

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



Altitudinální dynamika teritorií bobra
evropského na Šumavě

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Aleš Vorel, Ph.D.

Bakalant: Tereza Rídlová

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tereza Rídlová

Aplikovaná ekologie

Název práce

Altitudinální dynamika teritorií bobra evropského na Šumavě

Název anglicky

Is the beaver territorial behaviour on Šumava Mts. under altitudinal effect?

Cíle práce

Bobři na Šumavě osidlují stanoviště v různých nadmořských výškách. Regenerace dřevin se s rostoucí nadm. výškou snižuje, proto mohou být teritoria ve vyšších polohách labilnější a vykazovat větší prostorovou dynamiku. Otázkou práce bude zda bobři ve vyšších polohách mění prostorový rámeček častěji než v nižších polohách. Studium bude založeno na dlouhodobých datech z území, která katedra ekologie má. Datový soubor bude též doplněn o recentní data ze zimní sezóny 2022/2023.

Metodika

Studentka v první řadě sebere prostorově orientovaná data z několika dlouhodobých modelových oblastí na Šumavě. Dále provede prostorovou analýzu staršího osídlení ze zim 2015/2016 a 2018/2019 společně s daty, která sama získá během podzimu 2022.

Doporučený rozsah práce

40-50

Klíčová slova

bobr, teritorialita, altituda

Doporučené zdroje informací

- Fryxell, J. M. (1992). Space Use by Beavers in Relation to Resource Abundance. *Oikos*1, 64(3), 474–478. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/10.2307/3545163>
- Fryxell, J. M. (2001). Habitat suitability and source-sink dynamics of beavers. *Journal of Animal Ecology*, 70(2), 310–316. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2001.00492.x>
- Müller-Schwarze, D., & Schulte, B. A. (1999). Behavioral and ecological characteristics of a “climax” population of beaver (*Castor canadensis*). *Beaver Protection, Management, and ...*, 161–177.
- Šimůnková, K., & Vorel, A. (2015). Spatial and temporal circumstances affecting the population growth of beavers. *Mammalian Biology*, 80(6), 468–476. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2015.07.008>
- Vorel, A., Mokřý, J., & Šimůnková, K. (2014). Růst populace bobra evropského na Šumavě The population growth of Eurasian beaver in the Bohemian Forest. *Silva Gabreta*, 20(1), 25–40.
- Vorel, A., Šafář, J., & Šimůnková, K. (2012). Recentní rozšíření bobra evropského (*Castor fiber*) v České republice v letech 2002 – 2012 (Rodentia : Castoridae). *Lynx*, 43, 149–179.
- Vorel, A., Váľková, L., Hamšíková, L., Maloň, J., & Korbelová, J. (2015). Beaver foraging behaviour: Seasonal foraging specialization by a choosy generalist herbivore. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 69(7), 1221–1235. <https://doi.org/10.1007/s00265-015-1936-7>

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Aleš Vorel, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2023

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2023

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 25. 02. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Altitudinální dynamika teritorií bobra evropského na Šumavě vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

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

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

V Praze dne

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala Ing. Aleši Vorlovi, Ph.D. za jeho odborné vedení a cenné rady, které mi poskytl během zpracování bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala své rodině za podporu.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá vlivem nadmořské výšky na dynamiku prostorového rámce bobrů evropských na území Šumavy, kde se vyskytují v různých nadmořských výškách. Cílem této práce bylo zjistit, zda bobři ve vyšších nadmořských výškách mění svůj prostorový rámec častěji než v nižších nadmořských výškách.

Pro dosažení tohoto cíle byla použita metoda lokalizace bodů pomocí podzemního průzkumu v místech předpokládané aktivity bobrů. Celkem bylo mapováno 16 lokalit v nadmořských výškách od 550 do 1180 metrů nad mořem v letech 2015, 2019 a 2022. Body teritoriální aktivity byly zaznamenány pomocí GPS zařízení a následně převedeny do programu GIS. Poté byla pro každou lokalitu vypočítána centra teritorií a změna jejich pozice oproti centrům ze staršího mapování byla kvantifikována.

Výsledky ukázaly, že posun center teritorií byl ovlivněn nadmořskou výškou a že existovala pozitivní korelace mezi vzdáleností posunu a nadmořskou výškou. To znamená, že bobři ve vyšších nadmořských výškách měli tendenci častěji měnit svůj prostorový rámec než bobři v nižších nadmořských výškách. Tato práce přináší nové informace o teritoriální aktivitě bobrů evropských v závislosti na nadmořské výšce, což může být užitečné pro další výzkumy v této oblasti.

Klíčová slova: bobr, teritorialita, nadmořská výška, Šumava

Abstract

The present Bachelor's thesis examines the influence of altitude on the dynamics of the spatial distribution of European beavers in the Bohemian Forest, where they can live at different altitudes. The thesis aimed to determine whether beavers living at higher altitudes tend to change their spatial distribution more frequently than those living at lower altitudes.

A point location method was applied using autumn monitoring in areas of predicted beaver activities to achieve this objective. Altogether, 16 sites were mapped in three years (2015, 2019 and 2022) at elevations ranging from 550 to 1180 m a.s.l. Territorial activity points were mapped using a GPS device and transferred to a GIS program. Consecutively, the territory centres were calculated for each site, and their position change compared to the centres from the previous mapping was quantified.

The results demonstrated that the territory centre shifts were influenced by elevation and that a positive correlation existed between the shift distance and altitude, implying that beavers at higher elevations tended to change their spatial distribution more frequently than beavers inhabiting lower areas. The present thesis has generated new information on the territorial activity of European beavers in relation to altitude, which may prove useful for further research.

Keywords: Beaver, territoriality, altitude, Bohemian Forest

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce.....	2
3. Literární rešerše	3
3.1 Vliv nadmořské výšky na živočichy	3
3.2 Charakteristika bobra evropského	4
3.2.1 Základní popis.....	4
3.2.2 Potrava.....	4
3.2.3 Rozptyl bobrů.....	5
3.2.4 Teritorialita.....	6
3.2.5 Home range	7
3.2.6 Bobří aktivity a jejich patnost v krajině.....	7
3.3 Vyhubení a návrat bobra evropského do krajiny.....	8
3.4 Bobr evropský v ČR	9
3.5 Bobr evropský na Šumavě.....	10
3.5.1 Vznik populace.....	10
3.5.2 Vývoj a stav populace	10
3.5.3 Dynamika osídlení s ohledem na nadmořskou výšku	12
4. Metodika	13
4.1 Zdroj dat	13
4.2 Charakteristika území	13
4.3 Výběr lokalit.....	15
4.4 Sběr dat.....	16
4.5 Zpracování dat.....	17
4.6 Převod dat do programu GIS.....	19
4.7 Výpočet center teritorií.....	19
4.8 Změření vzdáleností mezi centry teritorií	20

5.	Výsledky	21
5.1	Posun center teritorií 2015 - 2019	22
5.2	Posun center teritorií 2019 - 2022	23
5.3	Posun center teritorií 2015 - 2022	24
5.4	Celkový posun center teritorií	25
6.	Diskuse.....	26
7.	Závěr a přínos práce.....	28
8.	Zdroje.....	29
9.	Seznam obrázků.....	33
10.	Přílohy.....	34

1. Úvod

Bobr evropský je vodní hlodavec, který obýval rozsáhlé oblasti Evropy a hrál důležitou roli v ekosystémech. Koncem 19. století byl však kvůli intenzivnímu odlovu téměř vyhuben. Díky včasné ochraně a úspěšné reintrodukci se populace bobrů v Evropě začala v posledních desetiletích zvyšovat, včetně populace v České republice (Nolet et al. 1998).

Bobři osídlují různé typy vodních toků, jako jsou řeky, potoky, jezera a rybníky. Nejčastěji však vyhledávají místa s pomalým proudem vody, na kterých si staví hráze a obydlí. Hráze bobrům umožňují zaplavit území, a tak získat lepší přístup ke zdrojům potravy (Wilsson, 1971, Brazier et al. 2020). Při výběru stanoviště jsou pro bobry také důležité potravní zdroje, jako jsou byliny a dřeviny. Ze dřevin preferuje především vrby (*Salix spp.*) a topoly (*Populus spp.*) (Vorel et al. 2012).

Bobři se vyskytují v širokém rozpětí nadmořských výšek, od nížin až po vysokohorské oblasti. Vyskytují se i v nadmořských výškách až okolo 2000 metrů nad mořem. V České republice se bobři vyskytují v nejvyšších nadmořských výškách na Šumavě, kde byli pozorováni jedinci v nadmořské výšce 1122 metrů nad mořem (Vorel et al. 2012). S nadmořskou výškou však klesá dostupnost preferované potravy bobrů, proto zde využívají i jiné dřeviny, například jeřáby (*Sorbus ssp.*) a břízy (*Betula spp.*) (Ważna et al. 2018). Ve vyšších nadmořských výškách ale dochází k pomalejší regeneraci dřevin, a tak může být potravní nabídka v těchto lokalitách dlouhodobě nedostačující pro bobry (Vorel et al. 2012).

Existuje mnoho studií o tom, jak nadmořská výška ovlivňuje chování několika druhů živočichů. Živočichové, kteří žijí ve vysokých nadmořských výškách, mají omezený výběr potravy a musí se častěji přemísťovat za lepším zdroji potravy (Buij et al. 2002). Nicméně, prostorové chování bobra evropského ve vyšších nadmořských výškách nebylo doposud dostatečně prozkoumáno.

Altitudinální dynamika teritorií bobra je důležitou oblastí výzkumu, protože může přiblížit, jak se tyto živočichové chovají v různých nadmořských výškách.

2. Cíle práce

Tato bakalářská práce se zabývá výskytem bobra evropského na území Šumavy, kde se vyskytuje v různě vysokých nadmořských výškách.

Cílem této práce je zjistit, zda bobři ve vyšších nadmořských výškách mění svůj prostorový rámec častěji než v nižších nadmořských výškách. Prostorový rámec neboli místo jejich výskytu je území, kde bobr vykazuje svou teritoriální aktivitu. Teritoriální aktivita bude stanovena podzimním průzkumem; aktivita bude formou lokalizace bodů zaměřena v místech předpokládané tohoroční aktivity v teritoriích bobrů. Z lokalizovaných bodů se následně vypočítají centra teritorií; změna jejich pozice oproti centrům ze staršího mapování bude kvantifikována.

Hypotéza: Bobři častěji mění svá centra teritorií ve vyšších nadmořských výškách.

3. Literární rešerše

3.1 Vliv nadmořské výšky na živočichy

Nadmořská výška má významný vliv na živočichy, jelikož mění životní podmínky včetně teploty a dostupnosti potravy. Tyto faktory mohou ovlivňovat životní cyklus živočichů, reprodukční schopnost a schopnost přežití. Vliv nadmořské výšky na savce se liší v závislosti na druhu a jejich biologických potřebách. Některé druhy se umějí přizpůsobit změnám klimatu a životnímu prostředí ve vyšších nadmořských výškách, například změnou stravy nebo chováním. (Remonti et al. 2009, Camfield et al. 2010).

S nárůstem nadmořské výšky se teplota výrazně snižuje, což může mít vliv na růst a reprodukci některých druhů živočichů. Období rozmnožování se s nadmořskou výškou zkracuje například u ptactva. U skřivana může být období rozmnožování ve vysokých nadmořských výškách až dvakrát kratší než u jedinců v nížinách. Klesá tak počet odchovaných potomků (Camfield et al. 2010).

