

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**

**Katedra ekologie**



Česká  
zemědělská  
univerzita  
v Praze

**Analýza struktury potravy bobra evropského**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Adam Tetaur**

**Obor studia: Inženýrská ekologie – Ochrana přírody**

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

© 2020 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Adam Tetaur

Inženýrská ekologie  
Ochrana přírody

Název práce

Analýza struktury potravy bobra evropského

Název anglicky

Analysis of Food structure of the Eurasian beaver

---

Cíle práce

U bobra evropského nacházíme tři základní složky potravy: suchozemské byliny, dřeviny a podvodní byliny. Proporce těchto tří zdrojů se sezónně i geograficky proměňuje. Vcelku zdařilá a jednoduchá evidence okusu dřevin je v protipólu k obtížně identifikovatelným a kvantifikovatelným zbyvajícím zdrojům. Jednou z mála možností jak hodnotit celé potravní portfolio je kvantifikace základních potravních frakcí pomocí rozboru trusu. Na základě odchyty a odběru trusu živým jedincům máme ve střední Evropě již dosti dobrou představu o změnách zmíněných základních zdrojů během tří sezón: jaro-podzim. Jaká je proporce mezi třemi základními frakcemi v zimě – když nemohou probíhat odchyty – však není jasno. Jednou z mála možností je rozbor nalezeného trusu, jelikož defekace bobrů je prováděna do vody, zachycení vzorků trusu je sice sporadické nikoliv však nemožné.

Student bude navazovat na svou předcházející bakalářskou práci, v té došlo k analýze cca 35 zimních vzorků ze dvou geograficky odlišných oblastí v průběhu dvou relativně teplých zim.

Cílem diplomové práce bude vyhledání, analýza a srovnání nových vzorků z předchozí evidencí. Základní otázkou bude zda je proporce dřevin v potravě nezávislá na intenzitě zimy a na nadmořské výšce.

Metodika

Student bude vyhledávat trus ve třech oblastech s odlišnou nadmořskou výškou, půjde o vzorky vzniklé v klimaticky co nejchladnějších fázích zimy. Konkrétně budou zájmové lokality tyto: oblast Soutoku na jižní Moravě, nejvyšší oblasti výskytu bobra na Šumavě a výskyt na Rozvadovsku.

V každé oblasti by student měl během silné i teplé zimy nalézt alespoň 15 vzorků trusu.

Následně provede rozbor trusu s cílem určit základní proporce frakcí potravy.

Nakonec dojde k statistickému vyhodnocení všech vzorků s cílem zodpovědět nastolenou otázku.

Doporučený rozsah práce  
50-60

Klíčová slova  
bobr, rozbor potravy,

---

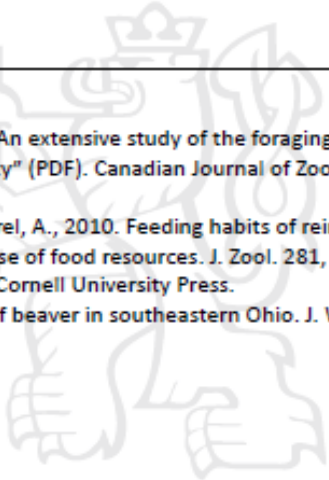
Doporučené zdroje informací

Gallant, D.; Bérubé, C.H.; Tremblay, E. & Vasseur, L. (2004). "An extensive study of the foraging ecology of beavers (*Castor canadensis*) in relation to habitat quality" (PDF). *Canadian Journal of Zoology*. 82 (6): 922–933.

Krojerová-Prokešová, J., Barančeková, M., Hamšíková, L., Vorel, A., 2010. Feeding habits of reintroduced Eurasian beaver: spatial and seasonal variation in the use of food resources. *J. Zool.* 281, 183–193.

Müller-Schwarze, D. (2011). *The beaver: its life and impact*. Cornell University Press.

Svendsen, G.E., 1980. Seasonal change in feeding patterns of beaver in southeastern Ohio. *J. Wildl. Manage.*



---

Předběžný termín obhajoby  
2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce  
Ing. Aleš Vorel, Ph.D.

Garantující pracoviště  
Katedra ekologie

Konzultant  
Jan Horníček

---

Elektronicky schváleno dne 5. 3. 2020

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.  
vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 9. 3. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.  
Děkan

V Praze dne 29. 06. 2020

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Analýza struktury potravy bobra evropského" jsem vypracoval samostatně pod vedením Ing. Aleše Vorla Ph.D. a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30. 6. 2020 \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu Ing. Alešovi Vorlovi Ph.D. za vedení práce, trpělivost a dlouhodobou spolupráci na výzkumu bobra evropského. Také bych rád poděkoval Ing. Janu Horníčkoví za pomoc při sběru vzorků. Dále bych rád poděkoval své rodině a přátelům za všechnu podporu a pomoc, jmenovitě slečně Shuran Zhao.

V Praze dne 30. 6. 2020

# Analýza struktury potravy bobra evropského

## Abstrakt

O struktuře potravy bobra evropského víme, že se mění spolu s obdobím roku. V základu se skládá ze tří základních složek: dřevin, terestrických rostlin a vodních rostlin. Na jaře, v létě a na podzim v potravě převládají terestrické a vodní rostliny, v zimě se preference přesouvají k dřevinám. Tato práce navazuje na předchozí analýzu struktury zimní potravy bobra evropského na území České republiky (konkrétně v Českém lese a na jižní Moravě) z let 2015 a 2016. Současný výzkum je rozšířen o další lokality v ČR (Čechy, jižní Moravy, Šumavy a Bavorského lesa) za účelem porovnání struktury potravy a potravních preferencí bobra evropského ve vztahu nejen k lokalitě a období, ale také k ostatním faktorům, jako je měnící se nadmořská výška a teplota panující před a v době sběru. Celkem bylo zanalyzováno 181 vzorků z 41 rodinách v letech 2017, 2018 a 2019. Z předchozího výzkumu vyplývá skutečnost, že v zimní potravě výrazně převládá dřevinná složka potravy s občasnou příměsí terestrických a vodních rostlin. Což se potvrdilo i v současném výzkumu. Získaná data ukázala výrazný vliv nadmořské výšky na přijímanou potravu všech druhů, kdy spolu s rostoucí nadmořskou výškou rostl i podíl konzumované dřevinné potravy, zatím co množství terestrických a vodních rostlin klesalo. Teplota prostředí měla dopad na množství přijímané dřevinné potravy, ale na terestrické a vodní rostliny nebyl, překvapivě, prokázán signifikantní vliv. Obdobně jako v předchozím výzkumu ani nyní se neprojevil signifikantní rozdíl mezi samotnými lokalitami. Pouze mezi Českým lesem a německým Bavorským lesem v případě všech kategorií potravy a mezi Českým lesem a Šumavou v konzumaci vodních rostlin. Výzkum ukázal, že nadmořská výška a teplota jsou důležité faktory v determinaci struktury potravy. Tuto skutečnost mají na svědomí měnící se podmínky a s nimi i měnící se přístupnost potravy a její nabídky. Pro zajištění správnosti zjištěných výsledků doporučuji pokračovat v dlouhodobém sledování.

Klíčová slova: bobr, potravní analýza, struktura potravy, nadmořská výška, teplota, Český les, jižní Morava, Šumava, Bavorský les, zima, rozbor trusu

# **Analysis of Food structure of the Eurasian beaver**

## **Abstract**

About beaver diet structure we know that it is changing with season. It consists of three basic components: woody species, terrestrial plants and water plants. Terrestrial and water plants are predominant during Spring, Summer and Fall, during winter the preference shifts towards woody diet. This work builds on previous analysis of winter beaver diet structure in Czech Republic (specifically in Czech forest and south Moravia) from years 2015 and 2016. Current research is expanded with more locations in CZ (Czech forest, south Moravia, Sumava and Bavarian forest) to better compare the structure and preferences of beaver diet and the effect of not only location and season, but other factors as altitude and temperature before and during sample collecting. 181 samples from 41 families of the years 2017, 2018 and 2019 in total were analyzed. It is known from previous research that woody diet is largely predominant with occasional addition of terrestrial and water plants. Which was confirmed in current research too. Collected data showed considerable effect of altitude on consumed food of all kinds, where with higher altitude the amount of woody food grew, while terrestrial and water plants declined. The ambient temperature had impact on amount of consumed woody food, but with terrestrial and water plants there was no significant impact. Like in previous research, even now there is no observed significant difference between locations. Only in case of Czech forest and Bavarian forest, where the difference in all food types was significant and between Czech forest and Sumava in case of water plants. Research showed that both the altitude and ambient temperature are important factors in diet structure determination. This fact is due the changing conditions and with them changes in food availability and options. For ensuring accuracy of found results I recommend long term repeated sample collecting and analysis.

**Key words:** beaver, diet preferences, diet structure, altitude, temperature, Czech forest, south Moravia, Sumava, Bavarian forest, winter, scat analysis

## Obsah

1 Úvod .....	10
2 Cíle práce .....	12
3 Literární rešerše .....	13
3.1 Zařazení druhu .....	13
3.2 Popis druhu .....	13
3.3 Areál rozšíření .....	14
3.3 Sezonní potrava – roční období .....	15
3.4 Sezonní potrava – vliv oblasti.....	16
3.5 Vztah výživové hodnoty, stravitelnosti a přijímané potravy.....	17
3.6 Způsoby studia potravy.....	18
4 Metodika.....	21
4.1 Zájmový vzorek a jejich sběr .....	21
4.2 Určení a výběr rodin .....	22
4.3 Sledovaná oblast .....	23
4.3.1 Český les.....	24
4.3.2 Morava .....	27
4.3.3 Šumava.....	30
4.3.4 Německo – Bayerischer Wald.....	33
4.4 Práce se vzorkem.....	35
4.4.1 Sběr vzorku.....	35
4.4.2 Příprava vzorku pro analýzu .....	37
4.4.3 Makroskopická analýza .....	38
4.4.4 Zpracování dat – Statistika .....	39
5 Výsledky.....	40
5.2 Potravní preference ve vztahu k teplotě a nadmořské výšce .....	41
5.2.1 Dřeviny .....	42
5.2.2 Terestrické rostliny .....	44
5.2.3 Vodní rostliny .....	45
5.3 Potravní preference ve sledovaných obdobích a lokalitách .....	46
5.3.1 Český les v letech.....	48
5.3.2 Porovnání Českého lesa, Šumavy a Bayerischer Wald.....	49
5.3.3 Morava mezi roky .....	49
6 Diskuse.....	50
7 Závěr.....	53
8 Seznam použité literatury.....	54



8.1 Odborné publikace .....	54
8.2 Internetové zdroje .....	59
8.3 Ostatní zdroje .....	59

## 1 Úvod

Bobr evropský (*Castor fiber*, Linnaeus, 1758) je znám jako takzvaný „ekosystémový inženýr“, jelikož dokáže svou činností přetvářet stanoviště, na kterých žije. Toto je způsobeno hlavně zaplavováním okolí a selektivním sháněním potravy (Rossel et al., 2005). Studium a zjištění potravních návyků všech druhů, je tedy nedílnou součástí jejich výzkumu, nutnou k pochopení jejich ekologie, populační dynamiky a přípravě ochrany. V případě bobrů je toto nutné k determinaci jejich habitatu a redukci dopadu na zemědělství a lesy (Cornelis et al., 1999; Norris et al., 2007).

Objektem této práce byl bobr evropský (*Castor fiber*). Ten se dříve hojně vyskytoval po celé Evropě, však postupem času byl téměř zcela vyhuben. Poté přežíval pouze v několika malých, oddělených populacích. Z českého území zmizel ve druhé polovině 19. století a opět se k nám navrátil až v 60. letech století 20. (Nolet & Rossel, 1998; Anděra & Horáček, 2005). Od té doby jeho počty na území České republiky rostou jak vlastním rozmnožováním, tak trvajícím migrací z okolních zemí (Vorel et al., 2015).

Rostoucí počty bobrů v některých oblastech ovšem vedou ke vzniku konfliktů s člověkem a jeho zájmy (rekreačními i hospodářskými). Kvůli škodám na majetku, které bobři způsobují svojí činností (kácení, stavba hrází apod.), jsou mnohdy přijímáni negativně. Z důvodu střetů vzniklo ve světě mnoho prací zabývajících se výzkumem vlivu bobra na své okolí a jeho chováním.

Tato práce se zabývá otázkou potravy bobra evropského v zimním období a jejím vývojem a změnami vlivem nadmořské výšky a teploty. Základní sledované složky bobří potravy jsou: **dřeviny, terestrické rostliny a vodní rostliny**. Jejich poměry jsou dány jak typem osídleného biotopu, tak proměnlivostí sezony. Existuje několik způsobů analýzy potravní struktury savců, však pro studium bobrů v zimním období v České republice je nejvhodnější analýza trusu. Za využití této metody, použité na vzorcích získaných od odchycených zvířat byla vyhodnocena struktura bobří potravy ve střední Evropě v období od jara do podzimu (Krojerová et al., 2010). Pro zimní období zatím nebyla struktura stanovena.

Této práci předchází bakalářská práce s podobným zaměřením, která měla za úkol určit strukturu zimní potravy bobra evropského na území Českého lesa a jižní Moravy, a zároveň měla připravit a otestovat metodu analýzy. Je rozšířena o další lokality a nové parametry pro sledování a určování potravy bobra evropského na území České republiky. Spolu s touto prací probíhá zároveň podobný projekt s cílem určit meziroční vývoj struktury potravy bobra evropského v jižním Norsku.

## 2 Cíle práce

Cílem této práce bylo určení poměrů tří základních druhů potravy bobra evropského (*Castor fiber*) v rámci několika po sobě jdoucích, rozdílně tuhých zim. Výzkum byl proveden na čtyřech lokalitách – Český les, jižní Morava, Šumava a Bayerischer Wald. Objektem zájmu bylo určit preference bobří potravy, jsou-li specializováni na dřeviny, terestrické nebo vodní rostliny a jaký vliv na strukturu potravy má nadmořská výška a teplota. Lokality byly vybrány tak, aby reprezentovaly teritoria nízkých, středních i vysokých nadmořských výšek. Zaznamenávány byly i možné ovlivňující faktory – výška sněhové pokrývky a led.

Pracoval jsem s těmito hypotézami:

Podíl druhu potravy se neliší podle nadmořské výšky / teploty před sběrem / teploty v době sběru.

Množství druhu potravy se meziročně neliší na jižní Moravě / Českém lese.

Množství druhu potravy přijímané bobry se neliší mezi lokalitami Český les, Šumava a Bayerischer Wald.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Zařazení druhu

Třída:	<i>Mammalia</i> – savci
Podtřída:	<i>Theria</i> – živorodí
Nadřád:	<i>Placentalia</i> – placentálové
Řád:	<i>Rodentia</i> – hlodavci
Čeleď:	<i>Castoridae</i> – bobrovití
Rod:	<i>Castor</i> – bobr
Druh:	<i>Castor fiber</i> (Linnaeus, 1758) – bobr evropský
	<i>Castor canadensis</i> (Kuhl, 1820) – bobr kanadský

### 3.2 Popis druhu

Bobr byl na většině Evropy vyhuben a po dlouhou dobu přežíval pouze na několika oddělených lokalitách. Oproti tomu bobr kanadský v Severní Americe se těší hojnému počtu po celém území a nebyl nikdy doveden na pokraj vyhubení, jako tomu bylo u našeho bobra evropského.

Z tohoto důvodu jsem se rozhodl pro využití informací ze studií zabývajících se bobrem kanadským (*Castor canadensis*), který se až na pár morfologických a genetických rozdílů od našeho bobra evropského více méně neliší ani chováním, ani potravní strategií. Výrazným rozdílem je pouze o něco tmavší srst a kratší nosní kůstky bobra kanadského a také počet chromozomů (*C. fiber*  $2n=48$ , *C. canadensis*  $2n=40$ ). Ovšem v ostatních oblastech, jako je obývaný areál a potravní chování, se výrazně neliší. Je tedy možné informace o bobru kanadském použít též jako základ pro studium bobra evropského (Nummi, 2010).

Bobr evropský je, hned po kapybaře (*Hydrochoreus hydrochaeris*), druhý největší hlodavec světa, a v Evropě zastává místo největšího hlodavce. V dospělosti dorůstá přes 20 kg váhy (některých případech, jako u labského poddruhu *Castor fiber*

*albicus*, dorůstají bobři i přes 30 kg). Je to semi-aquatický býložravec, dokonale adaptovaný na delší pobyt pod hladinou, dorůstající průměrně 80-100 cm délky těla bez ocasu, ten má délku průměrně 30 cm a 15 šířku (Campbell-Palmer et al., 2016)

Srst je většinou tmavohnědá a s postupem na sever tmavne. Zbarvení srsti je též možné použít pro prvotní odlišování bobra evropského a kanadského (kdy kanadský je údajně tmavší), ovšem tato metoda je nespolehlivá a může být použita pouze jako předběžné odlišení. Zbarvení se mění podle jedince od světlých, „medových“ odstínů, po tmavší hnědnou (až po téměř černou). Srst má dvě formy chlupů: krátké, husté a jemné – podsada, která chrání bobry před vlhkostí a zimou (snižuje energetický výdej) a tzv. pesíky. Pesíky jsou dlouhé, duté, a ne tak početné. Ani jeden typ chlupu však není hlavním důvodem voděodolnosti srsti, nebo ochrany před teplota pod nulou / blízkými nule a nerušeného pobytu pod ledem. Tím důvodem je výměšek podocasní žlázy – „castoreum“ (Anděra, 1996; Milligan, 2008).

Tento výměšek („bobrovina“ = *castoreum*) v minulosti nebyl důležitým pouze pro samotné bobry, nýbrž i pro člověka, jako látka s údajně léčivými účinky a později základ pro voňavkářský průmysl, farmacii nebo výrobu alkoholu. Lov pro kožešinu, maso a bobrovinu byl tedy jedním z klíčových faktorů ve vymizení bobra v 17. století (Kostkan, 2000).

Ikonický plochý ocas bez srsti, porostlý tmavými šupinami, slouží hlavně jako úložiště tuku pro překonání zimního období, kdy hrozí delší období snížení dostupnosti potravy, nebo přímo její naprostá nedostupnost. Jeho další funkcí je termoregulace. Ocas je silně protkán cévami, které se při zvýšené okolní teplotě rozšíří, čímž umožní ochlazování těla. Ocas je také využíván jako kormidlo při plavání, nebo opora při kácení stromů nebo nošení větví (stavba, střežení potravy) a kamení (stavba). Bobři jej také užívají k upozornění na blížící se nebezpečí. V takovém případě s ním několikrát udeří o hladinu, čímž vydá velmi hlasitý zvuk a varuje ostatní (Anděra, 1996; Hutchins et al., 2003).

### 3.3 Areál rozšíření

Původně byl jeho areál na většině lesního pásma Eurasie. Ovšem do začátku 20. století zůstalo v celé Evropě pouze pět původních populací, a to na řece Rhône ve Francii, části Labe v Německu, na jihu Norska, povodí Dněpru v Bělorusku a v okolí Donu v Rusku. Tyto přežívající populace byly ovšem celkem malé a největší z nich (Dněpr) čítala pouhých 290 jedinců a celkový počet v Evropě byl odhadován na 700 jedinců. Další populace mimo Evropu se nacházely na území Sibíře a Mongolska a souhrnný stav počtu jedinců v Evropě a Asii čítal 1300 jedinců (Nolet & Rossel 1998).

