

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



**ÚSPĚŠNOST DETEKCE TERITORIÍ BOBRA  
EVROPSKÉHO POMOCÍ DPZ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

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

Zpracovatel: Ladislava Urbanová

Praha, 2022

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ladislava Urbanová

Environmentální vědy  
Aplikovaná ekologie

Název práce

**Úspěšnost detekce teritorií bobra evropského pomocí DPZ**

Název anglicky

**The detection of the Eurasian beaver territories by remote sensing**

---

### Cíle práce

Šíření bobra evropského ekosystémy střední Evropy stále pokračuje. Zpočátku byly pokroky a nová osídlení v centru pozornosti, s přibývajícím počtem bobrů a jejich teritorií se pozornost od tohoto druhu přesouvá jinde. Nicméně význam znalosti aktuálního rozšíření trvá i vzhledem ke konfliktnímu potenciálu bobra. Je-li známa možnost jednoduše sledovat šíření bobrů v prostředí díky viditelným pobytovým známkám (míněny hráze, hrady a okusy dřevin), pak je možné si položit otázku zda nelze sledovat postupující šíření bobrů krajinou i na podkladu volně dostupných leteckých či satelitních snímků. Otázkou práce bakalantky bude zhodnocení přesnosti odhadu počtu aktivních bobřích teritorií na podkladu volně dostupných leteckých nebo satelitních snímků povodí Střely.

### Metodika

Studentka bude pracovat na vytčeném cíli prakticky s využitím GIS prostředí. Podrobným průzkumem zadaného povodí stanoví počet teritorií, která jsou evidentní v GIS prostředí.

V druhém kroku provede kontrolu svého postupu terénním průzkumem – pochůzkou okolo vodních toků a ploch, které studovala.

Závěrečným úkolem bude vyhodnocení úspěšnosti dálkového průzkumu na podkladu znalosti skutečného osídlení.

**Doporučený rozsah práce**

40

**Klíčová slova**

bobr

**Doporučené zdroje informací**

- Barták, V., Vorel, A., Šimová, P., & Puš, V. (2013). Spatial spread of Eurasian beavers in river networks: a comparison of range expansion rates. *Journal of Animal Ecology*, 82(3), 587–597. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12040>
- Bloomquist, C. K., & Nielsen, C. K. (2009). A Remote Videography System for Monitoring Beavers. *Journal of Wildlife Management*, 73(4), 605–608
- Kross, S. M., & Nelson, X. J. (2011). A portable low-cost remote videography system for monitoring wildlife. *Methods in Ecology and Evolution*, 2(2), 191-196.
- LaRue, M. A., Stapleton, S., & Anderson, M. (2017). Feasibility of using high-resolution satellite imagery to assess vertebrate wildlife populations. *Conservation biology*, 31(1), 213-220.
- Payne, N. F. (1981). Accuracy of aerial censusing for beaver colonies in Newfoundland. *Journal of Wildlife Management*, 45(4), 1014–1016
- Šimůnková, K., & Vorel, A. (2015). Spatial and temporal circumstances affecting the population growth of beavers. *Mammalian Biology*, 80(6), 468–476. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2015.07.008>
- Vorel, A., Šafář, J., & Šimůnková, K. (2012). Recentní rozšíření bobra evropského (*Castor fiber*) v České republice v letech 2002 – 2012 (Rodentia : Castoridae ). *Lynx*, 43, 149–179.
- Wang, D., Shao, Q., & Yue, H. (2019). Surveying wild animals from satellites, manned aircraft and unmanned aerial systems (UASs): A review. *Remote Sensing*, 11(11), 1308.

**Předběžný termín obhajoby**

2021/22 LS – FZP

**Vedoucí práce**

Ing. Aleš Vorel, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 7. 3. 2022**prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2022**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2022

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Aleše Vorla, Ph. D., a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala. Souhlasím se zveřejněním bakalářské práce.

V Praze dne:

Podpis:

## **Poděkování:**

Tímto způsobem bych ráda poděkovala Ing. Aleši Vorlovi Ph.D. za vedení této bakalářské práce a za odbornou pomoc. Dále bych ráda poděkovala celému odbornému týmu, který se podílel na sběru dat v terénu.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá otázkou, zdali je možné za pomoci dálkového průzkumu Země vytipovat místa výskytu bobra evropského (*Castor fiber*). Pro tento pokus byla vybrána řeka Střela a její čtyři menší přítoky. V druhé fázi mapování, byla správnost vytipování míst ověřena terénním průzkumem. Celé mapování probíhalo v období od prosince 2020 po leden 2021.

Na pomoc při tipování byly využity veřejně přístupné mapové portály. Vytipovaná místa byla dále zaznamenána spolu s body z terénního mapování do geografického informačního systému. Díky nashromáždění těchto dat, byla dále určena teritoria podél celého toku, a vše bylo zaznamenáno do tabulek. Tyto tabulky byly následně podrobeny podrobné statistické analýze.

Po vyhodnocení statistických výsledků z této práce vyplívá, že celková míra úspěšnosti určení míst výskytu bobra evropského (*Castor fiber*) za pomoci DPZ je pouze 39 %. Rovněž bylo zjištěno, že se na hlavním toku řeky Střely nachází 12 bobřích teritorií. Na jejích přítocích nebyla naopak zaznamenána v terénu žádná místa výskytu.

**Klíčová slova:** bobra evropský, dálkový průzkum Země, DPZ

## **Abstract**

This bachelor's thesis deals with the question of whether it is possible to identify the occurrence of European beaver (*Castor fiber*) with the help of remote sensing of the Earth. The Střela River and its four smaller tributaries were chosen for this experiment. In the second phase of the mapping, the correctness of the site selection was verified by field research. The entire mapping took place in the period from December 2020 to January 2021.

Publicly accessible map portals were used to help with tipping. The selected places were further recorded together with points from the field mapping to the geographic information system. Thanks to the collection of this data, the territories along the entire stream were further determined, and everything was recorded in tables. These tables were then subjected to a detailed statistical analysis.

After evaluating the statistical results of this work, it follows that the overall success rate of determining the occurrence of European beaver (*Castor fiber*) with the help of remote sensing is only 39 %. On the other hand, no occurrence sites were recorded in its tributaries.