Nadmořská výška také ovlivňuje dostupnost potravy pro živočichy, jelikož mění druhy rostlin, které v dané oblasti rostou. Důsledkem nedostatku preferované potravy mohou být například migrace, sezónní přesuny, delší hledání potravy anebo jsou živočichové nuceni změnit potravu. Příkladem sezónních přesunů v důsledku nedostatku preferované potravy jsou orangutani. Orangutani se přesouvají během roku do oblastí, kde produkce ovoce vrcholí. V nížinných oblastech se shlukují mezi dubnem a zářím, ve středních oblastech mezi zářím a listopadem. Ve vysokohorských oblastech se vyskytují nejvíce mezi prosincem a březnem (Buij et al. 2002).

Změnit stravu v důsledku nedostatku preferované potravy ve vyšších nadmořských výškách jsou nuceny například vydry. Preferovanou potravou pro vydry jsou ryby, ale jelikož se dostupnost ryb s nadmořskou výškou snižuje, jsou nuceny najít alternativní potravu a tou jsou zejména obojživelníci (Remonti et al. 2009).

Příkladem migrace za potravou v rámci různých nadmořských výšek je srnec obecný. Srnci žijící ve vysokých nadmořských výškách se během zimy přesouvají do nižších nadmořských výšek. Důvodem přesunu je to, že v nížinách je menší pokrývka sněhu, a tak mají lepší přístup k píci. Do vyšších nadmořských výšek se znovu přesouvají na jaře kvůli kvalitnější píci (Mysterud, 1999).

3.2 Charakteristika bobra evropského

3.2.1 Základní popis

Bobr evropský (*Castor fiber*) je savec patřící do čeledi bobrovití (*Castoridae*) (Vorel et al. 2016). Je to největší hlodavec v Evropě a druhý na světě (Uhlíková et al. 2014). Délka těla bez ocasu se pohybuje v rozmezí 80 – 100 cm (Campbell-Palmer et al. 2016). Ocas může být dlouhý až 40 cm a 16 cm široký, je bez chlupů, zploštělý a pokrývají ho šupiny tmavě šedé barvy. Barva srsti je variabilní, může být světle hnědá až černá. Bobří končetiny mají pět prstů, mezi prsty zadních nohou se nachází plovací blána. Zuby má velmi silné, řezáky jsou oranžově zbarvené a neustále dorůstají, jelikož při okusu dochází k jejich obroušování. Hmotnost dospělého jedince může být až 30 kg. Pod ocasem se nachází anální pachové žlázy, sekret z těchto žláz slouží k impregnaci jejich srsti proti pronikání vody. Pomocí barvy sekretu lze určit pohlaví, samci mají nažloutlý, zatímco samice mají bíložedý. Čich je u bobra velice rozvinutý, stejně tak sluch, díky kterému se orientuje hlavně v noci, protože je to především noční a soumravný živočich, zrak je slabší. Bobří se ve volné přírodě v průměru dožívají sedmi až osmi let, v zajetí i přes dvacet let (Vorel et al. 2016).

3.2.2 Potrava

Bobr evropský je výhradně herbivorní živočich, který se živý především dřevinami a bylinami (Donkor et al. 1999). Bylo popsáno přibližně 150 druhů bylin a 85 druhů dřevin, které mohou tvořit jeho potravu (Vorel, 2006). Ze dřevin preferuje především vrby (*Salix* spp.) a topoly (*Populus* spp.) (Vorel et al. 2015).

Výběr potravy se v průběhu roku mění. V jarních a letních měsících se bobr zaměřuje více na bylinnou stravu, zatímco na podzim a v zimě bývá jeho strava tvořena převážně dřevinnou potravou (Vorel et al. 2012).

Potrava bobra se také mění v závislosti na nadmořské výšce. V nížinách se bobr stravuje dřevinami jako vrby (*Salix* spp.), topoly (*Populus* spp.), jasany (*Fraxinus* spp.), javory (*Acer* spp.), duby (*Quercus* spp.) a svídy (*Swida* spp.) (Vorel et al. 2012). Naopak ve vyšších nadmořských výškách, kde není takový výskyt těchto dřevin, se bobr musí adaptovat na jiný druh dřevin, jako jsou břízy (*Betula* spp.), olše (*Alnus* spp.), smrky (*Picea* spp.) a jeřáby (*Sorbus* spp.). Tyto změny v potravě jsou důležité

pro udržení populace bobra a umožňují mu se přizpůsobit místním podmínkám a dostupnosti zdrojů potravy (Wazna et al. 2018).

Bobři hledají svoji potravu co nejbližší ke svému obydlí, aby minimalizovali dobu strávenou hledáním. Doba strávená hledáním potravy se zkracuje se vzdáleností od obydlí. Stejně tak klesá i počet narušených stromů bobří aktivitou se vzdáleností od obydlí. Bobři upravují své prostorové využití zdrojů tak, aby získali co nejvíce energie. Pokud dojde k mírnému vyčerpání zdrojů v blízkosti jejich obydlí, bobři začnou vybírat dřeviny neselektivně, může také dojít k tomu, že začnou více hledat potravu ve vzdálenějších místech od obydlí (Fryxell, 1992).

3.2.3 Rozptyl bobrů

Bobři pro svůj rozptyl využívají především síť vodních toků, ale jsou schopni dočasně využít i souš (Šimůnková et al. 2015). Rozptyl po souši využívají jedinci především při počátečním šíření (Barták et al, 2013). Avšak pozemní šíření je pro ně velmi nebezpečné, je zde vysoká pravděpodobnost úmrtí (Šimůnková et al. 2015).

Rozptýlení bobrů je ovlivněno i pohlavím jedince. Zatímco samci mají tendenci žít blíže u svého rodičovského území, samice osídlují spíše vzdálenější území (Šimůnková et al. 2015). Obvykle však kolonizují lokality nejvýše 5 kilometrů od svých rodičů, rozptyl na delší vzdálenosti je výjimečný (Barták et al. 2013).

V širším prostorovém měřítku dochází nejdříve k nárůstu populace bobrů prostřednictvím postupného zaplňování volného prostoru, a až poté dochází k zvyšování hustoty těchto živočichů. Tyto procesy jsou nejvýraznější na nejproduktivnějších územích, kde dochází často k exponenciálnímu růstu populace. Jakmile se hustota populace začne přibližovat k maximální nosné kapacitě prostoru, dojde k postupnému zpomalení růstu populace (Barták et al. 2013). Nejproduktivnějším územím pro bobry je území, které má buď bohatou nabídku vodních rostlin, nebo obsahující suchozemskou vegetaci, která se skládá z vysoce výživných druhů (Fryxell, 2001).

Vysoká hustota populace bobra má významný vliv na jejich život. V důsledku vysoké hustoty populace se bobři vydávají osídlovat i méně vhodná území, jako jsou strmé svahy potoků a území ve vyšších nadmořských výškách. Vlivem vysoké hustoty populace může dojít také k vyčerpání preferovaných druhů dřevin, bobři se tak živí

hůře stravitelnými druhy, anebo se vydávají hledat potravu na velké vzdálenosti od obydlí. Dalším důsledkem vysoké hustoty populace je to, že se v bobřích rodinách vyskytuje hodně tříletých mláďat, což může vést k větší konkurenci mezi jednotlivci, v mírně saturované populaci opouštějí mláďata své rodiče již ve dvou letech (Müller-Schwarze et al. 1999).

3.2.4 Teritorialita

Teritorialitou se rozumí obrana určitého území jednotlivcem nebo skupinou jedinců před cizími jedinci. Živočichové brání své území hlavně kvůli získání výhod, nejčastěji se jedná o zdroj potravy. Teritorialita je výhodná pouze tehdy, pokud výhody z obrany území převyšují energetické náklady spojené s obranou území. Živočichové na obranu území používají různé způsoby, nejčastěji se jedná o fyzické boje, pachové značení, zvukové signály, případně vizuální signály. Pachové značení je prováděno pomocí vylučování feromonů, které slouží pro jiné jedince jako varování, že je dané území obsazené (Graf et al. 2016).

Bobří teritorium se skládá z dospělého páru, jejich mláďata z aktuálního roku a potomků z předchozích let (Sun et al. 2000). Velikost teritoria bobra je ovlivněna dostupností potravy v daném území. Čím je území chudší na potravu, tím větší teritorium bobr vyžaduje. Bobří s větším teritoriem tráví více času hlídáním hranic svého území než bobří s menším teritoriem. Důležitou roli hraje i věk jedinců. Starší bobří, kteří mají více zkušeností s obranou teritoria, se více zdržují v blízkosti hranic svého území než mladší bobří. Věk a zkušenosti hrají důležitou roli při hlídání teritoria, starší bobří jsou často více nebojácí a mohou být schopní lépe bránit teritorium vůči jiným jedincům. (Graf et al. 2016).

Bobří používají pachové značení k označení svého teritoria (Rosell et al. 2006). Značkují pomocí výměšků z análních pachových žláz, které vylučují na hromádky bahna (Rossel, 1998). Tyto pachové značky bobří nejvíce umísťují u hranic svých teritorií. Značkování se účastní jak dospělý samec, tak samice a mláďata od jednoho roku věku (Rosell et al. 1994). Samci vylučují více pachových stop než samice, a to hlavně v letních měsících, kdy samice rodí mláďata (Rosell et al. 2006).

3.2.5 Home range

Home range (domovský okrsek) je území, obvykle okolo teritoria, na kterém se volně jedinci pohybují za účelem shánění potravy nebo hledání partnera. Tyto okrsky nejsou bráněny vůči ostatním živočichům a mohou se i překrývat s okrsky jiných zvířat, na rozdíl od teritorií, která se nepřekrývají. (Burt, 1943).

Velikost domácích okrsků ovlivňuje především dostupnost potravy, hustota populace a také roční období. V zimě jsou domácí okrsky bobrů menší než na jaře. Vliv mají i typy stanovišť, například na široké neregulované řece mají větší home range než malých podhorských potocích (Korbelová et al. 2016).

3.2.6 Bobří aktivity a jejich patrnost v krajině

Bobr je označován jako ekosystémový inženýr, protože jeho aktivity velmi ovlivňují krajinu (Müller-Schwarze, 2011). Bobří činnosti, jako je přehrazování vodních toků a kácení stromů mají velký vliv především na hydrologii, geomorfologii a strukturu ekosystémů (Brazier et al. 2020).

Bobří jsou schopni přizpůsobit vodní toky svým potřebám, a to pomocí hrází. Tyto hráze staví především na malých tocích s mělkým dnem. Vybudované hráze zpomalují rychlost toku a zvyšují hladinu vody, což vede k zaplavení okolního území. Zaplavené oblasti umožňují bobrům snazší přepravu dřeva a lepší přístup k potravě. Zvýšená hladina vody také chrání bobry lépe před predátory (Wilsson, 1971, Brazier et al. 2020).

Vybudované bobří hráze slouží jako zásobárny vody v krajině a při velkých srážkách snižují riziko záplav (Brazier et al. 2016). Tyto hráze jsou zároveň cennými stanovišti pro mnoho druhů rostlin a živočichů (Brazier et al. 2020). Na druhou stranu, bobří hráze mohou mít i negativní dopady, zejména pokud způsobí zaplavení soukromého majetku, silnice, nebo železnice (Taylor et al. 2017).

Další bobří aktivitou je stavba obydlí. Rozlišuje tři typy bobřího obydlí: nory, polohrady a hrady. Nory si staví vždy jako první tam, kde jsou vysoké břehy. Vchod do nory vytváří vždy pod vodou, aby byl chráněn před nepřáteli. Hlavní komora nory se nachází nad hladinou vody (Vorel et al. 2013). Pokud hladina vody začne stoupat, bobr na to zareaguje tak, že si nad hlavní komoru nory postaví střechu z větví a bahna.

