, a vyvarovat se tak nepříjemnostem vzniklým životním stylem

tohoto živočicha. Přínosem této práce je poukázání na potravní chování bobra z dlouhodobé perspektivy. Porovnáním tohoto efektu ve třech oblastech ČR vznikla práce, které může také posloužit, jako užitečný materiál pro další výzkum.

8. Seznam použité literatury

- ANDĚRA M. et ČERVENÝ J., 2004: Atlas rozšíření savců v České republice. Předběžná verze. IV. Hlodavci (Rodentia): část 3. Veverkovití (Sciuridae), bobrovití (Castoridae), nutirovití (Myocastroidae). Národní muzeum, Praha, 76 s.
- ANDĚRA M. & HORÁČEK I., 2005: Poznáváme naše savce. Sobotáles, Praha, 328 s.
- ANDĚRA M., 1999: Svět zvířat II. Savci 2. Albatros, Praha, 148 s.
- BAKER B. W. et HILL E.P., 2003: Beaver (*Castor canadensis*). In FELDHAMER G. A., THOMPSON B. C. et CHAPMAN J. A. (eds): Wild mammals of North America: biology, management, and conservation. Second edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA, 288–310.
- 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.
- BANKS P. B., HUME I. D., CROWE O., 1999: Behavioural, morphological and dietary response of rabbits to predation risk from foxes. *Oikos* 85: 247 - 256.
- BASEY J. M., JENKINS S. H., BUSER P. E., 1988: Optimal central-place foraging by beavers: Tree-size selection in relation to defensive chemicals of quaking aspen. *Oecologia* 76: 278 - 282.
- BELOVSKY G. E., 1984: Summer diet optimization by beaver. *Am Mid Nat* 111: 209 - 222.
- BELSKY A. J., MATZKE A., USELMAN S., 1999: Survey of livestock influences on stream and riparian ecosystems in the western United States. *Journal of Soil and Water Conservation* 54: 419 - 431.
- BRABEC J., 2010: Přírodní fenomény a zajímavosti Západních Čech. Občanské sdružení Mezi lesy, Prostiboř, 111 - 112.
- BROOKSHIRE E. N. J., KAUFFMANN J. B., LYTJEN D., OTTING N., 2002: Cumulative effects of wild ungulate and livestock herbivory on riparian willows. *Oecologia* 132: 559 - 566.
- CASSINI M. H., 1991: Foraging under predation risk in the wild guinea pig *Cavia aperea*. *Oikos* 62: 20 - 24.

- CRAWLEY, M. J., 1983: Herbivory: The Dynamics of Animal-Plant Interactions. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK, 45 - 48.
- ČERVENÝ J., KAMLER J., KHOLOVÁ H., KOUBEK P., MARTÍNKOVÁ N., 2010: Ottova encyklopedie myslivosti. Ottovo nakladatelství, Praha, 591 s.
- DEL TREDICI P., 2001: Sprouting in temperate trees: a morphological and ecological review. *Botanical Review* 67: 121 - 140.
- DONKOR N. T. et FRYXELL J. M., 1999: Impact of beaver foraging on structure of lowland boreal forests of Algonquin Provincial Park, Ontario. *Forest Ecology and Management* 118: 83 - 92.
- DOUCET C. M. et FRYXELL J. M., 1990: Provisioning time and central-place foraging in beavers. *Canadian Journal of Zoology* 69: 1308 - 1313.
- DOUCET C. M. et FRYXELL J. M., 1993: The effect of nutritial quality on forage preferences by beavers. *Oikos* 67: 201 - 208.
- GURNEY W. S. C. et LAWTON J. H., 1996: The population dynamics of ecosystem engineers. *Oikos* 76: 273 - 283.
- HARTMAN G., 2003: Irruptive population development of European beaver (*Castor fiber*) in southwest Sweden. *Society for the study and conservation of Mammals, Arnhem. Lutra* 46/2: 103 - 108.
- HALLEY D. J. et ROSELL F., 2003: Population and distribution of European beavers (*Castor fiber*). *Lutra* 46/2: 91 - 101.
- HOBBS N. T., 1996: Modification of ecosystems by ungulates. *Journal of Wildlife Management* 60: 695 - 713.
- HOLMES W. G., 1991: Predation risk affects foraging behaviour of pikas: observational and experimental evidence. *Animal Behaviour* 42: 111 - 119.
- CHARNOV E. L., 1976: Optimal foraging, the marginal value theorem. *Theoretical Population Biology* 9: 129 - 136.
- JACOB J. & 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: 131 - 138.
- JENKINS S. H., 1980: A size-distance relation in food selection by beavers. *Ecological Society of America* 61: 740 - 746.