**Keywords:** European beaver, remote sensing of the Earth, DPZ

## Obsah

1	Úvod.....	10
2	Cíle práce .....	11
3	Literární rešerše .....	12
3.1	Bobr evropský .....	12
3.1.1	Stručný popis bobra .....	12
3.1.2	Složení bobří populace.....	12
3.1.3	Vymezení teritoria.....	13
3.1.4	Rozšíření v Evropě .....	15
3.1.5	Bobr evropský v ČR.....	16
3.1.6	Vliv na krajinu.....	17
3.1.7	Potravní ekologie .....	18
3.1.8	Monitoring a odchyt.....	18
3.2	Dálkový průzkum země.....	20
3.3	GIS.....	22
4	Metodika .....	24
4.1	DPZ .....	24
4.2	Studovaná oblast.....	24
4.3	Hydrologie.....	25
4.4	Metoda sběru dat .....	26
4.4.1	Průzkum mapy .....	26
4.4.2	Terénní průzkum .....	26
4.5	Analýza dat.....	28
4.5.1	Střela .....	28
4.5.2	Přítoky.....	28



4.5.3	Shoda.....	29
4.6	Výsledky.....	29
4.6.1	Výsledky pro celé povodí Střely .....	30
4.6.2	Výsledky pro hlavní tok řeky Střely .....	30
4.6.3	Výsledky pro přítoky řeky Střely .....	31
5	Diskuse .....	32
5.1	Kvalita mapových snímků, úhel fotky.....	32
5.2	Roční období pořízení mapy .....	32
5.3	Nepřesnost určení parametrů toku.....	33
5.4	Sběr dat v terénu.....	33
5.5	Nepřístupnost terénu.....	33
5.6	Vegetace .....	34
5.7	Omezený přístup k vodě.....	34
5.8	Lidský faktor .....	34
6	Závěr .....	36
7	Citace .....	37
8	Přílohy.....	42

# 1 Úvod

Bobr evropský (*Castor fiber*) je jedním ze semiakvatilních hlodavců, během jehož postupného vývoje vzniklo velké množství morfologických a anatomických adaptací, které mu umožňují výskyt na pobřežních ekosystémech jak stojatých, tak i tekoucích sladkých vod. Z hlediska výběru míst k osídlení a teritorialitě, jsou pro bobry vhodné nejen velké vodní toky, potoky či řeky, vyskytuje se také v blízkosti vodních nádrží, jezer i rozsáhlých vodních ekosystémů (Vorel, 2003). Stejně tak je zajímavý a pro hodnocení změn v krajině velmi významný výskyt bobrů v zemědělských oblastech a meliorované krajině (Valachovič, 1998). V rámci České republiky bobři osidlují zejména toky pramenící v rozsáhlých zemědělsky a lesnicky obhospodařovaných oblastech, jako jsou například Orlické hory, nebo Český les (Vorel, 2003).

Bobří rodina, kterou se rozumí sociální skupina jedinců, ve které se nachází jedna nebo i více generací potomků s rodičovským párem, je schopna osídlit různě dlouhé úseky podél břehů vodních toků. V těchto úsecích si dále budují hrady, nory atd. a vymezují tím tak svá teritoria (Wilsson, 1971). Pro mapování teritorií, či monitoring aktivity celé populace bobrů, slouží právě tyto tzv. pobytové známky, ze kterých po sléze vyhodnocujeme odhady velikosti a center teritorií. Mapování teritorií lze provádět několika způsoby, ovšem jeho podstatou je vyhledání a evidence jakékoliv pobytové známky, která dokazuje stabilní osídlení vybrané lokality. Jedním z takovýchto způsobů mapování je i dálkový průzkum Země (DPZ). Za pomoci využití družicového snímání celého povrchu Země, lze pozorovat změny v krajině, tedy i změny podél vodních toků. Toto mapování je dále ve většině případů provázeno terénním monitoringem, který je naopak zaměřen na kvalifikaci a kvantifikaci pobytových známek. Samotný monitoring má však dvě hlavní fáze. První fází je získání dat z terénního průzkumu a pomocí GPS navigace zaznamenat přesnou lokalitu výskytu. V druhé fázi se jedná o převedení všech dat do prostředí map v geografickém informačním systému (jinak také GIS) (Vorel et al., 2006).

Otázkou tedy zůstává, zdali je možné s využitím DPZ a následným terénním monitoringem odhadnout počet teritorií bobra evropského a získat tak data potřebná k pozorování jejich aktivity a vlivu na změny v krajině.

## 2 Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je ověření možnosti odhadu počtu teritorií bobra evropského (*Castor fiber*) pomocí metody dálkového průzkumu Země. Tedy vyznačení lokalit narušených jejich činnostmi s použitím dostupných mapových serverů.

Po analýze všech zaznamenaných dat, je následně vyhodnoceno procento úspěšnosti a případného užití této metody do praxe.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Bobr evropský

#### 3.1.1 Stručný popis bobra

Typický je především pro svou hustou, a především nesmáčivou srst a dlouhý plochý ocas. V celkové míře, od ocasu po hlavu, může narůst 1-1,3 metru, a vážit cca 25-30 kg. Díky těmto mírám, je hned po jihoamerické kapybaře druhým největším hlodavcem. Jeho stavba těla, je celkově velmi dobře přizpůsobena životu ve vodních biotopech, z nichž je nejčastěji vázán na sladkovodní řeky, potoky, jezera, ale i bažiny. Například oči, jsou před prudkými nárazy vody chráněny průhledným víčkem, tzv. „mžourkou“, nebo nos s uzavíratelnými nozdrami, díky čemuž je schopen pod vodou setrvat až 20 minut. Za chrupem, který je uzpůsoben k hlodání, má osvalené pysky a silný kořen jazyka. Díky tomu je schopen hlodat i pod vodní hladinou, a přesto se mu voda nedostane do trávicího traktu (*Franěk, 2012; Laciná a Kostkan, 2014; Sychra, 2004; Vorel a kol., 2012*);).

Pro pohyb ve vodním prostředí mu slouží nejen ocas, ale také plovací blány, které se nacházejí na zadních končetinách. V neposlední řadě, mají dále své přední končetiny uzpůsobeny jedné ze svých typických činností, a tou je stavba obydlí. Díky svému pátému částečně protistojnému prstu, je schopen uchopit předměty (*Schwab, 2009*). Rozpoznat pohlaví u bobrů evropských zle jen těžce, jelikož mají pohlavní orgány umístěny odděleně, a to ve společné prohlubni, spolu s vyústěním tlustého střeva s kožním záhybem (*Brehm, 1963*).

#### 3.1.2 Složení bobří populace

Bobří jsou považováni za monogamní zvířata, žijící v menších rodinných koloniích, které obvykle činí dvojici dospělých, letošní a loňská mláďata. Samice bývá březí kolem cca 107 dní, poté v období května či června rodí 2-5 mláďat. Mláďata se rodí již ochlupená s otevřenými očima (*Rozhkova-Timina et al., 2018*).



