

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra zoologie a ornitologická laboratoř



**Výběr habitatu bobrem evropským (*Castor fiber*)
v podmínkách lužního lesa**

Diplomová práce

Bc. Jana Němečková

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Zoologie

Olomouc 2021

Vedoucí práce: RNDr. Ondřej Mikulka

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce RNDr. Ondřeje Mikulky, a jen s použitím citovaných literárních zdrojů.

V Litovli dne 25. 4. 2021

.....

podpis

Poděkování

Děkuji RNDr. Ondřeji Mikulkovi za pomoc a cenné rady, které mi poskytoval při psaní této práce. Děkuji všem, kteří se podíleli na terénním sběru dat. Dále děkuji své rodině a přátelům za podporu během celého studia.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Bc. Jana Němečková

Název práce: Výběr habitatu bobrem evropským (*Castor fiber*) v podmínkách lužního lesa

Typ práce: diplomová

Pracoviště: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra zoologie a ornitologická laboratoř

Vedoucí práce: RNDr. Ondřej Mikulka

Rok obhajoby práce: 2021

Abstrakt

V diplomové práci jsou zpracována data získaná při terénním monitoringu bobra evropského (*Castor fiber*) na území Chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví v letech 2017–2019. Analyzována byla data o distribuci teritorií a byl proveden odhad početnosti bobra na sledovaném území. Pomocí analýzy Kernel density estimation byla vyhodnocena data o pobytových známkách bobra v jednotlivých letech. Dále byla vytvořena mapa v prostředí geografických informačních systémů (GIS) s popisem podmínek prostředí jako charakter toku, typ dřevinného porostu či antropogenní faktory. Pomocí této mapy bylo analyzováno osídlení bobra ve vztahu k faktorům prostředí. Výsledky provedených analýz potvrdily potravní preference pro vrby (*Salix* sp.), stejně tak zjevné preference charakteru prostředí pro různé typy pobytových známek. Naopak předpokládaný vliv lidské činnosti na osídlování prostředí bobrem se nepotvrdil.

Klíčová slova: bobr evropský, biomonitoring, Litovelské Pomoraví

Počet stran: 31

Počet příloh: 8

Jazyk: český

Bibliographic identification

Author's first name and surname: Bc. Jana Němečková

Name of the thesis: Habitat selection by European beaver in floodplain forest

Type of thesis: master

Institution: Palacky University Olomouc, Faculty of Science, Department of Zoology and Laboratory of Ornithology

Supervisor: RNDr. Ondřej Mikulka

The year of work defense: 2021

Abstract

The diploma thesis deals with data obtained during biomonitoring of the European beaver (*Castor fiber*) in the Litovelské Pomoraví Protected Landscape Area in the years 2017–2019. Data on the distribution of territories were analyzed and an estimate of the number of beavers in the monitored area was made. Using Kernel density estimation analysis, data on beaver residence marks in individual years were evaluated. Furthermore, a map was created in the geographic information system (GIS) environment with a description of environmental conditions such as the nature of the flow, the type of tree stand or anthropogenic factors. Using this map, beaver population was analyzed in relation to environmental factors. The food preference of the beaver was also evaluated. The results of the analyses confirmed food preferences for willows (*Salix* sp.), as well as obvious preferences of the nature of the environment for different types of residence stamps. On the contrary, the presumed influence of human activity on the settlement of the environment by the beaver has not been confirmed.

Key words: European Beaver, biomonitoring, Litovelské Pomoraví PLA

Number of pages: 31

Number of appendices: 8

Language: Czech

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíle práce	2
3	Biologie a ekologie bobra evropského	3
4	Historie osídlení.....	5
5	Popis lokality	7
6	Metodika	8
6.1	Sběr dat	8
6.2	Zpracování dat	8
6.3	Vyhodnocení dat	9
6.3.1	Určení teritorií.....	9
6.3.2	Potravní preference	10
6.3.3	Antropogenní faktory	11
7	Výsledky.....	12
7.1	Určení teritorií a jejich parametrů	12
7.2	Výběr prostředí	14
7.3	Potravní preference	16
7.4	Antropogenní faktory.....	18
8	Diskuze	22
8.1	Vývoj populace	22
8.2	Výběr prostředí	23
8.3	Potravní výběr	24
8.4	Antropogenní faktory.....	24
9	Závěr	26
10	Literatura a zdroje.....	27
11	Seznam příloh.....	31

1 Úvod

Bobr evropský (*Castor fiber*) představuje velice důležitého živočicha, který má svoji činností přímý i nepřímý vliv na vlastnosti říční krajiny takřka celé Eurasie. V minulosti se jednalo o oblíbenou kořist člověka, ať už kvůli masu, husté srsti nebo pachovým žlázám. Nadměrný lov však přivedl tento druh téměř na pokraj vyhynutí. Naštěstí se tento trend zvrátil, a to především zavedením legislativní ochrany na počátku 20. století. Bobr se tak začal v průběhu minulého století přirozeně i s pomocí člověka opět šířit evropskou i asijskou krajinou (Halley a Rosell 2002).

Na území tehdy nově vzniklé Chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví bylo translokováno několik jedinců až v průběhu 90. let 20. století. Stalo se tak po přibližně 260leté absenci tohoto druhu na Moravě. Vhodnost prostředí pro vysazení byla předem důkladně analyzována. Bobři se zde úspěšně ujali a v průběhu následujících let rozšířili své osídlení v obou směrech toku řeky Moravy i na vedlejší přítoky (John et al. 2010; Kostkan a Lehký 1997).

Již od počátku nového osídlování byly prováděny víceméně pravidelné kontroly rostoucí populace. Nejčastěji se tak dělo pochůzkovou metodou v průběhu zimy, přičemž se zaznamenávaly pobytové znaky bobra nalezené na březích vodních toků a získaná data se dále zpracovávala pomocí geografických informačních systémů (GIS). Stejným způsobem byl prováděn monitoring také v letech 2017–2019, ze kterého je část získaných dat zpracována v této diplomové práci.

Mezi sledované parametry populace bobra evropského patří především zjištění počtu teritorií neboli rodin, délka teritorií, obsazenost prostředí a potravní chování. Z počtu teritorií je možné odhadovat přibližný počet jedinců na sledovaném území. V antropogenní krajině roste společně s bobří populací také otázka vlivu přítomnosti člověka na osídlení krajiny bobrem, vzhledem k často odlišným zájmům těchto dvou druhů savců s jedinečnými schopnostmi svou činností měnit krajinu.

2 Cíle práce

Cílem této práce je analýza dat získaných při monitoringu bobra evropského v letech 2017–2019 na území CHKO Litovelské Pomoraví. Výsledkem této analýzy je zhodnocení distribuce teritorií ve sledované lokalitě, vyhodnocení dat o pobytových známkách bobra pomocí metody jádrového odhadu hustoty (Kernel density estimation) v jednotlivých letech a odhad početnosti tohoto druhu na sledovaném území. Dalším cílem je vytvoření mapy s popisem vybraných podmínek prostředí (charakter toku, typ porostu, antropogenní faktory) a následná analýza osídlení bobra ve vztahu k těmto faktorům prostředí a zhodnocení potravní preference bobra.

3 Biologie a ekologie bobra evropského

Bobr evropský (*Castor fiber* Linnaeus, 1758) je největším zástupcem řádu hlodavců (*Rodentia*) obývajícím evropský kontinent a společně s bobrem kanadským (*Castor canadensis* Kuhl, 1820) je druhým největším hlodavcem celosvětově (Wilson et al. 2016). Jedná se o semiakvatický druh savce vázaného na přírodní i umělé pomalu tekoucí vodní toky a stojaté vodní plochy s celoročním přístupem k vodě a vegetaci. Bobr evropský se vyskytuje především v nižších a středních nadmořských výškách (přibližně do 400 m. n. m.) (Suchomel et al. 2017). Ačkoliv je to plaché zvíře, možná i díky soumravné a noční aktivitě může osídlit i méně rušná místa v blízkosti lidských sídel (Wilson et al. 2016). Jedná se snad o jediného živočicha, který je schopen svojí činností přeměňovat své prostředí, a proto je také nazýván „ekologickým inženýrem“ (Anděra a Horáček 2005). Na území České republiky se bobr může jen zřídka setkat se svými predátory, což jsou velké šelmy (vlk, medvěd, rys). Nebezpečí hrozí spíše mláďatům, která mohou být predována např. liškou. Nejvyšší mortalitu bobra způsobuje člověk, ať už nepřímo antropogenními pastmi, kolizemi s auty nebo přímo odlovem (Vorel et al. 2016).

Základní jednotkou populace bobrů je rodina, která se skládá z rodičovského páru a jejich jednoletých až dvouletých mláďat. Celkově tak jedna rodina představuje přibližně 3-7 jedinců (Vorel et al. 2008b). Bobři jsou silně teritoriální, rodina si hájí své teritorium velmi agresivně a označuje si jej výměšky pachových žláz a teritoriálními okusy. Vyskytne-li se na daném území vetřelec, může dojít k fyzickému napadení ze strany rezidenčních jedinců (Nolet a Rosell 1994). Velikost teritorií je silně závislá na vlastnostech prostředí, především na jeho úživnosti. Průměrná délka teritoria se pohybuje v řádu jednotek říčních kilometrů, např. ve studii Campbell et al. (2005) byla průměrná délka teritoria v jedné oblasti 4 km, zatímco na jiné lokalitě s menší potravní nabídkou se tato hodnota vyšplhala na 12,8 km.

Bobři pohlavně dospívají ve věku 2-3 let a opouští své rodiče, aby si našli nové teritorium a partnera ke spáření. Mladí jedinci při nové kolonizaci obsazují nejprve nejvhodnější místa. Přitom můžou urazit vzdálenost až 170 km (Fustec et al. 2001). Optimální podmínky pro bobry představují území s dostatečným množstvím preferované vegetace, což jsou podle většiny studií hlavně vrbové křoviny (Fustec et al. 2001; John a Kostkan; Nolet et al. 1994). Kromě dostupné potravy je důležitý také sklon vodního toku a s tím související síla vodního proudu, které mohou znemožňovat bobrům různé

aktivity (Halley et al. 2013). Při osazování volného prostředí nejprve nastává růst populace, ovšem po naplnění kapacity optimálních i suboptimálních lokalit dochází k poklesu velikosti populace na maximální populační hustotu (Dewas et al. 2012).

4 Historie osídlení

Bobr evropský původně osídloval rozsáhlá území Evropy a Asie, především v lesnatých oblastech, a nevyhýbal se ani tundře či stepím. Úbytek populace započal v jižních oblastech, jako je Pyrenejský poloostrov, Turecko či Irák – v těchto oblastech byly nalezeny pouze fosilie. V průběhu 16. století vymizely bobří kolonie na území Itálie a Velké Británie. Stejný osud potkal bobry osídlující řadu dalších zemí v průběhu 19. století. Výsledkem bylo, že na počátku 20. století na celém území Eurasie zbylo odhadem pouze 1 200 jedinců v 8 populacích. Důvodem tak masivního úbytku byl především nadměrný lov, ať už pro srst, castoreum nebo maso (Nolet a Rosell 1998).

Štěstím pro zbylé populace se stalo postupné zavádění přísné zákonné ochrany tohoto druhu. Nejprve za účelem chovu bobrů na kožešiny, později už jako management ekosystémů, započaly reintrodukce odebráním jedinců ze zbylých populací a vypouštěním na lokalitách, které se jevíly jako vhodné prostředí. Postupně se zlepšovala metodika, např. byla nejprve důkladně prozkoumána místa pro vypouštění bobrů, což zvýšilo šanci na úspěšné založení nové populace (Halley a Rosell 2002). V současnosti je tak odhadovaná celková velikost populace bobra evropského na území Eurasie přibližně 1,5 milionu jedinců (Halley et al. 2021).

Skrytým problémem, který byl odhalen o řadu let později, se stalo vysazování bobra kanadského (*Castor canadensis*) v různých oblastech Evropy i Asie již ve 20. letech 20. století (Halley et al. 2021). Jelikož se bobr kanadský od bobra evropského morfologicky v podstatě neliší, fakt, že se jedná o 2 různé druhy, byl odhalen až pomocí genetických testů (Lavrov a Orlov 1973). Po tomto zjištění započaly snahy bobra kanadského z těchto nepůvodních oblastí rozšíření eliminovat. Na většině území Eurasie se to podařilo a zbyly tak pouze populace ve Finsku a na severozápadě Ruska (Halley et al. 2021).