- JOHNSTON C. A. et NAIMAN R. J., 1990: Browse selection by beavers: effects on riparian forest composition. *Canadian Journal of Forest Research* 20: 1036 - 1043.
- KACELNIK A., 1984: Central place foraging in starlings (*Sturnus vulgaris*). 1Patch residence time. *Journal of Animal Ecology* 53: 283 - 299.
- KEITH L. B., CARY J. R., RONGSTAD O. J., BRITTINGHAM M. C., 1984: Demography and ecology of a snowshoe hare population decline. *Wildlife Monographs* 90: 1 - 43.
- KOSTKAN V., 2000: Ekologická nika bobra evropského (*Castor fiber* L. 1758) v CHKO Litovelské Pomoraví. Disertační práce, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc, 93 s.
- KOSTKAN V, MALOŇ J, 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*: 3 s.
- LIMA S. I., VALONE T.J., CARACO T., 1985: Foraging-efficiency-predation-risk trade-off in the grey squirrel. *Animal Behaviour* 33: 155 - 165.
- LIMA S. L. et DILL L., 1990: Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology* 68: 619 - 640.
- 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: 536 - 544.
- McNAUGHTON S. J., 1983: Compensatory plant growth as a response to herbivory. *Oikos* 40: 329 - 336.
- NAIMAN R. J., JOHNSTON C. A., KELLEY J. C., 1988: Alteration of North American streams by beaver. *BioScience* 38: 753 - 762.
- ORIANI G. H., PEARSON N. E., 1978: On the theory of central place foraging. In: HORN D. J., STAIRS G. R., MITCHELL R. D. (eds): *Analysis of ecological systems*. Ohio State University Press, Columbus, Ohio, USA, 155 - 177.
- PAINE R. J., 1966: Food web complexity and species diversity. *The American Naturalist* 100: 65 - 75.

- PASTOR J. et NAIMAN R. J., 1992: Selective foraging and ecosystem processes in boreal Forests. *The American Naturalist* 139: 690 - 705.
- POLLOCK M. M., NAIMAN R. J., ERICKSON H. E., JOHNSTON C. A., PASTOR J., PINAY G., 1995: Beaver as engineers: influences on biotic and abiotic characteristics of drainage basins. In: JONES C. G. & LAWTON, J. H. (eds.): *Linking Species and Ecosystems*. Chapman and Hall, New York, USA, 117 - 126.
- RAFELL T. R., SMITH N., CORTRIGHT C., GATZ A. J., 2009: Central place foraging by beavers (*Castor canadensis*) in a complex lake habitat. *The American Midland Naturalist* 162/1: 62 - 73.
- ROSELL F., BOZSER O., COLLEN P., PARKER H., 2005: Ecological impact of beavers *Castor fiber* and *Castor canadensis* and their ability to modify ecosystems. *Mammal Review*, 35: 248–276.
- SCHMIDT-HEMPEL P., KACELNIK A., HOUSTON A. I., 1985: Honeybees maximize efficiency by not filing their crop. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 17: 61 - 66.
- SCHOENER T. W., 1979: Generality of the size-distance relation in models of optimal feeding. *The American Naturalist* 114: 902 - 914.
- SNYDER J. D. et JANKE R. A., 1976: Impact of moose browsing on boreal-forests of Isle Royal National Park. *The American Midland Naturalist* 95: 79 - 92.
- SPILLER D. A. et AGRAWAL A. A., 2003: Intense disturbance enhances plant susceptibility to herbivory: natural and experimental evidence. *Ecology* 84: 890 - 897.
- STEIGEROVÁ H., 2008: Mechanismy adaptačních a aklamačních reakcí rostlin na herbivorii. Bakalářská práce, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno, 6 s.
- SYROVÁTKOVÁ P., 1993: Heterogenita stanovišť bobra evropského. Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc, 67 s.
- VOREL A., 2003: Labští bobři a loňské povodně. *Vesmír* 82: 578 - 582.