Obrázek 1. Zobrazení věkových kategorií podle stylu plavání (kresba: Adrian Czernik), (Hamšíková et. al, 2009)

Z hlediska úbytku bobří populace, je připisován významný vliv predaci vlkem, a to hlavně v místech výskytu obou těchto druhů (Nitsche, 2016). Častým důvodem úmrtí jsou ale také různé druhy nemocí, jako např. tularemie, která je přenosná vodou. V přepočtu na celkové množství bobrů v Evropě, je mortalita z důsledku nemoci prokázána u třetiny, či dokonce poloviny (Müller-Schwarze, 2011).

### 3.1.3 Vymezení teritoria

K vymezení hranic teritoria, slouží bobrům především jejich pachové značky či trus podél břehů vodních toků. Pomocí dalších materiálů jako například bahna, trávy či písku, z nich vytvoří jakési hromádky. Ty dále umístí na vyvýšené místo, a to z důvodu delšího přetrvání kvůli měnící se hladině vody (Laciná a Kostkan, 2014). Díky těmto stopám o sobě dávají vědět ostatním, což významně přispívá při hledání partnera, ale také člověku při monitoringu (Šafarčíková, 2014).

Bobří si zpravidla rozdělují svá území na dvě části. První je ta část, v níž se pravidelně vyskytuje, ale není řádně bráněna před predátory, a to obzvláště v zimním období. Této části se jinak také říká okrsek („home range“). Na rozdíl od toho je druhá část, konkrétně zvaná teritorium, intenzivněji hlídána a zabezpečena. Někdy se však uvádí, že při vysokém osídlení daného teritoria, může okrsek chybět (Božková, 2015; Laciná a Kostkan, 2014; Šafarčíková, 2014;).

Bobrům se také jinak přezdívá inženýři ekosystému, a to především díky schopnosti kácet dřeviny v okolí svého teritoria a pomocí nich přetvářet krajinný ráz. Například výstavby tzv. hrází (obrázek č. 4) bobrům slouží především k zajištění vchodu do nor pod vodou, kde je schopen se schovat a bránit tak před predátory. Vznik bobřích hrází ovlivňuje především díky své vysoké retenční schopnosti hladinu vody

v korytech řek a dávají tak za vznik rozsáhlým mokřadům. Tyto hráze tvoří převážně na horních tocích řek. Skládají se zejména z velkých i menších větví, které jsou dále pomocí bláta či kamení spojeny (Richard, 1983). Obvyklá výška těchto hrází je kolem 1 m a jejich délka dosahuje až 20 m. V průběhu let, jsou některé menší přehrady, umístěné v proudu, systematicky zvětšovány, kvůli jejich rozšíření přes lužní pláň (Richard, 1983). Již na několika vodních tocích bylo zpozorováno, že bobří aktivita zvyšuje celkovou délku průtoku vody tím, že je odváděna do nivy a vytváří tak vícekanálovou drenážní síť (John a Klein, 2004). Avšak v závislosti na zachování toků, může zadržovaná voda unikat mezerami v hrázích, ze dna, či prosakovat celou strukturou. Nejen, že svým působením dávají za vznik biotopům podobným lužním lesům a tím pádem i vzniku stojatých vod, ale také mají pozitivní vliv na šíření mnoha dalších organismů, vázaných na tato prostředí (jako např. obojživelníci).

Jako obydlí a přechodný úkryt, slouží bobřím nory, které dosahují délky i několika metrů. Nory vznikají u břehů, kde slouží pro transport potravy (obrázek č. 7) a díky nim vznikají tzv. skluzy. Častěji jsou ale vedeny pod vodní hladiny, kde ve větším počtu tvoří propojené chodby přímo pod hrady.

Co se týče hradů, jedná se o nadzemní stavby sloužící jako úkryt. Jsou tvořené většími kameny, okousaným dřívím a bahnem. Bobří je staví zejména v místech tzv. klidné vody, kde je koryto řeky širší a hloubka dostačující, jelikož vchody (nory) dovnitř vedou nejčastěji pod vodní hladinou. Díky spojení více materiálů pro výstavbu, je uvnitř hradu konstantní teplota. V některých případech, například u propadu nory nacházející se v blízkosti břehu, vznikne tzv. polohrad.

Jedním z dalších útvarů, kterým si bobří přetvářejí krajinu, jsou kanály. Ty se nacházejí nejčastěji v těsné blízkosti nor a někdy je také spojují. Slouží především k snazší přepravě potravy, ale také k pohybu v okolí vodních toků. Tyto systémy mohou být až 100 m dlouhé.

#### 3.1.4 Rozšíření v Evropě

Původně byl tento druh bobra rozšířen téměř po celé Evropě a jeho četnost byla až několik desítek milionů. V důsledku narůstání lidské populace byl vytlačován, a nakonec ve většině zemích na nějakou dobu zcela vyhuben. Podle ověřených zdrojů se na začátku 20. století, snížil počet bobrů na 2-3 tisíce v celé Evropě (*Florek a kol., 2017*). Předmětem lovu se stali nejen kvůli získání kožešiny, která je známa pro svou hustotu chlupů, ale hlavně kvůli jejich masu. Později už jen samotná srst na výrobu plstěných klobouků. Bobři nebyli zabíjeni jen pro obživu či využití ale také z důvodu škod, které způsobovali, a to převážně v rybníčních oblastech. Díky svému přirozenému pudu hrabat nory, a to i na březích rybníků, narušovali jejich hráze.

V polovině 20. století se nacházely Evropě pouze čtyři izolované populace bobrů evropských. Jedna z nich byla v Rhoně ve Francii, druhá ve Skandinávii, další ve východní části Polska a poslední u Magdeburku v Německu. Snaha o navrácení bobrů evropských do evropských zemí vedla ke vzniku společnosti „*Castor fibre*“, do které se zapojilo do roku 2009 nad 23 zemí. Reintrodukční program této společnosti slouží k navrácení bobrů evropských zpět do své původní krajiny. Například v Polsku se se znovuzavedením začalo již roku 1974. Jako první se o pokus o návrat zasloužil profesor Wirgiliusz Żurowski, který navrhl „Program aktivní ochrany evropského bobra“. V návaznosti na to, bylo několik desítek bobrů, odrostlých na farmě v Popielnu, každoročně rozmístěno do několika míst v Polsku (*Janiszewski et. al., 2009*).

Dále jejich rozšíření pokračovalo samovolně do polských Beskyd a následně do okolních zemí. Co se týče posledních pokusů o monitoring a sčítání po roce 1990, se populace bobrů na území Polska zvýšila na přibližně 25 000 jedinců (*Dzięciolowski a Gozdziwski, 1999*). Nejen však Polsko, ale také země jako například Německo (převážně na povodí Labe), Rakousko a Nizozemsko, se pokusily o několik programů, které měly za cíl reintrodukci populace bobrů.