Toto obydlí označujeme jako polohrad. Pokud hladina nadále stoupá a polohrad není dostačující, tak si bobr vybuduje hrad. Bobří hrad je kuželovitá stavba nad úrovní hladiny vytvořená z větví, kůry a bahna. Staré hrady renovuje každý podzim pomocí větviček (Willson, 1971). Tyto hrady mohou být až 3 metry vysoké (Brazier et al. 2020).

Stavba bobří nory může mít negativní dopad na krajinu a to tehdy, když si bobr vybuduje více než jednu noru v břehu (Vorel et al. 2013). Může tak dojít ke znehodnocení a propadům břehů. Tyto škody mohou ohrozit soukromý majetek, například pole (Taylor et al. 2017).

Významnou aktivitou bobrů je okusování stromů. Okusy na dřevinách jsou velmi charakteristické a dobře patrné známky, které lze snadno identifikovat v krajině. Bobří okusují dřeviny za účelem stavby přehrad a svých obydlí, a také je využívají jako zdroj potravy (Fustec et al. 2001). Bobří dokážou kácet stromy jakékoli velikosti, preferují však menší stromy s průměrem do 12 centimetrů (Vorel et al. 2013).

Důsledkem této aktivity je zmlazování stromů v blízkosti vodních ploch a změna jejich druhového složení. Škody často způsobuje tím, že poškodí dřeviny na lesním hospodářském pozemku, ovocné stromy, nebo okrasné dřeviny. Bobří mohou také ohrozit hnízdiště ptáků, kteří hnízdí v břehových porostech (Vorel et al. 2013).

3.3 Vyhubení a návrat bobra evropského do krajiny

Koncem 19. století došlo k velkému snížení populace bobra evropského. Celkový počet jedinců druhu byl přibližně 1200 (Halley et al. 2002). Hlavním důvodem téměř vyhubení bobra byl nadměrný lov (Nolet et al. 1998). Byl loven především kvůli kožešině, ze které se vyráběly límce kabátů nebo klobouky (Veron, 1992). Dále kvůli výměšku z jeho análních pachových žláz, který se používal jako lék a aroma v parfémtech. V některých oblastech byl loven i pro maso (Nolet et al. 1998).

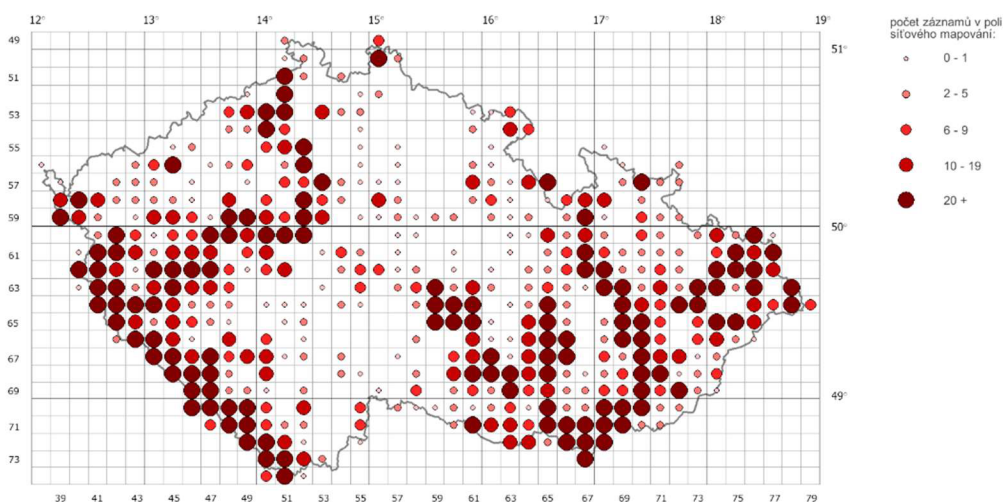
V zemích, ve kterých přežili jedinci bobra evropského, byl v roce 1845 zakázán jejich lov. Na počátku 20. století populace tohoto druhu začala růst, a to kvůli reintrodukcím (Nolet et al. 1998). První reintrodukce proběhla v roce 1922 ve Švédsku (Halley et al. 2002). Poté byly provedeny reintrodukce i v dalších zemích Evropy, například ve Francii, Polsku, Rakousku, Německu a také v České republice. Včasná právní ochrana a reintrodukce hráli důležitou roli při obnově populace bobra v Evropě.

V současné době jsou populace bobra v několika zemích natolik početné, že je omezeně povolen jejich odstřel (Nolet et al. 1998).

3.4 Bobr evropský v ČR

Bobr se na našem území vyskytoval již v holocénu, což dokazují archeologické nálezy. Ve středověku byl běžnou součástí naší přírody. Koncem 15. století začala populace bobra velmi klesat, důvodem byl jeho lov. Na počátku 18. století bobr z naší krajiny úplně vymizel, poslední žijící jedinec ve volné přírodě byl uloven v roce 1730 u Olomouce (Vorel et al. 2013). Úspěšná reintrodukce se uskutečnila na počátku 19. století v jižních Čechách, a to díky umělým chovům a přísné ochraně. Avšak od roku 1833 bylo opět povoleno jejich lovení. Kvůli nadměrnému lovu došlo později znovu k jejich vyhubení, v roce 1882 byl nalezen poslední uhynulý jedinec (Šafař, 2002).

V současné době se u nás bobr vyskytuje především díky migracím z okolních zemí. V letech 1991 – 1996 u nás proběhla také úspěšná reintrodukce, v Litovelském Pomoraví bylo vypuštěno 20 jedinců z Polska a Litvy. Bobři postupně kolonizovali území z několika směrů (Vorel et al. 2008). Na sever Čech se rozšířili bobři z Německa po řece Labi, v roce 1992 bylo u Děčína evidováno první osídlení. Západní Čechy osídlili jedinci z Bavorska, kde ve 20. století proběhla jejich reintrodukce. Imigrací jedinců z Rakouska vznikla populace také na povodí řeky Moravy. K posledním výrazným osídlením došlo v Orlických horách a Slezsku, a to díky migrantům z Polska. V dnešní době dochází k osídlování dalších vhodných území v České republice (Vorel et al. 2013). Současný stav rozšíření bobra evropského v ČR je zobrazen obrázkem č. 1.



Obr. 1: Mapa výskytu bobra evropského v České republice (zdroj: AOPK ČR, 2023)

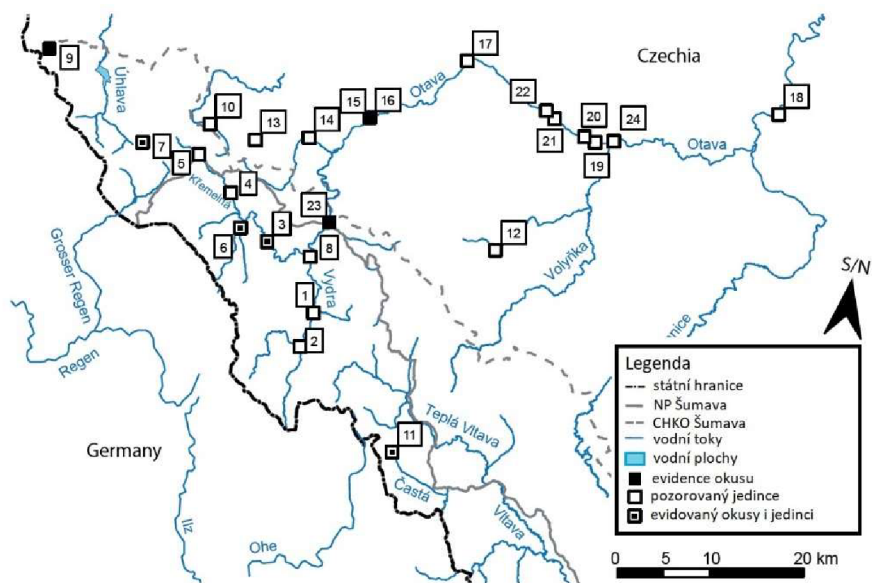
3.5 Bobr evropský na Šumavě

3.5.1 Vznik populace

Rozsáhlá populace bobra evropského na Šumavě vznikla hlavně díky reintrodukčním programům v Bavorsku a Rakousku (Vorel et al. 2012). V Bavorsku v letech 1966 až 1990 bylo vypuštěno přes sto jedinců bobra. Nejdůležitější pro šíření bobrů do západních Čech bylo pravděpodobně vypuštění jedinců v oblasti Passau a na Dunaji. Po vypuštění docházelo rychle k jejich šíření, již v druhé polovině 90. let byla osídlena velká část Bavorska, tudíž jedinci začali hledat vhodná stanoviště za hranicemi, a to na území Šumavy. První písemná zmínka o výskytu bobrů na Šumavě je z roku 1997 (Vorel et al. 2014).

3.5.2 Vývoj a stav populace

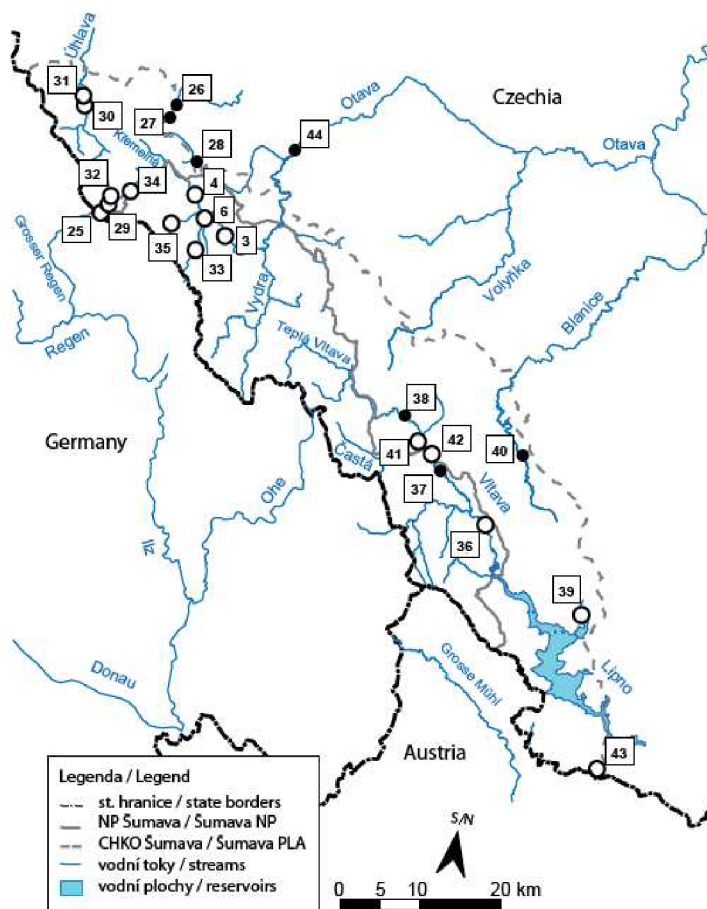
Osídlování Šumavy proběhlo ve dvou časových úsecích. První neúspěšné osídlování proběhlo v letech 1997 až 2000. V květnu roku 1997 byl u potoku Častá evidován první bobří jedinec. Další jedinci, nebo jejich stopy po aktivitách, byli evidováni u vodních toků Řasnice, Křemelná, Vydra, Otava, Ostružná, Chodská Úhlava, Úhlava a Volsovka. Poslední jedinec byl spatřen na jaře roku 2000 u řeky Křemelné. Je možné, že v některých případech byli zaznamenáni ti samí jedinci, jen na jiném místě a v jiný rok, proto lze souhrnný počet jedinců pouze odhadovat. Pravděpodobně se v první etapě osídlování na Šumavě vyskytovali minimálně tři bobři. Během prvního období vzniklo jen jedno dočasné teritorium (Vorel et al. 2014).