- VOREL A., ŠAFÁŘ J., ŠIMŮNKOVÁ L., 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., 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., ŠAFÁŘ J., 2005: Program péče o populaci bobra evropského v České republice. AOPK ČR, Praha, 114 s.
- WETTERER J. K., 1989: Central place foraging theory: When load size affects travel time. *Theoretical Population Biology* 36/3: 267 - 280.
- ZEEVALKING H. J. & FRESCO L. F. M., 1977: Rabbit grazing and species diversity in a dune area. *Vegetatio* 35: 193 - 196.

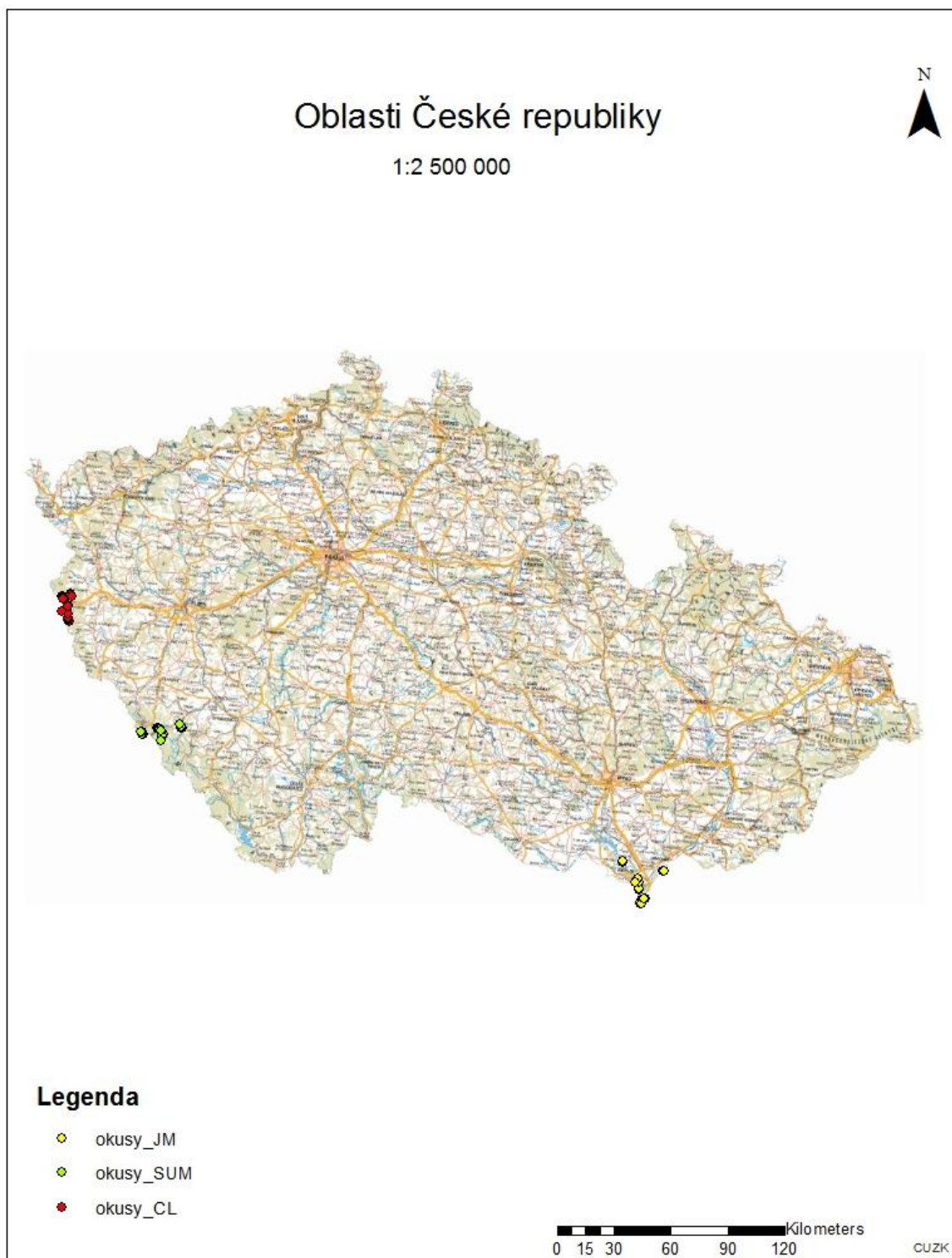
Webové zdroje

- AOPK ČR, 2007: Záchrané programy ohrožených druhů. Online: <http://www.zachraneprogramy.cz/index.php?docId=6808>, cit. 1. 2. 2016.
- WAKEFIELD E. D., PHILLIPS R. A., MATTHIOPOULOS J., 2014: Habitat-mediated population limitation in a colonial central-place forager: the sky is not the limit for the black-browed albatross. *Proceeding of the Royal Society B*. Online: <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/281/1778/20132883>, cit. 6. 4. 2016.
- Population ecology. In: *Encyclopædia Britannica*. Online: <http://www.britannica.com/science/population-ecology/Logistic-population-growth>, cit. 6. 3. 2016.
- KADLÍKOVÁ L., 2005: Bobr evropský. In: *příroda.cz*. Online: <http://www.priroda.cz/lexikon.php?detail=379>, cit. 20. 3. 2016.
- ANDRESKA D. & ANDRESKA J., 2014: Bobr 2014: Chráněný i nežádoucí. In: *vesmír*. Online: <http://vesmir.cz/2014/11/13/bobrem/>, cit 15. 3. 201