Aktuálně jsou výskyty bobřích populací na území Evropy rozděleny na více jednotlivých částí. Tyto populace, které jsou považovány za kontinuální, můžeme dále specifikovat do dvou území. Jedno z těchto území je pomyslně vyznačeno od

východního Polska, přes státy jako je Bělorusko, Rusko a Finsko a až po Sibiř. Do druhého území se řadí Norsko a Švédsko. Podle Agentury ochrany přírody a krajiny se na území Evropy nachází jedna z nejrozsáhlejších bobřích populací, která se nachází v okolí řeky Labe, ale patří do ní také území severních Čech a Rozlohou sahá až ke městu Hamburk v Německu. Za jednu z větších se dále také označuje populace táhnoucí se přes Sazko a Sazko-Anhaltsko následně do Bavorka a přes povodí Dunaje až do Maďarska (*AOPK ČR, 2020*).

### 3.1.5 Bobr evropský v ČR

V dnešní době je bobr evropský již nedílnou součástí naší fauny, ale vždy tomu tak nebylo. Díky již zmiňovanému nadměrnému lovu byli v období 12. století a později znovu v 18. století, bobří považováni za téměř vyhynulé i na našem území. Nejen že tento hlodavec i v ČR, stejně tak jako v okolních zemích, byl využit jako zdroj potravy, ale také posloužil při různých alchymistických, či později lékařských a kosmetických účelech. V lékařství převážně kvůli výměšku podocasních žláz, který díky své polotekuté konzistenci, sloužil jako lék proti svalovým křečím. Tyto žlázy – tzv. castoreum, obsahují koncentrované látky z kůry vrb a topolů a kyselinu salicylovou. V kosmetickém průmyslu byl tento výměšek taktéž využíván, a to hlavně jako živočišné ztužovadlo do vonných masť a parfémů. Bobří představovali hospodářsky významný přínos také jako chovná zvířata a tak byli chováni v uměle vybudovaných zařízeních, tzv. „bobrovnách“. Ve volné přírodě se tento savec dožívá maximálně 7 až 10ti let, ale v zajetí bylo možné dožití i 20ti let (*Radomír Dohnal, 2010*).

„Příčinou mizení této populace nebyl však jen lov, ale také mnoho nepřímých faktorů, jako jsou například úbytky vhodných stanovišť, či kácení břehových porostů. Jelikož je bobr jedním ze savců, kteří jsou vázáni na vodní toky, či zamokřené plochy, byl dalším velmi významným faktorem, který rázně změnil působení bobra v naší krajině, vznik zemědělských ploch. Díky prudkému rozšiřování zemědělství, a to převážně jejich přeměnou luhů a lužních lesů na pole, byla přirozená teritoria bobra ohrožena.

Z hlediska novějších poznatků o bobrech v České republice, se již od 70. let 20. století začala jejich populace zvyšovat. Jedním z hlavních důvodů návratu byl jejich narůstající počet v okolních zemích, a to převážně v důsledku reintrodukce této



populace na jejich území (Dohnal, 2010). V letech 1991-1992 byla uskutečněna první reintrodukce i na území ČR, a to konkrétně v CHKO Litovelské Pomoraví. Dnes lze populace bobrů rozdělit do několika dílčích. Nejvíce osídleným tokem je řeka Morava, kde se bobři vyskytují i na většině z jejích přítoků. K dalším známým rozšířením v níže položených oblastech dochází také ve Slezsku, a to na řekách Odře, Olši a Opavě (Vorel et al., 2016). Nejen však ve Slezsku, ale také v západních, severních i jižních Čechách a to např. na tocích řek Berounky, Labi a mnoha dalších (Z míst s vyšší nadmořskou výškou je zaznamenána populace bobra na Šumavě, konkrétně na řece Křemelná a jejich přítocích ve výšce 800-870 m.n.m. (Damohorský a Šedina, 2015).

Neustálý růst bobřích populací lze sledovat i v současné době, kdy například ke konci roku 2017 tato populace čítala na 6500 jedinců. Po provedení analýzy biotopové rozmanitosti, která byla provedena v rámci programu péče, by tak bobří populace mohla narůst až na 17 – 20 000 jedinců na celém území ČR (Uhlíková, 2017).

#### 3.1.6 Vliv na krajinu

Narůstající početnost bobrů má značné negativní, ale i pozitivní dopady na její změny. Díky svým schopnostem kácet dřeviny pro stavbu či jako potravu, přispívá ke vzniku „mrtvého“ dřeva v krajině. „Mrtvé“ dřevo má velký význam nejen pro přírodu, ale také pro mnoho druhů živočichů (Thompson, 2016). Slouží především jako úkryt pro bezobratlé, či jako zdroj potravy. Podle několika studií bylo ověřeno, že slouží dále jako prostředí pro rozmnožování druhů, které jsou svým cyklem vázání na odumřelé dřevo. V zimním období poslouží dále jako úkryt, nebo zimoviště pro obojživelníky (Hamšíková a kol., 2009; Franěk, 2012; Vaněčková, 2012; Vorel a kol., 2012).

Nejen na souši, ale také ve vodním prostředí jsou zbytky stromů důležité. I zde mohou sloužit jako úkryt pro živočichy například rybího plůdku, či pro již zmiňované obojživelníky, pro které dále poslouží jako místo k zachycení snůšek a biofilmu. Přispívá tak k vzniku fyto a zooplanktonu. Na zbytcích dřevin se dále mohou zachytit řasy, které jsou naopak součástí rybí populace. Co se týče vodního prostředí, přispívá také k jeho revitalizaci. Při vzniku zaplavených území, která vznikají převážně na místech, kde se dříve nacházely mokřady či rybníky, dává prostor pro výstavbu hnízd

mnoha druhům vodních ptáků. Postupem času může z těchto území v důsledku sukcese vznikat opět mokřad, luh, nebo rašeliniště (Lavrov, 1981).

### 3.1.7 Potravní ekologie

Hlavním zdrojem potravy jsou pro bobry měkké části stromů, tedy větvičky, kůra, či lýko (např. z vrby (*Salix spp.*), topolu (*Populus spp.*), javoru (*Acer spp.*) atd.), nebo některé byliny, či úroda z kukuřičného, nebo řepného pole (Halley et al., 2012). Nejčastěji si vybírá stromy o průměru cca 20 cm. Výběr jeho potravy závisí hlavně na uživatelnosti (např. jakou má dřevina regenerační schopnost).