Původním areálem bobra je celá Evropa od jihu k severu. Hlavním prostředím jsou nivy řek a okraje jezer / rybníků, s dostatkem měkkých dřevin (Hagen, 2001). V současnosti je jeho rozšíření na celém území Eurasie, a i v severní Americe. V jižní Americe se v průběhu let vlivem izolace (po zániku pevninského mostu, před přibližně 10 000 lety) vyvinul bobr kanadský (Müller-Schwarze & Sun 2003).

Na českém území byl vyhuben v druhé polovině 19. stol., kdy zanikl také chov umělý, provozovaný v okolí Třeboně za účelem kožešnictví a sportovního lovu. Bobr byl hojně loven ve všech oblastech svého výskytu pro svou kvalitní srst, žlázy a maso, které bylo ve středověku považované za postní (Anděra & Horáček, 2005).

V 60. letech minulého století se bobr evropský začal opět na našem území objevovat, v důsledku migrace z okolních zemí (Německo, Polsko) a spolu s 20 jedinci vysazenými v CHKO Litovelské Pomoraví se zde opět úspěšně objevuje. Bobr kanadský (*Castor canadaensis*) byl v okolních zemích reintrodukovan jako náhrada bobra evropského. Ovšem v českých zemích neměl zaznamenaný výskyt (Anděra & Horáček, 2005).

### 3.3 Sezonní potrava – roční období

Složení bobří potravy se během roku mění v závislosti na ročním období, které ovlivňuje nejen dostupností potravy, ale také její výživovou hodnotou.

Suchozemské a vodní rostliny jsou konzumovány, když jsou přístupné (bez výrazné sněhové pokrývky), zatím co dřevnatá vegetace je přijímána bobry hlavně během zimního období (Belovsky, 1984; Roberts & Arner, 1984; Baker & Hill, 2003). Proto se předpokládá, že bobří strava by měla obsahovat větší podíl vodních rostlin v letním období, ovšem vodní rostliny byly zkrmovány na podobné úrovni během celého roku a činily 55% celkové stravy (Severud et al. 2013). Ovšem v zimním období se potrava, většinou získaná ze zásobáren, skládala ze 70–90 % ze stromových frakcí. Zato v letním období zabírá dřevinná část pouze 30–50 % (Baker & Hill, 2003; Svendsen, 1980).

Na konci léta a v průběhu podzimu se zvyšuje frekvence kácení stromů. Toto značí snahu o zvýšení příjmu energie za účelem zvyšování tělesného tuku a také tvorby zásobáren připravených pro přečkání zimního období, jelikož značně přesahuje obvyklou denní konzumaci (Vorel et al., 2015).

Podle předchozího výzkumu Krojerové et al (2010) se potrava liší podle ročního období, ale například také podle typu použité analýzy (mikro X makro). Složení potravy se výrazně mění podle ročního období v proporcích stromových a bylinných frakcí. Stromové frakce jsou dominantní na jaře, a to jak v makroskopických, tak mikroskopických frakcích, bez ohledu na habitat, nebo typ frakce (strom, bylina). Početnost makroskopických bylinných frakcí se mění podle období a je nejvyšší v období letním (Krojerová et al., 2010).

Severud et al (2013) uvádí, že během roku se bobří potrava více specializuje na vodní rostliny. V některých subarktických oblastech tato preference znamená, že 60–80 % celkové potravy představují vodní rostliny, což je ovšem otázkou pouze krátkých časových období, po která jsou byliny dostupné (Milligan & Humphries, 2010).

Sezonní potrava se též liší podle věku bobrů. Tím je ovlivněn i čas strávený sháněním vodních rostlin jako zdroje potravy (a tudíž i její množství). Výrazně vyšší je u mláďat (juvenil) a sub-adultních (jeden až dvouletých, pohlavně nedospělých) jedinců, což je pravděpodobně způsobem ochrany proti predátorům. Mladší jedinci jsou více zranitelní ze strany predátorů než dospělí. Mohou je tedy ohrozit i tací predátoři, kteří by pro dospělé bobry nepředstavovali hrozbu. Díky tomu dospělí jedinci jednotlivé zdroje potravy více kombinují (Svendsen, 1980; Severud et al., 2013).

V zimním období se specializace bobří potravy přesouvá ke dřevinám. Bobři se v tomto období specializují hlavně na olše, a to až v 70 %, ke kterým přibírají ještě topoly, břízy a různé keře. Topoly a břízy jsou zaměřovány i v letním období, stejně jako olše, které jsou káceny pravidelně v malém množství hlavně za účelem oprav / stavby hrází nebo hradů. Vodní rostliny ovšem nejsou naprosto vypuštěné a jako hlavní zástupce jsou zde stulíky. Výjimečně jsou zaznamenány i okusy na jehličnanech, které jsou však v pouze velmi malém množství (Northcott, 1971).

Se sezonními změnami přichází nejen změna potravy, ale také změna samotného zažívacího ústrojí bobrů. Jedná se o adaptaci na změny teplot a různou energetickou hodnotu přijímané potravy, za účelem v určitém období maximalizovat příjem živin a v jiném naopak minimalizovat výdej energie. S příchodem podzimu nabývá žaludek největších rozměrů, stejně tak střeva se prodlužují. Je tomu tak za účelem přijetí co největšího množství živin před zimním obdobím. V zimních měsících se pak zažívací trakt smrští. Přijímá stále živiny, ale činnost je omezena. V této době jsou patrné určité rozdíly mezi pohlavími, jelikož březí samice mají větší potřebu živin a minerálů. Z toho důvodu jsou jejich střeva prodloužena. Změny zažívacího traktu ovlivňují i složení potravy (Belzecki et al., 2018; Miltko et al., 2020)

### 3.4 Sezonní potrava – vliv oblasti

Potravní návyky se s oblastí mění. Jsou závislé na množství dostupných druhů, které se v dané oblasti vyskytují, ale také na tom, které jsou nejvíce energeticky výhodné.

Pro bobry, jako býložravce žijící převážně ve vodním prostředí, je shánění potravy na souši energeticky více náročné, a to jak kvůli času strávenému výběrem potravy, tak kácením a přesunem větví. Navíc zvyšuje míru ohrožení ze strany predátorů. Čas strávený na souši je tedy zredukován pouze na nezbytnou délku (Fryxell & Doucet, 1991; Jenkins, 1979). Řešením těchto problémů jsou v tomto případě pro bobry vodní rostliny. Znamenají pro ně méně hledání a kratší čas při



zacházení s potravou, než je tomu u dřevinné složky potravy na souši, díky tomu námaha způsobená manipulací je snížena díky vznášení materiálu ve vodě a výrazného snížení se dočkává i riziko predace (Fryxell & Doucet, 1991; Severud et al., 2013).

V subarktických oblastech jsou preferovanou složkou potravy stromy a některé suchozemské rostliny a vodní rostliny bobrům pouze napomáhají snášet nedostatek v případě, že jejich více oblíbená potrava je méně dostupná. Po většinu roku celková bylinná potrava zastává 60 až 80 % což se ovšem s obdobími roku mění podle lokality bobry obývané. Například bobří žijící v tůních a ve větších vodních tělesech (tedy teritoria mimo tekoucí vodu) přes zimu konzumují mnohem více vodních rostlin než ti žijící v tekoucích vodách, kteří se přes zimu výrazně více spoléhají na zásobárny vytvořené v na podzim. Tyto zásobárny si před zimou tvoří z větších větví a menších větviček, které hromadí v blízkosti hradu nebo nory tak, aby byly přístupné i zpod ledu během zimy (Miligan, 2008). Tyto zásobárny však nejsou kaloricky dostačující k tomu, aby udržely dostatek energie všech členů rodiny po celé období zimy. Tento problém řeší tukovými zásobami (podkožní tu po těle, a hlavně na ocase) vytvořenými přes léto (Severud et al., 2013).

V severských oblastech je navíc velmi krátké období růstu, které je přerušováno dlouhými obdobími sněhu a ledu, která trvají většinu roku. V boreálních lesích, které v subarktických oblastech převažují, převládají hlavně jehličnany a mechy, které jsou nejen pomalu rostoucí, ale také energeticky nepříliš výhodné. Z tohoto důvodu je život v těchto oblastech pro mnoho býložravců značně obtížný (Larsen, 1980; Shurin et al., 2006).

Co se týče oblastí více na jihu, je tomu u potravních preferencí velmi podobně. Mění se zde jak podle druhové nabídky (tedy rozmanitosti druhů), tak změnou ročního období nebo mezi jednotlivými roky. Nejdůležitější složkou podzimní a zimní potravy jsou zde stále dřeviny. V některých jižních oblastech Severní Ameriky se dokonce výrazně projevují borovice, jinde nepříliš vyhledávané (Jenkins, 1979).

Vliv lokality na výběr potravy může mít též podoba lokality nebo management na ní zvolený. Krojerová et al., (2010) uvádí rozdíly v přijímané potravě jelena evropského (*Cervus elaphus*) na české a německé straně Šumavy, zapříčiněné složením tamějších lesů. Na obou stranách hranice byl totiž v minulosti zvolen rozdílný management, což ovlivnilo i zdejší druhové složení. Typ obývaného biotopu může také přinést změny v druhové nabídce. Milligan & Humphries (2010) upozorňují na rozdíly v potravě bobrů obývajících tůně / větší vodní plochy a vodní toky. Rozdíly způsobuje rozdílně vyvinutá vodní vegetace a také sezonní přítomnost ledu na vodních plochách.

### 3.5 Vztah výživové hodnoty, stravitelnosti a přijímané potravy

Některé druhy potravy obsahují jednu nebo více důležitých složek, což býložravce vede k tomu, že si musí vybírat kombinovanou stravu. Mnohé studie ukazují, že jednou z limitních složek, která určuje potravní preference, jsou proteiny

(Doucet & Fryxell, 1993). Bobři jsou tzv. „energetičtí maximalizátoři“, což znamená, že se snaží maximalizovat svůj energetický přísun z přijaté potravy, vybírají si tedy tu energeticky nejvíce výhodnou. Přesto Belovsky (1984) tvrdí, že bobři si svou potravu vybírají hlavně na základě její velikosti a / nebo její stravitelnosti.

V prostředí s méně druhy jsou bobři schopni si vybírat energeticky nejvýhodnější potravu, která naplňuje jejich energetické požadavky. Pokud je jiná možnost, nevybírají si bobři jako potravu javory nebo vodní rostliny, které nenaplnují jejich energetické požadavky. Přesto, že nejsou výhodné, jsou vodní rostliny často vyhledávány (příčemž jsou hodnoceny na druhém místě preferencí a zároveň na posledním místě v energetické hodnotě), což napovídá, že je zde ještě nějaký jiný faktor. Tímto faktorem se zdá být sodík, který je důležitým prvkem v oblastech s dlouhotrvajícími obdobími se sněhovou pokrývkou a nízkými teplotami. V těchto obdobích se totiž sodík stává nedostatkovým a je tedy potřeba se jím zásobit (Doucet & Fryxell, 1993).

I častěji se vyskytující druhy jsou přehlíženy, pokud jsou hůře stravitelné. Například v lužním lese, kde mezi nejvíce početné druhy patří vrby a olše, byly olše káceny sice ve vyšším množství, ovšem nikoli jako potrava ale jako stavební materiál. Bobr kanadský pravidelně využívá olše jako stavební materiál. Olše jsou káceny velmi zřídka i bobry, kteří nestaví hráze (Haarberg & Rosell, 2006).

Některé druhy dřevin také vykazují obranné chování jako reakci na kácení ze strany bobrů. Dřeviny jako jsou například vrby, nemají žádnou jinou obrannou strategii než silně zvýšený růst na začátku růstového období s cílem zvýšit svůj počet. Přitom se v nových výhoncích nachází více vody a dusíku než obranných složek. Vrby tedy investují raději do růstu než do obrany. Naproti tomu topoly reagují na kácení ze strany bobrů zvýšením tvorby sekundárních metabolitů už v mladém věku, již rok po prvním výskytu bobrů. Takto silná reakce na kácení má za následek nejen změny v kácení, ale také změny ve výběru potravy (Gallant et al., 2004).

### 3.6 Způsoby studia potravy

Existuje několik různých metod zjišťování složení potravy. Hlavními typy jsou: *přímé pozorování*, *fistulace*, *rozbor trusu* a *odhady využití*. Každá z těchto metod má určité výhody / nevýhody a je vhodná k určitému výzkumu (Holeček et al., 1982).

Velmi rozšířenou metodou zjišťování rostlinné potravy je přímé pozorování zvířete. Největšími plusy této analýzy je její nenáročnost na vybavení a jednoduché provedení. Ovšem velkým problémem je neschopnost zjistit, pomocí této metody, množství zkonsumované potravy, což se provádí pomocí „skusů za minutu sledování“. Čas strávený krmením na určitém druhu potravy se předpokládá být úměrný důležitosti druhu v celkové potravě (Bjustad et al., 1970; Holeček et al., 1982). Navíc je zde problém se sledováním divoce žijících zvířat, která se dají mnohdy těžce lokalizovat. Kromě tohoto problému můžeme sledovat jen jedno zvíře naráz, což se vztahuje i na

zvířata v zajetí. I tak je ovšem těžké rozlišit mezi pouhým „ožďibováním“ a plnohodnotným pasením (Bjustad et al., 1970).

Další běžně užívanou metodou je analýza obsahu žaludku a trávicího ústrojí. Hlavní nevýhodou této analýzy je skutečnost, že vyžaduje smrt zvířete, což vede k omezení používání pouze u druhů s velkými populacemi. Druhou nevýhodou je rozdílný čas rozkladu různých druhů potravy během trávení, tím se mění proporce zjištěné a zkonsumované potravy (Vavra & Holechek, 1980; Holechek et al., 1982). Existuje možnost provedení této analýzy i bez usmrcení zvířete (u přežvýkavců) a to pomocí rozboru obsahu bachoru. Zvíře je pouze uspáno a obsah bachoru je odebrán pomocí trokaru. Vzniklá rána v břiše zvířete je následně zašita a vyčištěna. Problémy této verze metody jsou ovšem: možnost že neodebereme dostatek z bachoru (nepřesné), předávkování anestetiky, infekce nebo napadení rány parazity. Protože předávkování, infekce nebo napadení parazity se stává poměrně často, nedoporučuje se tato verze metody používat v případě ohrožených druhů zvířat (Wilson et al., 1977).

Metoda využitá pro tuto práci je analýza složení trusu. Tato metoda stále nabírá na popularitě. Má několik důležitých výhod, díky kterým je tato metoda velmi výhodná. Například nenarušuje běžné chování studovaných zvířat, čímž je také vhodná k výzkumu tajnůstkářských nebo ohrožených druhů (v podstatě jediná vhodná metoda). Neomezuje nás tolik, co se týče pohybu zvířat a nabízí nám téměř neomezené a opakovatelné vzorkování. Dále je výhodná v oblastech s přeplněnými populacemi a umožňuje porovnávání dvou i více zvířat najednou (Ward, 1970; Scotcher, 1979; Holechek et al., 1982). Ovšem i tato metoda s sebou přináší řadu důležitých nevýhod. Prvním problémem je přesnost. Proporce druhů potravy, která prošla trávicím ústrojím, totiž neodpovídá množství potravy přijaté. Navíc je nemožné určit přené indexy preference potravy, protože není možné zjistit (v případě velkých, migrujících savců) kde byla potrava zkonsumována. Dalším problémem je identifikace trusu. Některé druhy zvířat mají podobný trus, díky čemuž je možná záměna. Tento problém jde v některých případech eliminovat za užití analýz pH. K přesnému určování je také potřeba rozsáhlá referenční sbírka rostlin ze studované lokality a výzkumník musí projít výcvikem, aby byl schopen frakce určovat do druhů. Určování frakcí je únavné, velmi časově náročné a některé frakce je extrémně těžké odlišit. Některé druhy se mohou stát v trusu naprosto neidentifikovatelné a možnost rozpoznání závisí i na stáří trusu. Poslední nevýhodou je fakt, že různé druhy se rozkládají různě rychle, díky čemuž se jejich proporce zdají rozdílné (Slater & Jones, 1971; Sanders et al., 1980; Holechek et al., 1982).

Následující je metoda Fistulace (zavedení kanyly). Ta se dělí na dva typy: esofageální fistulaci a fistulaci bachoru, podle umístění kanyly na těle zvířete. Z těchto dvou je preferována více esofageální, protože nelimituje pouze na velké savce s bachorem. Ovšem vzorky z bachoru naproti tomu obsahují veškerou potravu přijatou během sběru. Hlavním problémem esofageální fistulace je možnost kontaminace vzorku obsahem bachoru, což kvalifikuje jako nepoužitelný pro další analýzu. Díky tomuto faktu se doporučuje sbírat vzorky v intervalech menších než půl hodiny, aby se zabránilo kontaminaci. Navíc tato metoda nemá velkou přesnost v určování rostlinné stravy a pro určení hlavních druhů je zapotřebí 24 a více pokusných jedinců.

Fistulovaná zvířata mohou být ovšem využívána pouze po několik let, a to jen s adekvátní péčí (Van Dyne & Torrell, 1964; Holeček et al., 1982).

Poslední, a zároveň nejstarší, metodou určování potravy zvířat je Odhad využívání potravy přímo ze zdroje. Při této metodě zaznamenáváme známky pastvy nebo jiného shánění potravy. Hlavní výhodou této metody je rychlost, s jakou se dá provést, kde a v jakém množství byla potrava konzumována. Ovšem kdy a jak často se tak dělo nám neobjasní. Jisté komplikace nastávají též v období aktivního růstu rostlin, které slouží jako potrava a již je nelze snadno označit za využívané. Stejně tak je problematický i případ kdy jsou rostliny pouze poškozené / podupané. V takovém případě se nám mohou jevit užívané. Data zjištěná touto metodou se navíc velmi často neshodují s výsledky ostatních metod (významný rozdíl s fistulací). Ale existují způsoby, jak přesnost této metody zvýšit a těmi jsou rozdělování zájmového území na menší plochy s různými přístupy analýzy a jejich následná porovnávání (Martin, 1970; Laycock et al., 1972; McInnis, 1977; Holeček et al., 1982).

## 4 Metodika

### 4.1 Zájmový vzorek a jejich sběr

Zájmovým vzorkem pro porovnání potravy bobra evropského byl jeho trus. Pro práci jsem vybíral vzorky o podobné velikosti ( $\pm$ , abych předešel možným extrémním hodnotám, způsobeným rozdílnou velikostí a možným obsahem).

Bobří trus je nenápadný, převážně kulovitý o průměru okolo 2 cm (občas lze nalézt větší i menší kusy, což ovšem není obvyklé). Zbarvení je nejčastěji světle hnědé nebo našedlé, méně často nazelenalé (což se odvíjí od obsažených složek – větší obsah kůry znamená hnědé zbarvení, více listů / trav zase zelené). Identifikace a rozpoznání od trusu ostatních býložravců je velmi snadné, zejména z toho důvodu, že jej lze nalézt primárně ve vodě. Zde se buď vznáší (pravděpodobně s velkým obsahem dřeva a poměrně nové), leží na dně, nebo je zachycené ve vegetaci, v mrtvém dřevě či ledu. Pravděpodobným místem výskytu jsou tůňe vegetace v okolí hradu či nory, dále od centra teritoria se šance na nález snižují. Tůňe u hrází a hráze samotné jsou velmi dobrým místem kde hledat.

Vznášení ve vodním sloupci je možné díky vysokému obsahu dřevitého materiálu a je jedním z určujících znaků. Ovšem v klidných a čistých vodách je též snadné nalézt trus ležící na dně.