Přílohy

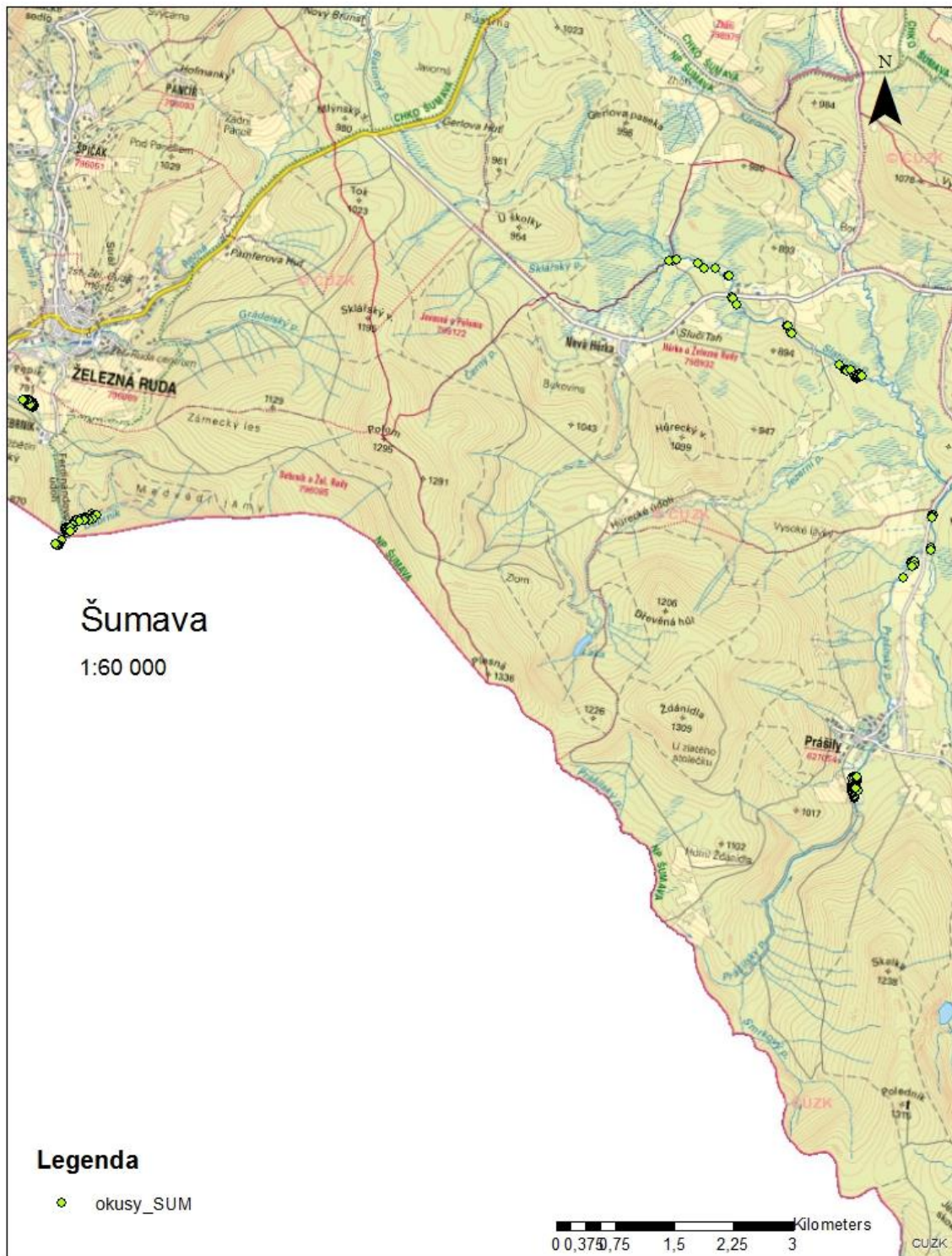
Příloha č. 1

Mapa zkoumaných oblastí ČR - okusy

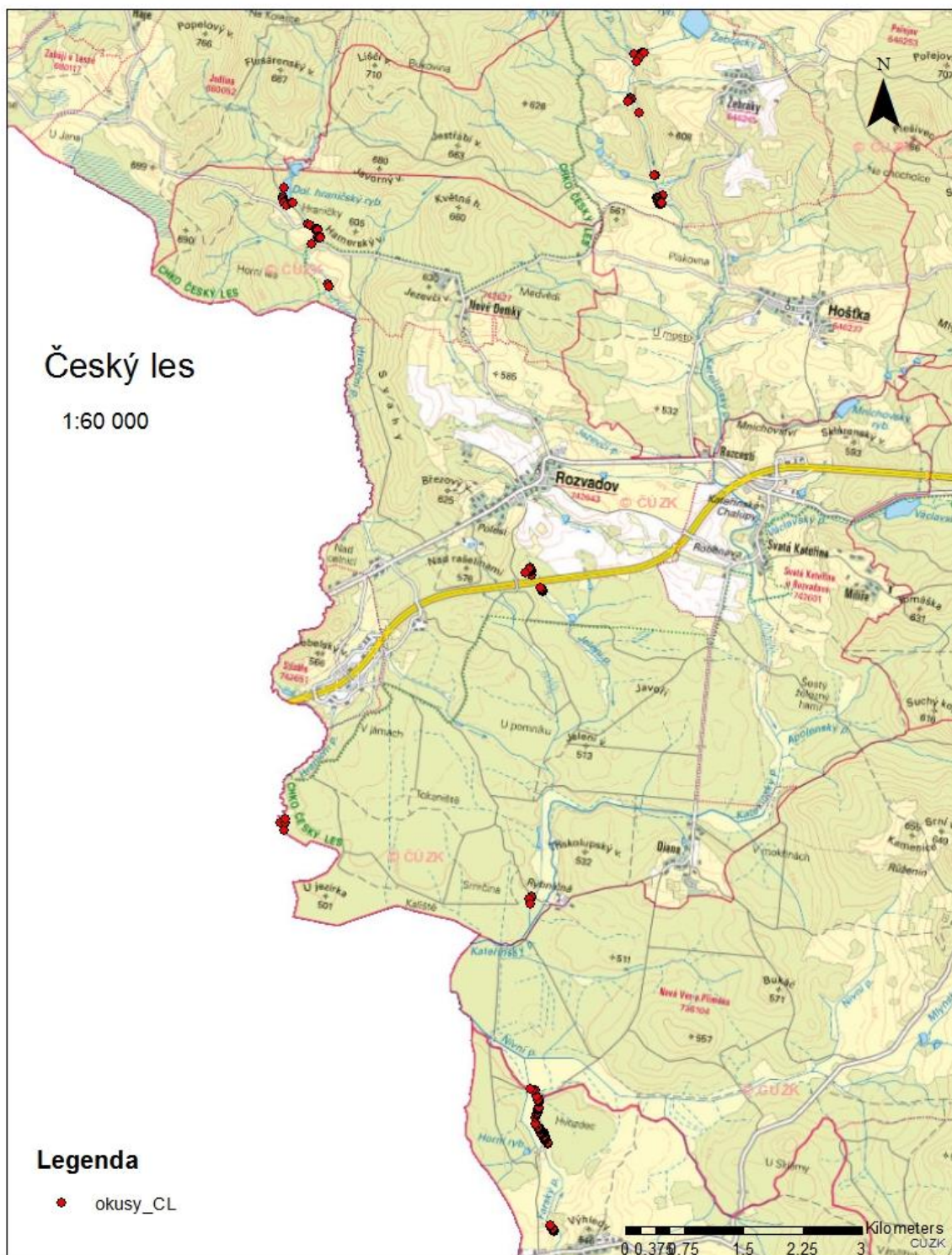


Příloha č. 2

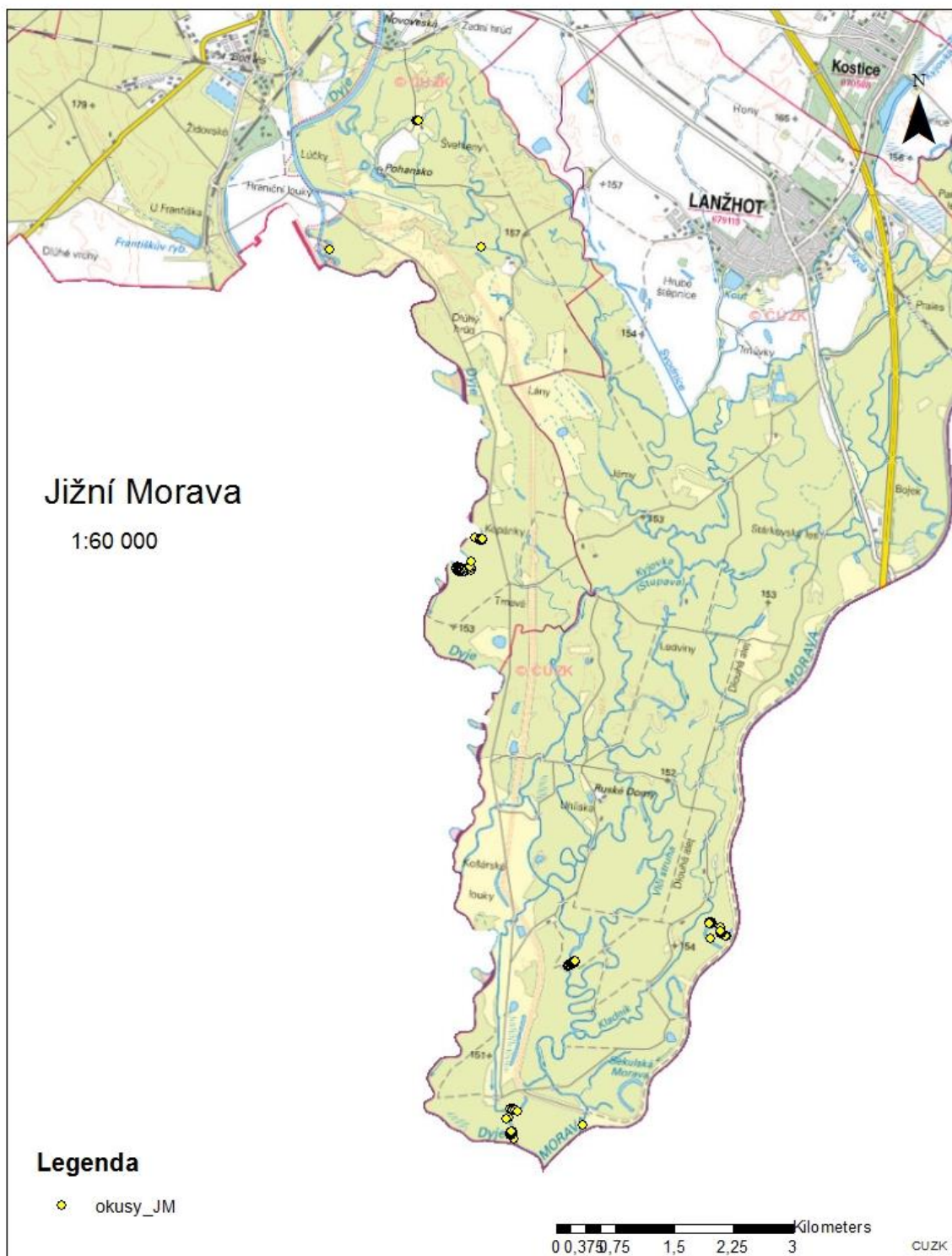
Mapa okusů – Šumava, vybrané lokality



Mapa okusů – Český les, vybrané lokality



Mapa okusů – Jižní Morava, vybrané lokality



Příloha č. 3

Výsledky analýz lineárních modelů v programu R

Závislost množství biomasy na vzdálenostech okusu ve vybraných oblastech ČR

Šumava

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.17625	-0.14715	-0.10434	-0.01983	1.06368

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	0.1515788	0.0249211	6.082	4.35e-09 ***
tab\$dist	0.0006582	0.0015489	0.425	0.671

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

R

Multiple R-squared: 0.0007133, Adjusted R-squared: -0.003236
F-statistic: 0.1806 on 1 and 253 DF, p-value: 0.6712

Český les

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.19048	-0.15247	-0.10627	-0.00505	0.84138