Na území České republiky byl vývoj bobří populace srovnatelný se zbytkem Evropy. Jeden z posledních zaznamenaných jedinců bobra evropského byl uloven u Olomouce na přelomu 17. století (Kostkan a Lehký 1997). Bobři se pak do České republiky vrátili až v průběhu 20. století, první úspěšné znovuosídlení proběhlo v 70. letech na jižní Moravě. Rekolonizace probíhala z několika směrů především díky vysazování bobrů v okolních státech a následným expanzím do okolí, ale také např. z přirozeně se rozšiřujícího refugia na Labi. Přicházeli tak do České republiky bobři ze

Saska, Bavorska, Polska a Rakouska (Vorel et al. 2012). V letech 1991, 1992 a 1996 navíc proběhly úspěšné translokace celkem 22 jedinců z Polska a z Litvy na území střední Moravy, z nichž vznikla nová populace šířící se po řece Moravě (John et al. 2010). Nejnovější odhady předpokládají více než 6 000 jedinců bobra evropského na území České republiky (Halley et al. 2021). Mapa rozšíření je součástí Přílohy (Příloha 1).

Co se týče CHKO Litovelské Pomoraví, zde byli vysazeni již výše zmínění jedinci bobra evropského v 90. letech minulého století po téměř 260leté absenci. Již od počátku translokace se sleduje vývoj bobří populace. Bobrům se obzvláště daří v zachovalých lužních lesích, které jsou předmětem ochrany této chráněné krajinné oblasti. Postupně se bobři šířili v obou směrech řeky a zvětšovali svoji početnost (John et al. 2010). Tato populace se nakonec spojila s populací postupující z jižní Moravy, takže bobři osadili takřka celý tok Moravy i jejích přítoků (Vorel et al. 2016). Nejnovější odhad hovoří o 215 jedincích ve 43 teritoriích (Nováková 2012).

5 Popis lokality

CHKO Litovelské Pomoraví je situována na území střední Moravy mezi Olomoucí a Mohelnicí na ploše 9 600 ha. Předmětem ochrany jsou rozsáhlé lužní lesy s vnitrozemskou říční deltou řeky Moravy a na ně navázaná společenstva rostlin a živočichů. Odhad celkové délky říčních kilometrů stálých ramen Moravy a jejich přítoků na tomto území se pohybuje okolo 240 km. Litovelské Pomoraví je také specifické množstvím periodických ramen, která se zaplňují vodou především při jarním tání sněhu na dobu 1–3 měsíců. Jejich odhadovaná plocha je 2 000 ha (Kostkan a Lehký 1997). V této diplomové práci jsem se zaměřila na úsek hlavního toku řeky Moravy od mostu u Čističky odpadních vod v Litovli po most přes řeku Moravu na ulici Heydukova v městské čtvrti Olomouc-Černovír.

Typickou vegetací na březích a říčních náplavech v Litovelském Pomoraví jsou vrbové porosty (*Salix* sp.), které představují tzv. měkký luh. Společně s vrbami se vyskytuje také topol černý (*Populus nigra*). Na měkký luh navazují společenstva topolu černého, jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*), jilmu habrolistého (*Ulmus minor*) a dubu letního (*Quercus robur*). Na nejsušších místech lužního lesa, která bývají zaplavována pouze při velkých povodních (tzv. tvrdý luh), se z dřevin vyskytují dub letní, jasan ztepilý a vzácně i jilm habrolistý s jilmem vazem (*Ulmus laevis*). Tvrdý luh však sestává z více pater, kde v nižších patrech roste lípa malolistá (*Tilia cordata*), střemcha obecná (*Prunus padus*), javor babyka (*Acer campestre*) a habr obecný (*Carpinus betulus*). Keřové patro tvrdého luhu představuje kalina obecná (*Viburnum opulus*), svída krvavá (*Cornus sanguinea*) a bez černý (*Sambucus nigra*). Na lokalitách trvale zamokřených výrazně převažuje výskyt olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) (AOPK ČR a Správa CHKO Litovelské Pomoraví 2018).

6 Metodika

6.1 Sběr dat

Sběr dat probíhal pochůzkovou metodou, při níž byly procházeny břehy vodních toků a zaznamenávány pobytové znaky bobra. Ty bývají nejčastěji do vzdálenosti 20 metrů od břehu (Kostkan a Lehký 1997). Pobytové znaky představují: okus dřevin (dokonalý, nedokonalý, zavěšený strom), zrcátka (potravní a teritoriální), jídelna, zásobárna, nora, výdych, hrad, polohrad, hráz, skluzavka, chodník, kanál, tunel, pachová značka a trus. V případě pobytových znaků na dřevinách (okusů a zrcátek) se sleduje rod dřeviny a také průměr poškozené dřeviny.

Uvedené pobytové znaky bobra se při pochůzce zaznamenávají jako jednotlivé body do GPS přístroje, kde jsou označeny číslem, a se shodným číslem jsou zapsány také do formuláře (jeho podoba viz Příloha 2). Data z GPS přístroje jsou následně vyhodnocována v prostředí GIS (Geografické informační systémy).

Vhodné načasování provedení pochůzkové metody je v zimním období před počátkem vegetačního období a zároveň před vrhem mláďat bobra. Ke konci zimy je činnost bobra nejlépe zaznamatelná vzhledem k nedostatku jiných potravních zdrojů než dřevin, a navíc je v této době terén nejlépe průchozí pro mapovatele. Sběr dat k diplomové práci probíhal v průběhu února a března v letech 2017–2019. Podíleli se na něm pracovníci AOPK ČR a tým Lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy univerzity v Brně, část byla sbírána i mnou.

6.2 Zpracování dat

Získaná data byla zpracována v prostředí geografických informačních systémů, konkrétně v programu QGIS (QGIS Development Team 2021). Do mapy jsem podle ortofota (Prohlížeč služba WMS – Ortofoto) (ČÚZK 2021b) a vizuálním srovnáním s leteckými snímky z veřejně dostupných mapových serverů (Mapy.cz, Mapy Google) vykreslila shape file vrstvy složené z polygonů představující typy porostů: měkký luh, tvrdý luh, smíšený porost, jehličnatý porost a bezlesí. Zbývající plochy zahrnovaly lidskou zástavbu. Polygony překrývaly plochu celého koryta vodního toku a sahaly minimálně 50 metrů od břehu z důvodu pokrytí všech bodů představujících pobytové znaky bobra zaznamenané při pochůzkové metodě. Ukázka těchto polygonů viz

Příloha 3. Podle ortofota jsem také vytvořila shape file vrstvy z polygonů představující charakter vodního toku rozlišující rovný úsek řeky, jesep (nánosový břeh), výsep (erozní břeh) a jezovou zdrž (rovný úsek toku pod jezem). Na těchto vrstvách mě zajímala plocha jednotlivých typů porostů a charakteru vodního toku. Jako další vrstvy jsem vložila data z jednotlivých let získaná pochůzkovou metodou, tyto vrstvy mají podobu bodů. K jednotlivým bodům těchto vrstev byla přiřazena hodnota Kernel indexu podle jejich významnosti (tabulka s těmito hodnotami viz Příloha 4).

Z důvodu poměrně rychlých změn koryta řeky Moravy vznikly nepřesnosti mezi základní mapou (Prohlížeč služba WMS – ZM 10) (ČÚZK 2021c) a ortofotem, které představuje letecký snímek a blíží se tak reálné topologii toku více než základní mapa. Tyto nepřesnosti měly za následek nemožnost podle základní mapy vytvořit relevantní obalovou zónu kolem toku. Vytvořila jsem proto linii vedoucí středem vodního toku podle ortofota a od ní jsem potom vedla obalovou zónu 65 m, která zajistila pokrytí dostatečně vzdálené plochy od vodního toku, na níž se mohly vyskytovat pobytové znaky bobra. Přitom jsem uvažovala také fakt, že průměrná šířka toku ve sledovaném území je 22 m (Mikulka per comm). Následně byl podle obalové zóny proveden ořez polygonů charakteru vodního toku a typu porostu.

Dále jsem se zaměřila na vliv antropogenních faktorů na osídlení bobra ve sledované oblasti. Do mapy jsem vložila vrstvy linií představující cesty, cyklotrasy, silnice a turistické trasy a polygonovou vrstvou sídel z volně přístupných datových souborů ČÚZK (INSPIRE) (ČÚZK 2021a). Vodní tok byl rozdělen na úseky po 50 metrech, kdy na každém 50. metru byl vytvořen bod, k němuž byla zjištěna nejmenší vzdálenost ke každému z pěti sledovaných antropogenních faktorů.

6.3 Vyhodnocení dat

6.3.1 Určení teritorií

Po vložení bodových dat získaných pochůzkovou metodou do prostředí GIS byla identifikována jednotlivá teritoria bobra evropského pomocí jádrového odhadu hustoty (Kernel density estimation). Je tak možné odhadovat počet jedinců na sledovaném území. Podle Hamšíkové et al. (2009) na jedno teritorium připadá přibližně $5,6 \pm 2,5$ jedince. Každému typu pobytového znaku byla přiřazena váha podle významnosti, tabulka s rozdělením těchto hodnot je součástí Přílohy (Příloha 4).

Výsledkem analýzy Kernel density estimation je tzv. „heat-mapa“, díky které je možné odlišit jednotlivá teritoria. Podrobně jsem tuto metodu popsala ve své bakalářské práci (Němečková 2019). Pomocí této analýzy jsem zjistila i další informace – délku jednotlivých teritorií, procentuální obsazenost prostředí, vzdálenost jednotlivých teritorií od sebe, vypočítala jsem počet teritorií na 10 km toku a Ivlevův index výběrovosti pro typy porostů a pro charakter prostředí.

Délka teritoria byla spočítána jako délka toku, kterou pokrývá teritorium. Procentuální obsazenost prostředí jsem vypočítala jako podíl součtu délek všech teritorií v daném roce ku celkové délce sledované části toku.

Vzdálenost teritorií od sebe jsem změřila manuálně v prostředí GIS podle vytvořené středové linie toku pomocí nástroje měření, protože při vytváření této linie docházelo k nenavazování jednotlivých uzlů linie a při použití automatické analýzy docházelo k chybám. Zobrazila jsem si zjištěná teritoria v každém roce a změřila rozdíly délek toku mezi nimi.

Počet teritorií na 10 km toku jsem spočítala pro každý rok zvlášť jako podíl počtu teritorií v daném roce ku celkové délce sledované části toku, to celé vynásobené 10 000.

Ivlevův index výběrovosti (E_i) se vypočítá podle vzorce: $E_i = \frac{r_i - n_i}{r_i + n_i}$, kde r_i je v případě výpočtu tohoto indexu pro výběr potravy relativní podíl typu potravy, kterou bobr konzumoval, a n_i reálný podíl daného typu potravy v prostředí, v případě výpočtu indexu pro výběr prostředí je r_i relativní podíl charakteru prostředí, v němž se nacházely pobytové znaky, a n_i reálný podíl daného charakteru prostředí (Ivlev 1961). Aby byl výpočet relevantní, nepoužila jsem přímé hodnoty počtu pobytových znaků, ale součet jejich hodnot indexu Kernel.

6.3.2 Potravní preference

Na potravní preference bobra jsem se podívala z více hledisek. Nejdřív jsem porovnávala míru okusu jednotlivých kategorií průměrů dřevin pouhým sečtením počtu okusů. Jako další metodu jsem zvolila výpočet obsahu pařeziny ve výšce 20 cm nad zemí, což je obvyklá výška, v níž bobr hryže a ve které byl při monitoringu měřen průměr poškozených dřevin. Tato metoda slouží k lepšímu odhadu celkového objemu biomasy, kterou bobr zkonsumoval. Nejprve jsem zprůměrovala hodnoty rozpětí jednotlivých kategorií průměru dřevin, a ze získaných hodnot jsem vypočítala obsah kruhu pro

jednotlivé kategorie vynásobené počtem zaznamenaných pobytových znaků v dané kategorii. Vzorec pro tento výpočet je $\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot n$, kde d je průměr dřeviny a n celkový počet pobytových znaků zaznamenaných na dané kategorii průměru. Tento výpočet jsem provedla jak pro všechny typy ohryzů dohromady, tak také zvlášť pro dokonalé ohryzy, a zjištěné hodnoty jsem porovнала z hlediska kategorií průměrů dřevin a rodů dřevin.