Obr. 2: Mapa výskytu bobra na Šumavě v letech 1997 – 2000 (zdroj: Vorel et al. 2014)

Od jara roku 2000 do podzimu 2005 nebyla doložena žádná evidence o výskytu bobra na Šumavě ani v jejím okolí. Důvodem vymizení bobra v tomto časovém úseku mohlo být několik, jako například to, že jedinci z první vlny osídlení s nemuseli vůbec potkat, kvůli rozsáhlému území Šumavy. Dále mohl být důvodem špatný poměr pohlaví jedinců. Nelze vyloučit ani to, že za vymizení bobra na Šumavě může člověk. Několikrát byl zaznamenán jeho ilegální lov (Vorel et al. 2014).

Druhé již úspěšné osídlování Šumavy začalo v roce 2005. To bylo způsobeno intenzivním zvyšováním populační hustoty bobrů na řece Regen (Řezná) v Bavorsku. Šíření těchto jedinců na území Šumavy tak bylo logické a nevyhnutelné. První trvalé teritorium na Šumavě vzniklo v roce 2005 na toku Řezné. V následujících letech bobři na Šumavě vytvořili 17 trvalých teritorií a k zimě roku 2012 se velikost populace pohybovala kolem sta jedinců. Bobří populace je na Šumavě nyní stabilní a vznikají stále nová teritoria. S rostoucí hustotou osídlení roste i počet mladých jedinců, kteří se vydávají osídlovat jiná území mimo Šumavu (Vorel et al. 2014).



Obr. 3: Mapa výskytu bobra na Šumavě. Plná kolečka označují lokality, které byly alespoň jednou osídlené v letech 2005 až 2012; prázdná kolečka představují lokality, které byly evidovány ke konci roku 2012 (zdroj: Vorel et al. 2014)

3.5.3 Dynamika osídlení s ohledem na nadmořskou výšku

Osídlování Šumavy probíhalo v různých nadmořských výškách, přičemž nejvíce bobr osídloval lokality, které byly v nadmořských výškách 700 až 900 metrů nad mořem. V první etapě osídlování byli zaznamenáni i jedinci, kteří překonali hory v nadmořských výškách přes 1000 metrů nad mořem. Nejvýše pozorovaný jedinec byl na Šumavě pod vrcholem Křemelné v nadmořské výšce 1125 metrů nad mořem. Během prvního osídlování Šumavy se bobři vyskytovali ve vyšších nadmořských výškách než při druhém osídlování (Vorel et al. 2014).

V rámci České republiky se bobři vyskytují v nejvyšších nadmořských výškách právě na Šumavě. Těmito oblastmi však bobři často pouze procházejí při hledání vhodného stanoviště. Přesto si bobři na Šumavě vytvářejí trvalá teritoria i ve velmi vysokých nadmořských výškách. Například v roce 1998 byl zaznamenán jedinec, který prezimoval ve výšce 955 metrů nad mořem (Vorel et al. 2014).

V nadmořských výškách nad 900 m n. m. se stává okolí vodních toků pro bobry málo úživným a nabídka vhodných dřevin pro ně klesá. Vrby a topoly se zde vyskytují řídko, proto bobři využívají jako potravu i jiné druhy dřevin, jako jsou břízy, jeřáby a olše. Tyto druhy dřevin však nejsou schopny dlouhodobě uspokojit potravní požadavky bobrů, protože jejich růst a doba regenerace je ve vysokých nadmořských výškách pomalá (Vorel et al. 2012).

4. Metodika

4.1 Zdroj dat

V rámci této bakalářské práce bylo pracováno s daty, která byla získána monitorováním populace bobrů na území CHKO a NP Šumava. Data ze zimního období roku 2015 a 2019 pro tuhle práci byla poskytnuta Ing. Alešem Vorlem, Ph.D. Aktuální prostorová data z podzimu roku 2022 byla sesbírána autorkou práce pomocí terénního mapování na Šumavě.

4.2 Charakteristika území

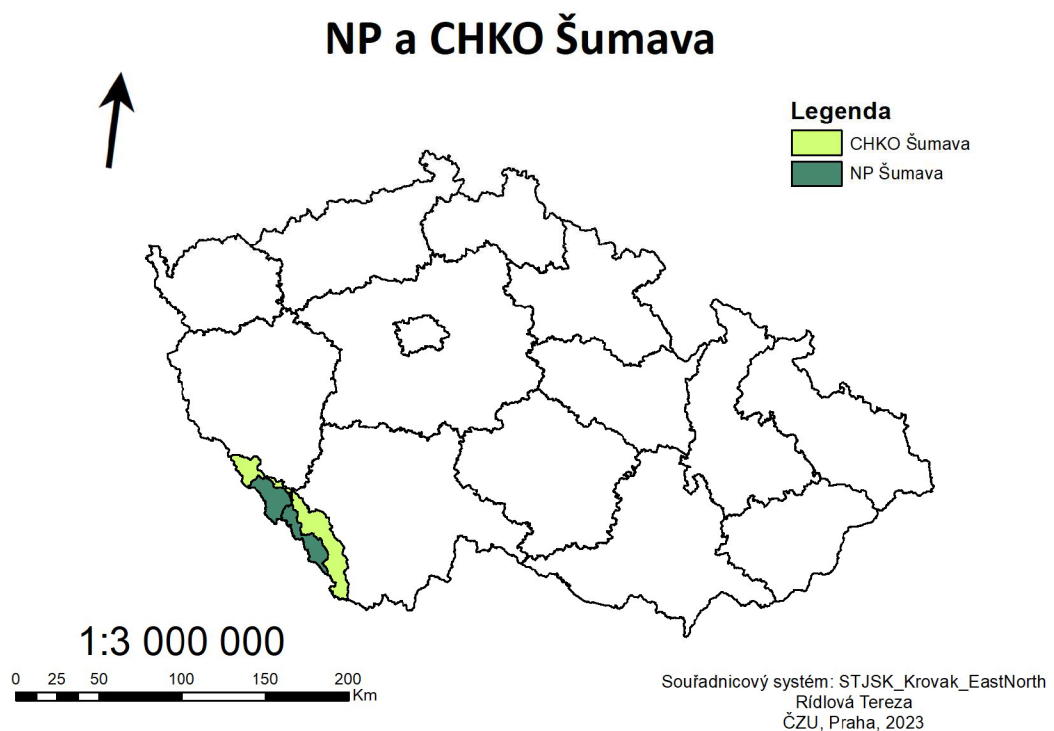
Národní park a chráněná krajinná oblast Šumava se nachází v jihozápadních Čechách. Toto území se rozkládá převážně na území Jihočeského kraje a částečně Plzeňského kraje. Rozloha chráněné krajinné oblasti činí přibližně 99 480 hektarů a rozloha národního parku je 68 340 hektarů. Šumava je svou rozlohou největším národním parkem v České republice (Křenová, 2008). Šumava je také jedním z nejstarších pohoří ve střední Evropě. Nejvyšším položeným bodem je vrchol hory Plechý, který se tyčí v nadmořské výšce 1378 metrů nad mořem (Národní park Šumava, 2020).

Klíma na Šumavě je poměrně chladné a vlhké, avšak liší se v závislosti na nadmořské výšce a reliéfu v různých částech oblasti. V oblastech nižších poloh, okolo 750 metrů nad mořem, se průměrné roční teploty pohybují kolem 6 °C a průměrné roční srážkové úhrny činí přibližně 1000 mm. V horských oblastech nad 1000 metrů nad mořem se průměrné roční teploty pohybují kolem 3 °C a roční srážkové úhrny jsou přibližně 1500 mm. Nejchladnějšími oblastmi jsou Březník a Jezerní slat' u Kvildy. Charakteristické pro Šumavu jsou také mlhy, které se v této oblasti vyskytují velmi často, ve vysokohorských oblastech až 200 dní v roce. Vítr zde převládá západní a jihozápadní, dosahuje průměrně rychlosti 5 až 8 metrů za sekundu (Křenová, 2008).

Šumava má velice rozmanitou a bohatou flóru. 80 % území tvoří lesní pozemky. Hlavní dřevinou je zde smrk ztepilý (*Picea abies*), tvoří téměř 70 % druhového složení stromového patra. Dále se zde vyskytuje například buk lesní (*Fagus sylvatica*), bříza (*Betula spp.*), borovice blatka (*Pinus uncinata subsp. uliginosa*), olše šedá (*Alnus incana*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), jedle bělokorá (*Abies alba*), javor klen (*Acer*

pseudoplatanus), vrba (*Salix spp.*) a olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) (Hubený, 2016). V oblastech kolem 1200 metrů nad mořem se vyskytují téměř jen smrky a jeřáby. Na Šumavě roste také mnoho ohrožených a chráněných druhů rostlin, jako například oměj šalamounek (*Aconitum plicatum*), hořeček mnohotvarý český (*Gentianella praecox subsp. bohemice*) a zvonečník černý (*Phyteuma nigrum*) (Křenová, 2008).

Fauna je na Šumavě také velmi rozmanitá. Žije zde celkem 68 druhů savců, mezi nejvýznamnější patří vlk obecný (*Canis lupus*), rys ostrovid (*Lynx lynx*), kočka divoká (*Felis sylvestris*), bobr evropský (*Castor fiber*) a los evropský (*Alces alces*) (Šustr, 2015). Z ptactva se na tomto území vyskytuje například datlík tříprstý (*Picoides tridactylus*), kos horský (*Turdus torquatus*) a sýc rousný (*Aegolius fenereus*). Šumavská fauna také obsahuje významné skupiny bezobratlých organismů, například znakoplavku horskou (*Notonecta reuteri*) (Křenová, 2008).



Obr. 4: Mapa České republiky s vyznačeným NP a CHKO Šumava (zdrojová data: ČÚZK, AOPK ČR)

4.3 Výběr lokalit

Výběr lokalit byl založen na dostupnosti již existujících dat získaných při mapování bobra evropského na Šumavě v letech 2015 a 2019. Z těchto dat bylo vybráno 16 lokalit, na kterých byla dříve zaznamenána teritoria bobra. Při výběru lokalit byla brána v úvahu také nadmořská výška. Byla snaha vybrat lokality v různých nadmořských výškách. Mezi lokality byl vybrán například Annín u Stříbra, který představoval lokalitu s nejnižší nadmořskou výškou, a Březník, jako lokalita s nejvyšší nadmořskou výškou. Všechny lokality včetně jejich nadmořské výšky zobrazuje tabulka č. 1.

Název	Nadmořská výška
Annín	550
Annín II.	550
Alžbětín	723
Alžbětín II.	730
Ruda	735
Belveder	745
Špičák	763
Špičák II.	790
Pancíř	820
Pamferova Hut'	850
Had'ák	890
Starý Brunsk	937
Modrava	990
Horská Kvilda	1050
Na Ztraceném	1120
Březník	1180

Tab. 1: vybrané lokality výskytu bobrů na Šumavě a jejich nadmořská výška

4.4 Sběr dat

Pobytové známky výskytu bobra byly zaznamenávány během terénních průzkumů vodních toků na Šumavě na podzim roku 2022. Čerstvé okusy, pachové značky a další pobytové známky byly zapisovány do předem vytištěných formulářů. Okusy byly rozdělovány na dokonalé, nedokonalé a zrcátka. V případě, že byl strom pokácený, byl zaznamenán okus dokonalý. Pokud byl strom pouze ohlodán a nebyl pokácen, byl zapsán okus nedokonalý. O zrcátko se jednalo v případě, že na větvi či stromu byla ohlodána pouze malá část kůry. Ke každému okusu, dokonalému i nedokonalému, byl určen rod dřeviny. Následně byl spočítán počet okousaných kmenů a tento počet byl zapsán do jednotlivých kategorií podle průměru kmene. U zrcátek byl zaznamenán pouze rod dřevin. Všechny okusy stejného rodu dřeviny v okruhu pěti metrů byli zaznamenány do jednoho bodu.