Obrázek 1: Trus plovoucí na hladině mezi mrtvým dřevem (vlevo) a trus ležící na dně (vpravo)

## 4.2 Určení a výběr rodin

Pro tuto práci jsem vybíral oblasti dlouhodobě obývané bobry. Jedná se o takové, kde jsou rodiny již „zabydlené“, ve smyslu, že jsou schopny plně využívat zdroje ve svém teritoriu. Pro každou oblast byly vybrány rodiny, jež se nepříliš lišily nadmořskou výškou, druhovým složením ani rozmanitostí dostupné potravy.

Zájmové rodiny jsem vybral na základě dat z předchozích Monitoringů populací bobra evropského v ČR pro AOPK tam, kde se shodoval s mými sledovanými oblastmi. Tedy na jižní Moravě a v Českém lese. Dále v Národních parcích Šumava a Bavorský les, kde výběr rodiny vhodných pro výzkum proběhl za spolupráce s AOPK, ČZU a správou Nationalpark Bayerischer Wald, s využitím znalostí z předešlých monitorovacích akcí.

Monitoring populací bobra evropského se provádí za účelem zjištění a stanovení počtu teritorií ve sledovaných oblastech a odhad počtu jedinců. Údaje získané v rámci zimního monitoringu jsou užívány pro zjišťování stavu populací, populační dynamiky a sledování změn základních populačních parametrů v čase vůbec. Díky těmto údajům je možné predikovat další vývoj. Data získaná při monitoringu je též možné využít jako podkladová data pro letní odchyty (spojených se zjišťováním počtů) bobrů v teritoriích (Korbelová et al., 2016).

Monitoring (a tedy i následné určování center teritorií, potažmo rodin) probíhá dvěma způsoby: terénní pochůzkou, nebo pozorováním z lodi. Cílem je mapování břehových pásem všech vodních ploch v zájmových oblastech. Mapování znamená zaznamenávání pobytových známek – okusy, obydlí (nora, polohrad, hrad, záleh), „scent-mark“ (pachová značka) a další (hráz, zásobárna, chodník apod.) – kdy každá nalezená pobytová známka dostane unikátní evidovací číslo a je zaznamenána do mapy jako bod GPS, spolu s druhem známky, případně druhem potravy, množstvím a aktivitou. U potravní aktivity se zaznamenává pouze nedávná aktivita – čerstvé okusy (tudíž vzniklé za dané zimní sezony, světlé, ne starší čtyř měsíců). U nepotravních známek (nora, polohrad, hrad) se zaznamenává aktivita ve smyslu jsou-li používány. Na konec se zaznamenávají aktivní (nové / udržované) hráze, pachové značky, zásobárny potravy a vychozené cestičky za potravou (chodníky a skluzy – používáním uhlazené, tunely a kanály – udržované průchozí).

Charakteristika pobytových známek a jejich body GPS se po ukončení terénních prací zanesou do Excelové tabulky a následně se spojí do jedné bodové vrstvy v systému GIS. Každá bod tak obsahuje informace o známce, kterou reprezentuje (druh, množství, aktivitu).

Následuje vyrovnaní dat. Při něm se zohledňuje váha jednotlivých pobytových známek, hlavně okusů a aktivních obydlí (například vypovídací hodnota aktivní nory je vysoká, tudíž má i velkou váhu). Samotné vyrovnaní je provedeno násobením koeficientem, pro dokonalé okusy vypočteným pomocí alometrických vztahů dřevin, pro obydlí koeficientem ( $k=50$ ) určeným na základě telemetrie. Vyrovnaním získáme standardizovanou vypovídací hodnotu.

Samotné určování hranic teritorií se provádí za užití prostorové analýzy Kernel Density Estimation (KDE), jež odhaduje pravděpodobnost výskytu živočicha v bodech prostoru – tzv. utilizační distribuce. Získaný pravděpodobnostní odhad využití území je vykreslen izoline (Korbelová et al., 2016)

#### 4.3 Sledovaná oblast

Vzorky pro analýzu jsem sbíral ve čtyřech oblastech: jižní Morava (soutok Moravy a Dyje; oblast mezi vodním dílem Nové Mlýny a městem Břeclav), Český les (potoky mezi hraničním přechodem Železná / Eslarn a vesnicemi Hošťka a Nové Domky), Národní park Šumava (oblast mezi hraničním přechodem Železná Ruda, Zhurskou plání a Prášily) a v německém Nationalpark Bayerischer Wald (oblast od hraničního přechodu Železná Ruda po město Spiegelau). Počet aktivních rodin se v době výzkumu výrazně nelišil (pouze v Českém lese, a ne výrazně). Spolu se sběrem jsem zaznamenával okolnosti panující na lokalitě, které by mohly ovlivnit přístupnost a výběr potravy (jako výška sněhové pokrývky, tloušťka ledu, průměrná teplota na lokalitě) a hodnotil jejich možný vliv na potravní chování.

Každá rodina získala vlastní unikátní kód pro archivaci značení vzorků. Každý kód je odvozen o názvu lokality nebo blízkého významného místa.

#### 4.3.1 Český les

Bobr se v Českém lese vyskytuje již od první poloviny 90. let minulého století. Oblast byla osídlena jedinci migrujícími ze sousedního Bavorska, kam byli bobří reintrodukováni v době od 60. do 90. let. V dnešní době se zde nachází silná, stabilní populace (Korbelová et al., 2016)

V Českém lese sběr probíhal tři roky za sebou na stejných lokalitách. Pouze v roce 2018 byla tři teritoria nedostatečně aktivní, a v době sběru jsem na nich nenalezl žádný vzorek. Velikost všech teritorií byla podobná, žádné výrazně větší nebo menší. V roce 2017 sběr proběhl v 9 rodinách, v roce 2018 v 6 rodinách a v roce 2010 v rodinách 10. Přesto, že se na území Českého lesa vyskytuje vlk, není jeho přítomnost v současné době tak výrazná, aby ovlivnila chování při shánění potravy.

Bobr se v Českém lese vyskytuje již od první poloviny 90. let minulého století. Oblast byla osídlena jedinci migrujícími ze sousedního Bavorska, kam byli bobří reintrodukováni v době od 60. do 90. let. V dnešní době se zde nachází silná, stabilní populace (Korbelová et al., 2016)

Český les 2017										
rodina	KPK	FRP	FPR	HOM	HMZ	NOD	KPP	MRP	RDH	
počet vzorků	3	3	3	3	2	2	2	2	2	
Český les 2018										
rodina	KPK	HMZ	MRP	NHZ	RDH	NOD				
počet vzorků	4	2	4	5	5	4				
Český les 2019										
rodina	KPK	KPP	HMZ	HOM	NHZ	NOD	RDH	FPZ	FRP	FPR
počet vzorků	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Tabulka 1: Rodiny a počty vzorků v nich nalezených – Český les 2017; 2018 a 2019

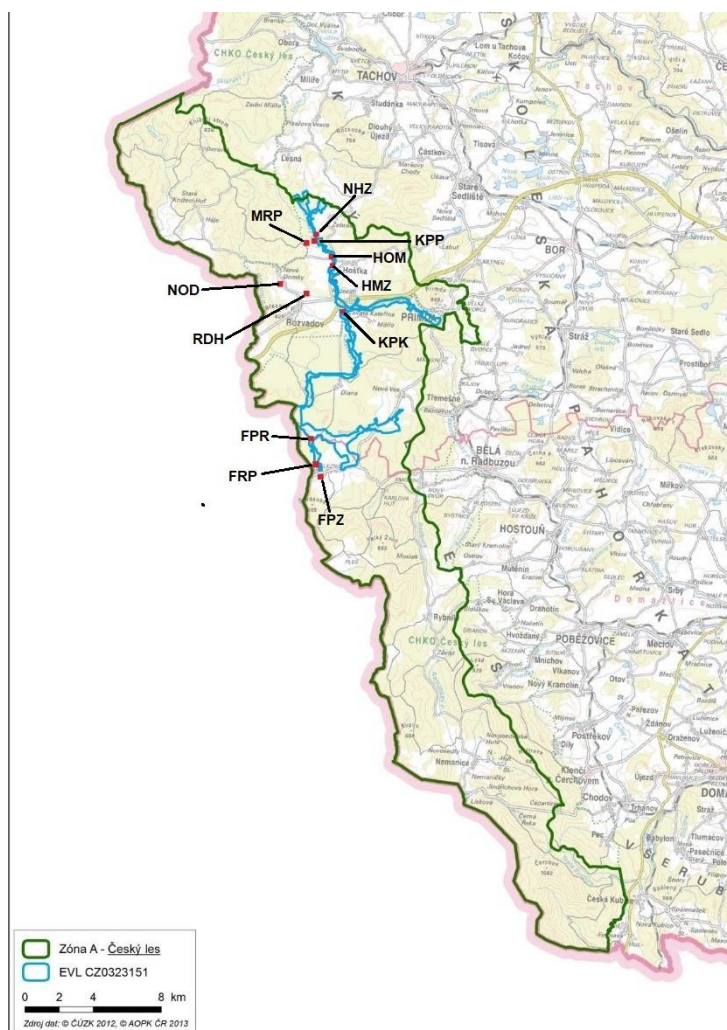


#### 4.3.1.1 Lokalizace

V roce 2017 proběhl sběr v 9 rodinách. Čtyři rodiny na Kateřinském potoce, plus dvě na menším přítoku od Rozvadova a Nových Domků, jedna rodina na Mrtvém potoce a dvě rodiny na Farském potoce. Všechny toky se nacházejí v povodí Kateřinského potoka. Farský potok se do Kateřinského vlévá přes Nivní v oblasti hranic s Německem.

V roce 2018 jsem sbíral v 6 rodinách. Tento rok bylo rodin méně z důvodu nižší (nebo zcela přerušené) aktivity na některých tocích. Což vedlo k vynechání dvou rodin na Farském potoce a jedné na Kateřinském potoce.

V roce 2019 se již sbíralo na všech teritoriích z roku 2017, plus na jednom nově nalezeném ve svahu mezi vesnicemi Hošťka a Žebráky.



Mapa 1: Lokalizace rodin v rámci Zóny A Český les – rodiny označeny červeným čtvercem

#### 4.3.1.2 Lesy

Nejhojněji zastoupené jsou na tomto území olše (*Alnus*), smrky (*Picea*), břízy (*Betula*) a vrby (*Salix*). Ovšem vyskytuje se zde mnoho dalších, pro bobry atraktivních, druhů dřevin. Jedná se o javory (*Alnus*), duby (*Quercus*), topoly (*Populus*), jeřáby (*Sorbus*), bezy (*Sambucus*), jilmy (*Ulmus*) nebo lísky (*Corylus*). Dále se zde výjimečně dá nalézt habry (*Carpinus*), dříný (*Cornus*), brsleny (*Euonymus*), jasany (*Fraxinus*), slivoně (*Prunus*), šípky (*Rosa*) a lípy (*Tilia*) (Vorel et al., 2015).

#### 4.3.1.3 Klima

Český les je rozdělen do dvou klimatických vrstev. Nižší polohy jsou klasifikovány jako ‚mírně teplé‘ (mírné jaro i podzim, léto krátké a vlhké, zima dlouhá normálně a suchá) a vyšší polohy (nad 700 – 800 m n. m.) jako ‚chladné‘ (mírný podzim, chladné jaro, krátké, chladné a vlhké léto a dlouhá, vlhká a mírná zima). Průměrné teploty kolísají podle nadmořské výšky. Průměrné roční teploty se pohybují od 8°C (okolo 400 m n. m.) do 4,5°C (700-800 m n. m.) přičemž za několik uplynulých let se průměrné teploty pozvolna zvedají (Správa CHKO Český les, 2006).

V průběhu sběru jsem zaznamenával teploty na místě sběru (doplněné o průměrné teploty panující na místě o týden dříve. Dále výšku sněhové pokrývky, pokud byla, a případnou tloušťku ledu. Takto jsem zjistil, zda a jakým způsobem se měnili podmínky. Teploty pro lokalitu jsem získal z klimatologické stanice Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) na Přimdě, jež je mé zájmové oblasti nejbližší.

Český les - 2017				Český les - 2018		Český les - 2019	
týden před	16.11.	17.11.	18.11.	týden před	18.3.	týden před	19. 2.
	3,5°C	5,1°C	5,3°C		1°C		6°C
den sběru	23.11.	24.11.	25.11.	den sběru	25.3.	den sběru	26. 2.
	4,7°C	3,9°C	3°C		0°C		2°C

Tabulka 1: Teploty před a v průběhu sběru – Český les

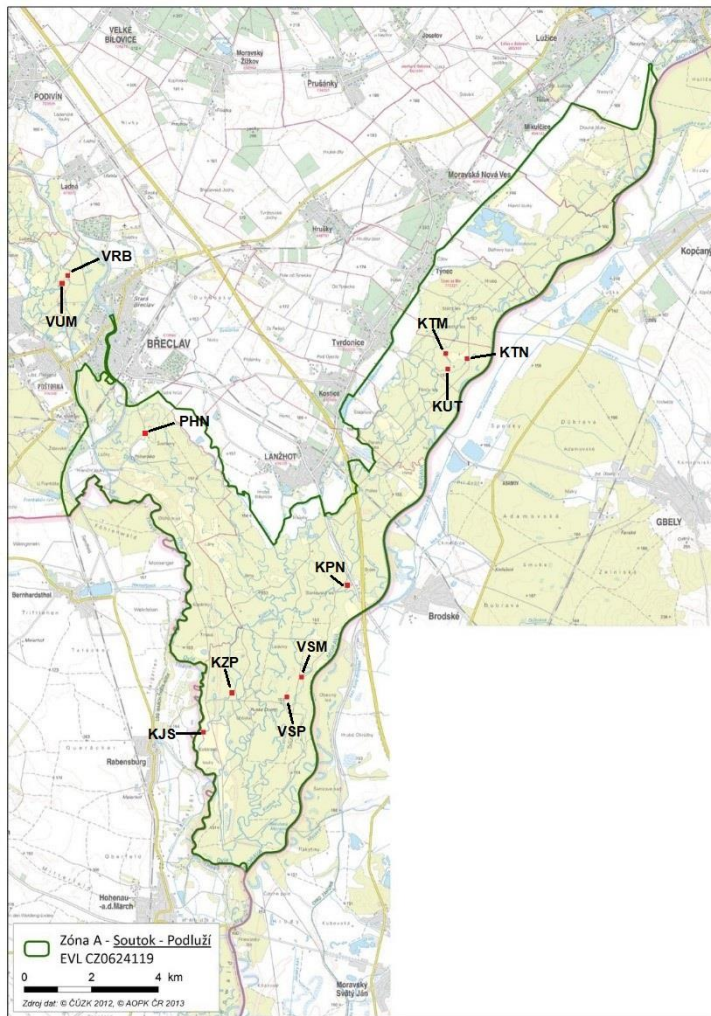
Sněhová pokrývka se na žádném sledovaném teritoriu neobjevila v žádném roce. Ani led netvořil nijak výraznou překážku, jelikož byl zaznamenán pouze v letech 2018 a 2019, a to v zanedbatelné tloušťce. Led pro bobra představuje komplikaci až při výrazně větší tloušťce, kdy je nucen buď prorazit v ledu díru (což je nutné opakovat při dlouhodobých mrazech), nebo vyhrabat chodbu z úrovně po ledem přímo na břeh (Korbelová et al., 2016). V roce 2017 byla naopak zpřístupněna potrava jinak více vzdálena od vlastních toků, z důvodu dlouhodobých dešťů, a tedy rozlití některých koryt.

#### 4.3.2 Morava

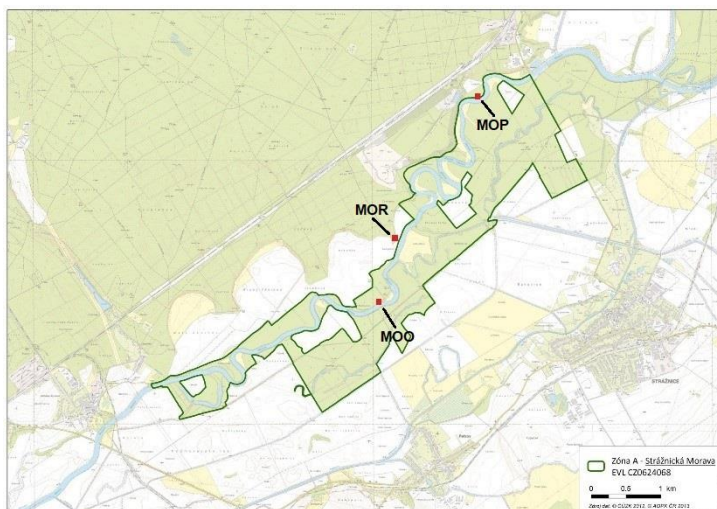
Morava 2017										
rodina	KUT	KTN	KTM	KJS	VUM	VRB	VSM	VSP	KPN	
počet vzorků	4	3	3	2	4	3	2	3	3	
Morava 2018										
rodina	MOP	MOR	MOO	PHN	KJS	KZP	VSM	VSP	KUT	KTN
počet vzorků	3	3	3	3	4	2	2	3	3	4

Tabulka 3: Rodiny a počty vzorků v nich nalezených – Morava 2017 a 2018

Na jižní Moravě sběr probíhal ve dvou fázích. První v roce 2017 s centrem v okolí města Lanžhot (oblast soutoku Moravy a Dyje + kanály u obce Tvrdonice) a několika rodinami mezi nádrží Nové Mlýny a Břeclaví. Druhá v roce 2018 s centrem opět v okolí města Lanžhot a třemi rodinami přímo na toku Moravy od přívozu Bzenec k obci Rohatec. Oblast jižní Moravy je bez šelem, které by mohli bobry ohrožovat. Ovšem blízkost některých bobřích teritorií k lidským sídlům a nepříznivý vztah místních znamená, že největší hrozbou pro bobry je v této oblasti člověk.



Mapa 2: Lokalizace rodin v rámci Zóny A Soutok – Podluží a části Zóny A Niva Dyje – rodiny označeny červeným čtvercem



Mapa 3: Lokalizace rodin v rámci Zóny A Strážnická Morava – rodiny označeny červeným čtvercem

#### 4.3.2.1 Lokalizace

Pro rok 2017 jsem sběr provedl v 9 rodinách. Tři rodiny se nacházely nedaleko obce Tvrdonice, jedna rodina na potoce Kyjovka, dvě na Včelínku, dvě na Vlčí struze a jedna na Kopanici (v těsné blízkosti silnice 425).

V roce 2018 jsem sbíral v 10 rodinách. Tři rodiny na řece Moravě, jedna rodina na okraji pláně bývalého hradiště Pohansko (přímo vedle silnice pod mostem), dvě rodiny na potoce Kyjovka (nedaleko soutoku s Dyjí), dvě na Vlčí struze a dvě v lesích u Tvrdonic.

#### 4.3.2.2 Lesy

Zájmové oblasti se skládají z měkkých luhů, tvrdých luhů a panonských dubohabřin. Jedná se zpravidla o jilmové a topolové doubravy a jasaniny s dominancí dubu letního (*Quercus robur*), jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) a jilmů (*Ulmus laevis* a *Ulmus minor*) (Chytrý et al., 2010).

Mezi jinými druhy jsou zde zastoupeny javory (*Acer*), slivoňe (*Prunus*), buky (*Fraxinus*), vrby (*Salix*), topoly (*Populus*), hlohy (*Crataegus*) olše (*Alnus*), akáty (*Robinia*), bezy (*Sambucus*), lípy (*Tilia*), šípky (*Rosa*), dřínky (*Cornus*) a habry (*Carpinus*). V malém množství se zde též nachází kaliny (*Viburnum*), břízy (*Betula*), ořešáky (*Juglans*), smrky (*Picea*), jeřáby (*Sorbus*) nebo lísky (*Corylus*) (Vorel et al., 2015).