6.3.3 Antropogenní faktory

Analýzu vzdáleností pobytových znaků bobra od antropogenních faktorů jsem provedla s pomocí liniové vrstvy představující vodní tok, která byla rozdělena na body ve vzdálenosti 50 metrů od sebe pomocí nástroje Rozdělit vektorovou vrstvu. Pomocí nástroje Protnutí byla přidána informace, zda daný bod leží uvnitř nebo vně teritoria. Následně byla provedena analýza pomocí nástroje Distance to nearest Hub (points), která ke každému bodu přiřadila vzdálenost od nejbližší cesty, cyklotrasy, sídla, silnice a turistické trasy. Zjištěné vzdálenosti jsem podrobila jednofaktorové analýze variance (ANOVA) na pětiprocentní hladině významnosti. Jako první jsem zjišťovala, zda se statisticky významně liší průměry vzdáleností jednotlivých antropogenních faktorů od všech bodů (bobrem obsazených i neobsazených). Následně jsem tuto analýzu provedla vždy pro dva faktory ve všech deseti možných kombinacích. Dále jsem zjišťovala, zda se statisticky významně liší průměrná vzdálenost míst bobrem obsazených od neobsazených u jednotlivých antropogenních faktorů.

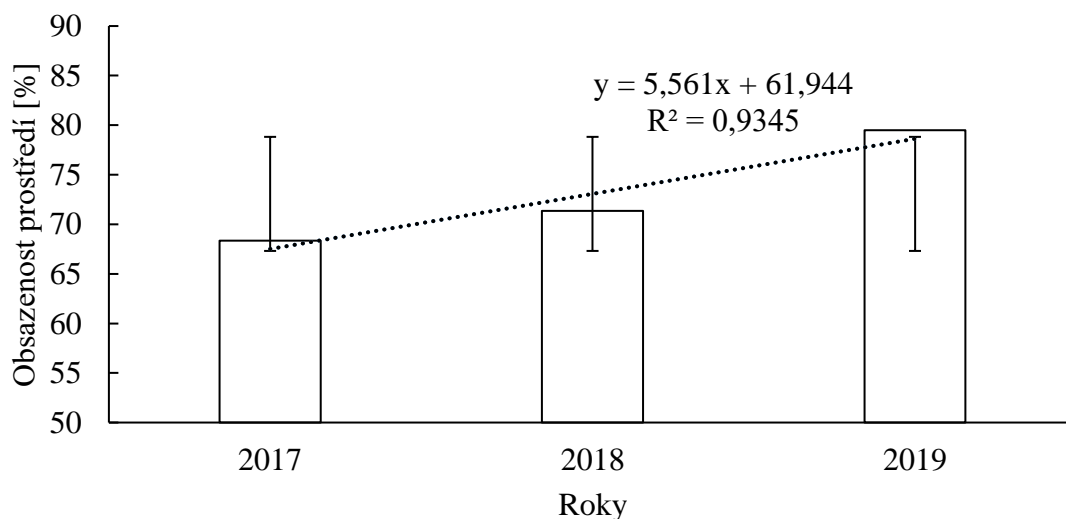
Dále mě zajímalo, zda existuje nějaký vztah mezi vzdáleností antropogenních faktorů a hodnotou indexu Kernel, nebo-li zda existuje nějaký trend v intenzitě osídlení prostředí bobrem vůči antropogenním faktorům. K zodpovězení této otázky jsem provedla regresní analýzu, kde mě zajímala především hodnota spolehlivosti R^2 (koeficient determinace), rovnice regresní přímky a hodnota pravděpodobnosti.

7 Výsledky

7.1 Určení teritorií a jejich parametrů

Z vytvořených polygonů porostů jsem zjistila rozlohu jednotlivých typů porostů ve vzdálenosti 50 m od břehu řeky Moravy. Tvrdý luh se ve sledované zóně rozkládá na 95,06 ha (42 % rozlohy celé zóny), měkký luh na 75,93 ha (34 %), bezlesí na 36,23 ha (16 %), lidská zástavba na 10,85 ha (5 %), smíšený porost na 5,39 ha (2 %) a jehličnatý porost na 1,14 ha (1 %). Stejným způsobem jsem zjistila rozlohu typů charakteru toku – největší podíl představují rovné úseky řeky s rozlohou 124,64 ha (45 %), následují výsepy s 94,64 ha (34 %), jesepty s 54,23 ha (20 %) a jediná jezová zdrž v tomto úseku má rozlohu 2,16 ha (1 %). Tyto výsledky v grafické podobě viz v Příloze 5.

Celková délka toku ve sledované oblasti byla 23 413 m. V roce 2017 bobři obsadili celkem 16 004 m toku, v roce 2018 16 709 m a v roce 2019 18 608 m (procentuální vyjádření viz Obr. 1). Pomocí analýzy Kernel density estimation bylo rozlišeno v roce 2017 celkem 11 teritorií, v roce 2018 9 teritorií a v roce 2019 12 teritorií. V roce 2017 se tak na 10 km toku nacházelo přibližně 4,7 teritoria, v roce 2018 to bylo 3,84 a v roce 2019 5,13.

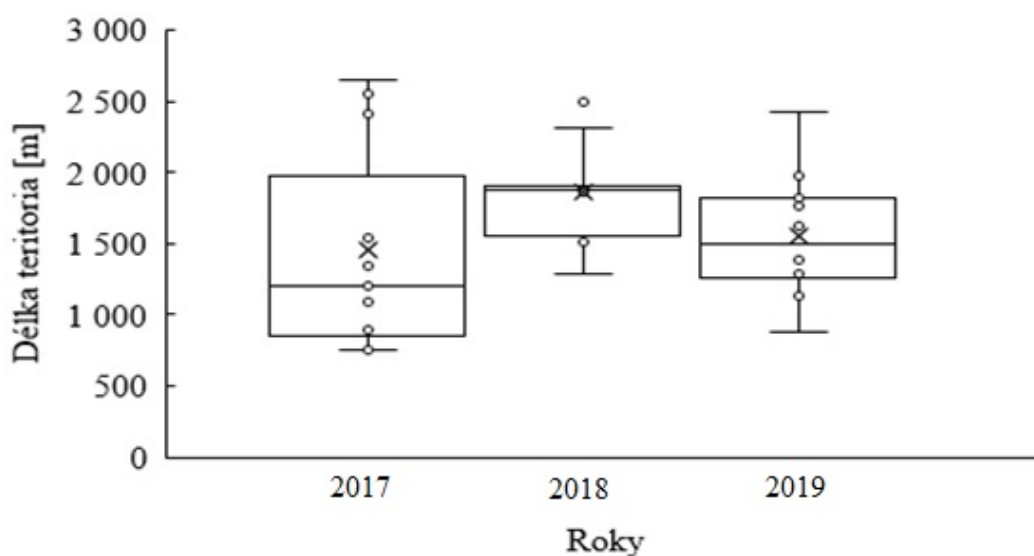


Obr. 1 Procentuální vyjádření obsazenosti prostředí bobrem evropským v jednotlivých letech. Chybové úsečky představují jednu směrodatnou odchylku.

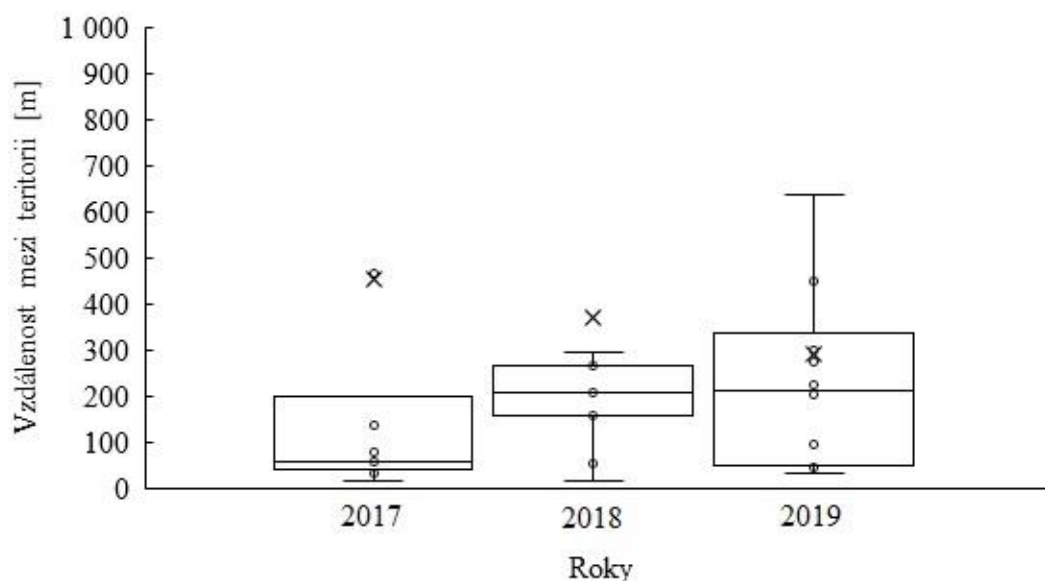
Z počtu teritorií bobra evropského je možné odhadovat i počet jedinců. Jelikož se podle výzkumu Hamšíkové et al. (2009) v jednom teritoriu nachází průměrně $5,6 \pm 2,5$ jedince, lze odhadovat, že v roce 2017 ve sledované části CHKO Litovelské Pomoraví žilo $61,6 \pm 27,5$ jedince bobra evropského, v roce 2018 $50,4 \pm 22,5$ jedince a v roce 2019 $67,2 \pm 30$ jedinců.

Dále byla zjištěna délka jednotlivých teritorií v každém roce. V roce 2017 měřilo nejmenší teritorium 751 m, největší 2 644 m a průměrná délka teritorií byla $1 455 \pm 738$ m. V roce 2018 měřilo nejmenší teritorium 1 291 m, největší 2 500 m a průměrná délka byla $1 857 \pm 379$ m. V roce 2019 měřilo nejmenší teritorium 883 m, největší 2 430 m a průměrná délka byla $1 551 \pm 434$ m. Průměrná délka teritorií za všechny tři roky dohromady byla $1 604 \pm 554$ m (viz Obr. 2). Provedená analýza variance (ANOVA) neodhalila statisticky významný rozdíl v délkách teritorií ve sledovaném období ($p = 0,256$).

Průměrná vzdálenost mezi teritorii za všechny tři sledované roky dohromady byla 375 ± 668 m. V jednotlivých letech tento parametr vyšel takto: pro rok 2017 455 ± 939 m, pro rok 2018 372 ± 592 m a pro rok 2019 291 ± 328 m. Minimální vzdálenost mezi teritorii byla 16 m, naopak maximální 3 271 m. Analýza variance neodhalila statisticky významné rozdíly mezi sledovanými roky ($p = 0,837$). Graficky je vzdálenost mezi teritorii zobrazena na Obr. 3. Z grafu jsem pro přehlednost vyřadila velmi odlehlé hodnoty – pro rok 2017: 1 508 a 3 271 m, pro rok 2018: 1 930 m, a rok 2019: 1 148 m.



Obr. 2 Délky teritorií zjištěných v jednotlivých letech.

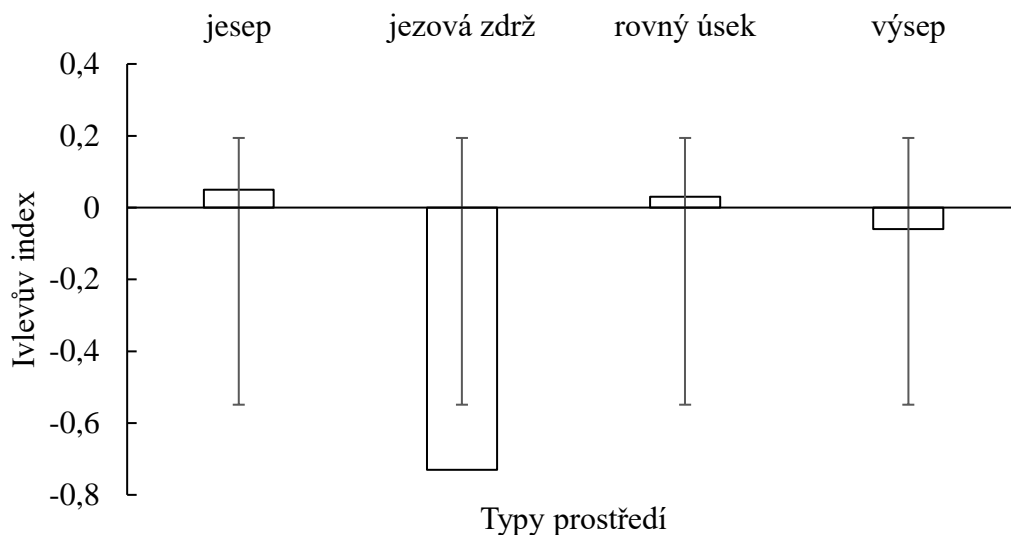


Obr. 3 Vzdálenost mezi teritorii v jednotlivých letech.