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	0.1524085	0.0320680	4.753	3.99e-06 ***
tab\$dist	0.0007763	0.0009290	0.836	0.404

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

Residual standard error: 0.2564 on 187 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.00372, Adjusted R-squared: -0.001607
F-statistic: 0.6983 on 1 and 187 DF, p-value: 0.4044

Jižní Morava

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.07205	-0.05226	-0.03530	-0.00511	0.93099

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	0.0739782	0.0091519	8.083	5.27e-15 ***
tab\$dist	-0.0005525	0.0002038	-2.711	0.00695 **

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

Residual standard error: 0.1134 on 475 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.01524, Adjusted R-squared: 0.01317
F-statistic: 7.35 on 1 and 475 DF, p-value: 0.006948

ČR – celková

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.13572	-0.10278	-0.06832	0.01082	1.12946

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	0.1378727	0.0102868	13.403	< 2e-16 ***
tabšvzdal	-0.0010494	0.0002786	-3.767	0.000176 ***

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

Residual standard error: 0.1985 on 917 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.01524, Adjusted R-squared: 0.01417
F-statistic: 14.19 on 1 and 917 DF, p-value: 0.0001756

Závislost množství okusu na vzdálenosti ve vybraných oblastech ČR

Šumava

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.2808	-0.6943	-0.5291	0.2752	10.2231

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.42994	0.15269	9.365	<2e-16 ***
tabšdist	0.01652	0.00949	1.741	0.0829 .

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

Residual standard error: 1.504 on 253 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.01184, Adjusted R-squared: 0.007932
F-statistic: 3.031 on 1 and 253 DF, p-value: 0.08292

Český les

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.0713	-0.8607	-0.7392	0.2456	18.1632

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.708780	0.226123	7.557	1.79e-12 ***
tabšdist	0.004341	0.006551	0.663	0.508

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

Residual standard error: 1.808 on 187 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.002343, Adjusted R-squared: -0.002992
F-statistic: 0.4392 on 1 and 187 DF, p-value: 0.5083

Jižní Morava

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.7250	-0.7124	-0.6955	0.2953	8.2801

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
Intercept	1.7255943	0.1116979	15.45	<2e-16 ***
tab\$dist	-0.0005729	0.0024873	-0.23	0.818

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

Residual standard error: 1.384 on 475 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.0001117, Adjusted R-squared: -0.001993
 F-statistic: 0.05306 on 1 and 475 DF, p-value: 0.8179

Celková - ČR

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.8654	-0.7010	-0.6675	0.2949	18.2939

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.64621	0.07719	21.326	<2e-16 ***
tab\$vdal	0.00203	0.00209	0.971	0.332

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

Residual standard error: 1.489 on 917 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.001027, Adjusted R-squared: -6.229e-05
 F-statistic: 0.9428 on 1 and 917 DF, p-value: 0.3318

Závislost vzdálenosti okusu na rodu dřeviny

Šumava

ANOVA: $F(6, 248) = 5,027$; $p < .000$

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-18.927	-6.775	-1.927	5.431	6 0.688

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	15.8115	1.3174	12.002	< 2e-16 ***
tab\$specbuk	0.4385	6.8452	0.064	0.948979
tab\$specdub	4.1151	2.7842	1.478	0.140663
tab\$specol	-7.5728	2.1556	-3.513	0.000526 ***
tab\$specsm	-6.1708	2.2534	-2.738	0.006620 **
tab\$spectop	-0.9138	1.9341	-0.472	0.637025
tab\$specvr	-5.0843	1.6801	-3.026	0.002737 **

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

Residual standard error: 9.5 on 248 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.1084, Adjusted R-squared: 0.08686
 F-statistic: 5.027 on 6 and 248 DF, p-value: 6.962e-05

Český les

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-30.65	16.65	-2.52	11.48	51.85

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	31.649	2.245	14.095	< 2e-16 ***
tab\$specjav	-28.649	14.112	-2.030	0.04380 *
tab\$specol	-13.524	4.348	-3.110	0.00217 **
tab\$specsm	4.851	19.831	0.245	0.80704
tab\$spectop	-2.783	4.241	-0.656	0.51253
tab\$specvr	-3.130	3.557	-0.880	0.38012

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

Residual standard error: 19.7 on 183 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.06714, Adjusted R-squared: 0.04165

F-statistic: 2.634 on 5 and 183 DF, p-value: 0.02511

Jižní Morava

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-34.75	-13.75	-0.50	12.75	49.75