#### 4.3.2.3 Klima

Oblast nivy řeky Dyje spadá do takzvaného klimatického rajonu T2. Tento rajon se vyznačuje velmi teplým, dlouhým a suchým létem, teplým až mírně teplým jarem i podzimem a krátkou, teplou a výrazně suchou zimou. Navíc sněhová pokrývka na tomto území nemá dlouhého trvání. Dále se celá oblast vyznačuje vysokými

srážkami a celkově vyšší průměrnou roční teplotou (průměrné roční maximum = 10-11°C) (Správa CHKO Pálava, 2014).

Území Soutoku náleží do klimatického rajonu T4, pro něž je typické velmi dlouhé, velmi teplé a velmi suché léto. Jaro a podzim jsou krátké a teplé. Zima je také krátká, mírně teplá a suchá až velmi suchá, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná roční teplota činí 0 – 9°C (AOPK, 2010).

V době sběru ani jeden rok nebyl led. Teploty se v roce 2017 pohybovaly výrazně pod nulou, přesto sněhová pokrývka nepřesáhla 3 cm (ve většině teritorií nebyl sníh vůbec) a ani na slepých ramenech nebyl led. V roce 2018 byly teploty blízké nule. Sněhová pokrývka ani led se nevyskytly v žádné teritoriu, a tedy netvořily překážku.

Morava - 2017					Morava - 2018			
týden před	7.1.	8.1.	9.1.	10.1.	8.2.	9.2.	10.2.	
	-10,9°C	-9,1°C	-8°C	-9,9°C	0,3°C	-1°C	-1,2°C	
den sběru	14.1.	15.1.	16.1.	17.1.	15.2.	16.2.	17.2.	
	-1,3°C	-4,4°C	-6,2°C	-2,3°C	-0,3°C	-1,7°C	-0,5°C	

Tabulka 4: Teploty před a v průběhu sběru – Morava

#### 4.3.3 Šumava

Šumava 2018							
rodina	PPM	PPK	KMB	KZH	RPH	JPP	RTH
počet vzorků	3	3	3	3	3	3	2

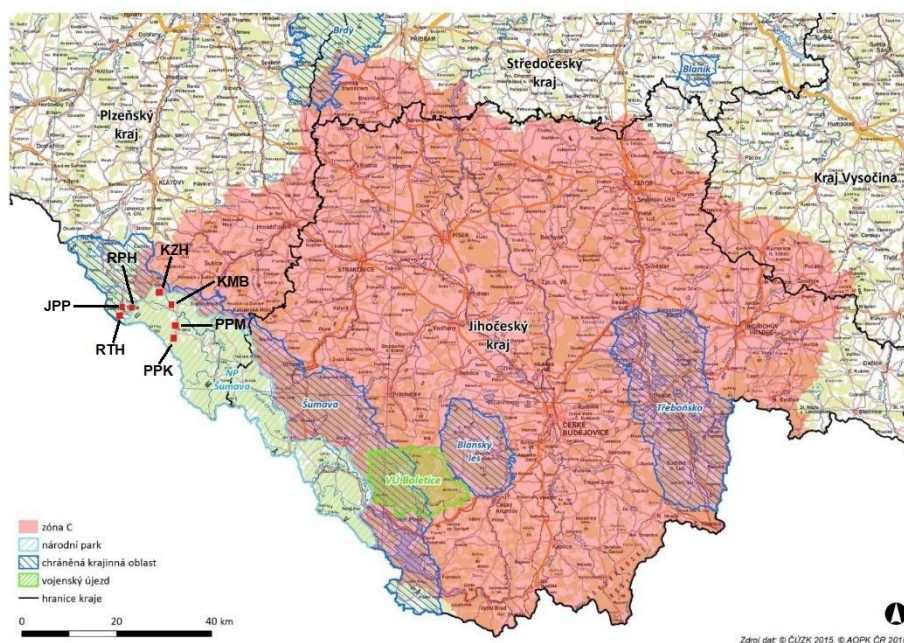
Tabulka 5: Počet rodin a vzorků v nich nalezených – Šumava 2018

Na Šumavě proběhl sběr ve dvou dnech 24. – 25. 3. 2018 v 7 rodinách na pěti potocích. Sbíral jsem na lokalitě mezi Železnou Rudou, Zhůrskou plání a obcí Prášily. Jednotlivá teritoria byla buď téměř mimo vliv člověka, nebo v těsné blízkosti obcí, všechna ovšem ležela v území NP Šumava. To znamená rapidní snížení možného nebezpečí bobrům ze strany člověka, díky vysokému stupni ochrany. Navíc zde se

vyskytující rys ostrovid (*Lynx lynx*) a vlk obecný (*Canis lupus*) nepředstavují pro bobry, v počtech zde přítomných, žádné výrazné nebezpečí.

#### 4.3.3.1 Lokalizace

Sběr proběhl ve dvou rodinách na Prášílském potoce, dvou rodinách na toku Křemelné (jedna u mostu u bývalého Malého boru a druhá uprostřed pastvin na Zhůří), dvě rodiny byly v blízkosti Železné Rudy: jedna u benzinové pumpy u Pamferovi huti (Řezná), druhá v těsné blízkosti penzionu Černý Dvůr (Jezerní potok). Poslední rodina byla téměř na státní hranici, nedaleko nádraží v Alžbětíně (Řezná).



Mapa 4: Lokalizace rodin v rámci Zóny C, NP Šumava a CHKO Šumava – rodiny označeny červeným čtvercem

#### 4.3.3.2 Lesy

Sledované rodiny obývají z většiny oblasti horských olšin, horských pastvin, horských luk a acidofilních bučin (jež v současné době zabírají největší plochu z přirozených ekosystémů Šumavy). Horské olšiny se zachovaly ve velké míře v údolní nivě Křemelné (kde se nachází dvě ze sledovaných šumavských rodin) jsou

tvořeny především olší šedou (*Allnus incana*) s občasným smrkem ztepilým (*Picea abies*), javorem klenem (*Acer pseudoplatanus*) a vrbou jívou (*Salix caprea*).

Horské pastviny, obklopující některé toky (např. Zhůrská pláň), jsou pozůstatky bývalé pastvy. Nejsou na nich žádné výrazné druhy stromů a bobrům poskytují potravu v podobě různých trav a jiných terestrických rostlin. Podobně je tomu s Horskými loukami. Tyto potřebují vlhčí, vodou středně zásobenou půdu, což mohou bobři poskytnout. Ovšem existuje nebezpečí zániku biotopu zaplavením, nebo přemokřením.

Poslední Acidofilní bučiny jsou díky minulému špatnému managementu (kácení a nahrazování smrkovými monokulturami) velmi kyselé. Rostou zde tedy druhy přizpůsobené na kyselé prostředí a bylinné patro je velmi chudé. Ze stromů se zde vyskytují hlavně smrky (*Picea abies*) a buky lesní (*Fagus sylvatica*), s občasnou příměsí jedlí (*Abies*) a javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*) (NP Šumava, 2020).

#### 4.3.3.3 Klima

Sledované území zapadá podle Quittovi klasifikace do rajonu CH6 a CH7. Velmi malá část spadá do rajonu CH4, ovšem tento je připisován pouze nejvyšším vrcholům hor. CH6 je charakterizován dlouhým a chladným jarem, následovaným krátkým (až velmi krátkým), mírně chladným a velmi vlhkým létem, s dlouhým a mírně chladným podzimem a velmi dlouhou, mírně chladnou a vlhkou zimou. CH7 má již jaro pouze mírně chladné a dlouhé, léto až velmi krátké, vlhké a chladné, dlouhý a mírný podzim, a zima s dlouhým trváním sněhové pokrývky.

Šumava - 2018		
týden před	17.3.	18.3.
	-3.9°C	-7.4°C
den sběru	24.3.	25.3.
	-8°C	-5.4°C

Tabulka 6: Teploty před a v průběhu sběru – Šumava



#### 4.3.4 Německo – Bayerischer Wald

Šumava 2018									
rodina	DF2	DF3	DF4	SMZ	STN	SLR	WSB	OL1	OL2
počet vzorků	3	3	3	3	3	4	3	3	3

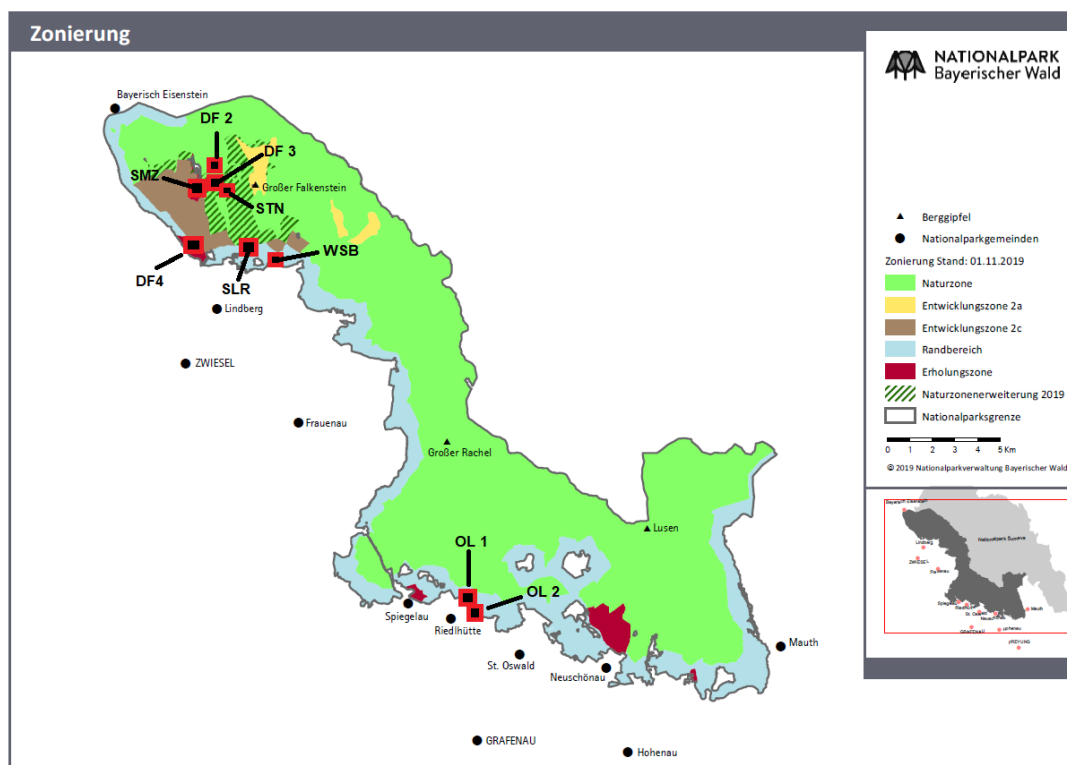
Tabulka 7: Počet rodin a vzorků v nich nalezených – Německo 2018

Sběr vzorků v německém národním parku Bayerischer Wald, proběhl díky spolupráci se Správou Nationalpark Bayerischer Wald. Jmenovitě s Dr. Marco Heurichem a Nadine Petry, kteří mi poskytli mnoho informací a podkladů pro výběr nejlepších lokalit pro sběr.

Pět z devíti rodin se nacházelo v těsné blízkosti lidí nebo komunikací. Pověštinou nedochází k žádným konfliktům, pouze lidé z vesnice Schleicher na bezprostřední přítomnost bobrů zareagovaly výstavbou vlastní malé hráze, chránící jejich domy před zatopením. Všechna teritoria se nacházela v národním parku, maximálně na jeho přímé hranici. Stejně jako na Šumavě ani zde není dostatečně velká populace predátorů, aby představovala pro bobry velké nebezpečí. Navíc blízká přítomnost lidských staveb a sídel v tomto případě představuje jistou formu ochrany.

##### 4.3.4.1 Lokalizace

Samotný sběr proběhl 23. 3. 2018 v devíti rodinách. Tři rodiny se nacházeli na toku Grosse Deffernik, jedna u penzionu Schwelhäusl na potoce Schmalzbach, další byla těsně za vesnicí Zweislerwaldhaus na potoce Großer Steinbach, šestá byla opět v těsné blízkosti vesnice Schleicher na toku Haselauer Seigenbach. Sedmá nedaleko autobusové zastávky Weiße Brücke na potoce Kolbersbach (kdy bylo nutné rozbít led, aby se dalo dostat ke vzorkům). Poslední dvě rodiny se nacházely na potoce Ölbach (spolu s nejvyšší sněhovou pokrývkou – místy až 1,5 metru se zledovatělou krustou).



Mapa 5: Lokalizace rodin v rámci Nationalpark Bayerischer Wald

#### 4.3.4.2 Lesy

Složení lesů se mezi teritorii příliš neliší (až na dvě výjimky, s větším přístupem k travním porostům – Ölbach a Heselauer Seigenbach). Lokality se nacházely mezi 600 a 800 m n. m. ve kterých je povětšinou smíšený les, skládající se z jedlí (*Abies sp.*), buků (*Fagus sp.*) a smrků (*Picea sp.*). V současné době ovšem dominuje smrk. Druhové složení je tedy velice podobné Šumavské straně. Přesto zde chybí takové množství olší a vrb jako na české straně.

#### 4.3.4.3 Klima

I klimaticky se tato oblast podobá Šumavě. Co se klimatických rajonů týče, převládá zde CH6, CH7 a CH4. Na mnou sledovaných lokalitách v nadmořské výšce 600–800 m je průměrná teplota 7–8 °C, ovšem v údolích se může hromadit studený vzduch, což může vést k celoročním mrazům. V zimě je zde obvyklý tzv. „Böhmwind“, vítr foukající ze Šumavy, přinášející studený arktický vzduch z Ruska.

Klimatický region CH4 je zde mnohem více zastoupen než na Šumavě. V tomto regionu je dlouhé a mírně chladné jaro, následované velmi krátkým, chladným a vlhkým létem. Podzim je dlouhý, mírně chladný a zima velmi dlouhá, velmi chladná, vlhká a s dlouhodobou sněhovou pokrývkou.

Německo - 2018	
týden před	16.3.
	-10°C
den sběru	23.3.
	-12°C

Tabulka 8: Teploty v den sběru a týden předem

## 4.4 Práce se vzorkem

### 4.4.1 Sběr vzorku

U jiných metod prováděných pro analýzu potravy jak bobrů, tak ostatních zvířat, je sběr vzorků většinou založen na odchytu, nebo jiné přímé manipulaci se zájmovým druhem a následném přímém odběru od odchycených jedinců (Krojerová et al., 2010). Toto je ovšem proveditelné pouze v letním období, kdy můžeme chytat bez nebezpečí újmy, způsobené zvířeti vnějšími podmínkami. Navíc v této sezoně je hojnost potravy a teplo, díky čemuž se odchycení jedinci lépe vypořádají se stresem s odběrem spojeným. Možnost odchytu v zimě je vázána na rychlé akce z lodi a urychlený odběr vzorku, což je ovšem limitováno na velké, čisté řeky a v našich podmínkách silně nepraktické (Lodberg-Holm, 2019). Odchyty do pastí s sebou přináší problémy časové – bobr se chytí v noci (není jisté kdy a pro zvýšení pravděpodobnosti úspěšnosti je nutné držet odstup, tedy kontrolovat až ráno), což by v zimním období znamenalo možnost umrznutí. Navíc čím déle odchyty pastmi probíhají, tím více času mají bobři na to si zvyknout na přítomnost pastí. Bobři se chovají více opatrnými, pastem se vyhýbají buď zcela, nebo je prozkoumají a více si jich nevšímají. Dokonce se mohou naučit odebrat z pasti návnadu (svazek kůry, větviček a listí; většinou z topolů) zezadu, tedy mimo nebezpečí chycení se, nebo se prokousali již ze zpuštěné pasti ven.

Níže popsaný způsob sběru je v tomto období nejlepší kvůli určitým faktorům (konzistence, obsah frakcí, doba rozpadu, možnost odchytu apod.). Větší objem bylinné frakce mimo zimní období představuje problém v podobě konzistence – mnohem dříve se rozpadá, což komplikuje dodatečný sběr (buď ho úplně znemožňuje, nebo činí velmi obtížným). Další komplikací sběru vzorku a analýzy je fakt, že bobr evropský i kanadský, stejně jako mnozí jiní hlodavci, je koprofág. Koprofagie je způsob výživy, při kterém je potrava pozřena opakovaně poté, co již jednou prošla trávicím ústrojím. To znamená opětovné přijímání potravy. Tato výživa může mít několik forem: buď požívání vlastního nebo cizího trusu, dále požívání trusu uschovaného nebo přímo od řiti. V případě bobrů se jedná o poslední formu (Hirakawa H., 2001). Vzorky, se kterými jsem pracoval, byly produktem druhé digesce (tedy potravy již podruhé prošlé trávicím traktem). Produkt první digesce není, bez přímé manipulace se zvířetem, možné získat. Ovšem podle analýzy vzorků obou stupňů digesce v průběhu norských vzorků, se tyto stupně obsahově výrazně neliší. Jediným výrazným rozdílem je velikost frakcí, nikoli jejich poměr.

Vzhledem ke specifickým přírodním podmínkám a období sběru, jsem byl nucen využít jiný způsob sběru. Vzorky jsem sbíral v toku, na hrázích (na dně tůní před hrází, vznášející se, nebo přímo ve struktuře hráze), u břehu (ve vegetaci, na dně, výjimečně poměrně daleko od vlastního toku – v případě zvýšené hladiny), nebo volně v proudu či zachycené o padlé dřevo. Vhodnými místy pro sběr se ukázala též místa, kde bobří konzumují shromážděnou potravu z okolních okusů, tzv. bobří jídelny, nebo ve struktuře zásobáren u obydlí (mnohdy ovšem těžce přístupné).

Každý vzorek získal evidenční číslo na základě rodiny. Co nejdříve po sběru jsem zamrazil, za účelem uchování a abych zabránil degradaci (kterou je například růst plísní, poškození a rozpad frakcí). Zamrazit není nutné okamžitě, ovšem nedoporučuji nechat vzorek mimo chlad déle než jednu noc. Přesto je nejlepší vzorky zamrazit (teploty pod 0 °C) co nejdříve od sběru. Bohužel není možné s naprostou jistotou zaručit, že degradace nezačala již před sběrem.

#### 4.4.2 Příprava vzorku pro analýzu

Frakce potravy jsem v první fázi dělil do čtyř kategorií – 1.) Dřevo 2.) Kůra 3.) Suchozemské rostliny a 4.) Vodní rostliny. První dvě kategorie jsem sloučil do celkové kategorie Stromy (dřevité rostliny), ovšem pro rozbor vzorků je rozdělení na podskupiny zjednodušujícím přístupem. Problémem je totiž kůra stromů a keřů, jelikož je v mnohých případech snadné ji zaměnit za jiné frakce (hlavně uschlé listy a stonky trav).

Za prvé je potřeba vzorek rozmrazit. Po rozmražení jsem vzorek umístil do plastového sítka o průměru oka 0,3 mm (abych zabránil vymytí makroskopických frakcí) a pod proudem vody promyl a zbavil nečistot. V případě, kdy je potřeba ze vzorku odebrat část na genetickou analýzu, je nutné promývání provést destilovanou vodou (aby nedošlo ke kontaminaci). Promýváním se rozrušuje struktura vzorku, jednotlivé frakce se oddělují od celku a celkově se mění barva (vlivem odstraňování nečistot světlá). K usnadnění promytí doporučuji použití dlouhé pevné pinzety, k manipulaci se vzorem pod proudem vody.