7.2 Výběr prostředí

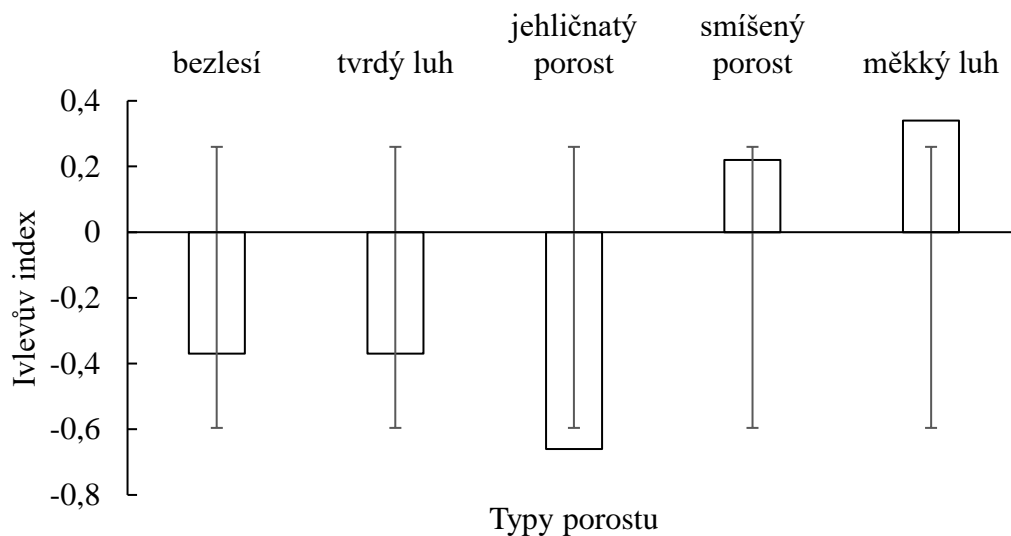
Celkový součet hodnot Kernel indexu všech pobytových znaků za všechny tři roky dohromady je 495,51. Ivlevův index výběrovosti pro charakter prostředí vyšel mírně pozitivně pro jeseň a rovný úsek, pro výsep mírně negativně a pro jezovou zdrž výrazně negativně (Obr. 4). To znamená, že bobr se častěji vyskytoval na jesepech a na rovných úsecích toku. Celková hodnota indexu Kernel sice vyšla vyšší pro rovné úseky (235,53), ovšem po vypočtení Ivlevova indexu, který počítá i s procentuálním zastoupením sledovaného typu prostředí, mírnou převahu získaly jesepe (Kernel index = 106,64). Výsepy dosáhly hodnoty Kernel indexu 152,77. Jezová zdrž představovala pouze malou část prostředí (1 %), v letech 2017 a 2018 zde nebyl zaznamenán žádný pobytový znak, v roce 2019 zde bylo pouze 7 znaků o celkové hodnotě Kernel indexu 2,10.

Pro výběr typu porostu vyšel Ivlevův index výběrovosti pozitivně v případě měkkého luhu a smíšeného porostu, pro zbytek porostů negativně (viz Obr. 5). Smíšený porost se umístil na pomyslné druhé příčce, ačkoliv hodnota Kernel indexu za sledované období byla pouze 13,38. Nejnižší hodnoty dosáhly porosty jehličnanů, v letech 2017 a 2018 zde nebyl zaznamenán žádný pobytový znak, v roce 2019 9 znaků, které celkově dosáhly hodnoty Kernel indexu 2,70. V obou případech je významný vliv malého procentuálního zastoupení daných typů porostů na sledovaném území.



Obr. 4 Ivlevův index výběrovosti pro jednotlivé typy charakteru prostředí, chybové úsečky představují jednu směrodatnou odchylku.

Rozmístění jednotlivých pobytových znaků podle součtu jejich hodnoty Kernel indexu v různých typech prostředí je shrnuto v tabulce (Tab. 1).



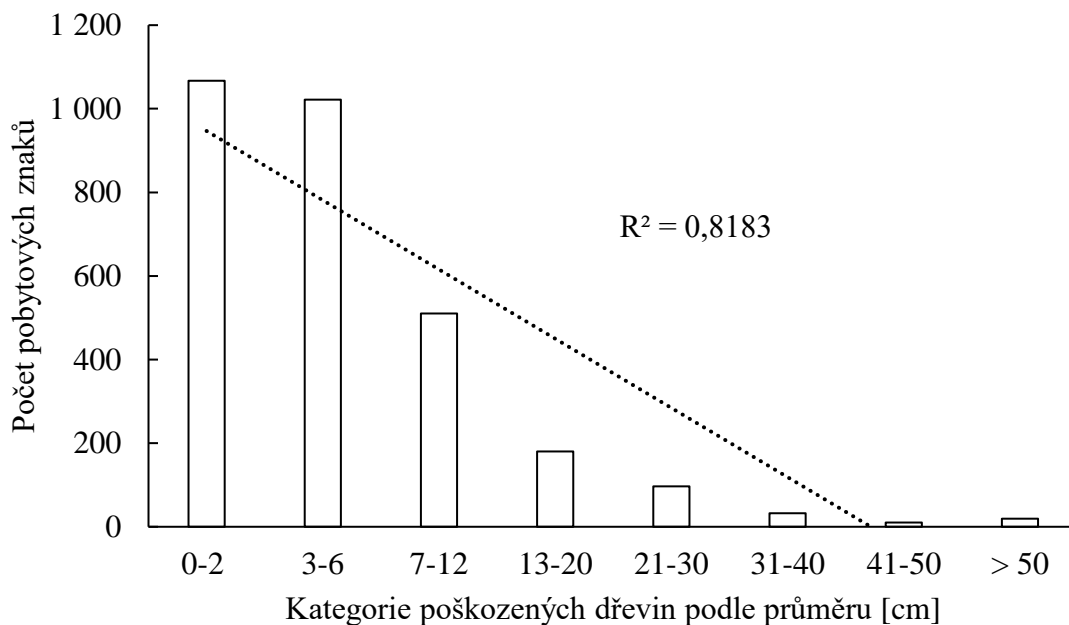
Obr. 5 Ivlevův index výběrovosti pro jednotlivé typy porostů. Chybová úsečka představuje jednu směrodatnou odchylku.

Tab. 1 Součet hodnot indexu Kernel každého typu pobytového znaku v jednotlivých typech charakteru prostředí.

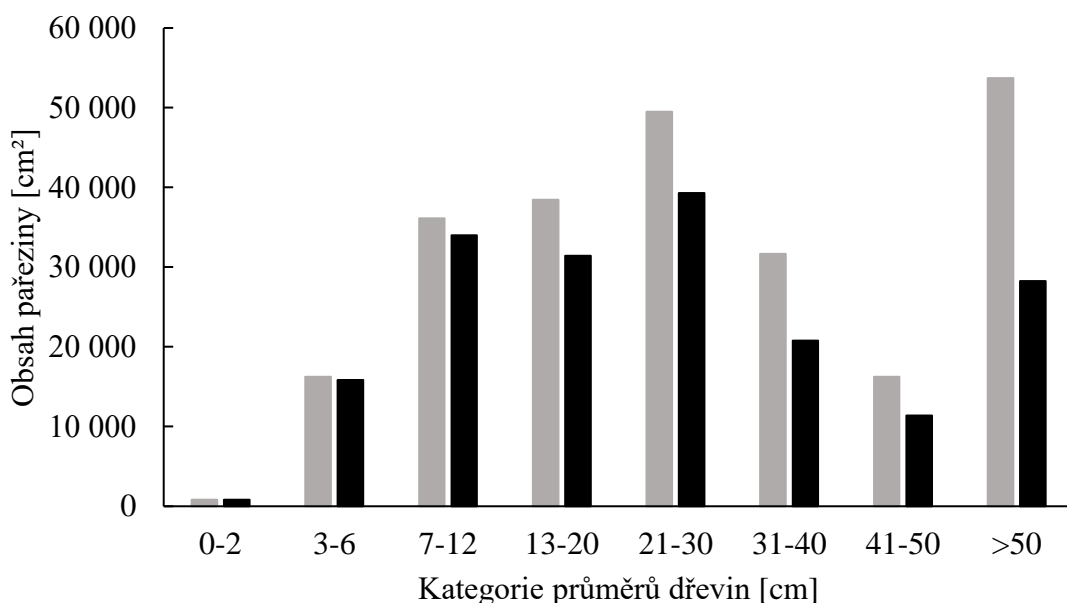
Pobytový znak	Jesep	Jezová zdrž	Rovný úsek	Výsep
Nora	13,50	0,00	23,00	22,50
Hráz	0,00	0,00	0,00	0,00
Hrad	0,50	0,00	0,00	0,00
Chodník	29,70	0,60	57,00	32,40
Jídelna	14,70	0,00	34,80	18,60
Pachová značka	2,40	0,00	5,10	2,40
Skruzavka	43,50	1,50	109,50	72,90
Stopa	0,00	0,00	1,80	0,00
Tunel	0,00	0,00	0,30	0,00
Dokonalý ohryz	1,79	0,00	2,91	2,50
Nedokonalý ohryz	0,22	0,00	0,79	0,53
Zavěšený strom	0,01	0,00	0,02	0,05

7.3 Potravní preference

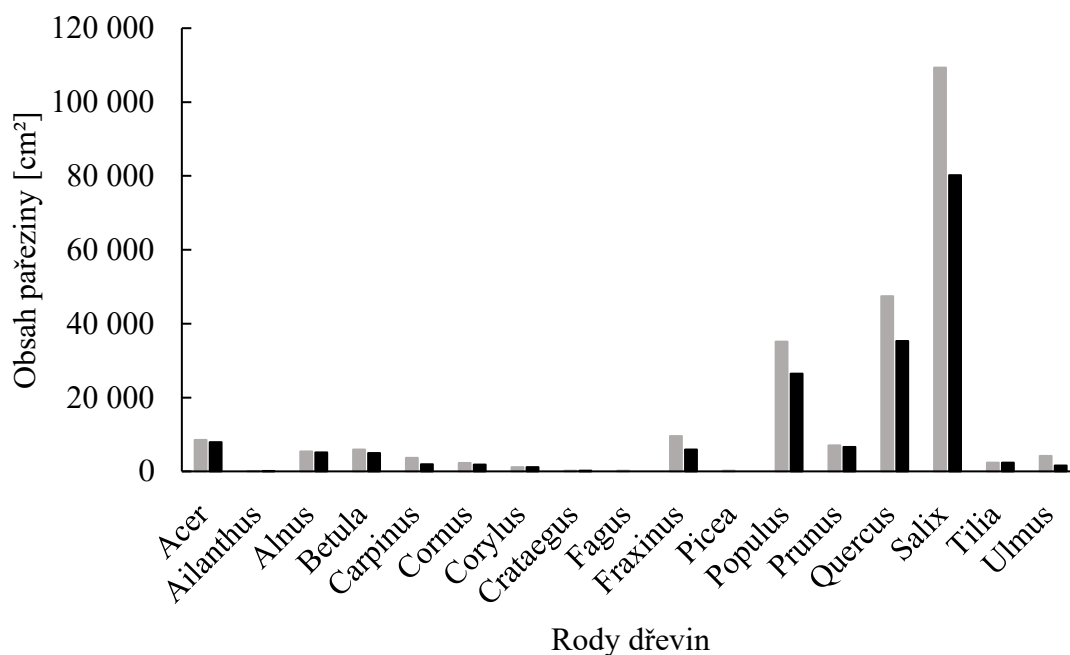
Nejčastěji byly okusy zaznamenány na 2 nejmenších kategoriích průměru – tzn. 0-2 cm a 3-6 cm, a se zvětšujícím se průměrem se četnost pozorovaných pobytových znaků postupně snižovala (viz Obr. 6). Tato informace ovšem ještě nevyovídá o skutečných ziscích (benefits), vzhledem k faktu, že bobr si okusem stromů větších průměrů zajišťuje přístup k větvičkám menších průměrů, což pro něj může být výhodnější z hlediska nákladů (costs) času a energie. Proto jsem vypočítala také obsah pařeziny ve 20 cm nad zemí, díky čemuž si můžeme lépe představit množství biomasy zkonzumované bobrem. V případě zahrnutí všech typů ohryzů do výpočtu vyšla největší hodnota u kategorie stromů s průměrem větším než 50 cm, naopak nejmenší u kategorie s nejmenším rozpětím (do 2 cm), ačkoliv na této kategorii byl zaznamenán největší počet ohryzů. Pro porovnání jsem provedla stejný výpočet pouze pro dokonalé ohryzy. V tomto případě dosáhla největších hodnot obsahu pařeziny kategorie rozpětí dřevin 21-30 cm, zatímco hodnota v kategorii průměrů větších než 50 cm klesla téměř o polovinu. Naopak nejnižší hodnoty zůstaly v kategorii nejmenších průměrů, přičemž se hodnota zmenšila jen o cca 3 cm². Výsledky jsou znázorněny graficky na Obr. 7.