Hromádky bahna, trávy či větviček byly zaznamenány jako pachové značky. V případě, že značka byla cítit, byla označena jako aktivní, pokud byla vyčpělá, jednalo se o neaktivní. Do dalších pobytových známek byly zaznamenávány nory, hrady, polohrady, zásobárny a hráze. U všech těchto známek bylo také zapsáno, zda se jedná o aktivní nebo neaktivní. V případě, že se na hradech nebo polohradech nacházely čerstvě ohlodané větve, vchody do nor byly vychozené, hladina vody nad hrázi byla vyšší než pod hrázi a hráz byla opravována, jednalo se o aktivní pobytové známky.

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. 5: Formulář pro zapisování pobytových známek bobra

Po vyplnění informací k pobytové známce byly prostřednictvím GPS zařízení Garmin zaznamenány zeměpisné souřadnice.

4.5 Zpracování dat

Aby bylo možné s daty dále pracovat, byla po dokončení všech terénních průzkumů vodních toků provedena konverze všech získaných dat do elektronické formy. Informace z papírového formuláře byly přepsány do tabulky programu LibreOffice a ke každému záznamu byly doplněny zeměpisné souřadnice z GPS zařízení.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z		
1	CISLO	A_DP	CN	N	N	N	OK_STROM	O	O	O	O	O	O	O	O	O	B	S	S	S	S	NAME	MAPOV	DATUM	C_X	COORD	Y	COORD
2	1	OK	31	00	0	0	Acer ssp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Annín	Tereza	20221021	13,516836	49,171255		
3	2	OK	32	00	0	0	Cornus ssp.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Annín	Tereza	20221021	13,515941	49,170337		
4	3	SM	33	00	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Annín	Tereza	20221021	13,515368	49,169670		
5	4	OK	34	00	0	0	Populus ssp.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Annín	Tereza	20221021	13,514643	49,168775		
6	5	OK	35	00	0	0	Populus ssp.	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Annín	Tereza	20221021	13,514599	49,168741		
7	6	OK	36	00	0	0	Cornus ssp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Annín	Tereza	20221021	13,514590	49,168703		
8	7	OK	37	00	0	0	Populus ssp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Annín	Tereza	20221021	13,514541	49,168650		
9	8	OK	38	00	0	0	Betula ssp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Annín	Tereza	20221021	13,514540	49,168641		
10	9	OK	39	00	0	0	Populus ssp.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Annín	Tereza	20221021	13,514195	49,168405		
11	10	OK	40	00	0	0	Alnus ssp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Annín	Tereza	20221021	13,512396	49,168093		
12	11	OK	41	00	0	0	Alnus ssp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Annín	Tereza	20221021	13,511901	49,168181		
13	12	OK	42	00	0	0	Salix ssp.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Annín	Tereza	20221021	13,505631	49,167179		

Obr. 6: Ukázka pobytových známek v LibreOffice

Jelikož záznamy pobytových známek mají rozdílnou informační hodnotu, například hrad má vyšší informační hodnotu než zrcátko, bylo nezbytné stanovit váhy pro jednotlivé záznamy. V případě aktivní nory, hradu a polohradu byla tato váha stanovena na hodnotu 50. Pro okusy byla potřeba váhu vypočítat. Ostatní pobytové známky se nebraly v úvahu.

Váha pro jednotlivé záznamy okusů byla vypočtena následovně. Počet okusů byl vynásoben koeficientem, který byl určen podle toho, do jaké kategorie průměrů okusy spadaly (tab. 2). Například pokud bylo v jednom záznamu 5 okusů v kategorii průměrů 6 – 12 cm, bylo číslo 5 vynásobeno koeficientem 0,012843. Pokud bylo v jenom záznamu více průměrových kategorií, byly výsledky sečteny.

Kategorie průměrů	Koeficient
0 – 2,5	0,000276
2,5 - 6	0,002297
6 - 12	0,012843
12 - 20	0,051188
20 - 30	0,136096
30 - 40	0,36126
40 - 50	0,617665
Více než 50	1

Tab. 2: kategorie průměrů okusů a koeficienty k jednotlivým kategoriím

Na základě výsledku (x) z předchozího kroku byla následně určena váha pobytové známky podle kategorií uvedených v tabulce č. 3. Například pokud byl výsledek x roven 0,421, odpovídala mu váha pobytové známky 4. Tato váha byla následně zapsána do nového sloupce tabulky v programu LibreOffice.

Kategorie	Váha pobytové známky
$0,000 \leq x \leq 0,125$	1
$0,125 < x \leq 0,250$	2
$0,250 < x \leq 0,375$	3
$0,375 < x \leq 0,500$	4
$0,500 < x \leq 0,625$	5
$0,625 < x \leq 0,750$	6
$0,750 < x \leq 0,875$	7
$0,875 < x \leq 1,000$	8
$1,000 < x \leq 1,125$	9
$1,125 < x \leq 1,250$	10

Tab. 3: tabulka na určení váhy pobytové známky

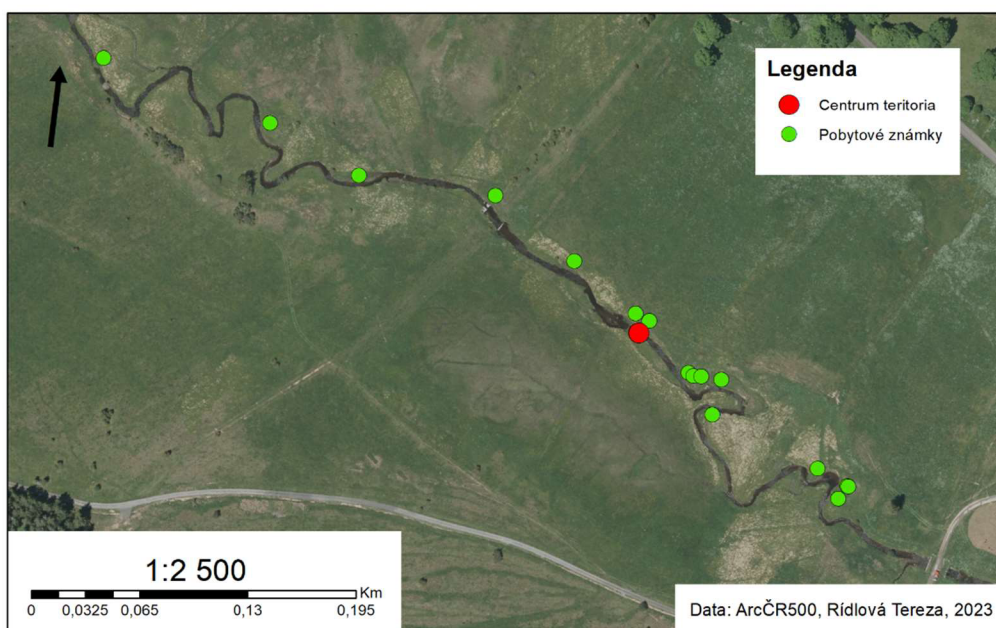
4.6 Převod dat do programu GIS

K přehlednému zobrazení dat v prostoru bylo nutné převést data do programu GIS. GIS je zkratka pro geografický informační systém, což je program umožňující vizualizaci geografických dat, provádění analýz prostorových dat a vytváření vlastních mapových vrstev (Mittapalli et al. 2012). V této bakalářské práci byl využit program ArcGIS od společnosti Esri.

Do programu GIS byla pomocí funkce Create Feature Class XY vložena data, která byla vytvořena v tabulce programu LibreOffice. Díky této funkci byla provedena konverze souřadnic XY na body v prostoru, které představovaly jednotlivé pobytové známky. V důsledku tohoto procesu byla vytvořena nová mapová vrstva, s níž bylo možné dále pracovat.

4.7 Výpočet center teritorií

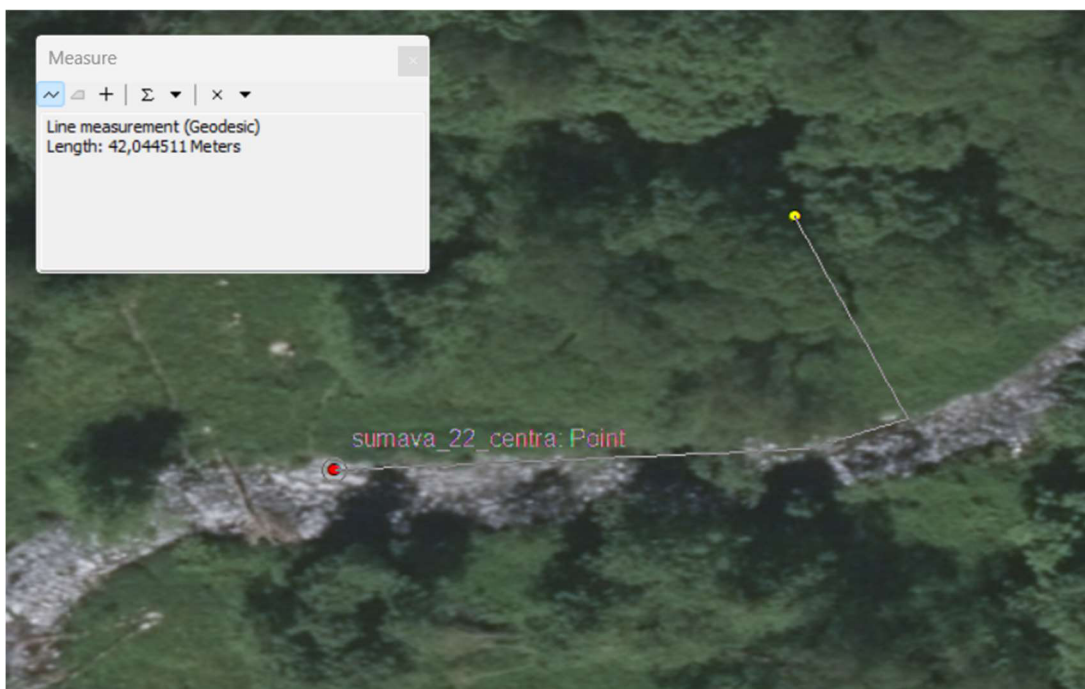
V dalším kroku byl proveden výpočet center teritorií pomocí funkce Mean center v geografickém informačním systému (GIS). K tomuto výpočtu byl použit soubor dat ve formátu shapefile, který obsahoval body v prostoru, jež byly vytvořeny v předchozím kroku. Výpočet center teritorií byl proveden pro všechna teritoria a při tomto výpočtu byly zohledněny váhy jednotlivých bodů. Výsledkem byly nově vytvořené body, jež reprezentovaly centra jednotlivých teritorií na základě váženého průměru umístění všech bodů v rámci daného teritoria. Centra teritorií byla vypočtena pro data z roku 2015, 2019 a 2022.



Obr. 7: Pobytové známky bobra a centrum teritoria na lokalitě Hadčák

4.8 Změření vzdáleností mezi centry teritorií

Vzdálenost mezi centry teritorií byla změřena pomocí funkce Measure v GIS, která umožňuje měřit vzdálenosti a plochy na digitální mapě. Vzhledem k tomu, že se bobří šíří především ve vodním prostředí, bylo měření prováděno po vodním toku. Vždy byla změřena vzdálenost mezi centry v rámci jednoho teritoria v letech 2015-2019, 2019-2022 a 2015-2022. Díky tomu bylo zjištěno, o kolik metrů se teritoria posunula v průběhu těchto období.