Získaný promytý materiál jsem uložil do Petriho misky a přidal vodu. Samotnou misku jsem buď položil na bílý podklad (bílý papír nebo bílý stůl), nebo pokud možnosti dovoluovali na světelný zdroj (jakým je například světelná podložka u binolupy). Díky tomu je identifikace frakcí v materiálu a jejich extrakce jednodušší. Vedle misky jsem připravil savý papír pro sušení vzorků (postačí též obyčejný ubrousek, ovšem nese nebezpečí obarvení frakce), na než jsem vybrané frakce odkládal.

Samotné frakce jsem z Petriho misky vybíral za pomoci měkké, entomologické pinzety. Začínal jsem největšími frakcemi ve vzorku (z většiny velké frakce dřeva, kůry a stébla trav – tenká, ale velmi dlouhá). Extrahované frakce jsem odkládal na připravenou podložku. Odebíráním velkých frakcí se objem materiálu zmenšuje, čímž se zlepšuje přístup k frakcím menším, snáze přehlédnutelným. Tento postup jsem opakoval tak dlouho, dokud jsem z aktuálního vzorku nevybral všechny frakce větší než 2 mm.

Než jsem ovšem mohl vyextrahované frakce zařadit do připravených kategorií, bylo nutné frakce usušit (pro usnadnění manipulace) a uchovat pro případ opětovné

kontroly. Usušením veškerého materiálu jsem tedy minimalizoval možnost ztráty frakcí působením plísní.

#### 4.4.3 Makroskopická analýza

Než začnu mluvit o samotné makroskopické analýze musím varovat před reálným nebezpečím ztráty frakcí. A to nikoli vlivem plísní, ovšem fyzickou ztrátou. Nízká hmotnost totiž tyto frakce činí náchylnými i k pouhému dechu, jehož vlivem je snadné si menší frakce „rozfoukat“ po pracovní ploše (v horším případě bez možnosti opětovného nalezení). Musím tedy pro práci doporučit uzavřený prostor k eliminaci rizika ztráty. Případně poslouží klasická chirurgická rouška pro blokování dechu.

Samotnou makroskopickou analýzu jsem provedl za užití binolupy. Veškeré frakce jsem postupně zkontroloval pod binolupou a přiřadil k jedné z kontrolních kategorií (DŘEVINY, TERESTRICKÉ ROSTLINY, VODNÍ ROSTLINY). Kontrola se při počáteční fázi výzkumu ukázala být nutná, protože mnoho frakcí bylo nutné kontrolovat vícekrát, s nejpřesnějším způsobem pod binolupou. Určování se sice časem stávalo přesnějším, některé frakce přesto binolupu vyžadovaly. Měl jsem tedy možnost frakce původně (při prvotním dělení) zařazené špatně, přesunout do správné kategorie. Výjimečně jsem prováděl i třetí určování při dělení do čtverců.

Každou kategorii frakcí jsem následně umisťoval na klasický čtverečkovaný papír s ohraničeným polem obsahujícím jedno sto čtverečků ( $25 \text{ cm}^2$ ). Rozměry jednotlivých polí ( $1 \text{ čtverec} = 0,25 \text{ cm}^2$ ) byly ideální pro oddělování jednotlivých frakcí a jejich počítání.

Zde jsem zjistil množství frakcí na každou kategorii u jednotlivých vzorků. Použití čtverečkováného papíru výrazně usnadňuje nejen počítání množství frakcí, ale také jejich dodatečné určování (pokud bylo nutné, nebo jsem si všiml nesrovnalostí).

Pro každý vzorek jsem následně za použití programu Microsoft Excel (2013) vypočetl procentuální zastoupení každého typu frakce. Výpočet jsem provedl vydělením celkové sumy frakcí ve vzorku počtem frakcí každé kategorie zvlášť. Tím jsem získal data pro další statistické zpracování. (**viz tabulka v příloze**)

Veškerá získaná data jsem postupně zanesl do Excelové tabulky (souhrnné a do několika samostatných). Tabulky obsahují datum sběru, kód rodiny a číslo vzorku, teplotu, nadmořskou výšku, celkové počty frakcí a procentuální zastoupení.

Každý vzorek byl doplněn o fotografickou dokumentaci, kterou jsem v několika případech použil k dodatečnému určování. Z některých jasně určitelných frakcí jsem vytvořil hmotnou referenční knihovnu – důkladně jsem takové frakce vysušil a lepící páskou připevnil na bílý kancelářský papír (dokonalý podklad pro kontrast frakce).

#### 4.4.4 Zpracování dat – Statistika

Normalitu dat je testoval pomocí Shapiro-Wilkova testu normality dat. Ani u jednoho typu potravy neměla data normální rozdělení, proto jsem pro analýzu zvolil neparametrické metody testování.

Prvním statistický testem byla lineární regrese. Tímto testem jsem zjišťoval, jaký je vztah mezi druhem potravy a nadmořskou výškou, teplotou před sběrem a neplotou v době sběru. Mou nulovou hypotézou pro každý test byl předpoklad, že daný druh potravy nezávisí na určité proměnné.

Za další test jsem Kruskal-Wallisovým test pro neparametrické porovnání jednotlivých lokalit, zda se na nich množství druhu potravy mění meziročně. Pomocí zboecněných lineárních modelů (GLM) jsem zjišťoval, zda se množství druhu potravy mění na všech lokalitách (kromě Moravy, která je od ostatních příliš rozdílná).

Třetí zvolený test pro porovnávání dvou roků na Moravě, bylo Wilcoxonův test..

## 5 Výsledky

Český les 2017										
rodina	KPK	FRP	FPR	HOM	HMZ	NOD	KPP	MRP	RDH	
počet vzorků	3	3	3	3	2	2	2	2	2	
Český les 2018										
rodina	KPK	HMZ	MRP	NHZ	RDH	NOD				
počet vzorků	4	2	4	5	5	4				
Český les 2019										
rodina	KPK	KPP	HMZ	HOM	NHZ	NOD	RDH	FPZ	FRP	FPR
počet vzorků	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Morava 2017										
rodina	KUT	KTN	KTM	KJS	VUM	VRB	VSM	VSP	KPN	
počet vzorků	4	3	3	2	4	3	2	3	3	
Morava 2018										
rodina	MOP	MOR	MOO	PHN	KJS	KZP	VSM	VSP	KUT	KTN
počet vzorků	3	3	3	3	4	2	2	3	3	4
Šumava 2018										
rodina	DF2	DF3	DF4	SMZ	STN	SLR	WSB	OL1	OL2	
počet vzorků	3	3	3	3	3	4	3	3	3	
Šumava 2018										
rodina	DF2	DF3	DF4	SMZ	STN	SLR	WSB	OL1	OL2	
počet vzorků	3	3	3	3	3	4	3	3	3	

Tabulka 9: Souhrnný přehled vzorků na rodinu pro každou lokalitu a rok

Celkově jsem pro svoji práci využil 179 vzorků získaných a zpracovaných v průběhu tří let. Jedná se o 76 vzorků od 12 rodin z Českého lesa, 55 vzorků z 13 rodin na Moravě, ze Šumavy 20 vzorků od 7 rodin a od 9 německých rodin 28 vzorků.

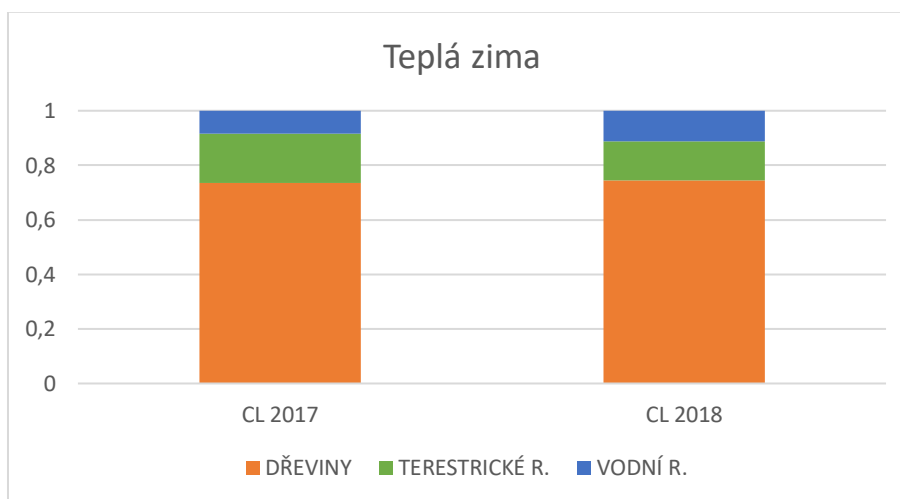
Díky zkušenostem po předchozí práci jsem neztratil žádný vzorek vlivem degradace nebo špatnému uchování.



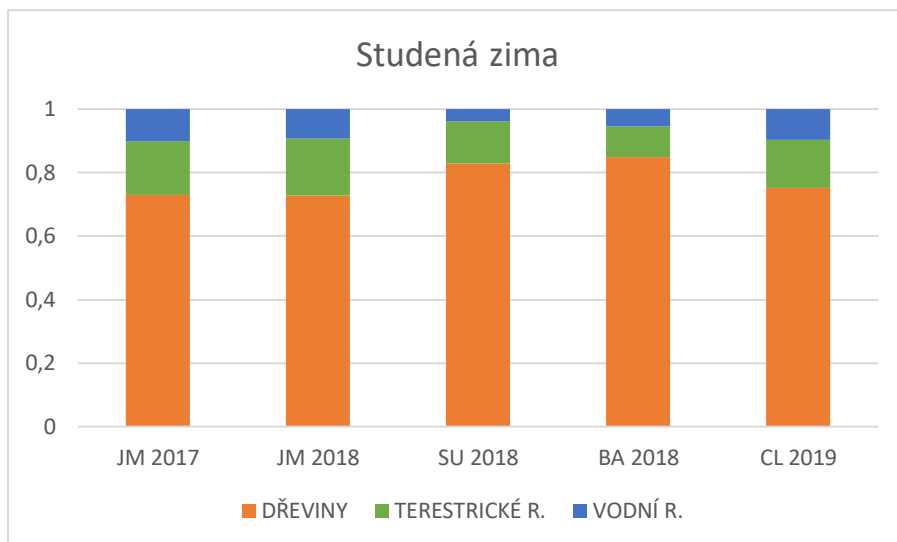
## 5.2 Potravní preference ve vztahu k teplotě a nadmořské výšce

Prvním krokem byla vizualizace dat formou boxplotů pro vizualizaci a upřesnění představy o datech každé kategorie v průběhu let. Pro Český les a Moravu byly vytvořeny individuální testy, v případě Šumavy a Německa byly grafy vytvořeny v porovnání s Českým lesem, jež jim je klimaticky i potravní nabídkou blízký. Ve všech případech byly určité rozdíly patrné, přesto nelze brát informace poskytnuté pouze boxplotem za průkazné. Boxploty jsou k dispozici v příloze.

Dalším grafem byla vizualizace dat z Teplých a Studených zim. I na těchto grafech je patrný určitý trend v množství potravy.



Graf 1: Vizualizace dat získaných v Teplé zimě



Graf 2: Vizualizace dat ve Studené zimě

V obou případech je viditelný trend. Ovšem při celkových hodnotách pokaždé zcela dominuje stromová potrava. Ani tyto grafy ovšem nelze brát jako zcela důvěryhodné výsledky.

Preference jednotlivých druhů potravy byly vyhodnoceny pomocí několika faktorů: nadmořská výška, teplota panující týden před sběrem a teplota v době sběru. Jejich závislost byla testována na datech ze čtyř na sobě nezávislých lokalit.

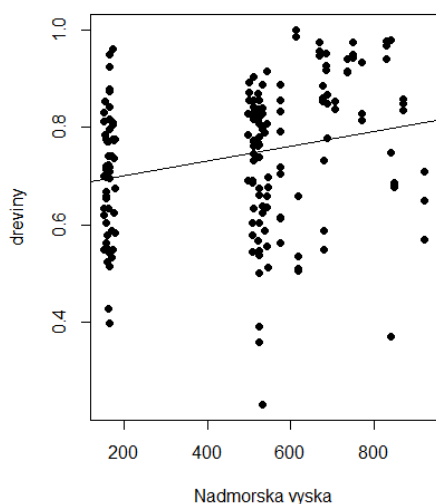
LINEÁRNÍ REGRESE	NADM. V.	TEP. 1	TEP. 2
Dřeviny	0.00134	0.0008934	0.0008934
Terest. r.	0.0392	0.0006562	0.0006562
Vodní r.	0.003775	0.03258	0.03258
	p=hodnota	p=hodnota	p=hodnota

Tabulka 10: Souhrn výsledků Lineární regrese

### 5.2.1 Dřeviny

V případě nadmořské výšky se u dřevin vyskytl naprosto jasný trend (LIN.REG.:  $F=3.258$ ;  $p=0.00134$ ) Spolu se stoupající nadmořskou výškou stoupá i množství přijímané dřevinné potravy (viz. graf 3).

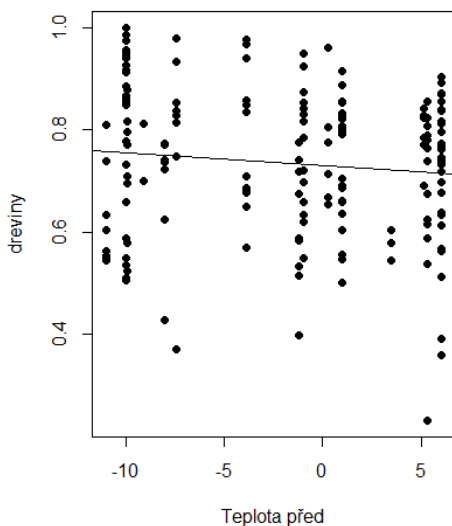
Vztah nadmořské výšky a preference



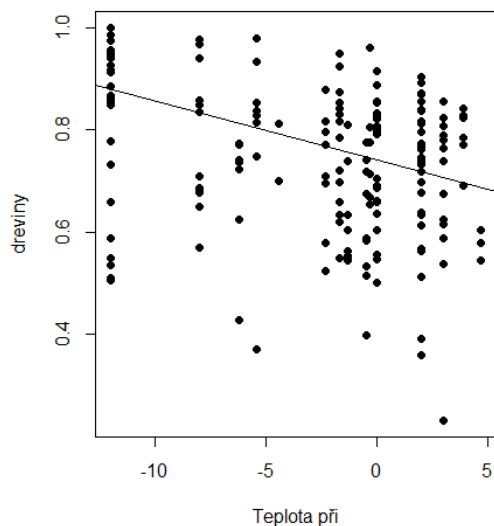
Graf 3: Vztah nadmořské výšky a množství konzumovaných dřevin.

U teplot se podobný trend vyskytuje též. V případě teplot vyskytujících se na lokalitě týden před sběrem (LIN.REG.:  $F=2.802$ ;  $p=0.0008934$ ), i u těch panujících v době sběru (LIN.REG.:  $F=2.802$ ;  $p=0.0008934$ ), je patrný pokles příjmu dřevinné potravy spolu se stoupající teplotou (viz. graf 4 a 5).

Vztah a preference



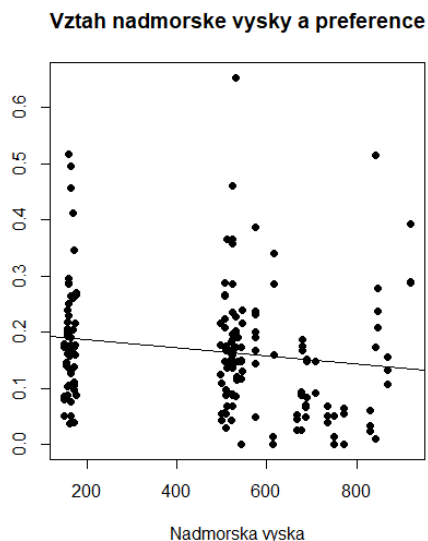
Vztah a preference



Graf 4 a 5: Vztah teploty před a v době sběru na množství dřevinné potravy

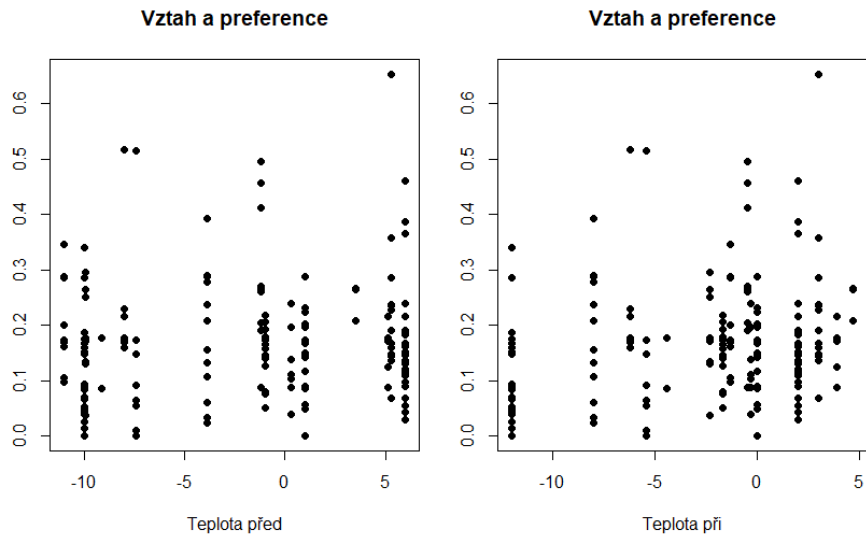
### 5.2.2 Terestrické rostliny

Nadmořská výška neměla již tak výrazný vliv na příjem terestrických rostlin, jako na dřeviny (LIN.REG.:  $F=4.314$ ;  $p=0.03922$ ). Ovšem trend se zde stále vyskytuje. V tomto případě ovšem negativní, tedy že s nadmořskou výškou příjem terestrických rostlin klesá (viz. graf 6).



Graf 6: Vztah nadmořské výšky a množství přijímaných terestrických rostlin

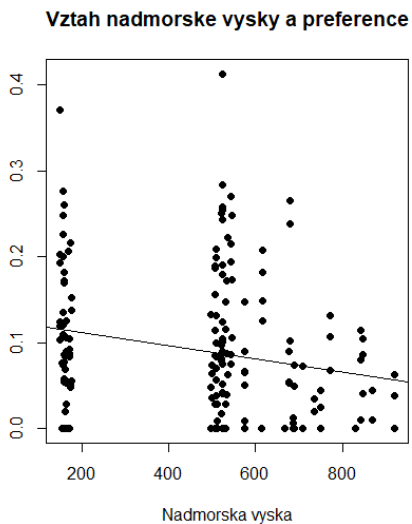
Teplota před sběrem ani při sběru se ukázala mít signifikantní vliv na příjem terestrických rostlin (LIN.REG.:  $F=2.877$ ;  $p=0.0006562$ ). Ovšem trend již viditelný není (viz. graf 7 a 8).