Obr. 6 Počet pobytových znaků zaznamenaných na jednotlivých velikostních kategoriích poškozených dřevin, přímka představuje spojnici trendu.



Obr. 7 Srovnání součtů obsahu pařeziny 20 cm nad zemí (v centimetrech čtverečných) jednotlivých kategorií dřevin rozdělených podle průměru (v centimetrech), na nichž byly zaznamenány pobytové znaky bobra. Šedě vyznačeny všechny typy ohryzů, černě pouze dokonalé.



Obr. 8 Srovnání součtů hodnot obsahu pařeziny (v centimetrech čtverečných) jednotlivých rodů dřevin. Šedě vyznačeny všechny typy zaznamenaných ohryzů, černě pouze dokonalé ohryzy.

Kromě kategorií průměrů dřevin jsem výpočet obsahu pařeziny provedla také pro jednotlivé rody stromů, na nichž byly při monitoringu zaznamenány pobytové znaky. Opět jsem výpočet provedla pro všechny typy ohryzů a také zvlášť pouze pro dokonalé ohryzy. Zde jsem získala výsledky poněkud uniformnější než v případě průměrů dřevin – v obou variantách nejvyšších hodnot obsahu pařeziny dosáhly vrby (*Salix* sp.), následovány duby (*Quercus* sp.) a topoly (*Populus* sp.). Naopak na buku (*Fagus* sp.) a smrku (*Picea* sp.) nebyl nalezen žádný dokonalý ohryz, v obou případech se jednalo pouze o nedokonalé ohryzy na jednom exempláři daného rodu. Graficky jsou tyto výsledky znázorněny na Obr. 8.

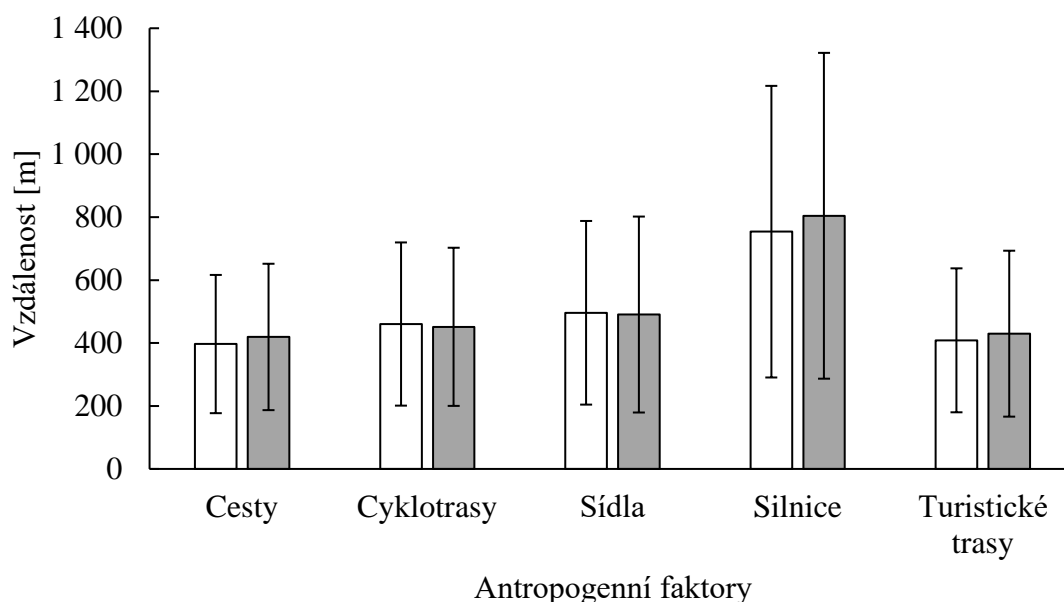
7.4 Antropogenní faktory

Byla zjištěna průměrná vzdálenost pobytových znaků bobra od různých typů antropogenních faktorů, a to konkrétně od cest, cyklotras, sídel, silnic a turistických tras. Celková průměrná vzdálenost od všech sledovaných faktorů \pm směrodatná odchylka za všechny tři roky dohromady byla 515 ± 152 m (celkový rozptyl hodnot vzdáleností byl 8–2 013 m). Od cest byly pobytové znaky bobra vzdálené průměrně 397 ± 220 m, od

cyklotras 460 ± 259 m, od sídel 496 ± 292 m, od silnic 754 ± 463 m a od turistických tras 409 ± 229 m.

Kromě bobrem obsazených míst jsem provedla stejnou analýzu i pro místa neobsazená. Průměrná vzdálenost neobsazených částí toku \pm směrodatná odchylka od antropogenních faktorů za všechny tři roky dohromady byla 519 ± 162 m (celkový rozptyl vzdáleností byl 2–2 005 m). Průměrná vzdálenost neobsazených částí toku od cest byla 419 ± 233 m, od cyklotras 452 ± 251 m, od sídel 491 ± 311 m, od silnic 804 ± 518 m a od turistických tras 430 ± 264 m. Graficky jsem výsledky pro obsazená i neobsazená místa shrnula v Obr. 9.

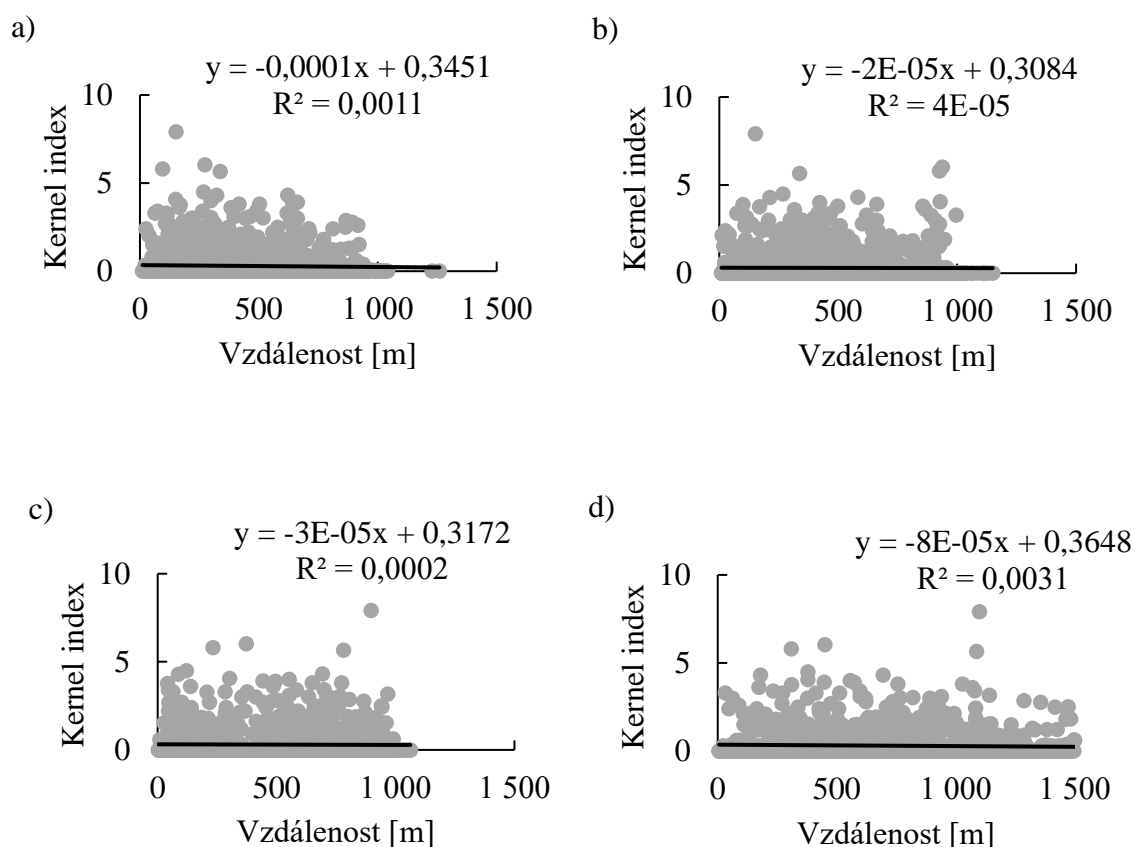
Ke zjištění, zda je signifikantní rozdíl mezi vzdálenostmi jednotlivých antropogenních faktorů od míst bobrem obsazených a neobsazených, jsem provedla analýzu variance (ANOVA) na pětiprocentní hladině významnosti. Statisticky signifikantní rozdíl vyšel v případě cest ($p < 0,01$), silnic ($p < 0,01$) a turistických tras ($p < 0,05$), naopak v případě sídel a cyklotras rozdíl mezi obsazenými a neobsazenými místy nevyšel signifikantní. Ve všech třech případech se statisticky signifikantním rozdílem je průměrná vzdálenost bobrem obsazených míst od sledovaných

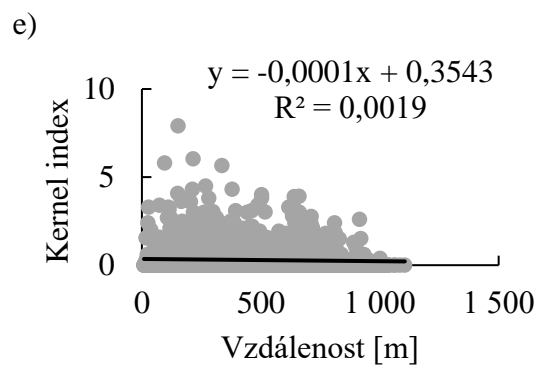


Obr. 9 Průměrné vzdálenosti jednotlivých antropogenních faktorů od bobrem obsazených (bílé sloupce) a neobsazených (šedé sloupce) úseků řeky Moravy za všechny tři roky dohromady. Chybové úsečky představují jednu směrodatnou odchylku.

antropogenních faktorů menší než v případě neobsazených míst. Naopak u cyklotras a sídel je průměrná vzdálenost od faktoru větší v případě bobrem obsazených úseků.

Pro každou kategorii antropogenního faktoru jsem vytvořila graf s regresní přímkou a provedla výpočet regresní statistiky. Nezávisle proměnnou zde představovala vzdálenost od antropogenního faktoru, závisle proměnnou pak hodnota Kernel indexu. Cílem tohoto výpočtu bylo zjištění, zda se mění hodnota Kernel indexu podle toho, jak daleko je určitý bod od nejbližšího bodu daného antropogenního faktoru. Už vizuální zhodnocení napovídalo o tom, že v tomto případě nebude existovat přímá závislost, což následně potvrdila také vypočtená data (viz Obr. 10). Hodnota spolehlivosti R^2 (koeficient determinace) vyšla pro všech pět antropogenních faktorů velice nízká, v žádném z nich nedosáhla ani 1 %, čili regresní model nevysvětluje variabilitu závisle proměnné, v tomto případě hodnoty Kernel indexu, na nezávisle proměnné – vzdálenosti od antropogenních faktorů.





Obr. 10 Grafy závislosti hodnoty indexu Kernel na vzdálenosti od antropogenních faktorů pro a) cesty, b) cyklotrasy, c) sídla, d) silnice a e) turistické trasy. Šedé body představují jednotlivé hodnoty indexu Kernel a jsou proloženy regresní přímkou (černě).

8 Diskuze

Náplní této diplomové práce je analýza dat o populaci bobra evropského obývajících tok řeky Moravy na území Chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví. Pro velkou náročnost zpracování dat byl vyhodnocen pouze úsek hlavního toku Moravy od Litovle po Olomouc–Černovír. Data byla sbírána v letech 2017–2019 pochůzkovou metodou.

Zaměřila jsem se na zjištění počtu teritorií, odhad početnosti bobra a změny těchto parametrů, jeho potravní preference a preference prostředí, a dále na vliv antropogenních faktorů na osídlení krajiny bobrem.