Zatím bylo zaznamenáno 80 druhů dřevin a více než 140 druhů rostlin, které si bobr volí jako potravu (Vorel a kol., 2014; Šafarčíková, 2014; Laciná a Kostkan, 2014). Podle studie v diplomové práci uvedené v citacích (Franěk, 2012), se na několika místech vyhýbal jednomu z druhů jasanu. Toto pozorování by mohlo být dále užitečné, k výsadbě těchto druhů podél břehů vodních toků, jako ochranné opatření.

V případě nálezů většího množství dřeva, si jej bobří zanechávají v tzv. jídelnách, které dále slouží také jako konzumní místo. Jsou ale také druhy, kterým se bobr vyhýbá. V období shánění potravy, a to nejen v zimním období, kácí dřeviny cca 50 metrů od břehu. Potravou je jim však pouze kůra a lýko, samotnou dřevinu dále okusují pouze za účelem pokácení, kdy například tvrdé dřevo (např. dubu (*Quercus spp.*)) využijí na výstavbu bobřích hrází a hradů.

### 3.1.8 Monitoring a odchyt

Z mnoha ohledů působení vlivů bobra na změny v krajině, je nutností neustále monitorovat a získávat nová a kvalitní data pro záznam míst jejich nového šíření. Tato skutečnost je hlavní informací pro následné modelování šíření a početnost této populace. Mapování probíhá převážně v zimním období, kdy lze nejlépe zaznamenat počet jedinců v teritoriích, jelikož je v tomto období konstantní (Hamšíková et al., 2009).

Existuje několik metod pro zdárné monitorování. Těmi nejčastějšími a nejvíce užitečnými jsou terénní průzkumy daných povodí. V rámci této metody tzv. pochůzky podél vybraného toku, je důležité zaznamenat pomocí GPS souřadnice všech čerstvých

okusů tzn. ty které vznikly ještě týž rok. K provedení důkladné analýzy se dále do předem stanoveného formuláře sepíše také podrobnější charakteristika nalezeného místa, kde jsou např. okusy rozlišovány na tři typy:

- Úplný (dokonalý) – kdy se jedná o pokácený strom
- Nedokonalý – okus je značný, ale nejedná se o pokácený strom (obrázek č. 5 a 6)
- Zrcátko – okus jen z menší části např. kmene, či větvi

U dřevin jsou zaznamenány také jejich rody, obvod, případně počet. Mezi další pobytové známky patří také již zmiňované hrady, hráze, či nory, u kterých se do formuláře uvádí pouze souřadnice a zda jsou aktivní či nikoliv. S daty získanými z této metody je následně možné vytvořit vlastní mapy například s využitím geografického informačního systému, který umožňuje vnést body s vlastními souřadnicemi.

Tato metoda může být dále doplněna odchyty konkrétních jedinců. Ty se provádějí pomocí speciálně zkonstruovaných tzv. živochytných pastí, do kterých se jako lákadlo umístí větve např. z topolu, na které se následně přidá pižmo. V posledních krocích této metody je bobrům aplikována vysílačka za pomoci děrovacích kleští na ocas. Pohyb označených jedinců je tak dále monitorován a jeho pozice uložena pomocí GPS přístroje.

Mezi další metody patří také noční sledování vybraných jedinců, a to pomocí optiky s nočním pozorováním. Tato metoda je však méně účinná, jelikož neumožní dostatečně odlišit jedince. Mnohem účinnější metodou, je umístění automatických kamer (fotopastí), které díky přímému pozorování určí přibližnou velikost sociální jednotky a věk jedinců. Pozorování však probíhá v místech, kde již v minulosti proběhl odchyt a značení (čipy, anténou, ušními značkami) (*Hamšíková et al., 2009*), (*Bloomquist, 2009*). Mezi ty méně používané a prozkoumané patří metoda pomocí dálkového průzkumu země (DPZ), které se věnuje i tato práce.

### 3.2 Dálkový průzkum země

Jedná se o metodu založenou na leteckém či satelitním snímkování povrchu země, která započala již v polovině 20. století a díky rychle se vyvíjejícím technologiím, se stala nepostradatelným pomocníkem v mnoha oborech. Pomocí této metody je možno získat prostorová data nejen tedy o povrchu ale také o pozorovaných objektech. Systém tohoto mapování je založen na sběru dat, které jsou dále v podobě tematických map umístěny na internetu a volně zpřístupněny pro veřejnost. Tato data jsou zaznamenána pomocí odrazů elektromagnetického záření každého objektu, které lze sledovat díky sensorům umístěným na leteckých nosičích či družicích (*Dobrovolný, 1998*), (*Kolář a spol., 1997*).

V letech 1970-1984 začaly vznikat první systémy meteorologických a foto průzkumných družic. Následně na přelomu 80. a 90 let, kdy se nejen výrazně posunul rozvoj techniky, internetu a GPS, ale začal také vznikat první globální monitoring povrchu Země. Díky neustálému zdokonalování družic, byly postupem času pořizovány snímky s vysokou kvalitou. Ty mohli být dále volně umístěny na internet a sloužit k podrobným průzkumům Země i z domácností (*Halounová, 2005*).

Získaná data mají dále široké využití napříč několika obory. Jednou z hlavních výhod této metody je podrobné pozorování vegetace, a zaznamenání jejích změn vždy aktuálně, čímž značně usnadňuje monitoring (*Kupková, 2011*). Zdárným příkladem použití této metody je například práce od S. Kralla z roku 1997, který spolu s odborným týmem využil DPZ pro monitoring změn vegetace v Afrických zemích ohrožených pouštními kobyčkami (*Schistocerca gregaria*). Nadprůměrné množství srážek v období dešťů je příčinou vydatného růstu vegetace a vzniku tak ideálních podmínek pro rozmnožování tohoto druhu kobyček. Následkem hojného rozmnožení se dále pohybují v rojích, které jsou schopny za krátkou dobu poškodit velké množství zemědělské úrody. Využití metody DPZ zde sloužilo k predikci těchto míst, a to pomocí sledování změn úrodnosti zemědělských polí pomocí družicových snímků (*Krall, 1997*).

Z důvodu finanční i praktické nenáročnosti použití této metody, byla zvolena pro řešení již několika výzkumných prací, které vyžadovaly neustálý monitoring

nepřímo dostupných lokalit. Jednou z nich byla například práce od Hughese et. al. (1998), kdy tuto metodu využil pro sledování oceánské cesty kožatky velké (*Dermochelys coriacea*) v Jihoafrické republice. Díky telemetrickému označení daného jedince, byl schopen určit pomocí DPZ přesnou trasu a její pohyby směrem od hnízdiště, průměrnou rychlost, dobu ponoru atd. V tomto případě se jednalo o monitoring ohroženého druhu, kdy využití informací z telemetrie pomocí DPZ poslouží dále pro nezbytné rozšíření ochranných opatření jejich migračních koridorů (Hughes et al., 1998). Z hlediska migrace na dlouhé trasy, byla metoda DPZ spolu s telemetrií dále využita a popsána např. v práci od Mate et. al. (1998), a to pro migrační pohyb šesti havajských keporkaků (*Megaptera novaeangliae*). V tomto výzkumu byl každý jedinec opatřen satelitním rádiovým značením, a následně s využitím DPZ monitorován. Díky poměrně přesným informacím o jejich migrační trase a rychlosti, byl tento výzkumný tým schopen predikovat směr a cíl jejich cesty (Mate, 1998).