Graf 7 a 8: Vztah teploty před a v době sběru na množství přijímaných terestrických rostlin

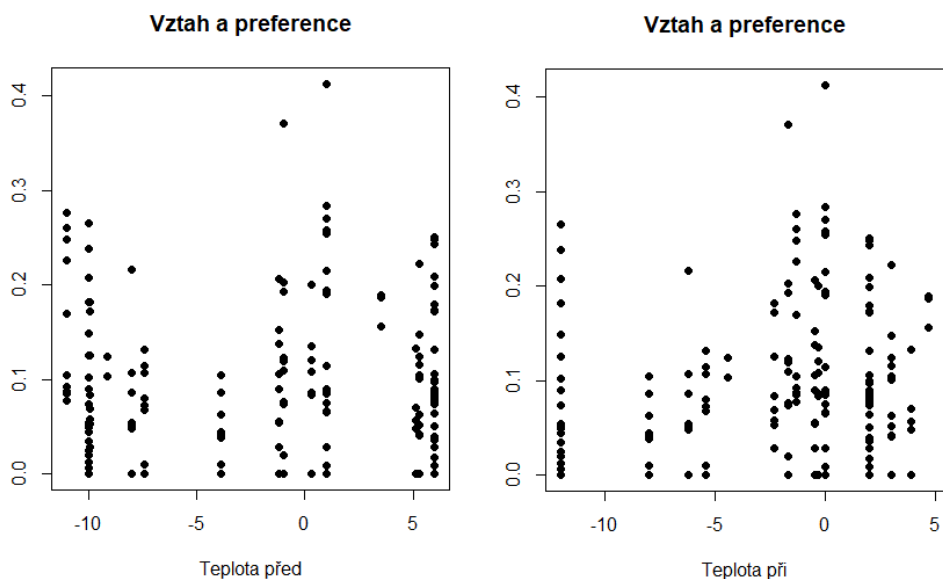
### 5.2.3 Vodní rostliny

Vztah nadmořské výšky a příjmu vodních rostlin je též negativní (LIN.REG.:  $F=8.613$ ;  $p=0.003775$ ). Spolu s rostoucí nadmořskou výškou příjem vodních rostlin výrazně klesá (viz, graf 9).



Graf 9: Vztah nadmořské výšky a množství přijímaných vodních rostlin

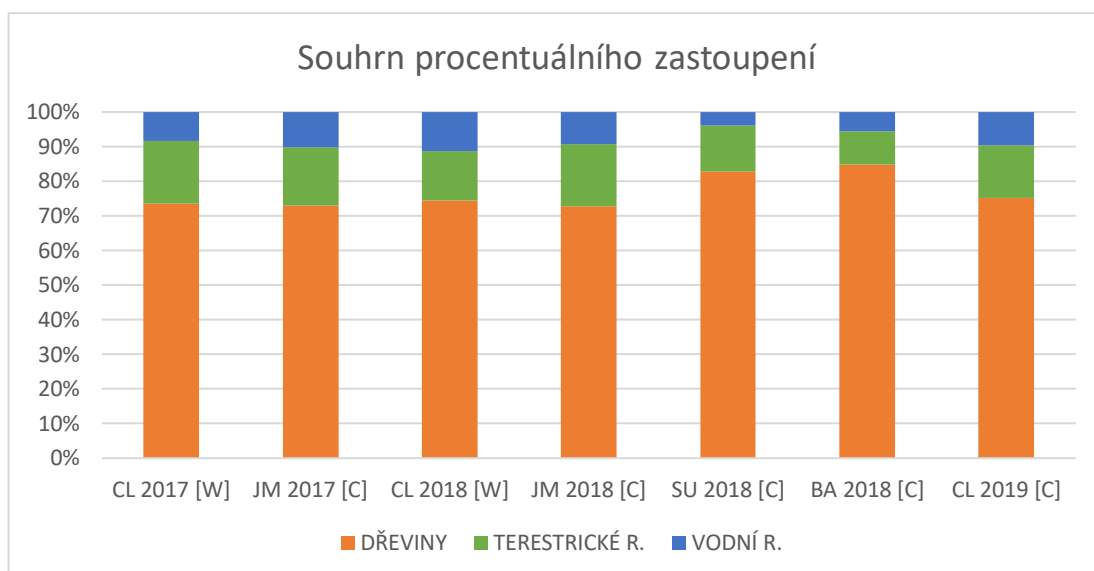
Bohužel stejně jako u terestrických rostlin, ani vodní teploty se nezdají být výrazně ovlivněny teplotou panující na lokalitě (viz. graf 10 a 11). Ani v jednom případě nebyl prokázán výrazný vliv (LIN.REG.:  $F=1.873$ ;  $p=0.03258$ ).



Graf 10 a 11: Vztah teploty před a v průběhu sběru na množství přijímaných vodních rostlin

### 5.3 Potravní preference ve sledovaných obdobích a lokalitách

Pro vizualizaci celkových poměrů potravních kategorií byl zvolen sloupcový graf, který obsahoval souhrnné procentuální zastoupení všech tří kategorií potravy pro každou lokalitu za jednotlivé roky. Podle tohoto grafu je opět vidět rozdíl v lokalitách, ovšem rozdíl na jedné lokalitě mezi roky, již tak patrný není.



Graf 5: Souhrnné procentuální zastoupení tří kategorií frakcí pro každou lokalitu v letech 2017 – 2019, [W] označuje teplou zimu, [C] označuje zimu studenou

Ve většině vzorků z každého roku bylo množství dřeva a kůry minimálně nadpoloviční, většinou mezi 60-70 %. Na každé lokalitě bylo několik vzorků s množstvím dřevin 80-95 % a v Bayerischer Wald dokonce dva vzorky skládající se ze 100 % ze dřeva a kůry. Terestrické rostliny v několika případech zastávaly větší podíl než dřeviny (maximálně 65,4 % celkového podílu), ovšem průměrné zastoupení bylo okolo 16 %. Vodní rostliny zastávaly ve většině vzorků pouze doplňující složku s průměrným zastoupením 9,1 %. V několika ojedinělých případech přesáhly vodní rostliny podíl 20 %, což byly ovšem pouze výjimky.

V Českém lese v roce 2017 bylo průměrné zastoupení dřevin 69,5 %, s nejvyšším počtem 85,6 % a nejnižším 23,1 %. Terestrické rostliny zastávaly průměrných 21,4 % s maximem 65,4 % (což tvoří i maximum za celé období práce) a minimem 6,9 %. Vodní rostliny doplňovaly průměrem 9,1 %, jejich maximum činilo 22,2 %, minimem bylo 0 % ve dvou případech.

Rok 2018 pro Český les znamenal průměrných 73,7 % dřevin s nejvíce 91,4 % a nejméně 50 %. Terestrických rostlin bylo tento rok ve vzorku průměrně 14,9 %, minimálně 4,9 % a maximálně 28,7 %. Vodní rostliny zastávaly průměrně 11,3 %, ovšem maximálně 41,3 % a v šesti případech nebyly přítomné vůbec.

Vzorky odebrané z Českého lesa v roce 2019 se skládaly průměrně ze 72,6 % dřevin (maximálně 90,4 % a minimálně 36 %), 17,3 % terestrických rostlin (minimálně

3 % a maximálně 46,1 %) a 10,2 % vodních rostlin (maximálně 24,8 %). Vodní rostli se opět ve dvou vzorcích nevyskytly vůbec.

Jižní Morava 2017 nesla průměrně 68,6 % dřevin, s maximem 87,9 % a minimem 42,9 %. Dále průměrných 19,6 % terestrických rostlin, kterých bylo maximálně 51,8 % a minimálně 3,7 %. Vodních rostlin bylo tento rok průměrně 11,8 %, maximální podíl ve vzorku byl 27,6 % a minimální bylo nulové zastoupení.

V roce 2018 bylo na jižní Moravě průměrné zastoupení dřevin 72,1 %, maximální 96,1 % a minimální 39,8 %. Terestrické rostliny zaujímaly průměrně 18,4 %, maximálně 49,6 % a minimálně 3,9 %. Průměrných 9,5 % připadalo na vodní rostliny, kterých bylo maximálně 37,1 % a v sedmi případech nebyly přítomné vůbec.

Šumavské vzorky roku 2018 se skládaly průměrně ze 78,8 % ze dřevin, kdy maximální zastoupení dřevin činilo 97,9 % a minimální 37,1 %. Terestrické rostliny zastávaly průměrných 16,3 %, 51,4 % maximálně a v jednom případě se nevyskytly. Vodních rostlin bylo průměrně 4,9 %, s maximálním zastoupením 13,2 % a pěti vzorky bez přítomnosti vodních rostlin.

Vzorky z Bayerischer Wald obsahovaly průměrně 83,8 % dřevin, ve dvou případech se skládaly ze 100 % z dřeva a kůry a minimálně z 50,6 %. Terestrických rostlin bylo průměrně 10 % ve vzorku, maximálně 34,1 % a ve třech vzorcích chyběly. Vodních rostlin se průměrně objevilo 6,3 % s maximem 26,5 % a devíti případy bez přítomnosti vodních rostlin.

### 5.3.1 Český les v letech

Jako první se testovalo, zda se množství druhu potravy mění meziročně. Testovalo se Kruskal-Wallisovým testem, jehož výstupem byla p-hodnota. V případě dřevin byla p-hodnota = 0.7107, u terestrických rostlin p-hodnota = 0.1551 a u vodních rostlin p-hodnota = 0.9831. Ani u jedné kategorie nabyla p-hodnota pod 0.05, což znamená, že množství dřevin, terestrických rostlin, ani vodních rostlin se meziročně nemění.



### 5.3.2 Porovnání Českého lesa, Šumavy a Bayerischer Wald

Tyto tři lokality, jako sobě velmi blízké, jsem porovnával mezi sebou. Pro testování jsem použil GLM – dvoufaktorovou ANOVu. Mezi Českým lesem a německým Bayerischer Wald je signifikantní rozdíl ve všech kategoriích. U dřevin činila  $p$ -hodnota = 0.000344, u terestrických rostlin  $p$ -hodnota = 0.00115 a u vodních rostlin  $p$ -hodnota = 0.0307. To ukazuje že mezi Českým lesem a Bayerischer Wald je signifikantní rozdíl.

Mezi Českým lesem a Šumavou již takový rozdíl nebyl. V případě dřevin činila  $p$ -hodnota = 0.062026 a u terestrických rostlin  $p$ -hodnota = 0.54541. Ovšem u vodních rostlin byla  $p$ -hodnota = 0.0109. Statisticky významný rozdíl mezi Českým lesem a Šumavou je tedy pouze v případě vodních rostlin.

### 5.3.3 Morava mezi roky

Vzhledem k faktu, že z Moravy jsem měl pouze dva roky, jsem musel využít oproti Českému lesu rozdílnou metodu. Tou byla neparametrický verze Studentova T-testu – Wilcoxonův dvouvýběrový test. Při testování meziročních rozdílů v podílu kategorií potravy jsem získal tyto údaje. Pro dřeviny bylo  $p$ -hodnota = 0.3026, u terestrických rostlin  $p$ -hodnota = 0.4574 a vodních rostlin  $p$ -hodnota = 0.3133. Tento test tedy nepotvrdil, že by existoval signifikantní rozdíl ve výběru potravy na Moravě mezi roky.

## 6 Diskuse

Studium potravy a její struktury pomocí analýzy trusu je metodou oblíbenou u mnoha druhů zvířat. Každá s sebou nese určité výhody a nevýhody (Anthony & Smith, 1974; Holechek et al., 1982; Homolka & Heroldová, 1992; Cransac et al., 1997; Mysterud et al., 1997; Krojerová-Prokešová et al., 2010; Jung et al., 2015). Ovšem metod ke studiu potravy je více a každá je vhodná pro jinou příležitost. Pro tento výzkum byla nejvhodnější analýza trusu, vzhledem ke skutečnosti, že pro mne nebylo možné získat data jinou, podobně neinvazivní metodou. Pro podobně plaché a skrytě žijící druhy je toto dobře proveditelná metoda (Van Dyne & Torrell, 1964; Bjustad et al., 1970; Martin, 1970; Ward, 1970; Slater & Jones, 1971; Laycock et al., 1972; McInnis, 1977; Scotcher, 1979; Sanders et al., 1980; Vavra & Holechek, 1980; Soprovich, 1994; Bau, 2001; Belzecki et al., 2018; Kavli-Lodberg Holm, 2019; Miltko et al., 2019).

Většina prací se zabývá studiem stromové složky potravy bobra evropského. Vodní rostliny jsou méně často objektem zájmu, nebo alespoň součástí výzkumu a zasloužily by si větší pozornost (Parker et al., 2007; Law et al., 2014).

Podle analýzy trusu z Českého lesa, jižní Moravy, Šumavy a Bayerischer Wald, v letech 2017–2019, naprosto dominuje dřevinná potrava, tedy stromového a keřového původu.

První otázkou bylo, zda má na strukturu potravy vliv nadmořská výška, nebo teplota. Velký počet autorů tvrdí, že nadmořská výška ovlivňuje potravní chování druhu. Mnoho druhů přestává preferovat jeden nebo dva druhy potravy a rozšiřuje svůj jídelníček o větší množství dostupnějších druhů. Toto může být způsobeno nejen nedostatečným množstvím preferované potravy, ale také například její nízkou energetickou hodnotou, vysokou energetickou náročností při jejím shánění (Aleksiuk, 1970; Jenkins, 1979; Belovsky, 1984; Doucet & Fryxell, 1993; Mysterud, 1998; Ganzhorn & Harthun, 2000; Milligan, 2008; Krojerová-Prokešová et al., 2010; Severud, 2013).

Teplota je též často očekávaný faktor. Milligan (2008) předpokládá větší příjem vodních rostlin v zimním období z důvodu nepřístupnosti jiné potravy

způsobené ledem. To ovšem v našich podmínkách významně nehrozí, neboť zde nejsou tak dlouhá období silného mrazu. Nižší teploty znamenají větší nároky na energii získanou z potravy (Nolet et al., 1994).

V případě mých vzorků se potvrdila závislost potravy na nadmořské výšce s pozitivním vlivem na dřeviny a negativním na terestrické a vodní rostliny. Příjem dřevin stoupá s nadmořskou výškou, což odpovídá faktu že v kůře stromů (hlavně jehličnanů, které byly na výše položených lokalitách káceny také) se drží v zimě velké množství živin a cukrů (Jenkins, 1979; Verheyden et al., 2008). Přesto v žádné rodině nevyumizely terestrické ani vodní rostliny zcela. Je důležité udržovat potravu bohatou a diverzifikovanou, aby se předcházelo nadměrnému množství sekundárních metabolitů, deficitu důležitých prvků jako je sodík nebo železo a pro detoxikaci organismu. Doplnění některých prvků z vodních rostlin je například důležité pro březí samice (Belovsky, 1978; Roberts & Arner, 1984; Nolet et al., 1994; Krojerová-Prokešová et al., 2010; Law et al., 2013).

Vztah teploty a potravy byl potvrzen pouze u dřevin. Se stoupající teplotou klesalo množství konzumovaných dřevin. U terestrických ani vodních rostlin se neobjevil žádný pohyb vlivem teploty panující před nebo v době sběru.

Další otázkou byly meziroční změny v Českém lese a na jižní Moravě. Data z Českého lesa byla statisticky testována Kruskal-Wallisovým testem, ovšem ani jedné kategorie druhu potravy nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Z jižní Moravy byla data získána ze dvou po sobě následujících let a následně testována neparametrickým Wilcoxonovým testem. Ani v této lokalitě nebyl potvrzen statický rozdíl u žádné kategorie druhu potravy mezi lety 2017 a 2018.

Český les, Šumava a německý Bayerischer Wald byly porovnávány mezi sebou. Český les 2018 reprezentoval mírnou zimu, Šumava střední a Bayerischer Wald tuhou zimu. Zároveň zde byl viditelný gradient nadmořské výšky (Český les nejnižší, Šumava a Německo výše, rodiny zde vybírány na podobné nadmořské výšce). Statisticky významný rozdíl byl u dřevin zaznamenán pouze mezi Českým lesem a Německem, taktéž u terestrických rostlin. V případě vodních rostlin je již významný rozdíl mezi Českým lesem a Německem i mezi Českým lesem a Šumavou. Výrazné rozdíly mezi Českým lesem a německým Bayerischer Wald je možné vysvětlit rozdíly v nadmořské výšce (viz. Vliv nadmořské výšky na složení potravy), tak skutečností, že oblast

Bayerischer Wald má již dlouho dobu statut národního parku a velmi odlišný management (správa Nationalpark Bayerischer Wald; Krojerová-Prokešová et al., 2010).

Z výsledků makroskopické analýzy bobřího trusu z Českého lesa, jižní Moravy, Šumavy a německého Bayerischer Wald vyplývá, že struktura zimní potravy bobra evropského se neskládá čistě z dřevin. Na základě prací Svendsen (1980), Krojerová et al (2010), Vorel et al (2015) a konzultací s Ing. Alešem Vorlem Ph.D. a Mgr. Jarmilou Krojerovou-Prokešovou Ph.D. jsem předpokládal ještě více převyšující množství dřevin. Přesto terestrické a vodní rostliny představovaly na mnoha místech důležitou a početnou součást.

Podle výzkumu Baker & Hill (2003) a Svendsen (1980) by se zimní potrava bobra evropského skládat ze 70-90 % z dřevin, což by odpovídalo severským podmínkám Šumavy a německého Bayerischer Wald 2018. Maximálních 70 %, které uvádí Northcott (1971), odpovídají výsledkům z Českého lesa (2017-2019) a jižní Moravy (2017-2018).

Předpokládal jsem výrazné rozdíly mezi zimami na jednotlivých lokalitách. Díky rozdílně tuhým zimám jsem očekával rozdílnou potravní nabídku a její dostupnost. Díky déle trvajícím teplotám pod bodem mrazu, a tudíž přítomnosti ledu a případné sněhové pokrývky, by mělo být vyšší procento přijímané dřevinné potravy, jak uvádí Larsen (1980). Bohužel takové podmínky panovaly pouze v několika teritoriích v Německu.

Menší, přesto výrazné zastoupení vodních rostlin, je možné vysvětlit kvalitou a typem zájmových lokalit. Mnoho ostatních prací, studujících potravní návyky a strukturu bobří potravy, byla provedena na větších vodních plochách (tůních, rybnících a jezerech) s dobře rozvinutou vodní vegetací. Na takových místech je vodní vegetace dobře přístupná i v případě silného ledu a představuje dostačující zdroj potravy. Majoritní část bobřích teritorií, sledovaných v této práci, ovšem ležela na tekoucích vodách, kde vodní vegetace nemusí být tak dobře rozvinuta. Toto ovšem může být způsobeno též větším znečištěním našich toků (Milligan, 2008; Krojerová-Prokešová et al., 2010).

## 7 Závěr

Struktura zimní potravy bobra evropského a její závislost na nadmořské výšce a teplotě byla zkoumána na čtyřech lokalitách v průběhu zim 2016/2017-2018/2019. Dohromady bylo analyzováno 179 vzorků od 41 rodin ze všech lokalit. Vzorky jsem analyzoval makroskopicky, abych určil zastoupení dřevin, terestrických rostlin a vodních rostlin.

Struktura zimní potravy a potravní návyky bobra evropského odpovídají předchozím studiím. Ve všech letech vyšly jako dominantní složka potravy dřeviny, přesto se na každé lokalitě a v každém roce našly výjimky, kde převládaly buď terestrické, nebo vodní rostliny. I taková data ovšem podpirají předchozí studie na podobné téma.

Z výsledků je patrný vliv nadmořské výšky na výběr potravy, ovšem vtaž s teplotou nebyl potvrzen. Taktěž rozdíl mezi jednotlivými roky, různě tuhými zimami, nebyl potvrzen. To je možné vysvětlit tím, že zimy v našich zeměpisných šířkách nejsou dostatečně silné a signifikantní rozdíl začíná být patrný a s nabývajícím nadmořskou výškou.

Výsledky této práce potvrdily vhodnost navržené metody pro stanovení potravních preferencí v zimním období. Metoda je vhodná nejen do podmínek podobným České republice a mohu ji doporučit pro budoucí výzkumy.