8.1 Vývoj populace

Pomocí analýzy Kernel density estimation bylo v letech 2017–2019 rozlišeno na sledovaném úseku 11, 9 a 12 teritorií. Z počtu teritorií jsem odhadla počet jedinců obývajících sledované území v jednotlivých letech na 62, 50 a 67 (zaokrouhleno na celá čísla). Vycházela jsem přitom z výzkumu Hamšíkové et al. (2009), kde vyšel průměrný počet $5,6 \pm 2,5$ jedince na jedno teritorium.

Roku 2017 se na 10 km toku nacházelo přibližně 4,7 teritoria, 3,84 v roce 2018 a roku 2019 tato hodnota vyšla 5,13. Fakt, že tato hodnota kolísá mezi roky, potvrzují i studie z let 2006–2008 a 2010, kdy roku 2006 bylo zjištěno 5 kolonií na 10 km toku, roku 2007 pouze 1,9 a o rok později 2,1, v roce 2010 pak 2,3. Roku 2006 ovšem bylo sledováno větší území přesahující hranice CHKO, a navíc došlo k jarním záplavám, což mohlo ovlivnit výsledky analýzy (John a Kostkan 2009; Nováková 2012; Vorel et al. 2007; Vorel et al. 2008a). Vliv na variabilitu v hustotě osídlení může mít více faktorů, především množství dostupné potravní nabídky, charakter prostředí, teritorialita či mortalita (Collen a Gibson 2001; Payne 1989).

Průměrná délka teritoria se pohybovala okolo 1,6 km. Tato hodnota nijak nevybočuje ze dříve publikovaných závěrů výzkumů prováděných v Litovelském Pomoraví (John a Kostkan 2009; Vorel et al. 2008b). S délkou teritorií souvisí také obsazenost prostředí, která byla v průběhu tří sledovaných let postupně vzrůstající – 68 %, 71 % a 80 %. Průměrná vzdálenost mezi teritorií byla 375 m, ovšem se směrodatnou odchylkou 668 m, což svědčí o velkých rozdílech mezi jednotlivými vzdálenostmi. Zde bude pravděpodobně mít velký vliv osídlení krajiny člověkem.

8.2 Výběr prostředí

Při výzkumu výběru prostředí jsem se zaměřila jednak na charakter toku, jednak na typy porostů, a to pomocí Ivlevova indexu výběrovosti, který ve svém výpočtu zahrnuje také podíl jednotlivých kategorií sledovaných parametrů v prostředí. Co se týče charakteru toku, pozitivně vyšel Ivlevův index pro jeseň a rovnou část toku, což značí obecnou preferenci bobra pro tyto typy prostředí. Velmi negativně vyšel tento index pro jezovou zdrž, ovšem ta představuje pouze nepatrnou část sledovaného území a není tak jisté, zda bobrovi toto prostředí skutečně nevyhovuje, nebo je tento výsledek náhodný.

Dále mě zajímalo, zda se různé typy pobytočných znaků vyskytují v prostředí náhodně, nebo naopak zda byly zaznamenány nějaké trendy v rozmístění pobytočných znaků. Porovnála jsem součty indexu Kernel pro jednotlivé typy pobytočných znaků, přičemž mě zajímaly především aktivní nory jakožto důkaz aktuálního osídlení prostředí bobrem. Nejvíce nor bylo zaznamenáno na výsepech a rovných úsecích řeky, čemuž odpovídají i dříve zjištěné preference v jiných výzkumech – výsep jakožto erozní břeh je mnohem vyšší oproti jeseňu, představuje tak optimální prostředí pro umístění nory (Ruys et al. 2011). Na druhou stranu, při výzkumu prováděném v Litovelském Pomoraví dříve nevyšel vliv meandrování toku na výběr prostředí bobrem signifikantní (John et al. 2010).

Co se týče výběru prostředí z hlediska porostů, pozitivní Ivlevův index vyšel pro měkký luh a smíšený porost. Vzhledem k tomu, že měkký luh je tvořen převážně vrbovými porosty a topoly, není tento výsledek nijak překvapující ve spojení s informacemi o potravní preferenci, což potvrdila řada studií (Kostkan a Lehký 1997; Nolet a Rosell 1998). Na druhou stranu, rozdělení prostředí podle porostu podléhá určité míře chybovosti vzhledem k tomu, že jsem tyto porosty určovala podle ortofota, které ne vždy bylo dostatečně kvalitní k přesnému určení typu porostu. Bohužel pro danou oblast nejsou vytvořeny lesnické porostní mapy, které by vycházely z terénní analýzy. Tu prováděli ve svém výzkumu v Litovelském Pomoraví John a Kostkan (2009), kdy s GPS přístrojem procházeli břehy a zaznamenávali typy porostů, ovšem jedná se o metodu velmi časově náročnou. Dobrou zprávou však je, že se moje výsledky neliší od výsledků získaných analýzou prováděnou v minulosti, což svědčí o použitelnosti mnou použité metody.

8.3 Potravní výběr

Největší počet ohryzů dřevin byl zaznamenán na těch nejmenších kategoriích průměrů (0-12 cm). Tato informace ovšem nevypovídá o množství bobrem pokácené nebo poškozené biomasy. Vypočítala jsem proto obsah pařeziny ve výšce 20 cm nad zemí pro jednotlivé kategorie průměrů dřevin a také pro rody dřevin, v obou případech jsem navíc sledovala jak všechny ohryzy dohromady, tak také pouze ohryzy dokonalé.

V případě kategorií průměrů vyšlo takřka normální rozdělení čili nejvyšší hodnoty dosáhly střední průměry kmene (21-30 cm), pokud jsme se ovšem zaměřili pouze na dokonalé ohryzy. V případě všech pobytových známek zaznamenaných na dřevinách normální rozdělení narušuje kategorie největších průměrů (nad 50 cm), která sice představovala malý počet poškozených jedinců, ovšem svojí plochou tento nedostatek překonala. Pokud se zaměřujeme pouze na počet dřevin, je význam vrbových křovin s malými průměry nadhodnocen, proto je výhodnější zahrnout do této analýzy také množství biomasy či odhadovaný čas, který bobr strávil ohryzem dřeviny daného průměru (John a Kostkan 2009).

Co se týče rodů dřevin, byly výsledky obdobné jak v případě všech typů ohryzů, tak u ohryzů dokonalých. Největší obsah pařeziny měly vrby (*Salix* sp.), následovaly duby (*Quercus* sp.) a topoly (*Populus* sp.). Pokud tyto výsledky srovnáme s výzkumem Johna a Kostkana (2009), zjistíme, že rod s největším množstvím ohryzů bobra je shodný. Preference vrb se potvrdila v mnoha studiích, zmíním zde např. výzkum Krojerové-Prokešové et al. (2010), který probíhal mimo jiné i na území Litovelského Pomoraví v průběhu vegetační doby. Navzdory tomu, že má bobr v létě k dispozici bylinou potravu, i přesto se v jeho jídelníčku objevila vrba (Krojerová-Prokešová et al. 2010). Nolet et al. (1994) ve své studii došli k závěru, že bobr preferuje vrby z důvodu nižšího obsahu pro něj nepříjemných látek obsažených v kůře (např. polyfenoly) oproti jiným rodům stromů (čeledi *Betulaceae* nebo *Oleaceae*).

8.4 Antropogenní faktory

Vliv antropogenních faktorů na osídlení Litovelského Pomoraví bobrem jsem zjišťovala porovnáním vzdáleností jednotlivých úseků toku od různých typů antropogenních disturbancí. Jako antropogenní faktory byly zvoleny cesty, cyklotrasy, sídla, silnice a turistické trasy. Průměrná vzdálenost bobrem obsazených míst od těchto faktorů byla

515 metrů, zatímco neobsazených míst 519 metrů. Porovnála jsem obsazená místa s neobsazenými pomocí analýzy variance. Pro cesty, silnice a turistické trasy vyšly signifikantně rozdílné variance, ovšem všechny tři typy měly průměrnou vzdálenost od antropogenních faktorů menší v případě obsazených úseků, což bych očekávala přesně opačně. Zdá se tedy, že bobr není na sledované lokalitě ovlivněn výše zmíněnými faktory ve výběru prostředí, pravděpodobně z důvodu dostatečné vzdálenosti od rušivých vlivů a zachovalosti přirozeného toku řeky. John et al. (2010) předpokládali, že se populace bobra v Litovelském Pomoraví blíží kapacitě prostředí, s čímž souvisí předpoklad postupného zkracování vzdálenosti osídlení od antropogenních faktorů. Je tedy jen otázkou, jak velká je limitní vzdálenost, kterou bude bobr ve svém osidlování člověkem využívané krajiny akceptovat. Z různých studií jsou ovšem známy případy osídlení urbánní krajiny, např. populace žijící na území Varšavy (Romanowski a Winczek 2018) či Bratislavy (Pachinger a Hulik 1999).

V souvislosti s antropogenními vlivy mě dále zajímalo, zda existuje nějaká závislost v rozmístění hodnot Kernel indexu pobytových znaků vůči antropogenním faktorům, jinak řečeno, zda existuje nějaký trend ve výskytu především významných pobytových znaků. Provedla jsem proto regresní analýzu pro jednotlivé antropogenní faktory. V tomto případě ovšem nebyla nalezena žádná souvislost.

9 Závěr

Bobr evropský byl v minulosti běžnou součástí evropské krajiny, ovšem velký tlak ze strany člověka jej přivedl takřka na pokraj vyhynutí. Naštěstí se tomuto scénáři podařilo zabránit a bobr se opět vrátil na většinu původních míst svého výskytu.

Zachovalé lužní lesy s přirozeně meandrujícím tokem řeky Moravy na území CHKO Litovelské Pomoraví představují ideální podmínky pro výskyt bobra. Proto také byla tato lokalita zvolena v 90. letech pro translokaci několika jedinců z jiných oblastí. Populace se velmi dobře ujala a obsadila takřka celý tok Moravy a její přítoky.

Cílem této diplomové práce bylo zanalyzovat data o distribuci bobra evropského na části území Litovelského Pomoraví a odhalit možné preference prostředí tohoto druhu. Data byla sbírána v zimních měsících v letech 2017–2019 pochůzkovou metodou a následně zpracována v prostředí geografických informačních systémů (GIS).

Z provedené analýzy Kernel density estimation vyplynul počet teritorií v jednotlivých letech na 11, 9 a 12. Z počtu teritorií jsem odhadla průměrný počet jedinců na 62, 50 a 67. Obsazenost prostředí dosáhla roku 2017 68 %, v roce 2018 71 % a roku 2019 dokonce 80 %. Výpočtem Ivlevova indexu vyšlo najevo, že bobr preferuje z typů porostů měkký luh a smíšený porost, z charakteru toku převládá jeseň a rovný úsek. Ohryz byl nejčastěji zaznamenán na dřevinách o průměru do 6 cm, ovšem z hlediska biomasy bylo nejvíce káceno rozpětí průměru 21–30 cm. Z dřevin byla nejčastěji konzumovaným rodem vrba (*Salix* sp.), následoval dub (*Quercus* sp.) a topol (*Populus* sp.). Provedená analýza variance neodhalila signifikantní negativní vliv člověka na osídlování sledovaného území bobrem. Nebyla nalezena ani závislosti významnosti pobytočných znaků na vzdálenosti od antropogenních faktorů.

Litovelské Pomoraví je jedinečná lokalita, na které se provádí víceméně pravidelné sledování populace bobra evropského již od jeho vysazení v 90. letech. Poznání ekologie a etologie bobra může člověku pomoci v řešení konfliktů, které mezi těmito dvěma druhy savců schopných přetvářet krajinu mohou vznikat.

10 Literatura a zdroje

Anděra, M., Horáček, I. (2005): *Poznáváme naše savce*. – Sobotáles, Praha, 327 pp. ISBN 80-86817-08-3.

AOPK ČR a Správa CHKO Litovelské Pomoraví (2018): *Rozbory Chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví*. [online] © 2021 [cit. 24. 3. 2021]. Dostupné z: https://drusop.nature.cz/ost/archiv/plany_pece/index.php?frame&ID=27794

Campbell, R. D., Rosell, F., Nolet, B. A., Dijkstra, V. A. A. (2005): Territory and group sizes in Eurasian beavers (*Castor fiber*): echoes of settlement and reproduction?. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 58: 597–607.

Collen, P., Gibson, R. J. (2001): The general ecology of beavers (*Castor* spp.), as related to their influence on stream ecosystems and riparian habitats, and the subsequent effects on fish – a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 439–461.