Metoda s využitím DPZ byla použita pro monitoring již mnoha druhů zvířat, a bobr zde není výjimkou. Existuje již několik prací zaměřených na monitoring bobřích populací za pomoci leteckého či satelitního snímání vegetace.

Přesnost leteckého snímání popsal ve své práci například Payne (1981), který díky této metodě monitoroval bobří kolonie v Newfoundlandu v Severní Americe. Monitorovanou oblastí zde byly boreální lesy s převahou smrku černého (*Picea mariana*), jedle balzámové (*Abies balsamea*) a roztroušeně zde byla také bříza papírová (*Betula papyrifera*). Ve své práci porovnával snímky z více typů letadel, jimiž pozorovanou oblast monitoroval v období přelomu podzimu a zimy, kdy byly pobytové známky nejviditelnější. Díky použití této metody byl tedy schopen zmapovat teoretické bobří kolonie i bez terénního průzkumu, a zaznamenat jejich počet a velikost (Payne, 1981).

V rámci Spojených států amerických byla metoda DPZ využita však nejen pro monitoring, ale také pro modelaci změn vegetace vlivem bobra, a to jak negativně, tak i pozitivně. Fesenmyer (2018) tvrdí, že zadržením vody v krajině pomocí bobřích hrází, lze podpořit biologickou rozmanitost krajiny. Ve své práci se tedy zaměřil na

vodní stanoviště v Oregonské polosuché krajině. Hlavní úlohu zde hrál chov hospodářských zvířat, klima a bobří přehrady. Při řešení problematiky vzniku přehrad bylo hlavním úkolem jejich zmapování pomocí archivních satelitních snímků. V rámci několika let byly přehrady monitorovány, následně modelem vyhodnoceny, a dle nejnovějších poznatků, byl prokázán jejich pozitivní vliv na stav vodních toků, a zhodnoceno jejich využití do budoucna (*Fesenmyer, 2018*).

Dittbrenner (2018) ve své práci tvrdí, že lze snímky z DPZ dále také využít k modelování pozorované oblasti a odhadnout tak změny ve složení vegetace. Tento výzkum byl tedy zaměřen na vývoj zobecněného modelu, který na základě dálkového snímání vybrané oblasti získává data o tom, zdali je zde vhodné stanoviště pro výskyt bobra. Konkrétně se jednalo o model, který byl schopen pomocí družicových snímků zachytit rozměrový gradient potoka, šířku toku i šířku údolí ve kterém se tok nachází, a vyhodnotit typ vegetace. Všechny tyto parametry posloužily k vyhodnocení nejvhodnějšího místa k relokaci jedné z vybraných bobřích populací (*Dittbrenner, 2018*).

### 3.3 GIS

GIS, jinak také Geografický informační systém, je jedním z nástrojů, které slouží k vytvoření reálné či nereálné mapy, ale také k vytyčení zaznamenaných dat, která jsou vázána na polohové údaje. Pomocí GIS jsme dále také schopni pracovat s vlastní digitální mapou, popisnými databázemi, či lze propojit grafické a popisné informace místa. Jednou z velkých výhod GIS je poskytnutí velkého množství informací z dotazovaných databází, či prostorových analýz, které obsahují veškeré dostupné informace o vybraném jevu, nebo objektu (*Seidl, 2009*).

Johnston et al. (1990) ve své práci tvrdí, že za pomocí GIS byli schopni analyzovat změny hydrologie a vegetace národního parku Voyageurs v Minnesotě. V rámci tohoto výzkumu byli použity mapy na bázi rastrů z GIS z let v období 1940-1986, na kterých byli zaznamenány bobří rybníky nacházející se na území parku (*Johnstone et al., 1990*).

GIS tedy umožňuje nejen zkoumat daný objekt, ale také jeho vztahy k ostatním objektům či jevům a modelovat jejich budoucí vývoj a vytvářet tak prognózy. Díky těmto funkcím, byl vybrán i pro analýzu dat tohoto výzkumu (*Fisher, 1989*).

## 4 Metodika

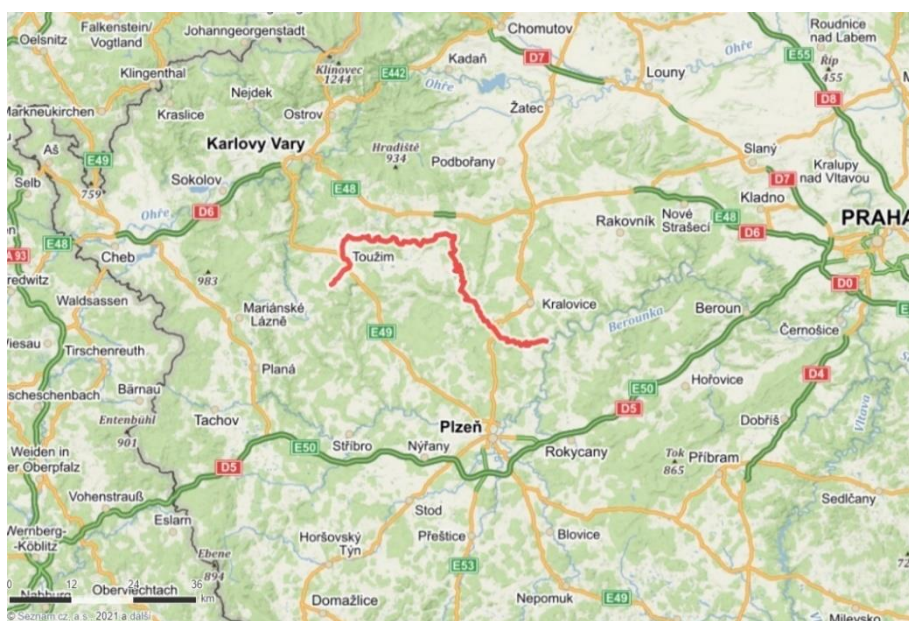
### 4.1 DPZ

K získání dat pro tuto studii, bylo využito dálkového průzkumu Země, za pomoci dostupných mapových zdrojů, kterými byly archivní mapy Zeměměřičského úřadu, dostupné z [ags.cuzk.cz](http://ags.cuzk.cz), [Mapy.cz](http://Mapy.cz), Google maps. Tyto mapové portály byly zvoleny díky své možnosti ukázat historii daného místa, v tomto případě tedy ukázat změny v krajině podél vybraného toku řeky Sřely.