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	58.254	1.481	39.336	< 2e-16 ***
tab\$specjas	-16.236	4.031	-4.028	7.39e-05 ***
tab\$specjav	-45.447	5.602	-8.113	1.97e-14 ***
tab\$specol	-46.254	19.535	-2.368	0.018629 *
tab\$specsip	-49.754	13.853	-3.592	0.000393 ***
tab\$spectop	-49.254	6.335	-7.775	1.77e-13 ***
tab\$specvr	-39.754	3.383	-11.750	< 2e-16 ***

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

Residual standard error: 19.48 on 260 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.4754, Adjusted R-squared: 0.4633

F-statistic: 39.27 on 6 and 260 DF, p-value: < 2.2e-16

Celková – ČR

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-54.196	-11.474	-2.196	9.535	61.267

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	31.649	2.063	15.342	< 2e-16 ***
tab\$specbri	-15.838	3.249	-4.875	1.35e-06 ***
tab\$specbuk	-15.399	12.965	-1.188	0.2353
tab\$specdub	23.547	2.449	9.614	< 2e-16 ***
tab\$specjas	10.369	4.049	2.561	0.0106 *
tab\$specjav	-20.149	5.109	-3.944	8.82e-05 ***
tab\$specol	-18.734	3.117	-6.010	2.98e-09 ***


```

tab$specsip -23.149      12.965  -1.786   0.0746 .
tab$specsm  -21.049      3.995  -5.269  1.83e-07 ***
tab$spectop -12.515      2.848  -4.395  1.28e-05 ***
tab$specvr  -13.916      2.475  -5.622  2.73e-08 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 18.1 on 700 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4712,    Adjusted R-squared:  0.4636
F-statistic: 62.38 on 10 and 700 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Jednotlivé dřeviny – testování - Vrba, Topol, Dub, ostatní

```

Coefficients:
      (Intercept) tab$drVrba  tab$drDub  tab$drOstatní
      19.344      -1.611      35.662      2.215

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
 -54.005  -14.432   -4.844   13.718   61.941

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  19.344     2.098     9.221 <2e-16 ***
tab$drVrba   -1.611     2.552    -0.634  0.528
tab$drDub    35.661     2.521   14.144 <2e-16 ***
tab$drOstatní 2.215     2.410    0.919  0.358
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 19.23 on 707 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3974,    Adjusted R-squared:  0.3949
F-statistic: 155.4 on 3 and 707 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

```

> anova(m1)
Analysis of Variance Table

Response: tab$distr
      Df  Sum Sq  Mean Sq  F value  Pr(>F)
tab$dr   3  172377   57459    155.42 < 2.2e-16 ***
Residuals 707  261371    370
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Závislost biomasy na délce osídlení a vzdálenosti

Šumava

```

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
 -14.707  -7.662   -0.859    6.214   64.838

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  10.9884     0.9389   11.704 <2e-16 ***
tab$dooba    0.6741     0.2842    2.372  0.0184 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 9.852 on 253 degrees of freedom

```

Multiple R-squared: 0.02175, Adjusted R-squared: 0.01789
F-statistic: 5.626 on 1 and 253 DF, p-value: 0.01845

Český les

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-28.662	-18.713	-1.825	13.338	55.634

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	37.3558	4.4793	8.340	1.6e-14 ***
tab\$doba	-0.9490	0.4337	-2.188	0.0299 *

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

Residual standard error: 19.93 on 187 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.02496, Adjusted R-squared: 0.01975
F-statistic: 4.788 on 1 and 187 DF, p-value: 0.0299

Jižní Morava

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-50.229	-14.371	-1.371	13.771	58.129

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	108.5642	4.4124	24.61	<2e-16 ***
tab\$doba	-7.6193	0.4591	-16.59	<2e-16 ***

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

Residual standard error: 20.31 on 475 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.367, Adjusted R-squared: 0.3657
F-statistic: 275.4 on 1 and 475 DF, p-value: < 2.2e-16

Celková – ČR

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-33.590	-17.701	-5.991	9.969	79.969

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	22.2918	1.6588	13.439	< 2e-16 ***
tab\$doba	0.8199	0.1946	4.214	2.76e-05 ***

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

Residual standard error: 23.3 on 917 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.019, Adjusted R-squared: 0.01793
F-statistic: 17.76 on 1 and 917 DF, p-value: 2.759e-05