Obr. 8: Ukázka měření vzdáleností mezi centry teritorií na lokalitě Alžbětín. Červené kolečko značí centrum teritoria z roku 2022 a žluté centrum teritoria z roku 2019.

Po provedení změření všech vzdáleností mezi centry teritorií byla získaná data zapsána do tabulky v programu Excel. Následně byly tyto hodnoty použity k vytvoření grafů, které vizualizovaly změnu vzdáleností mezi centry teritorií v závislosti na nadmořských výškách. V grafu byly na ose x zobrazeny jednotlivé nadmořské výšky a na ose y byly zobrazeny hodnoty vzdáleností mezi centry teritorií. Dále byly do grafů vloženy lineární spojnice trendu. Díky těmto grafům bylo umožněno snadné porovnání vzdáleností mezi centry teritorií v různých nadmořských výškách.

Nakonec byl v programu R proveden výpočet lineární regrese, který umožnil určit případný vztah mezi vzdálenostmi mezi centry teritorií a nadmořskou výškou.

5. Výsledky

Tabulka číslo 4 obsahuje zobrazuje centra teritorií, jejich nadmořskou výšku a posun teritorií v metrech za tři období: 2015 - 2019, 2019 - 2022 a 2015 - 2022. V některých případech jsou v tabulce chybějící hodnoty, a to kvůli tomu, že určitá teritoria nebyla v roce 2015 nebo 2019 evidována.

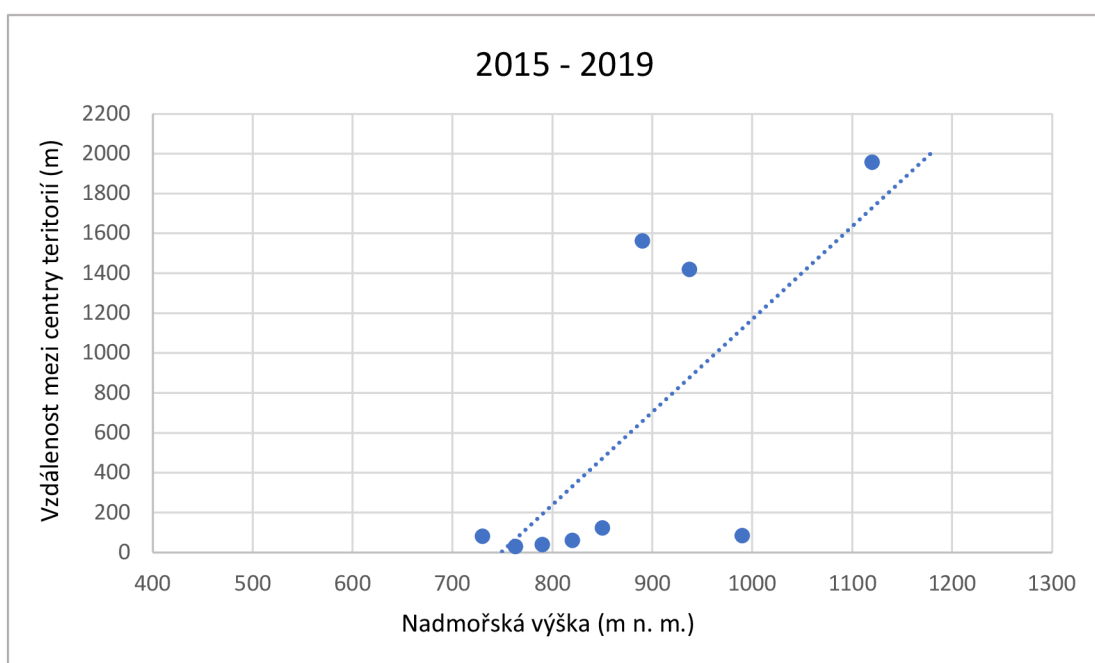
Centra	Nadmořská výška	2015 - 2019	2019 - 2022	2015 - 2022
Annín	550	-	56	-
Annín II.	550	-	230	-
Alžbětín	723	-	42	-
Alžbětín II.	730	83	-	-
Ruda	735	-	-	228
Belveder	745	-	310	-
Špičák	763	31	32	26
Špičák II.	790	41	14	59
Pancíř	820	62	98	26
Pamferova Huť	850	124	31	119
Had'ák	890	1563	699	864
Starý Brunsk	937	1421	431	1822
Modrava	990	86	163	249
Horská Kvilda	1050	-	104	-
Na Ztraceném	1120	1958	920	1038
Březník	1180	-	285	-

Tab. 4: centra teritorií, jejich nadmořská výška a posun teritorií v metrech

5.1 Posun center teritorií 2015 - 2019

V období let 2015 - 2019 byl na lokalitě Na Ztraceném (1120 m n. m.) zaznamenán posun teritoria o 1958 metrů, na lokalitě Starý Brunsk (937 m n. m.) o 1421 metrů. Naopak na lokalitě Alžbětín II. s nadmořskou výškou 730 m n. m. byl zaznamenán posun pouze o 83 metrů. Na lokalitě Modrava v nadmořské výšce 990 metrů nad mořem byla však zaznamenána výjimka, kdy došlo k posunu centra pouze o 86 metrů.

Graf číslo 1 zobrazuje posun všech center teritorií bobrů v různých nadmořských výškách. Na ose x jsou zobrazeny nadmořské výšky a na ose y jsou uvedeny vzdálenosti mezi centry teritorií z roku 2015 a 2019.



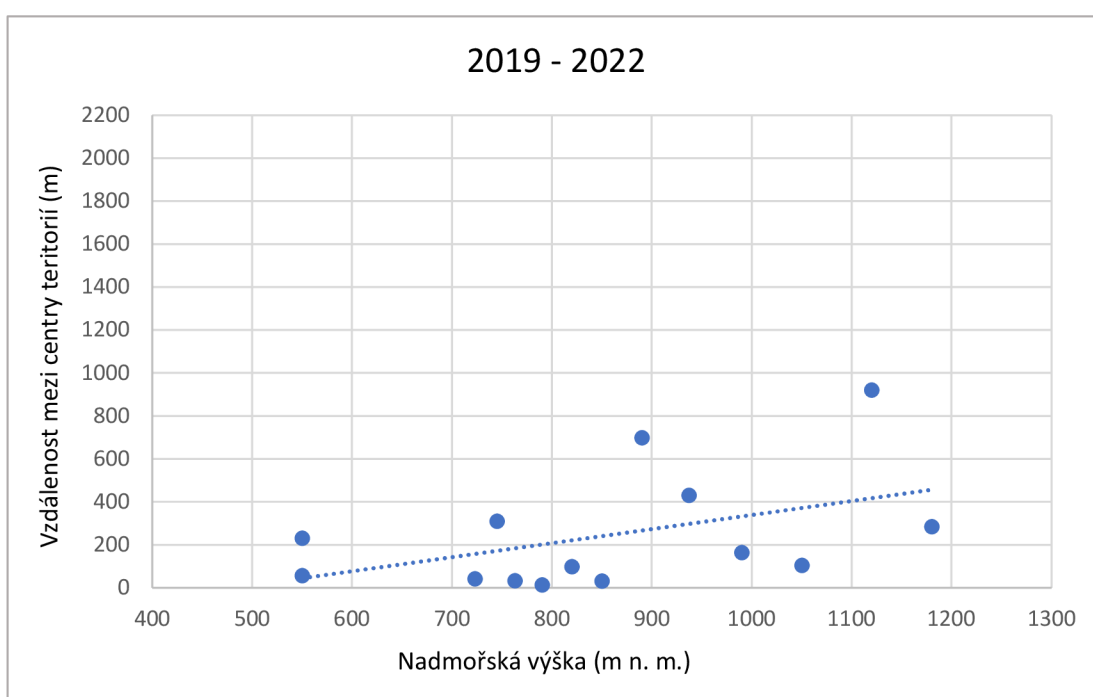
Graf 1: Posun center teritorií v letech 2015 – 2019 v různých nadmořských výškách

Závislost změny centra osídlení na nadmořské výšce je v tomto případě statisticky průkazná. Lineární regrese odhalila signifikantní vztah mezi proměnnými ($R_{adj}^2=0,449$, $p=0,02965$).

5.2 Posun center teritorií 2019 - 2022

Mezi lety 2019 a 2022 nedošlo k tak výraznému posunu center teritorií bobrů jak v předchozím období. Na lokalitách Annín a Annín II. s nadmořskou výškou 550 m n. m., byl posun teritorií poměrně malý – pouze 56 metrů a 230 metrů. Zatímco na lokalitách s vyšší nadmořskou výškou, jako Haďák s nadmořskou výškou 890 m n. m. a Na Ztraceném s nadmořskou výškou 1120 m n. m., byl posun teritorií výraznější – 699 metrů a 920 metrů.

Bodový graf číslo 2 zobrazuje posun teritorií bobrů v různých nadmořských výškách.

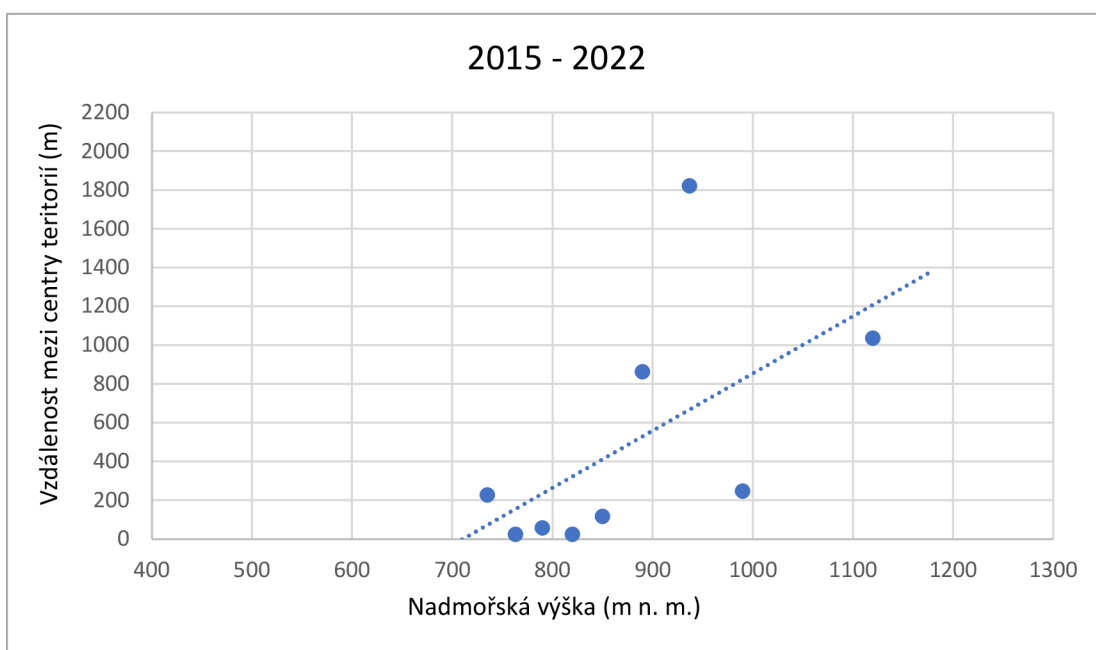


Graf 2: Posun center teritorií v letech 2019 – 2020 v různých nadmořských výškách

Závislost změny centra osídlení na nadmořské výšce je v tomto případě statisticky neprůkazná. Lineární regrese odhalila nesignifikantní vztah mezi proměnnými ($R_{adj}^2=0,1406$, $p=0,1024$).