Český úřad zeměměřičský a katastrální (2021a): INSPIRE datové sady. Dostupné z: https://cuzk.cz/CZ-00025712-CUZK_WMS_INSPIRE_TN

Český úřad zeměměřičský a katastrální (2021b): Prohlížečská služba WMS – Ortofoto. Dostupné z: https://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/service.svc/get?

Český úřad zeměměřičský a katastrální (2021c): Prohlížečská služba WMS – ZM 10. Dostupné z: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM10_PUB/service.svc/get?

Dewas, M., Herr, J., Schley, L., Angst, Ch., Manet, B., Landry, P., Catusse, M. (2012): Recovery and status of native and introduced beavers *Castor fiber* and *Castor canadensis* in France and neighbouring countries. *Mammal Review*, 42 (2): 144–165.

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

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

Halley, D. J., Saveljev, A. P., Rosell, F. (2021): Population and distribution of beavers *Castor fiber* and *Castor canadensis* in Eurasia. *Mammal Review*, 51 (1): 1-24.

Halley, D. J., Teurlings, I., Welsh, H., Taylor, C. (2013): Distribution and patterns of spread of recolonising Eurasian beavers (*Castor fiber* Linnaeus 1758) in fragmented habitat, Agdenes peninsula, Norway. *Fauna norvegica*, 32: 1-12.

Hamšíková, L., Vorel, A., Maloň, J., Korbelová, J., Válková, J. & Korbel, J. (2009): Jak početné jsou bobří rodiny? *Příroda*: 11–16.

Ivlev, V. S. (1961): *Experimental ecology of the feeding of fishes*. Yale University Press, New Haven, Connecticut, 302 pp.

John, F., Baker, S., Kostkan, V. (2010): Habitat selection of an expanding beaver (*Castor fiber*) population in central and upper Morava River basin. *Springer*, 56 (4): 663–671.

John, F., Kostkan, V.: *Biotopové preference a populační hustoty bobra evropského (Castor fiber L.) na hlavním toku Moravy a Mlýnském potoce nad Olomoucí. – Katedra ekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 10 pp.*

John, F., Kostkan, V. (2009): Compositional analysis and GPS/GIS for study of habitat selection by the European beaver, *Castor fiber* in the middle reaches of the Morava River. *Folia Zoologica*, 58 (1): 76–86.

Kostkan, V., Lehký, J. (1997): The Litovelske Pomoravi floodplain forest as a habitat for the reintroduction of the European beaver (*Castor fiber*) into the Czech Republic. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 6: 307–310.

Krojerová-Prokešová, J., Barančková, M., Hamšíková, L., Vorel, A. (2010): Feeding habits of reintroduced Eurasian beaver: spatial and seasonal variation in the use of food resources. *Journal of Zoology*, 281 (3): 183-193.

Lavrov, L. S., Orlov, V. N. (1973): Karyotypes and taxonomy of modern beavers (*Castor*, *Castoridae*, *Mammalia*). *Zoologicheskii zhurnal*, 52: 734-742.

Němečková, J. (2019): *Odhad početnosti bobra evropského (Castor fiber) v Litovelském Pomoraví. – Bakalářská práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 58 pp.*

Nolet, B. A., Hoekstra, A., Ottenheim, M. M. (1994): Selective foraging on woody species by the beaver *Castor fiber*, and its impact on a riparian willow forest. *Biological Conservation*, 70 (2): 117-128.

Nolet, B. A., Rosell, F. (1994): Territoriality and time budgets in beavers during sequential settlement. *Canadian Journal of Zoology*, 72 (7): 1227-1237.

Nolet, B. A., Rosell, F. (1998): Comeback of the beaver *Castor fiber*: an overview of old and new conservation problems. *Biological Conservation*, 83 (2): 165–173.

Nováková, H. (2012): Populační hustota bobra evropského (*Castor fiber*, L.) v Litovelském Pomoraví. – Diplomová práce, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 45 pp.

Pachinger, K., Hulik, T. (1999): Beavers in an Urban Landscape. In: Busher, P. E., Dzieciolowski, R. M. [eds]: *Beaver Protection, Management, and Utilization in Europe and North America*. – Springer, Boston, MA. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4781-5_9

Payne, N. F. (1989): Population dynamics and harvest response of beaver. Fourth Eastern Wildlife Damage Control Conference, University of Nebraska, Lincoln: 127–134.

QGIS Development Team (2021): QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Dostupné z: <http://qgis.osgeo.org>

Romanowski, J., Winczek, M. (2018): Urban Beavers *Castor fiber* L., 1758 (Rodentia: Castoridae) in Warsaw, Central Poland. *Acta Zoologica Bulgarica Suppl* 12: 109–111.

Ruys, T., Lorvelec, O., Marre, A., Bernez, I. (2011): River management and habitat characteristics of three sympatric aquatic rodents: common muskrat, coypu and European beaver. *European Journal of Wildlife Research*, 57: 851–864.

Suchomel, J., Lusk, S., Macháček, P., Šebela, M. (2017): Červená kniha ohrožených druhů obratlovců lužních lesů Biosférické rezervace Dolní Morava. – Lesnická práce, Brno, 216 pp. ISBN 978-80-7458-086-4.

Vorel, A., Korbelová, J., eds. (2016): *Průvodce v soužití s bobrem*. – Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 129 pp. ISBN 978-80-213-2666-8.

Vorel, A., Maloň, J., Hamšíková, L., Válková, L., Korbelová, J. & Korbel, J. (2007): Monitoring populací bobra evropského v ČR pro rok 2007. AOPK ČR, Praha, 60 pp.

Vorel, A., Šafář, J., Šimůnková, K. (2012): Recentní rozšíření bobra evropského (*Castor fiber*) v České republice v letech 2002–2012 (Rodentia: Castoridae). *Lynx*, 43 (1–2): 149–179.

Vorel, A., Šíma, J., Uhlíková, J., Peltánová, A., Mináriková, T., Švanyga, J. (2013): Program péče o bobra evropského v České republice. AOPK ČR a MŽP ČR, Praha, 97 pp.

Vorel, A., Maloň, J., Hamšíková, L., Válková, L., Korbelová, J. & Korbel, J. (2008a): Monitoring populací bobra evropského v ČR pro rok 2008. AOPK ČR, Praha, 51 pp.

Vorel, A., Válková, L., Hamšíková, L., Maloň, J., Korbelová, J. (2008b): The Eurasian beaver population monitoring status in the Czech Republic. *Natura Croatica*, 17 (4): 217–232.

Wilson, D. E., Lacher, T. E., Mittermeier, R. A [eds.] (2016): Handbook of the mammals of the world. 6., Lagomorphs and rodents I. – *Lynx*, Barcelona, 987 pp. ISBN 978-84-941892-3-4.

11 Seznam příloh

Příloha 1: Mapa současného rozšíření bobra evropského v ČR

Příloha 2: Náhled formuláře používaného při monitoringu pochůzkovou metodou

Příloha 3: Snímky porostů z ortofota

Příloha 4: Tabulka použitých hodnot indexu Kernel pro jednotlivé typy pobytových znaků

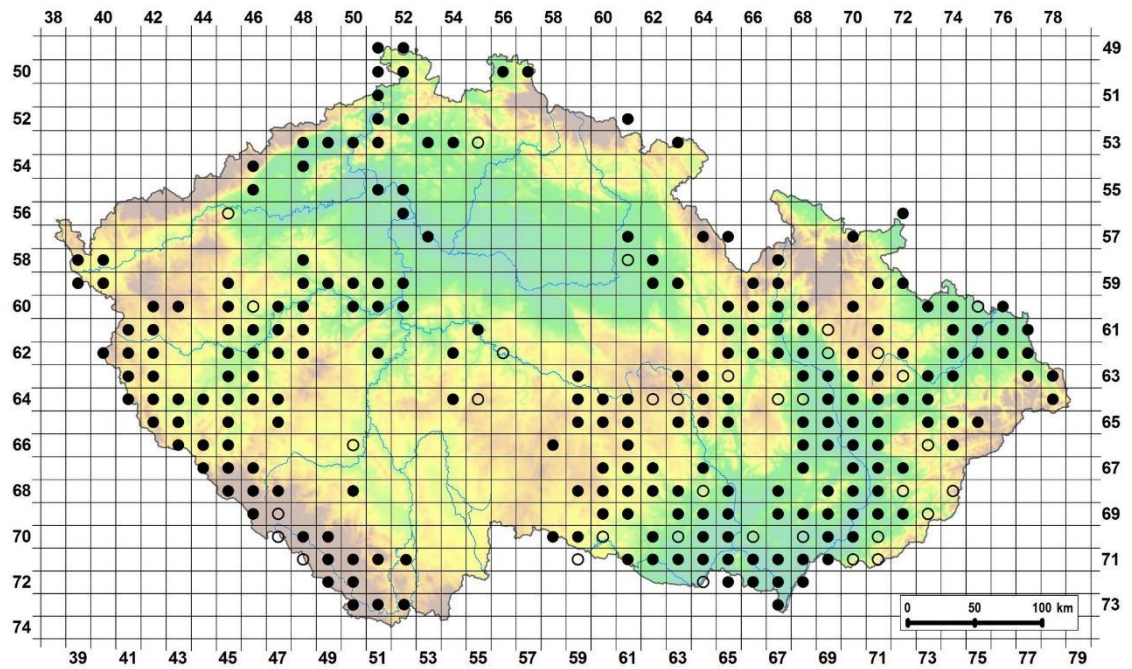
Příloha 5: Rozlohy jednotlivých typů porostu a charakteru prostředí

Příloha 6: Mapa zjištěných teritorií v roce 2017

Příloha 7: Mapa zjištěných teritorií v roce 2018

Příloha 8: Mapa zjištěných teritorií v roce 2019

Příloha 1: Nejaktuálnější mapa rozšíření bobra evropského v ČR (Vorel et al. 2015). Plné body značí čtverce se stálým výskytem bobra, body prázdné čtverce s výskytem nestálým (migrace, jednotlivá pozorování apod.).



Příloha 2: Náhled formuláře používaného při monitoringu pochůzkovou metodou. V horní části strany mapovatel vyplňuje název lokality (vodního toku, který je kontrolován), své jméno, číslo listu daného dne, zda je mapován levý nebo pravý břeh, datum a typ GPS přístroje, jenž mapovatel používá k zaznamenávání bodů. Dále je tabulka rozdělena na sloupce. Do prvního je zapisováno číslo bodu pobytového znaku z přístroje GPS. Do druhého sloupce je zapisován rod poškozené dřeviny, do sloupce třetího typ pobytového znaku (ohryz nedokonalý/dokonalý, zrcátka teritoriální/potravní). Čtvrtý sloupec je určen pro zapsání stáří ohryzu (loňský = 0, letošní = 1). Následuje 8 sloupců s různými rozpětími průměrů poškozených dřevin. Do zbylých sloupců formuláře jsou zapisovány další pobytové znaky (nory, skluzavky, jídelny atd.), zda se jedná o znaky aktivní a do posledního sloupce se zapisují pachové značky. Pro přehlednost se při zapisování používají zkratky (např. skluzavka – skluz).