Do budoucna doporučuji pokračování ve výzkumu rozšířeném o nové rodiny a lokality, nově s rozlišením typu obývaného biotopu na vodní plochu (tůň, rybníce, ...) nebo vodní tok, což může ovlivňovat potravní nabídku. Rovněž navrhuji doplnit analýzu makroskopickou o barcode DNA analýzu, k přesnějšímu určování složek potravy až na úroveň druhu.

## 8 Seznam použité literatury

### 8.1 Odborné publikace

1. ALEKSIUK, M., 1970: The Seasonal Food Regime of Arctic Beavers, Ecology, Vol. 51, No. 2, pp 264-270
2. ANDĚRA, M., 1996: Řeky. Slovart, Praha, 168 s.
3. ANDĚRA, M.; HORÁČEK, I.; HOŠEK, J. 2005: Poznáváme naše savce. Druhé, doplněné vydání. Praha: Sobotáles. 327 s.
4. ANTHONY, Robert G.; SMITH, Norman S., 1974: Comparison of Rumen and Fecal Analysis to Describe Deer Diets. The Journal of Wildlife Management, Vol. 38, No. 3, pp 535-540
5. BAKER, B. W., HILL, E. P., 2003: Beaver (*Castor canadensis*). Pages 288-310 in G. A. Feldhamer, B. C. Thompson, and J. A. Chapman, editors. Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Conservation. Second Edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA.
6. BAU, Lena Marie, 2001; Behavioural ecology of reintroduced beavers (*Castor fiber*) in Klosterheden State Forest, Denmark. MS thesis. Department of animal behaviour, University of Copenhagen
7. BELOVSKY, G. E. 1984: Summer diet optimization by beaver. American Midland Naturalist 111:209–222
8. BELZECKI, G.; MILTKO, R.; KOWALIK, B.; KEDZIERSKA, A.; DEMIASZKIEWICZ, A.W.; LACHOWICZ, J.; GIZEJEWSKI, Z.; OBIDZINSKI, A.; GIZEJEWSKI, Z.; MCEWAN, N.R. 2018: Seasonal Variations of the Digestive Tract of the Eurasian Beaver *Castor Fiber*. Mammal research [online], 63(1), pages 21-31.
9. Bjugstad, A. J., Crawford H.S., Donald L. N., 1970: Determining forage consumption by direct observation of domestic animals. In: Range and Wildl. Habitat Eval.-A Res. Symp. U.S. Dep. Agr. Forest Serv. Misc. Pub. No. 1147. 220 p.

10. CAMPBELL-PALMER, R., GOW, D., CAMPBELL, R., DICKINSON, H., GIRLING, S., GURNELL, J., HALLEY, D., JONES, S., LISLE, S., 2016 The Eurasian Beaver Handbook: Ecology and Management of *Castor fiber*, Exeter: Pelagic, UK, 358 s.
11. CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M., GRULICH, V., LUSTYK, P. (eds) 2010: Katalog biotopů České republiky. Ed. 2. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 397 s.
12. CORNELIS, J.; CASAER, J.; HERMY, M. 1999: Impact of season, habitat and research techniques on diet composition of roe deer (*Capreolus capreolus*): A review. *Journal of Zoology*. 248. 10.1111/j.1469-7998.1999.tb01196.x.
13. CRANSACK, N; HEWISON, A; MAUBLANC, M-L; GAILLARD, J-M; CUGNASSE, J-M, 1997: Patterns of mouflon (*Ovis gmelini*) survival under moderate environmental conditions: Effects of sex, age, and epizootics. *Canadian Journal of Zoology*. 75. 1867-1875. 10.1139/z97-816.
14. DOUCET, C. M.; FRYXELL, J.M . 1993: The effect of nutritional quality on forage preference by beavers. – *Oikos* 67: 201-208
15. FRYXELL, J. M.; DOUCET C. M., 1991: Provisioning time and central-place foraging in beavers. *Can. J. Zool.* 69: 1308–1313.
16. GALLANT, D.; BERUBE, C. H.; TREMBLAY, E.; VASSEUR, L., 2004: An extensive study of the foraging ecology of beavers (*Castor canadensis*) in relation to habitat quality. *Canadian Journal of Zoology*, 82, 922-933.
17. GANZHORN, J.; HARTHUN, M., 2006: Food selection by beavers (*Castor fiber albus*) in relation to plant chemicals and possible effects of flooding on food quality. *Journal of Zoology*. 251. 391 - 398. 10.1111/j.1469-7998.2000.tb01090.x.
18. HAGEN H., 2001: Savci 2. zoologická encyklopedie : Zajíci , hlodavci , šelmy, Euromedia Group k.s., Praha, 160 s
19. HAARBERG, ORSOLYA & ROSELL, FRANK. 2006: Selective foraging on woody plant species by the Eurasian beaver (*Castor fiber*) in Telemark, Norway. *Journal of Zoology*. 270. 10.1111/j.1469-7998.2006.00142.x
20. HIRAKAWA, H., 2001: Coprophagy in leporids and other mammalian herbivores. *Mamm Rev* 31:61–80

21. HOLECHEK, J. L., VAVRA, M., PIEPER, R.D., 1982: Botanical Composition Determination of Range Herbivore Diets: A Review. *J Range Manage*, 35:309–315.
22. HOMOLKA, M.; HEROLDOVÁ, M., 1992: Similarity of the results of stomach and faecal contents analyses in studies of the ungulate diet. *Folia Zoologica*. 41. 193-208.
23. HUTCHINS M.; KLEIMAN D. G.; GEIST V.; MCDADE M. C., 2003: *Grzimek's Animal Life Encyclopedia*, 2nd edition. Volumes 12–16, *Mammals I–V*. Farmington Hills, MI: Gale Group, 2003.
24. JENKINS, S. H., 1979: Seasonal and year-to-year differences in food selection by beavers. *Oecologia*, 44: 112–116.
25. JUNG, T.; STOTYN, S.; CZETWERTYNSKI, S. 2015: Dietary overlap and potential competition in a dynamic ungulate community in northwestern Canada. *Journal of Wildlife Management*. 79. 1277-1285. 10.1002/jwmg.946.
26. KORBELOVÁ, J., SOLSKÝ, M., ŠIMŮNKOVÁ, K., VOREL, A., 2016: Monitoring populací bobra evropského v ČR pro roky 2015 a 2016, „nepublikováno“
27. K O S T K A N, V., 2000: Ekologická nika bobra evropského (*Castor fiber* L.) v CHKO Litovelské Pomoraví. MS, disertační práce. Katedra ekologie a životního prostředí Přírodovědecké fakulty UP, Olomouc, 63 s., „nepublikováno“
28. KROJEROVÁ-PROKEŠOVÁ, J., BARANČEKOVÁ, M., HAMŠÍKOVÁ, L., VOREL, A., 2010: Feeding habits of reintroduced Eurasian beaver: Spatial and seasonal variation in the use of food resources. *J Zool* 281:183–193
29. LARSEN, J. A., 1980: *The boreal ecosystem*. - Academic Press, New York.
30. LAW, A.; BUNNENFELD. N.; WILLBY. J. 2013: Beavers and Lillies: Selective Herbivory and Adaptive Foraging Behaviour. *Biological and Environmental Sciences*, School of Natural Sciences, University of Stirling, Stirling, U.K.
31. LAYCOCK, W. A., BUCHANAN, H., KRUEGER, W. G., 1972: Three methods for determining diet, utilization and trampling damage on sheep ranges. *J. Range Manage*. 25:352-357.



32. MARTIN, S. C., 1970: Relating vegetation measurements to forage consumption by animals. In: Range and Wildl. Habitat Eval.-A Res. Symp. U.S. Dep. Agr. Forest Serv. Pub. No. 1147. 220 p.
33. MCLNNIS, M., 1977: A comparison of four methods used in determining the diets of large herbivores. M.S. Thesis. Oregon State Univ., Corvallis. 127 P.
34. MILLIGAN, H., 2008: Aquatic and terrestrial foraging by a subarctic herbivore: the beaver. McGill University, Department of Natural Resource Sciences, Montreal, 89 s. (diplomová práce). „nepublikováno“.
35. MILLIGAN, H.E.; HUMPHRIES, M.M., 2010: The importance of aquatic vegetation in beaver diets and the seasonal and habitat specificity of aquatic-terrestrial ecosystem linkages in a subarctic environment. *Oikos* 119, 1877–1886.
36. MILTKO, R.; KOWALIK, B.; MAJEWSKA, P. M.; KEDZIERSKA, A.; MCEWAN, N. R.; BELZECKI, G., 2020: The Effect of Protozoa on the Bacterial Composition and Hydrolytic Activity of the Roe Deer Rumen, *Animals* 2020, 10, 467
37. MÜLLER-SCHWARZE, D., SUN, L., 2003: The beaver: natural history of wetlands engineer. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca and London.
38. MYSTERUD, A., 1998. The relative roles of body size and feeding type on activity time of temperate ruminants. *Oecologia*. 113. 442-446. 10.1007/s004420050396.
39. 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**, 117–128.
40. NOLET, A. B., ROSELL, F., 1998: Come back of the beaver *Castor fiber*. An overview of old and new conservation problems. *Biological conservation* 83: 165-173
41. NORRIS, RYAN & ARCESE, PETER & PREIKSHOT, DAVE & BERTRAM, DOUGLAS & KURT KYSER, T. 2007: Diet reconstruction and historic population dynamics in a threatened seabird. *Journal of Applied Ecology*. 44. 875 - 884. 10.1111/j.1365-2664.2007.01329.x

42. NORTHCOTT, T. H. 1971: Feeding habits of beaver in Newfoundland. - *Oikos* 22: 407-410. Copenhagen
43. PARKER, JOHN D., & CAUDILL, CHRISTOPHER & HAY, MARK. 2007: Beaver herbivory on aquatic plants. *Oecologia*. 151. 616-25. 10.1007/s00442-006-0618-6.
44. ROBERTS, T. H., ARNER, D. H., 1984: Food habits of beaver in east-central Mississippi. *Journal of Wildlife Management*, 48, 1414-1419.
45. ROSELL, FRANK & BOZSER, ORSOLYA & COLLEN, PETER & PARKER, HOWARD. 2005: Ecological impact of beavers *Castor fiber* and *Castor canadensis* and their ability to modify ecosystems. *Mammal Review*. 35. 10.1111/j.1365-2907.2005.00067.x.
46. SCOTCHER, J. S. B., 1979: A review of faecal analysis techniques for determining the diet of wild grazing herbivores. *Proc. Grassld. Sot. Afr.* 14: I3 I- 136.
47. SEVERUD, W. J., BELANT, J. L., WINDELS, S. K., BRUGGINK, J. G., 2013: Seasonal variation in assimilated diets of American beavers. *Am. Midl. Nat.* 169, 30–42
48. SHURIN, J. B., 2006: All wet or dried up? Real differences between aquatic and terrestrial food webs. – *Proc. - Royal Soc. B.* **273**: 1-9.
49. SLATER, J., JONES, R. J., 1971: Estimation of the diets selected by grazing animals from microscopic analysis of the faeces. *J. Australian Inst. Agr. Sci.* 37:238-239.
50. SOPROVICH, D. W., 1994: Seasonal Patterns of Body Composition and Gut Morphology of Beaver (*Castor canadensis*). Unpublished M.S. Thesis, Department of Zoology, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba
51. SVENDSEN, G. E., 1980: Seasonal change in feeding patterns of beaver in southern Ohio. *J. Wildl. Mgmt.* 44, 285–290.
52. VAN DYNE, G.cM., TORELL, D. T., 1964: Development and use of the esophageal fistula. *J. Range Manage.* 17:7-19.
53. VAVRA, M., HOLECHEK, J. L., 1980: Factors influencing microhistological analysis of herbivore diets, *J. Range Manage.*, 33:371-374.

54. VERHEYDEN-TIXIER H.; RENAUD P.C.; MORELLET N.; JAMOT J.; BESLE J.M.; DUMONT B., 2008: Selection for nutrients by red deer hinds feeding on a mixed forest edge. *Oecologia*. 2008;156(3):715-726. doi:10.1007/s00442-008-1020-3
55. VOREL, A.; VÁLKOVÁ, L.; HAMŠÍKOVÁ, L.; MALOŇ, J.; KORBELOVÁ, J., 2015: Beaver foraging behaviour: Seasonal foraging specialization by a choosy generalist herbivore. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 69. 1221-1235. 10.1007/s00265-015-1936-7.
56. WARD, A. L., 1970: Stomach content and fecal analysis. fn: Rangeand Wildl. Habitat Evaluation. A Res. Symp. U.S. Dep. Agr. Forest Serv. Misc. Pub. No. 1147. 220 p.
57. WILSON, A. E., HIRST, S. M., ELLIS, R. P., 1977: Determination of feeding preferences in wild ruminants from fecal samples. *J. Wildl. Manage.* 41:70-75

## 8.2 Internetové zdroje

1. AOPK ČR, 2006: Rozbory Chráněné krajinné oblasti Český les, Správa CHKO Český les (online) [cit.2019.05.08], dostupné z <<https://ceskyles.ochranaprirody.cz/res/archive/148/019466.pdf?seek=1389960763>>
2. AOPK ČR, 2014: Rozbory Chráněné krajinné oblasti Pálava, Správa CHKO Pálava (online) [cit.2019.05.08], dostupné z <<https://palava.ochranaprirody.cz/res/archive/278/034558.pdf?seek=1460636438>>
3. AOPK ČR, Správa NP a CHKO Šumava (online) [cit.2019.05.08.], dostupné z <<https://www.npsumava.cz/priroda/>>
4. Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald (online) [cit.2019.05.08], dostupné z <<https://www.nationalpark-bayerischer-wald.bayern.de/aktuelles/index.htm>>
5. NUMMI, P., 2010: NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – Castor canadensis (online) [cit 2019.11.03], dostupné z <[https://www.nobanis.org/globalassets/speciesinfo/c/castor-canadensis/castor\\_canadensis.pdf](https://www.nobanis.org/globalassets/speciesinfo/c/castor-canadensis/castor_canadensis.pdf)>

## 8.3 Ostatní zdroje

1. KAVLI LODBERG-HOLM, H., 2019: ústní sdělení, Odchyt a manipulace s bobrem v Norsku a v České republice

## Dodatky

Tabulky procentuálního zastoupení frakcí, využité při analýze. Každá tabulka představuje jeden rok z jedné lokality spolu s teplotou a nadmořskou výškou. Vzorčky jsou řazeny podle rodin, označené kódem rodiny.

LOKALITA	NADM. V.	TEPLOTA 1	TEPLOTA 2	KÓD	ROK	DATUM	VZOREK	D	T. R.	V. D.	DŘEVINY	TERESTRICKÉ ROSTLINY	VODNÍ ROSTLINY	SUMA
M	171	-11	-1,3	KUT	2017	14.1.	5\1	89	56	17	54,9%	34,6%	10,5%	162
M	171	-11	-1,3	KUT	2017	14.1.	36\1	158	19	18	81,0%	9,7%	9,2%	195
M	171	-11	-1,3	KUT	2017	14.1.	42\1	201	26	21	81,0%	10,5%	8,5%	248
M	171	-11	-1,3	KUT	2017	14.1.	17\1	230	54	27	74,0%	17,4%	8,7%	311
M	157	-11	-1,3	KTN	2017	14.1.	46\2	64	18	24	60,4%	17,0%	22,6%	106
M	157	-11	-1,3	KTN	2017	14.1.	15\2	58	21	26	55,2%	20,0%	24,8%	105
M	157	-11	-1,3	KTN	2017	14.1.	19\2	49	14	24	56,3%	16,1%	27,6%	87
M	161	-11	-1,3	KTM	2017	14.1.	13\3	61	32	19	54,5%	28,6%	17,0%	112
M	161	-11	-1,3	KTM	2017	14.1.	25\3	78	13	32	63,4%	10,6%	26,0%	123
M	161	-11	-1,3	KTM	2017	14.1.	27\3	99	45	12	63,5%	28,8%	7,7%	156
M	150	-9,1	-4,4	KJS	2017	15.1.	41\4	107	27	19	69,9%	17,6%	12,4%	153
M	150	-9,1	-4,4	KJS	2017	15.1.	10\4	142	15	18	81,1%	8,6%	10,3%	175
M	161	-8	-6,2	VUM	2017	16.1.	1\5	97	29	0	77,0%	23,0%	0,0%	126
M	161	-8	-6,2	VUM	2017	16.1.	4\5	34	8	5	72,3%	17,0%	10,6%	47
M	161	-8	-6,2	VUM	2017	16.1.	21\5	24	29	3	42,9%	51,8%	5,4%	56
M	161	-8	-6,2	VUM	2017	16.1.	14\5	69	16	8	74,2%	17,2%	8,6%	93
M	174	-8	-6,2	VRB	2017	16.1.	8\6	294	67	19	77,4%	17,6%	5,0%	380
M	174	-8	-6,2	VRB	2017	16.1.	18\6	139	41	9	73,5%	21,7%	4,8%	189
M	174	-8	-6,2	VRB	2017	16.1.	90\6	98	25	34	62,4%	15,9%	21,7%	157
M	163	-9,9	-2,3	VSM	2017	17.1.	7\7	305	13	29	87,9%	3,7%	8,4%	347
M	163	-9,9	-2,3	VSM	2017	17.1.	31\7	231	39	20	79,7%	13,4%	6,9%	290
M	164	-9,9	-2,3	VSP	2017	17.1.	60\8	51	19	2	70,8%	26,4%	2,8%	72
M	164	-9,9	-2,3	VSP	2017	17.1.	61\8	94	24	17	69,6%	17,8%	12,6%	135
M	164	-9,9	-2,3	VSP	2017	17.1.	62\8	419	67	27	81,7%	13,1%	5,3%	513
M	160	-9,9	-2,3	KPN	2017	17.1.	9\9	23	13	8	52,3%	29,5%	18,2%	44
M	160	-9,9	-2,3	KPN	2017	17.1.	84\9	81	35	24	57,9%	25,0%	17,1%	140
M	160	-9,9	-2,3	KPN	2017	17.1.	49\9	94	21	7	77,0%	17,2%	5,7%	122

Tabulka 11: Počty frakcí a jejich procentuální zastoupení v oblasti jižní Moravy v roce 2017.