5.3 Posun center teritorií 2015 - 2022

Při porovnání center teritorií bobra v letech 2015 a 2022 bylo zjištěno, že na lokalitě Ruda s nadmořskou výškou 735 m n. m. se centrum teritoria posunulo za sedm let jen o 228 metrů, zatím co na lokalitě Starý Brunsk s nadmořskou výškou 937 m n. m. se posunulo o 1822 metrů. Na lokalitě Špičák II. byl zaznamenán nejmenší posun centra teritoria, kdy došlo k posunu o pouhých 14 metrů v nadmořské výšce 790 metrů nad mořem.

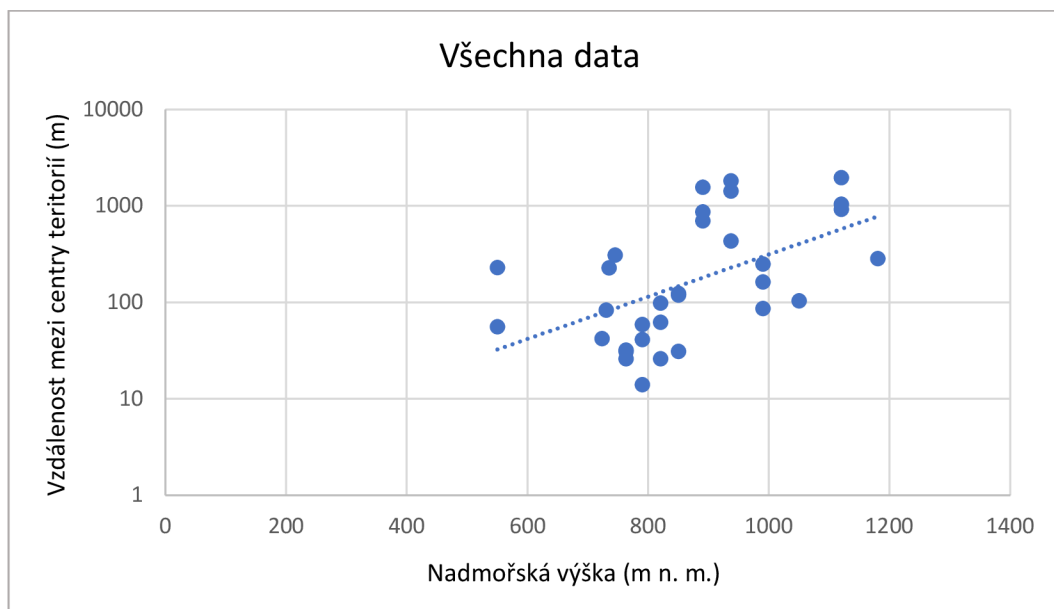


Graf 3: Posun center teritorií v letech 2015 – 2022 v různých nadmořských výškách

Závislost změny centra osídlení na nadmořské výšce je v tomto případě statisticky neprůkazná. Lineární regrese odhalila nesignifikantní vztah mezi proměnnými ($R_{adj}^2=0,2251$, $p=0,1322$).

5.4 Celkový posun center teritorií

Graf číslo 4 zobrazuje posun center teritorií v letech 2015 – 2019, 2019 – 2022 a 2015 – 2022.



Graf 4: celkový posun teritorií v různých nadmořských výškách

Závislost změny centra osídlení na nadmořské výšce je v tomto případě statisticky průkazná. Lineární regrese odhalila signifikantní vztah mezi proměnnými ($R_{adj}^2=0,2582$, $p=0,001759$).

6. Diskuse

Tato bakalářská práce byla zaměřena na studium prostorového rámce bobrů v různých nadmořských výškách na území Šumavy. Hlavním cílem této práce bylo zjistit, zda bobři mění svůj prostorový rámeček častěji ve vyšších nadmořských výškách než v nižších nadmořských výškách. Hypotézou bylo, že bobři mění svá centra teritorií častěji ve vyšších nadmořských výškách.

Výsledky této práce naznačují, že nadmořská výška má vliv na teritoriální aktivitu bobrů, a to zejména v oblastech s vyšší nadmořskou výškou, kde byl pozorován větší posun center teritorií. Lineární regrese u celkového posunu center teritorií odhalila signifikantní vztah mezi proměnnými ($R_{adj}^2=0,2582$, $p=0,001759$). Tyto výsledky podporují hypotézu, že bobři v oblastech s vyšší nadmořskou výškou mění svá centra teritorií častěji než v nižších nadmořských výškách.

Konkrétně byl zaznamenán průměrný posun center teritorií v nadmořských výškách nad 800 metrů nad mořem o 603 metrů, zatímco v nižších nadmořských výškách do 800 metrů nad mořem to bylo pouze 96 metrů. Vyšší pravděpodobnost posunu centra teritoria v oblastech s vysokou nadmořskou výškou mohla být způsobena především menší dostupností preferovaných dřevin a pomalejší regenerací dřevin v těchto oblastech.

Na většině území ve vyšších nadmořských výškách byl zaznamenán vysoký posun center teritorií. Nicméně existují lokality, kde tomu tak nebylo. Například na Modravě, která se nachází 990 metrů nad mořem, došlo k posunu pouze o 86 metrů. V oblastech níže položených, jako například Annín II. v nadmořské výšce 550 metrů nad mořem, byly zaznamenány posuny o 230 metrů, avšak na lokalitě Annín, ve stejné nadmořské výšce, došlo k posunu pouze o 50 metrů. Proto je důležité brát v úvahu, že každá lokalita je unikátní a může být ovlivněna různými faktory, jako jsou místní podmínky a specifika prostředí, kde se bobři vyskytují. Je tedy zřejmé, že změny v centru teritoria nejsou pouze závislé na nadmořské výšce, ale také na konkrétní lokalitě.

Kromě nadmořské výšky mohou existovat i další faktory, které ovlivňují posun centra teritoria bobrů, jako například dostupnost potravy. Pokud v dané lokalitě není dostatek potravy pro bobra, může to vést k jeho většímu posunu teritoria na místo, kde je potravy dostatek (Fryxell et al. 2001). Přítomnost predátorů, jako jsou vlci, kteří se vyskytují na Šumavě, také mohou ovlivňovat posun centra teritoria bobrů. Dále může

činnost člověka ovlivnit posun centra teritoria bobrů. Na lokalitě Ruda byly například zaznamenány ohrady pro koně, které vedly přes potok. Tato překážka mohla mít vliv na výskyt bobrů v této oblasti.

Je zajímavé, že výsledky ukazují, že se centra teritoria nepohybovala vždy ve stejném směru. Například v lokalitě Na Ztraceném v nadmořské výšce 1120 metrů nad mořem byl zaznamenán posun centra teritoria zpět o 920 metrů. Stejně tak na lokalitě Had'ák v nadmořské výšce 890 metrů nad mořem došlo k posunu centra teritoria zpět o 699 metrů.

Studie Labracque-Foy et al. (2020) popisuje střídavé využívání obydlí bobry na některých územích. Během studie bylo zjištěno, že když se potravní zdroje v okolí jejich obydlí vyčerpaly, bobři se přesunuli do jiného obydlí. Poté, co se dřeviny v okolí nového obydlí také vyčerpaly, se bobři vrátili zpět do původního obydlí, kde se dřeviny již obnovily. Toto střídání mezi obydlími bylo pozorováno na 37 % zkoumaných lokalitách po dobu dvou až tří let. Lze tedy předpokládat, že k tomuto střídání obydlí dochází také na území Šumavy.

Podobné výsledky zjistil i Fryxell et al. (2001). V jeho studii bylo nepřetržitě 11 let sledováno 30 lokalit, kde se bobři vyskytovali. Bylo zjištěno, že 80 % lokalit bylo alespoň jednou opuštěno. Některé lokality byly opuštěny jen na jeden rok, ale bylo také pozorováno opuštění některých lokalit po dobu pěti let.

Díky této bakalářské práci je nyní k dispozici lepší poznání chování bobrů v závislosti na nadmořské výšce. Výsledky této práce přinášejí zajímavé informace pro budoucí výzkumy teritoriálního chování bobrů. Nicméně, je třeba brát úvahu omezení této práce, jako například malý počet zkoumaných lokalit, na kterých byla mapována teritoriální aktivita bobrů, a také omezení na roky 2015, 2019 a 2022, kdy bylo provedeno mapování. Rozšíření studie na více lokalit v různých nadmořských výškách a s pravidelnějším mapováním by mohlo poskytnout podrobnější informace o vztahu mezi nadmořskou výškou a dynamikou teritorií bobrů.

7. Závěr a přínos práce

Tato bakalářská práce byla zaměřena na vliv nadmořské výšky na dynamiku teritorií bobrů v oblasti Šumavy. Z výsledků studie bylo zjištěno, že posun center teritorií bobrů byl ovlivněn nadmořskou výškou. V oblastech s vyšší nadmořskou výškou byl zaznamenán větší posun center teritorií, což podporuje hypotézu, že bobři mění svá centra teritorií častěji v oblastech s vyšší nadmořskou výškou než v oblastech s nižší nadmořskou výškou. Nicméně je třeba brát v úvahu, že každá lokalita je unikátní a posun center teritorií mohl být ovlivněn i jinými faktory.

Výsledky této práce přinesly cenné informace o tom, jak se měnilo chování bobrů v závislosti na nadmořské výšce. Tyto výsledky jsou důležité pro budoucí výzkumy teritoriálního chování těchto živočichů. Pro další rozvoj této problematiky by bylo vhodné rozšířit studii na více lokalit na Šumavě v různých nadmořských výškách a s pravidelnějším mapováním, což by mohlo poskytnout podrobnější informace o vztahu mezi nadmořskou výškou a dynamikou center teritorií. Další možností by bylo rozšířit studii o jiné lokality v rámci České republiky a porovnat vliv nadmořské výšky na teritoriální chování bobrů v různých oblastech. Takové studie by mohly přinést nová poznání a zlepšit naše chápání chování těchto živočichů.

Celkově lze tedy konstatovat, že tato bakalářská práce poskytla důležité poznatky o změnách prostorového rámce bobra v různých nadmořských výškách a přispěla tak k lepšímu pochopení chování bobrů.

8. Zdroje

Barták, V., Vorel, A., Šímová, P. et Puš, V., 2013: Spatial spread of Eurasian beavers in river networks: a comparison of range expansion rates. *Journal of Animal Ecology*, 82(3), 587-597.

Brazier, R., Puttock, A., Graham, H., Anderson, K., Cunliffe, A. et Elliott, M., 2016: Quantifying the multiple, environmental benefits of reintroducing the Eurasian Beaver. EGU general assembly conference abstracts, 1.

Brazier, R. E., Puttock, A., Graham, H. A., Auster, R. E., Davies, K. H., & Brown, C. M., 2020: Beaver: Nature's ecosystem engineers. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 8(1), e1494.

Buij, R., Wich, S. A., Lubis, A. H. et Sterck, E. H. M., 2002: Seasonal movements in the Sumatran orangutan (*Pongo pygmaeus abelii*) and consequences for conservation. *Biological Conservation* 107(1), 83-87.

Burt, W. H., 1943: Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of mammalogy*, 24(3), 346-352.

Campbell-Palmer, R., Gow, D., Schwab, G., Halley, D. J., Gurnell, J., Girling, S., Lisle, S., Campbell, R., Dickinson, H. et Jones, S., 2016: The Eurasian Beaver Handbook: Ecology and Management of *Castor fiber*. Pelagic Publishing, UK, 1-62.

Camfield, A. F., Pearson, S. F. et Martin, K., 2010: Life history variation between high and low elevation subspecies of horned larks *Eremophila* spp. *Journal of Avian Biology* 41, 273-281.

Donkor, N. T., et Fryxell, J. M. 1999: Impact of beaver foraging on structure of lowland boreal forests of Algonquin Provincial Park, Ontario. *Forest Ecology and Management*, 118(1-3), 83-92.