Lokalita: LITOVĚL		Jméno: NĚMEČKOVÁ		List. č. 2													
Břeh: PRAVO		Datum: 10.5.2018		Typ GPS: G641													
Bod GPS	Ohryz											Pobytové znaky			Pach. znač		
	dřevina	N/D/V/Z	Stáří	0-2,5	3-6	7-12	13-20	21-30	31-40	41-50	50+	typ	A	N		?	
1233	alera	N	0				1										
1234												SKL		1			
1235												VYD					
1236	hale	ZP	0					1	1								
1237												SKL		1			
1238												JID					
1239												SKL		1			
1240	jav. jav.	ZP	0								1						
1241	dub	D	0				1										
1242	dub	ZP	0				1										
1243	hale	D	0		4	1											
1244	hale	N	0			1											
1245	jilva	D	0		2							nebr					
1246	hale	D	0	6													
1247	dub	N	0				1										
1248	jilva	D	0			1											
1249												CHOD		1			
1250												SKL	1				

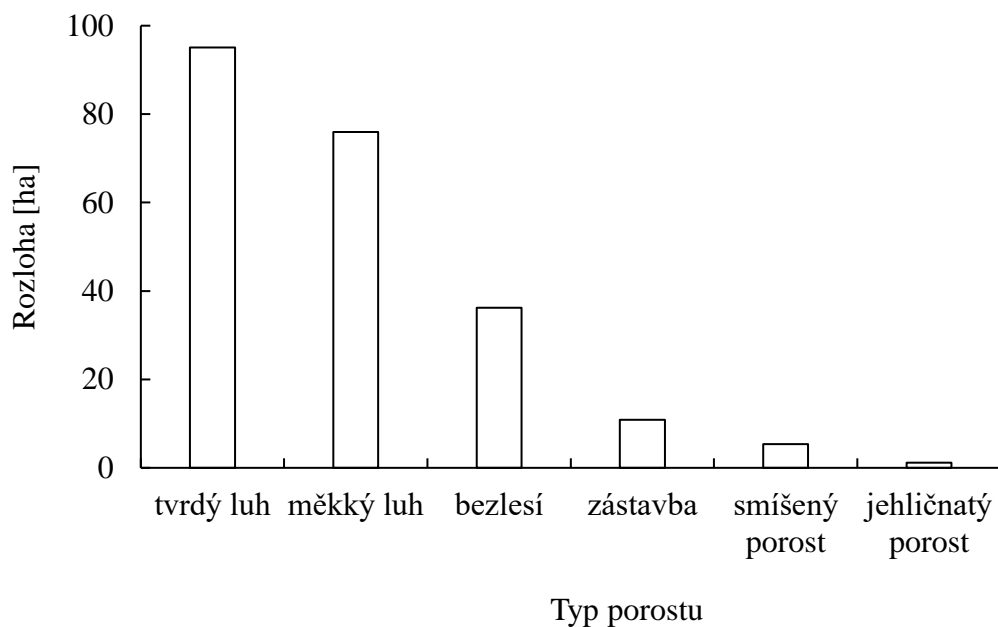
Příloha 3: Snímky porostů z ortofota (ČÚZK 2021b, upraveno). Jednotlivé typy porostů jsou barevně ohraničeny. A) jehličnatý porost, B) měkký luh, C) smíšený porost, D) tvrdý luh.



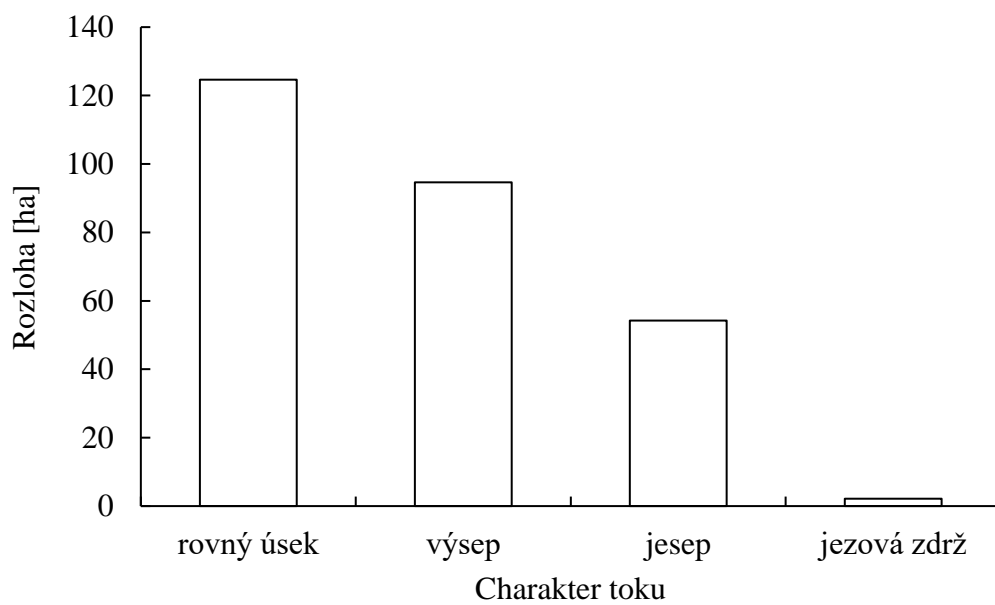
Příloha 4: Tabulka použitých hodnot indexu Kernel pro jednotlivé typy pobytových znaků.

Pobytový znak	Hodnota indexu Kernel
Aktivní nora	1,0000
Hrás	0,7000
Nejistá nora, nejistý hrad	0,5000
Chodník, jídelna, pachová značka, skluzavka, stopa, tunel	0,3000
Jednotlivé kategorie průměrů dřevin [cm]:	
0-2	0,0000
3-6	0,0015
7-12	0,0045
13-20	0,0095
21-30	0,0165
31-40	0,0250
41-50	0,0350
> 50	0,0450

Příloha 5: Rozlohy jednotlivých typů porostu a charakteru prostředí.

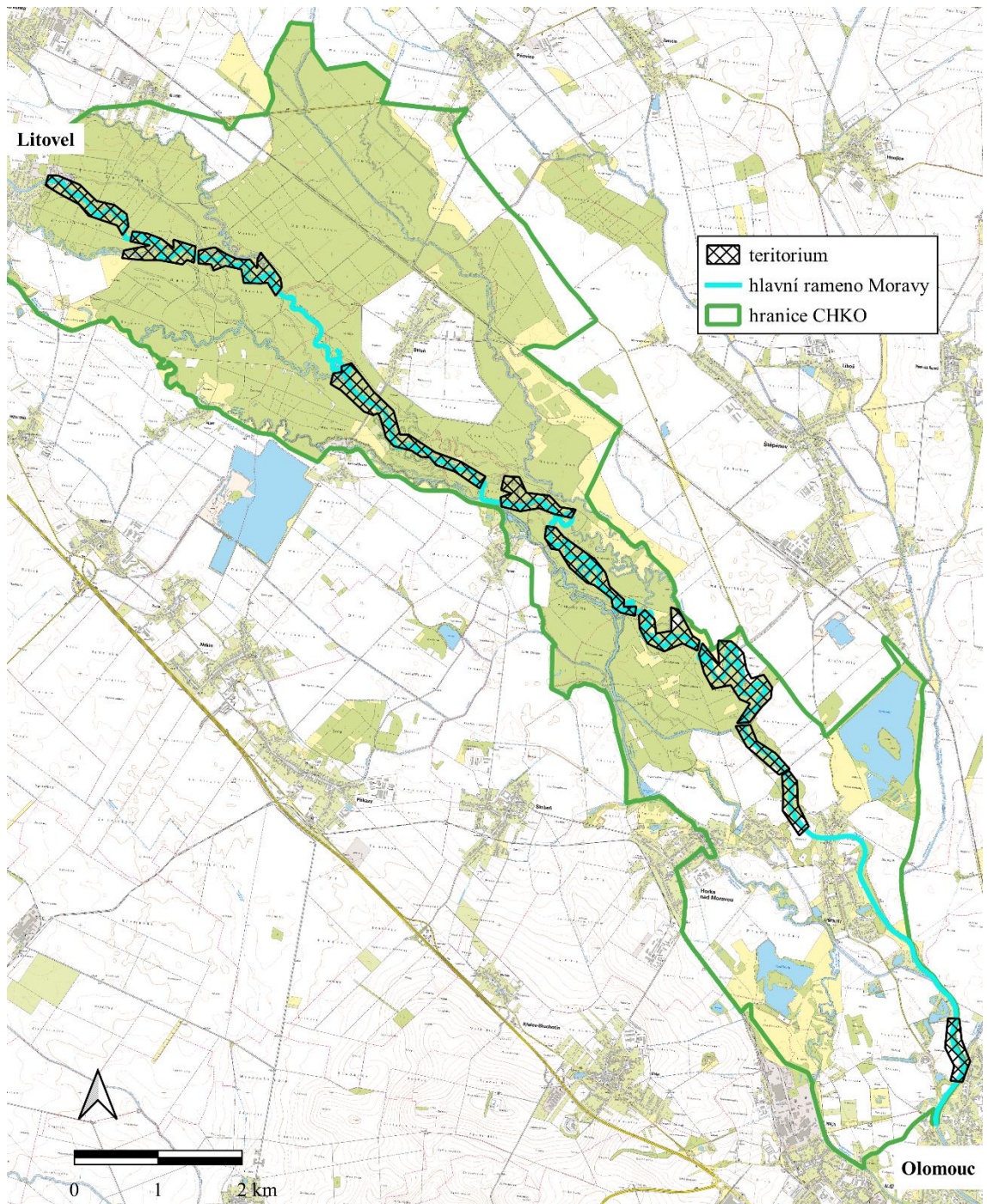


Obr. 1 Rozlohy jednotlivých typů porostu uváděné v hektarech.

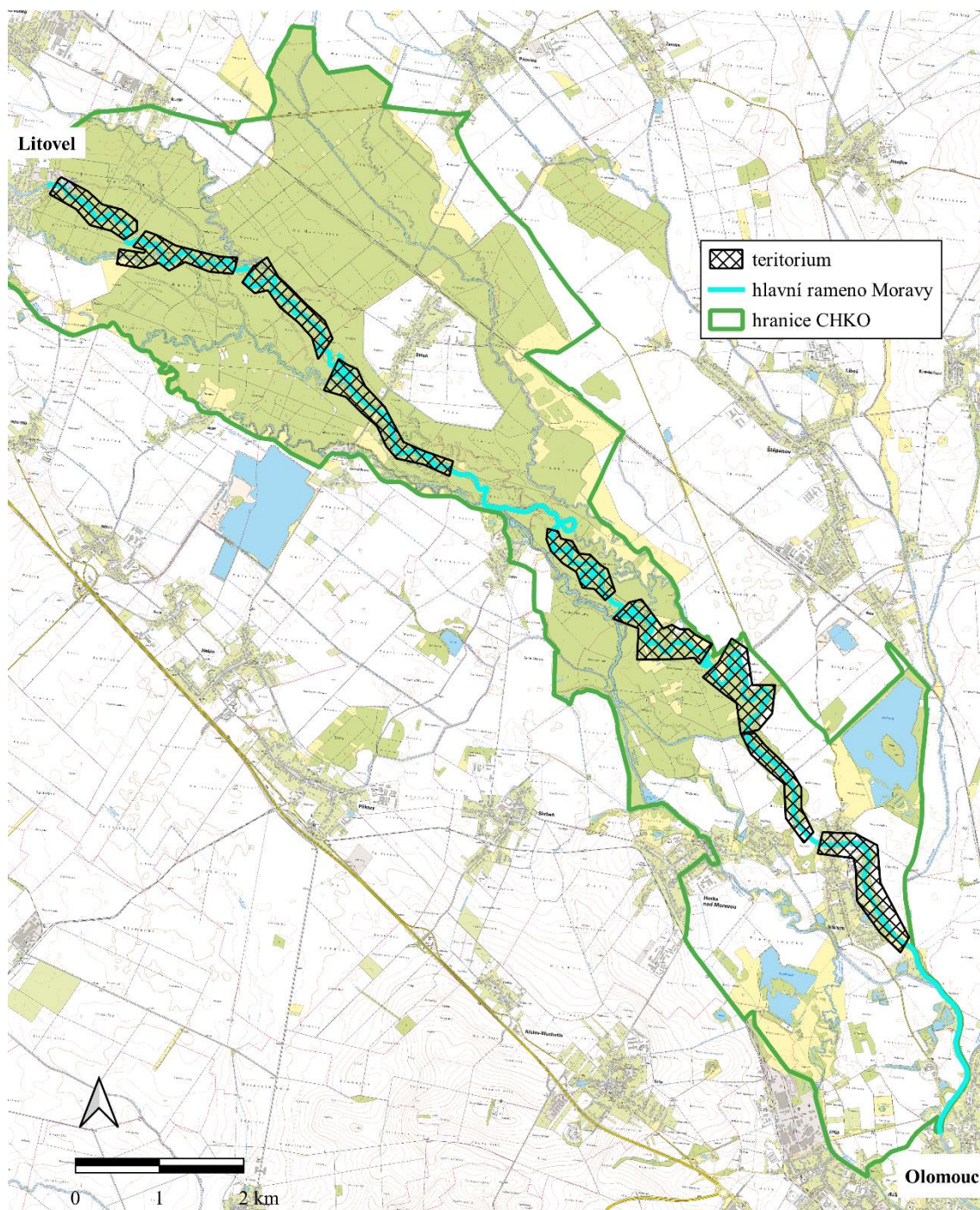


Obr. 2 Rozlohy jednotlivých typů charakteru prostředí uváděné v hektarech.

Příloha č. 6: Mapa zjištěných teritorií v roce 2017 (ČÚZK 2021c, upraveno).



Příloha č. 7: Mapa zjištěných teritorií v roce 2018 (ČÚZK 2021c, upraveno).



Příloha č. 8: Mapa zjištěných teritorií v roce 2019 (ČÚZK 2021c, upraveno).