### 4.2 Studovaná oblast

Studovanou oblastí tohoto monitoringu bylo povodí řeky Sřely, patřící do povodí Berounky. V rámci hlavního toku řeky, se konkrétně jednalo o část od jejího prameniště v menší obci Prachomety, nedaleko města Toužim, až po město Plasy. Tato řeka se nachází v západních Čechách, a to z části v Karlovarském a Plzeňském kraji.

Na povodí řeky Berounky bylo již od roku 2005 zaznamenáno stabilní osídlení bobrem, a to na samotném toku v okolí Plzně. Následující roky došlo k narůstajícím spontánním kolonizacím zbylých částí toku. V roce 2006 bylo také zaznamenáno první šíření bobrů z Berounky na Sřelu a od roku 2009 stabilně monitorována jejich přítomnost v části toku protékající městem Žlutice (*Vorel et al., 2012*).



Obrázek 2. Na mapě vyznačený celý hlavní tok řeky Sřely. (mapy.cz, 2021)



V rámci širšího pozorování, bylo do mapování zahrnuto i okolí uměle vytvořené nádrže Žlutice, do které se Střela vlévá. Jedná se o nádrž s kamenitou hrází vysokou cca 27 m, která byla vybudována roku 1968. Její plocha činí 162 ha a zadržuje se zde přibližně 1 mil m<sup>3</sup>. (*Šimice, 2010*) Jedná se zde o plochu, která je veřejnosti nepřístupná, a to hlavně z důvodu působení jako zdroj pitné vody pro přílehlou úpravnu. Z hlediska ochrany jakosti, vydatnosti a zdravotní nezávadnosti, bylo pro tuto nádrž stanoveno ochranné pásmo II. Stupně. Od nejbližší osídlené oblasti je tak vzdálena na cca 1 km. V pravidelných intervalech, nejčastěji v letních měsících, je z této nádrže voda vypouštěna do Střely, a tím je i zvýšen její průtok.

Celkově se do Střely vlévá 27 menších toků. Při zohlednění faktu, že se bobří nevyskytují jen na hlavních tocích, byly do mapování zahrnuty i čtyři menší potoky, vlévající se do Střely. Nejdelším byl Borecký potok, který se nachází v Karlovarském kraji v nadmořské výšce 668 m. n. m. Následně dva toky, které si délkou byly velmi podobné, a to Útvinský potok a Přílezký potok, který se nachází na východním okraji CHKO Slavkovský les. Posledním, a tedy i nejkratším byl Číhanský potok. Délka součtu všech menších toků tedy dohromady činila 36 km.

#### 4.3 Hydrologie

Typický pro řeku Střelu je rychlý a chladný proud vody, s menší hloubkou, díky čemuž se zde vyskytuje mnoho tzv. pstruhových pásem. Dle hydrologických dat je zde každoročně zaznamenán největší průtok v jarním období (březen), tedy v době tání. Délka celého toku činí 101,6 km, nicméně úsek vybraný pro toto pozorování pouze cca 77 km. Průměrný průtok řeky Střely činí 3,20 m<sup>3</sup>/s. Plocha jejího povodí je 921,8 km<sup>2</sup>. Rozdíl v nadmořských výškách mezi pramenem a ústím je 413, 95 m (*Vlček 1984*).

V úseku podél města Žlutice dosahuje průměrný průtok řeky 1,05 m<sup>3</sup>/s. Díky narůstajícímu průtoky a zvětšujícímu se korytu, je úsek řeky od Žlutic po Plasy hojně využíváný vodáky. Ti mohou negativně ovlivnit přirozené chování zvířat v jejich teritoriích.

Díky vlivu člověka na vznik meliorací, má horní část koryta řeky Střely nejprve užší a klidný proud, část řeky je i vedena potrubím. Dále se však pozvolna zařezává hlouběji do krajiny, a získává tak podobu menšího kaňonu, a to až po Plasy, kde přirozeně meandruje. Zde průměrný průtok dosahuje hodnot 2,99 m<sup>3</sup>/s.

Dle dostupných informací činí průměrné průtoky drobných přítoků řeky Střely v ústí od 0,05 – 0,16 m<sup>3</sup>/s. Borecký potok měří od svého pramene v Tepelské vrchovině až po Střelu 14,5 km. V průběhu let se korytem Boreckého potoka prohnalo několik povodní, které měly značný vliv na jeho nynější tvar. Zbylé mapované přítoky (Útvinský, Přílezký, Číhanský) mají zachovaný charakter přírodního toku, bez znatelných zásahů lidské činnosti (*Vlček, 1984*).

#### 4.4 Metoda sběru dat

##### 4.4.1 Průzkum mapy

Pro získání potřebných dat, bylo nejprve potřeba zaznamenat teoretická místa výskytu, a to pomocí dálkového průzkumu, tedy podrobně projít celou zkoumanou oblast na mapových portálech. Zvolenými portály byly již zmíněné archivní mapy z Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního, poté mapy.cz a Google maps.

Cílenými místy pro vyznačení bodu byly ty, které odpovídaly popisu krajiny dotčené bobrem, tedy: ležící stromy podél toku, výrazně zamokřená místa, náhlý menší průtok vody, v některých případech viditelné bobří hráze či hrady. Na všech vybraných portálech jsem tedy prozkoumala monitorovaná místa (hlavní tok řeky Střely a jeho 4 přítoky, nádrž Žlutice) i v rámci již zaznamenaných let od roku 2019-2020. Poté jsem je porovnávala mezi sebou a vybrala pouze ta, která na všech mapách, dle mého názoru odpovídala výskytu bobra.

##### 4.4.2 Terénní průzkum



K ověření správného úsudku bylo dále potřeba provést ověření vytipovaných míst v pozorované oblasti. V rámci měsíců od prosince 2020 po leden 2021, byl tedy

proveden terénní průzkum řeky Střely a přilehlých menších toků, na kterém jsem se podílela spolu s odborným týmem.

V případě, že byly při terénním průzkumu nalezeny pobytové známky, zaznamenaly se dále jeho souřadnice pomocí GPS navigace, byla pořízena fotografie a do předem stanovené tabulky zapsáno o jaký typ narušení se zde jednalo:

- Druh stromu (VR – vrba, OL – olše, LP – lípa) a jejich počet
- Okus dokonalý/nedokonalý, zrcátko
- Průměrnou velikost obvodu stromu
- Padlý strom
- Zásobárna
- Hrad, či hráz
- Popř. nora

Stejným postupem byla na mapě vytipována místa výskytu bobra i u čtyř zvolených menších toků. Následně byla tato data vnesena do mapy prostřednictvím GIS prostředí. Do téže mapy byly dále vneseny i body z terénního monitoringu, díky kterým jsem byla schopna odhadnout počet a velikost teritorií (obrázek č. 3).