LOKALITA	NADM. V.	TEPLOTA 1	TEPLOTA 2	KÓD	ROK	DATUM	VZOREK	D	T. R.	V. D.	DŘEVINY	TERESTRICKÉ ROSTLINY	VODNÍ ROSTLINY	SUMA
CL	507	3,5	4,7	KPK	2017	23.11.	26\1	49	24	17	54,4%	26,7%	18,9%	90
CL	507	3,5	4,7	KPK	2017	23.11.	50\1	55	19	17	60,4%	20,9%	18,7%	91
CL	507	3,5	4,7	KPK	2017	23.11.	19\1	48	22	13	57,8%	26,5%	15,7%	83
CL	510	5,1	3,9	FRP	2017	24.11.	18\2	96	10	8	84,2%	8,8%	7,0%	114
CL	510	5,1	3,9	FRP	2017	24.11.	67\2	81	18	6	77,1%	17,1%	5,7%	105
CL	510	5,1	3,9	FRP	2017	24.11.	11\2	103	22	0	82,4%	17,6%	0,0%	125
CL	498	5,1	3,9	FPR	2017	24.11.	58\3	94	24	18	69,1%	17,6%	13,2%	136
CL	498	5,1	3,9	FPR	2017	24.11.	59\3	273	41	16	82,7%	12,4%	4,8%	330
CL	498	5,1	3,9	FPR	2017	24.11.	56\3	113	31	0	78,5%	21,5%	0,0%	144
CL	524	5,3	3	HOM	2017	25.11.	72\4	241	52	16	78,0%	16,8%	5,2%	309
CL	524	5,3	3	HOM	2017	25.11.	78\4	222	19	34	80,7%	6,9%	12,4%	275
CL	524	5,3	3	HOM	2017	25.11.	80\4	33	14	2	67,3%	28,6%	4,1%	49
CL	523	5,3	3	HMZ	2017	25.11.	74\5	52	16	0	76,5%	23,5%	0,0%	68
CL	523	5,3	3	HMZ	2017	25.11.	57\5	36	24	7	53,7%	35,8%	10,4%	67
CL	576	5,3	3	NOD	2017	25.11.	79\6	88	34	21	61,5%	23,8%	14,7%	143
CL	576	5,3	3	NOD	2017	25.11.	70\6	89	15	0	85,6%	14,4%	0,0%	104
CL	537	5,3	3	KPP	2017	25.11.	77\7	75	14	6	78,9%	14,7%	6,3%	95
CL	537	5,3	3	KPP	2017	25.11.	13\7	37	12	14	58,7%	19,0%	22,2%	63
CL	532	5,3	3	MRP	2017	25.11.	91\8	12	34	6	23,1%	65,4%	11,5%	52
CL	532	5,3	3	MRP	2017	25.11.	102\8	55	20	13	62,5%	22,7%	14,8%	88
CL	524	5,3	3	RDH	2017	25.11.	103\9	51	11	7	73,9%	15,9%	10,1%	69
CL	524	5,3	3	RDH	2017	25.11.	100\9	79	13	4	82,3%	13,5%	4,2%	96

Tabulka 12: Počty frakcí a jejich procentuální zastoupení v oblasti Český les v roce 2017.

LOKALITA	NADM. V.	TEPLOTA 1	TEPLOTA 2	KÓD	ROK	DATUM	VZOREK	D	T. R.	V. D.	DŘEVINY	TERESTRICKÉ ROSTLINY	VODNÍ ROSTLINY	SUMA
M	165	-1,2	-0,5	MOP	2018	17.2.	1\1	45	56	12	39,8%	49,6%	10,6%	113
M	165	-1,2	-0,5	MOP	2018	17.2.	2\1	64	17	8	71,9%	19,1%	9,0%	89
M	165	-1,2	-0,5	MOP	2018	17.2.	3\1	18	16	1	51,4%	45,7%	2,9%	35
M	169	-1,2	-0,5	MOR	2018	17.2.	1\2	49	24	19	53,3%	26,1%	20,7%	92
M	169	-1,2	-0,5	MOR	2018	17.2.	2\2	69	19	5	74,2%	20,4%	5,4%	93
M	169	-1,2	-0,5	MOR	2018	17.2.	3\2	37	26	0	58,7%	41,3%	0,0%	63
M	177	-1,2	-0,5	MOO	2018	17.2.	1\3	79	9	14	77,5%	8,8%	13,7%	102
M	177	-1,2	-0,5	MOO	2018	17.2.	2\3	46	21	12	58,2%	26,6%	15,2%	79
M	177	-1,2	-0,5	MOO	2018	17.2.	3\3	85	34	7	67,5%	27,0%	5,6%	126
M	157	-1,0	-1,7	PHN	2018	16.2.	1\4	108	30	17	69,7%	19,4%	11,0%	155
M	157	-1,0	-1,7	PHN	2018	16.2.	2\4	112	37	21	65,9%	21,8%	12,4%	170
M	157	-1,0	-1,7	PHN	2018	16.2.	3\4	98	28	10	72,1%	20,6%	7,4%	136
M	150	-1,0	-1,7	KJS	2018	16.2.	1\5	34	5	23	54,8%	8,1%	37,1%	62
M	150	-1,0	-1,7	KJS	2018	16.2.	2\5	66	18	20	63,5%	17,3%	19,2%	104
M	150	-1,0	-1,7	KJS	2018	16.2.	3\5	52	15	17	61,9%	17,9%	20,2%	84
M	150	-1,0	-1,7	KJS	2018	16.2.	4\5	97	6	14	82,9%	5,1%	12,0%	117
M	154	-1,0	-1,7	KZP	2018	16.2.	1\6	134	24	13	78,4%	14,0%	7,6%	171
M	154	-1,0	-1,7	KZP	2018	16.2.	2\6	180	31	0	85,3%	14,7%	0,0%	211
M	163	-1,0	-1,7	VSM	2018	16.2.	1\7	84	17	2	81,6%	16,5%	1,9%	103
M	163	-1,0	-1,7	VSM	2018	16.2.	2\7	64	12	0	84,2%	15,8%	0,0%	76
M	164	-1,0	-1,7	VSP	2018	16.2.	1\8	96	14	0	87,3%	12,7%	0,0%	110
M	164	-1,0	-1,7	VSP	2018	16.2.	2\8	37	2	0	94,9%	5,1%	0,0%	39
M	164	-1,0	-1,7	VSP	2018	16.2.	3\8	110	9	0	92,4%	7,6%	0,0%	119
M	171	0,3	-0,3	KUT	2018	15.2.	1\9	87	12	9	80,6%	11,1%	8,3%	108
M	171	0,3	-0,3	KUT	2018	15.2.	2\9	45	8	5	77,6%	13,8%	8,6%	58
M	171	0,3	-0,3	KUT	2018	15.2.	3\9	98	4	0	96,1%	3,9%	0,0%	102
M	157	0,3	-0,3	KTN	2018	15.2.	1\10	97	13	15	77,6%	10,4%	12,0%	125
M	157	0,3	-0,3	KTN	2018	15.2.	2\10	115	42	19	65,3%	23,9%	10,8%	176
M	157	0,3	-0,3	KTN	2018	15.2.	3\10	82	10	23	71,3%	8,7%	20,0%	115
M	157	0,3	-0,3	KTN	2018	15.2.	4\10	109	32	22	66,9%	19,6%	13,5%	163

Tabulka 13: Počty frakcí a jejich procentuální zastoupení v oblasti jižní Moravy v roce 2018.

LOKALITA	NADM. V.	TEPLOTA 1	TEPLOTA 2	KÓD	ROK	DATUM	VZOREK	D	T. R.	V. D.	DŘEVINY	TERESTRICKÉ ROSTLINY	VODNÍ ROSTLINY	SUMA
CL	507	1	0	KPK	2018	25.3.	1\1	65	21	8	69,1%	22,3%	8,5%	94
CL	507	1	0	KPK	2018	25.3.	2\1	74	31	3	68,5%	28,7%	2,8%	108
CL	507	1	0	KPK	2018	25.3.	3\1	69	12	0	85,2%	14,8%	0,0%	81
CL	507	1	0	KPK	2018	25.3.	4\1	87	6	12	82,9%	5,7%	11,4%	105
CL	523	1	0	HMZ	2018	25.3.	1\2	119	20	0	85,6%	14,4%	0,0%	139
CL	523	1	0	HMZ	2018	25.3.	2\2	64	7	7	82,1%	9,0%	9,0%	78
CL	532	1	0	MRP	2018	25.3.	1\3	99	25	0	79,8%	20,2%	0,0%	124
CL	532	1	0	MRP	2018	25.3.	2\3	52	13	0	80,0%	20,0%	0,0%	65
CL	532	1	0	MRP	2018	25.3.	3\3	67	14	0	82,7%	17,3%	0,0%	81
CL	532	1	0	MRP	2018	25.3.	4\3	94	9	3	88,7%	8,5%	2,8%	106
CL	544	1	0	NHZ	2018	25.3.	1\4	68	16	23	63,6%	15,0%	21,5%	107
CL	544	1	0	NHZ	2018	25.3.	2\4	85	19	25	65,9%	14,7%	19,4%	129
CL	544	1	0	NHZ	2018	25.3.	3\4	64	20	31	55,7%	17,4%	27,0%	115
CL	544	1	0	NHZ	2018	25.3.	4\4	203	0	19	91,4%	0,0%	8,6%	222
CL	544	1	0	NHZ	2018	25.3.	5\4	118	17	11	80,8%	11,6%	7,5%	146
CL	524	1	0	RDH	2018	25.3.	1\5	46	8	38	50,0%	8,7%	41,3%	92
CL	524	1	0	RDH	2018	25.3.	2\5	38	9	16	60,3%	14,3%	25,4%	63
CL	524	1	0	RDH	2018	25.3.	3\5	72	26	34	54,5%	19,7%	25,8%	132
CL	524	1	0	RDH	2018	25.3.	4\5	52	16	27	54,7%	16,8%	28,4%	95
CL	524	1	0	RDH	2018	25.3.	5\5	97	22	28	66,0%	15,0%	19,0%	147
CL	576	1	0	NOD	2018	25.3.	1\6	109	6	8	88,6%	4,9%	6,5%	123
CL	576	1	0	NOD	2018	25.3.	2\6	95	24	1	79,2%	20,0%	0,8%	120
CL	576	1	0	NOD	2018	25.3.	3\6	64	21	6	70,3%	23,1%	6,6%	91
CL	576	1	0	NOD	2018	25.3.	4\6	80	16	0	83,3%	16,7%	0,0%	96

Tabulka 14: Počty frakcí a jejich procentuální zastoupení v oblasti Český les v roce 2018.

LOKALITA	NADM. V.	TEPLOTA 1	TEPLOTA 2	KÓD	ROK	DATUM	VZOREK	D	T. R.	V. D.	DŘEVINY	TERESTRICKÉ ROSTLINY	VODNÍ ROSTLINY	SUMA
S	831	-3,9	-8,0	PPM	2018	24.3.	1\1	164	4	0	97,6%	2,4%	0,0%	168
S	831	-3,9	-8,0	PPM	2018	24.3.	2\1	178	6	0	96,7%	3,3%	0,0%	184
S	831	-3,9	-8,0	PPM	2018	24.3.	3\1	205	13	0	94,0%	6,0%	0,0%	218
S	870	-3,9	-8,0	PPK	2018	24.3.	1\2	166	31	2	83,4%	15,6%	1,0%	199
S	870	-3,9	-8,0	PPK	2018	24.3.	2\2	174	22	9	84,9%	10,7%	4,4%	205
S	870	-3,9	-8,0	PPK	2018	24.3.	3\2	84	13	1	85,7%	13,3%	1,0%	98
S	848	-3,9	-8,0	KMB	2018	24.3.	1\3	46	14	7	68,7%	20,9%	10,4%	67
S	848	-3,9	-8,0	KMB	2018	24.3.	2\3	71	25	9	67,6%	23,8%	8,6%	105
S	848	-3,9	-8,0	KMB	2018	24.3.	3\3	66	27	4	68,0%	27,8%	4,1%	97
S	921	-3,9	-8,0	KZH	2018	24.3.	1\4	45	31	3	57,0%	39,2%	3,8%	79
S	921	-3,9	-8,0	KZH	2018	24.3.	2\4	44	18	0	71,0%	29,0%	0,0%	62
S	921	-3,9	-8,0	KZH	2018	24.3.	3\4	72	32	7	64,9%	28,8%	6,3%	111
S	842	-7,4	-5,4	RPH	2018	25.3.	1\5	65	15	7	74,7%	17,2%	8,0%	87
S	842	-7,4	-5,4	RPH	2018	25.3.	2\5	94	1	1	97,9%	1,0%	1,0%	96
S	842	-7,4	-5,4	RPH	2018	25.3.	3\5	13	18	4	37,1%	51,4%	11,4%	35
S	771	-7,4	-5,4	JPP	2018	25.3.	1\6	74	5	12	81,3%	5,5%	13,2%	91
S	771	-7,4	-5,4	JPP	2018	25.3.	2\6	77	6	10	82,8%	6,5%	10,8%	93
S	771	-7,4	-5,4	JPP	2018	25.3.	3\6	83	0	6	93,3%	0,0%	6,7%	89
S	708	-7,4	-5,4	RTH	2018	25.3.	1\7	144	25	0	85,2%	14,8%	0,0%	169
S	708	-7,4	-5,4	RTH	2018	25.3.	2\7	92	10	8	83,6%	9,1%	7,3%	110

Tabulka 15: Počty frakcí a jejich procentuální zastoupení v oblasti Šumava v roce 2018.

LOKALITA	NADM. V.	TEPLOTA 1	TEPLOTA 2	KÓD	ROK	DATUM	VZOREK	D	T. R.	V. D.	DŘEVINY	TERESTRICKÉ ROSTLINY	VODNÍ ROSTLINY	SUMA
N	688	-10	-12	DF2	2018	23.3.	1\1	174	31	0	84,9%	15,1%	0,0%	205
N	688	-10	-12	DF2	2018	23.3.	2\1	124	12	7	86,7%	8,4%	4,9%	143
N	688	-10	-12	DF2	2018	23.3.	3\1	116	22	11	77,9%	14,8%	7,4%	149
N	676	-10	-12	DF3	2018	23.3.	1\2	69	2	7	88,5%	2,6%	9,0%	78
N	676	-10	-12	DF3	2018	23.3.	2\2	79	8	5	85,9%	8,7%	5,4%	92
N	676	-10	-12	DF3	2018	23.3.	3\2	64	7	4	85,3%	9,3%	5,3%	75
N	614	-10	-12	DF4	2018	23.3.	1\3	84	0	0	100,0%	0,0%	0,0%	84
N	614	-10	-12	DF4	2018	23.3.	2\3	67	1	0	98,5%	1,5%	0,0%	68
N	614	-10	-12	DF4	2018	23.3.	3\3	62	0	0	100,0%	0,0%	0,0%	62
N	679	-10	-12	SMZ	2018	23.3.	1\4	114	26	16	73,1%	16,7%	10,3%	156
N	679	-10	-12	SMZ	2018	23.3.	2\4	84	25	34	58,7%	17,5%	23,8%	143
N	679	-10	-12	SMZ	2018	23.3.	3\4	56	19	27	54,9%	18,6%	26,5%	102
N	686	-10	-12	STN	2018	23.3.	1\5	135	7	0	95,1%	4,9%	0,0%	142
N	686	-10	-12	STN	2018	23.3.	2\5	144	11	2	91,7%	7,0%	1,3%	157
N	686	-10	-12	STN	2018	23.3.	3\5	139	10	1	92,7%	6,7%	0,7%	150
N	617	-10	-12	SLR	2018	23.3.	1\6	48	32	14	51,1%	34,0%	14,9%	94
N	617	-10	-12	SLR	2018	23.3.	2\6	39	22	16	50,6%	28,6%	20,8%	77
N	617	-10	-12	SLR	2018	23.3.	3\6	87	21	24	65,9%	15,9%	18,2%	132
N	617	-10	-12	SLR	2018	23.3.	4\6	47	30	11	53,4%	34,1%	12,5%	88
N	668	-10	-12	WSB	2018	23.3.	1\7	224	6	0	97,4%	2,6%	0,0%	230
N	668	-10	-12	WSB	2018	23.3.	2\7	341	16	0	95,5%	4,5%	0,0%	357
N	668	-10	-12	WSB	2018	23.3.	3\7	145	8	0	94,8%	5,2%	0,0%	153
N	750	-10	-12	OL1	2018	23.3.	1\8	74	4	0	94,9%	5,1%	0,0%	78
N	750	-10	-12	OL1	2018	23.3.	2\8	64	1	3	94,1%	1,5%	4,4%	68
N	750	-10	-12	OL1	2018	23.3.	3\8	78	0	2	97,5%	0,0%	2,5%	80
N	736	-10	-12	OL2	2018	23.3.	1\9	95	4	2	94,1%	4,0%	2,0%	101
N	736	-10	-12	OL2	2018	23.3.	2\9	94	7	2	91,3%	6,8%	1,9%	103
N	736	-10	-12	OL2	2018	23.3.	3\9	107	6	4	91,5%	5,1%	3,4%	117

Tabulka 16: Počty frakcí a jejich procentuální zastoupení v oblasti Bayerischer wald v roce 2018.

LOKALITA	NADM. V.	TEPLOTA 1	TEPLOTA 2	KÓD	ROK	DATUM	VZOREK	D	T. R.	V. D.	DŘEVINY	TERESTRICKÉ ROSTLINY	VODNÍ ROSTLINY	SUMA
CL	510	6	2	KPK	2019	25.2.	1\1	147	28	16	77,0%	14,7%	8,4%	191
CL	510	6	2	KPK	2019	25.2.	2\1	173	31	8	81,6%	14,6%	3,8%	212
CL	510	6	2	KPK	2019	25.2.	3\1	112	14	19	77,2%	9,7%	13,1%	145
CL	533	6	2	KPP	2019	25.2.	1\2	84	12	4	84,0%	12,0%	4,0%	100
CL	533	6	2	KPP	2019	25.2.	2\2	67	20	18	63,8%	19,0%	17,1%	105
CL	533	6	2	KPP	2019	25.2.	3\2	145	21	16	79,7%	11,5%	8,8%	182
CL	521	6	2	HMZ	2020	25.2.	1\3	194	41	20	76,1%	16,1%	7,8%	255
CL	521	6	2	HMZ	2019	25.2.	2\3	99	5	10	86,8%	4,4%	8,8%	114
CL	521	6	2	HMZ	2019	25.2.	3\3	34	11	15	56,7%	18,3%	25,0%	60
CL	521	6	2	HOM	2019	25.2.	1\4	66	13	7	76,7%	15,1%	8,1%	86
CL	521	6	2	HOM	2019	25.2.	2\4	97	17	2	83,6%	14,7%	1,7%	116
CL	521	6	2	HOM	2020	25.2.	3\4	108	12	13	81,2%	9,0%	9,8%	133
CL	546	6	2	NHZ	2019	25.2.	1\5	141	45	22	67,8%	21,6%	10,6%	208
CL	546	6	2	NHZ	2019	25.2.	2\5	97	18	24	69,8%	12,9%	17,3%	139
CL	546	6	2	NHZ	2019	25.2.	3\5	62	29	30	51,2%	24,0%	24,8%	121
CL	576	6	2	NOD	2019	25.2.	1\6	45	31	4	56,3%	38,8%	5,0%	80
CL	576	6	2	NOD	2019	25.2.	2\6	128	34	16	71,9%	19,1%	9,0%	178
CL	576	6	2	NOD	2019	25.2.	3\6	30	19	0	61,2%	38,8%	0,0%	49
CL	524	6	2	RDH	2019	25.2.	1\7	32	41	16	36,0%	46,1%	18,0%	89
CL	524	6	2	RDH	2019	25.2.	2\7	29	27	18	39,2%	36,5%	24,3%	74
CL	524	6	2	RDH	2019	25.2.	3\7	119	30	12	73,9%	18,6%	7,5%	161
CL	510	6	2	FPZ	2019	25.2.	1\8	94	7	25	74,6%	5,6%	19,8%	126
CL	510	6	2	FPZ	2019	25.2.	2\8	102	4	28	76,1%	3,0%	20,9%	134
CL	510	6	2	FPZ	2019	25.2.	3\8	96	22	13	73,3%	16,8%	9,9%	131
CL	500	6	2	FRP	2019	25.2.	1\9	225	11	16	89,3%	4,4%	6,3%	252
CL	500	6	2	FRP	2019	25.2.	2\9	142	9	12	87,1%	5,5%	7,4%	163
CL	500	6	2	FRP	2019	25.2.	3\9	166	21	7	85,6%	10,8%	3,6%	194
CL	511	6	2	FPR	2019	25.2.	1\10	33	19	0	63,5%	36,5%	0,0%	52
CL	511	6	2	FPR	2019	25.2.	2\10	100	16	1	85,5%	13,7%	0,9%	117
CL	511	6	2	FPR	2019	25.2.	3\10	94	7	3	90,4%	6,7%	2,9%	104

Tabulka 17: Počty frakcí a jejich procentuální zastoupení v oblasti Český les v roce 2019.