Fryxell, J. M., 1992: Space use by beavers in relation to resource abundance. *Oikos*, 474-478.

Fryxell, J. M., 2001: Habitat suitability and source-sink dynamics of beavers. *Journal of Animal Ecology*, 70(2), 310-316.

Fustec, J., Lodé, T., Le Jacques, D. et Cormier, J. P., 2001: Colonization, riparian habitat selection and home range size in a reintroduced population of European beavers in the Loire. *Freshwater Biology*, 46(10), 1361-1371.

Graf, P. M., Mayer, M., Zedrosser, A., Hackländer, K. et Rosell, F., 2016: Territory size and age explain movement patterns in the Eurasian beaver. *Mammalian Biology*, 81(6), 587-594.

Halley, D. J., et Rosell, F., 2002: The beaver's reconquest of Eurasia: status, population development and management of a conservation success. *Mammal review*, 32(3), 153-178.

Hubený, P., et Čížková, P., 2016: Šumavské lesy pod lupou. Správa Národního parku Šumava, Vimperk, 1-129.

Korbelová, J., Hamšíková, L., Maloň, J., Válková, L., et Vorel, A., 2016: Seasonal variation in the home range size of the Eurasian beaver: do patterns vary across habitats? *Mammal Research*, 61, 243-253.

Křenová, Z., 2008: Národní park Šumava. *Ochrana přírody*, 63(6), 2-5.

Labrecque-Foy, J. P., Morin, H., et Girona, M. M., 2020: Dynamics of territorial occupation by North American beavers in Canadian boreal forests: A novel dendroecological approach. *Forests*, 11, 1-12.

Mittapalli, G. Gorthi, K., et Arathiand, S., 2012: Development of Spatial Analyst toolbar in ArcGIS. *Journal of Advances in Remote Sensing and Gis*, 1, 25-30.

Müller-Schwarze, D. et Schulte, B. A., 1999: Behavioral and ecological characteristics of a "climax" population of beaver (*Castor canadensis*). *Beaver protection, management, and utilization in Europe and North America*, 161-177.

Müller-Schwarze, D., 2011: *The beaver: natural history of a wetlands engineer*. Comstock Publishing Associates, Ithaca, 192 s.

Mysterud, A., 1999: Seasonal migration pattern and home range of roe deer (*Capreolus capreolus*) in an altitudinal gradient in southern Norway. *Journal of zoology* 247(4), 479-486.

- Národní park Šumava, 2020: Zásady péče o Národní park Šumava na období 2022-2040, Vimperk, 105 s.
- Nolet, B. A., & Rosell, F., 1998: Comeback of the beaver *Castor fiber*: an overview of old and new conservation problems. *Biological conservation*, 83(2), 165-173.
- Remonti, L., Balestrieri, A. et Prigioni, C., 2009: Altitudinal gradient of Eurasian otter (*Lutra lutra*) food niche in Mediterranean habitats. *Canadian Journal of Zoology* 87(4), 285-291.
- Rosell, F., Bergan, F. et Parker, H., 1998: Scent-marking in the Eurasian beaver (*Castor fiber*) as a means of territory defense. *Journal of Chemical Ecology*, 24, 207-219.
- Rosell, F. et Thomsen, L. R., 2006: Sexual dimorphism in territorial scent marking by adult Eurasian beavers (*Castor fiber*). *Journal of chemical ecology*, 32, 1301-1315.
- Sun, L., Müller-Schwarze, D. et Schulte, B. A., 2000: Dispersal pattern and effective population size of the beaver. *Canadian Journal of Zoology* 78(3), 393-398.
- Šafář, J., 2002: Novodobé rozšíření bobra evropského (*Castor fiber* L., 1758) v České republice. *Příroda*, 13, 161-196.
- Šustr, P., 2015: Velcí savci na Šumavě, Správa Národního parku Šumava, Vimperk, 157 s.
- Šimůnková, K. et Vorel, A., 2015: Spatial and temporal circumstances affecting the population growth of beavers. *Mammalian Biology*, 80, 468-476.
- Taylor, J. D., Yarrow, G. K. et Miller, J. E., 2017: Beavers. *Wildlife Damage Management Technical Series*. USDA, APHIS, WS National Wildlife Research Center. Ft. Collins, Colorado 1-21.
- Uhlíková, J., Vorel, A., Šíma, J. et Kostkan, V., 2014: Program péče o bobra evropského. *Ochrana přírody* 69(1), 10-14.
- Véron, G., 1992: Histoire biogéographique du castor d'Europe, *Castor fiber* (Rodentia, Mammalia), 87-108.

- Vorel, A., 2006: Program péče o populaci bobra evropského. *Ochrana přírody* 61(7), 202-207.
- Vorel, A., Váľková, L., Hamšíková, L., Malon, J., & Korbelová, J., 2008: The Eurasian beaver population monitoring status in the Czech Republic. *Natura Croatica: Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici*, 17(4), 217-232.
- Vorel, A., Šafář, J. et Šimůnková, K., 2012: Recentní rozšíření bobra evropského (*Castor fiber*) v České republice v letech 2002-2012 (Rodentia: Castoridae). *Lynx* 43, 149-179
- Vorel, A., Šíma, J., Uhlíková, J., Peltánová, A., Mínariková, T. et Švanyga, J., 2013: Program péče o bobra evropského v České republice. *AOPK a MŽP*, 1-97.
- Vorel, A., Mokřý, J. et Šimůnková, K., 2014: Růst populace bobra evropského na Šumavě. *Silva Gabreta*, 20(1), 25-40.
- Vorel, A., Váľková, L., Hamšíková, L., Maloň, J. et Korbelová, J., 2015: Beaver foraging behaviour: seasonal foraging specialization by a choosy generalist herbivore. *Behavioral ecology and sociobiology*, 69, 1221-1235.
- Vorel, A., Dostál, T., Uhlíková, J., Korbelová, J. et Koudelka, P., 2016: Průvodce v soužití s bobrem. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha, 1-129.
- Ważna, A., Cichocki, J., Bojarski, J. et Gabryś, G., 2018: Selective foraging on tree and shrub species by the European beaver *Castor fiber* in lowland and highland habitats in western Poland. *Polish Journal of Ecology*, 66(3), 286-300.
- Wilsson, L., 1971: Observations and experiments on the ethology of the European beaver (*Castor fiber* L.): A study in the development of phylogenetically adapted behaviour in a highly specialized mammal, Stockholm University, 115-226.

9. Seznam obrázků

Obr. 1: Mapa výskytu bobra evropského v České republice (AOPK ČR: Nálezová databáze ochrany přírody (online) [cit. 2023.03.19], dostupné z <<https://portal.nature.cz/nd/>>.

Obr. 2: Mapa výskytu bobra na Šumavě v letech 1997 – 2000 (zdroj: Vorel et al. 2014).

Obr. 3: Mapa výskytu bobra na Šumavě. Plná kolečka označují lokality, které byly alespoň jednou osídlené v letech 2005 až 2012; (zdroj: Vorel et al. 2014).

Obr. 4: Mapa České republiky s vyznačeným NP a CHKO Šumava (ČÚZK: Digitální geografický model území ČR (online) [cit. 2023.03.19], dostupné z <<https://geoportal.cuzk.cz/>>.

Obr. 5: Formulář pro zapisování pobytových známek bobra.

Obr. 6: Ukázka pobytových známek v LibreOffice.

Obr. 7: Pobytové známky bobra a centrum teritoria na lokalitě Haďák.

Obr. 8: Ukázka měření vzdálenosti mezi centry teritorií na lokalitě Alžbětín.

10. Přílohy



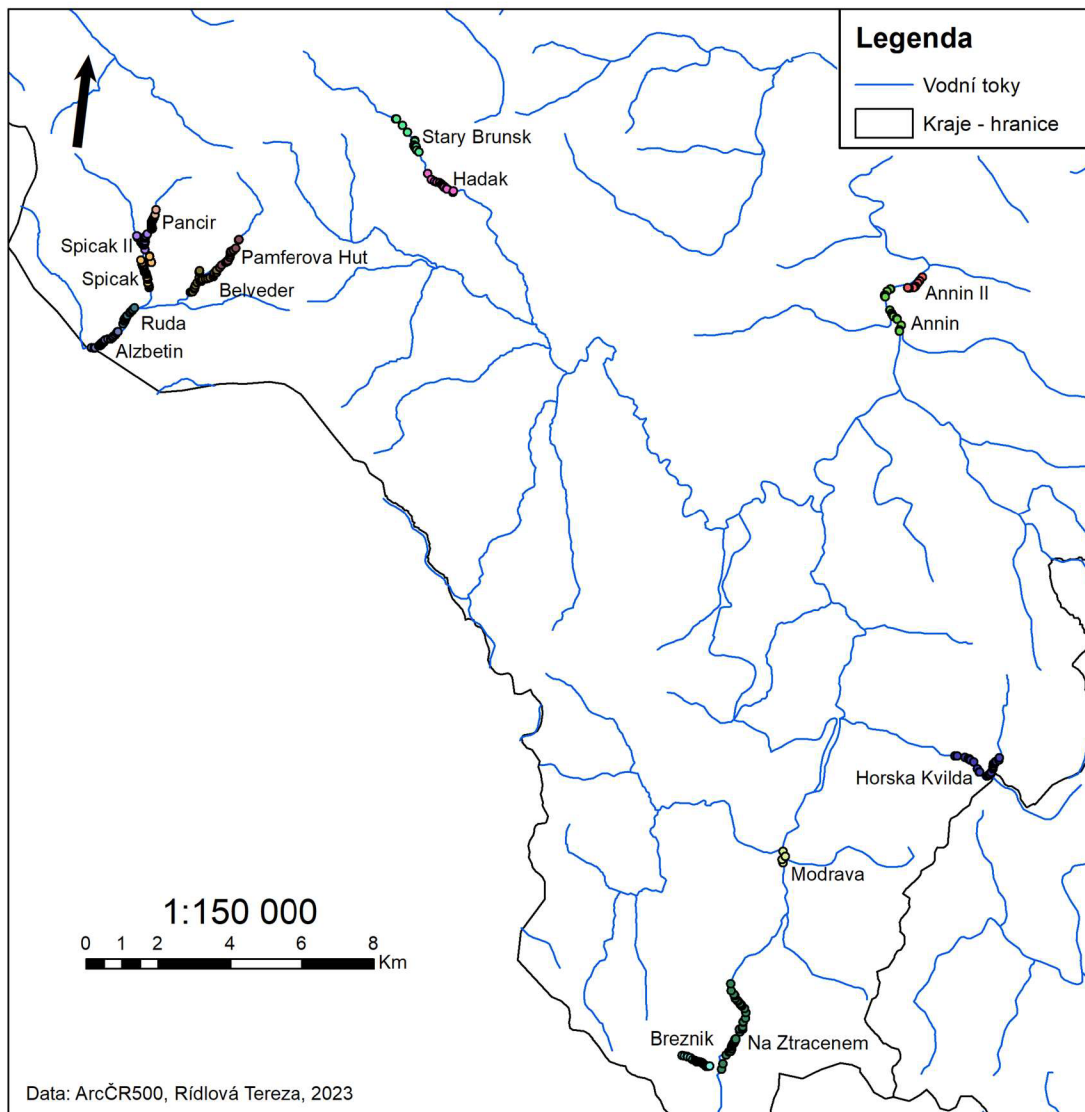
Obr. 9: Okus dokonalý



Obr. 10: Okus nedokonalý



Obr. 11: Zrcátko



Obr. 12: Pobytové známky bobra na Šumavě 2022 a názvy lokalit