- Místa výskytu pomocí DPZ: 
- Místa výskytu po terénním průzkumu: ●
- Teritoria: 

Pomocí mapových portálů jsem zaznamenala teoretická místa výskytu do map na celém monitorovaném úseku sama. Na sběru potřebných dat v terénu jsem pracovala spolu s odborným týmem. Pro přesnější zaznamenání míst výskytu, jsme si společně jako první rozdělili celý hlavní tok řeky Střely na čtyři dílčí úseky. Každý člen týmu měl za úkol podrobně projít celé okolí přiděleného úseku, a zaznamenat všechna místa dotčená činností bobra.

Mým úkolem bylo tedy projít a zmapovat celé území města Toužim. Poté jsem prozkoumala okolí vodní nádrže Žlutice a hlavní tok řeky Střely v úseku od nádrže až po město Chýše. Spolu s tím jsem v terénu zmapovala i čtyři menší potoky (Borecký,

Útvinský, Přílezenský, Číhanský), jejichž celková délka dohromady čítala cca 36 km. Po shromáždění dat všech členů týmu, a jejich vnesení do prostředí vlastní vytvořené mapy v GIS, jsem následně vytvořila podrobnou tabulku a všechna data analyzovala.

## 4.5 Analýza dat

### 4.5.1 Střela

Mapovaný úsek	Počet tip. Míst	Terénní body	Teritoria
1. Toužim - v. n. Žlutice	9	33	2
2. v. n. Žlutice - Žlutice	3	0	0
3. Žlutice - Chýše	8	84	3
4. Chýše - Plasy	15	286	8

Tabulka 1. Body na hlavním toku řeky Střely

V tabulce číslo jedna jsou pod názvem „mapovaný úsek“ zaznamenány jednotlivé úseky na hlavním toku řeky Střely. Sloupec „počet tip. míst“ udává počet bodů, které jsem vytipovala v mapových zdrojích. Sloupec „terénní body“ udává reálný počet bodů, které jsem zaznamenala pomocí GPS v terénu. V tomto sloupci dále můžeme vidět, že největší počet míst výskytu bobra byl v úseku číslo 4. a to mezi městy Chýše a Plasy. Čísla v posledním sloupci s názvem „teritoria“ udávají počet teritorií v daném úseku.

### 4.5.2 Přítoky

Mapovaný úsek	Počet tip. míst	Terénní body	Teritoria
1. Borecký p.	2	0	0
2. Útvinský p.	3	0	0
3. Přílezenský p.	3	0	0
4. Číhanský p.	1	0	0

Tabulka 2. Body na přítocích řeky Střely.

V tabulce číslo dva jsou zaznamenána data přítoky řeky Střely. V rámci jednotlivých sloupců je tato tabulka totožná s tabulkou číslo jedna, s rozdílem jednotlivých hodnot a mapovaných úseků. Velký rozdíl je zde vidět ve sloupcích

„terénní body“ a „teritoria“, kdy na jednotlivých přítocích nebyla zaznamenána žádná data i přes to, že byla pomocí DPZ vytipována.

#### 4.5.3 Shoda

	Shoda s terénními body	shoda s teritorií
1. Toužim - v. n. Žlutice	1	1
2. v. n. Žlutice - Žlutice	0	0
3. Žlutice - Chýše	6	5
4. Chýše - Plasy	10	6
1. Borecký p.	0	0
2. Útvinský p.	0	0
3. Přílezký p.	0	0
4. Číhanský p.	0	0

Tabulka 3. Shoda bodů a teritorií.

V tabulce číslo tři „shoda s terénními body“ udává počet míst vytipovaných v mapových portálech, na kterých se nacházely v terénu pobytové známky. Ve sloupci „shoda s teritorií“ uvádím počet vytipovaných míst, které se nacházely v některém z teritorií.

Pro statistický výpočet úspěšnosti tohoto pokusu byl zvolen binomický test, který pracuje s počtem pokusů a udává pravděpodobnost úspěchu. Tento test nabývá hodnot od 0-1 s tím, že čím více se výsledná hodnota blíží k 1, tím větší je pravděpodobnost, že je testovaná hypotéza správná.

#### 4.6 Výsledky

Celkově bylo na celém povodí řeky Střely s pomocí DPZ vytipováno 44 míst s potenciálním výskytem bobra evropského (*Castor fiber*). Po teoretickém vytipování, následovalo terénní zmapování jednotlivých úseků, ze kterého bylo dohromady zaznamenáno 411 bodů s potvrzeným výskytem bobra. Po vnesení všech dat do mapy v GIS, byla dále určena teritoria na celém povodí, kterých bylo celkem 13.

#### 4.6.1 Výsledky pro celé povodí Střely

Na celém území povodí řeky Střely bylo v mapových portálech vytipováno celkem **44** míst s potenciálním výskytem bobra evropského (*Castor fiber*). Po terénním průzkumu bylo potvrzeno **17** shod s vytipovanými místy z mapových portálů a zároveň s teritorií odhadnutými z terénního mapování.

#### **Binom.test (17,44,1)**

V tomto případě je alternativní hypotéza označována jako H1 a je definována:

H1: Skutečná pravděpodobnost úspěchu se nerovná 1

Dále byla pro tento test určena p-hodnota, která udává míru pravděpodobnosti, s jakou testovaná hypotéza platí (**p-hodnota =  $< 2,2e^{-16}$** ).

**Po provedení binomického testu byl konečný výsledek 0,3864, tudíž byla míra úspěšnosti vytipování výskytu bobra v mapových portálech 39 %.**

#### 4.6.2 Výsledky pro hlavní tok řeky Střely

Na hlavním toku řeky Střely bylo v mapových portálech vytipováno celkem **35** míst s potenciálním výskytem bobra evropského (*Castor fiber*). Po terénním průzkumu bylo potvrzeno **17** shod s vytipovanými místy z mapových portálů a zároveň s již známými teritorií z terénního mapování.

#### **Binom.test (17,35,1)**

I v tomto případě byla definována alternativní hypotéza H1 jako:

H1: Skutečná pravděpodobnost úspěchu se nerovná 1

P-hodnota byla stanovena jako: **p-hodnota =  $< 2,2e^{-16}$**

Po provedení binomického testu byl jeho konečný výsledek 0,4857 což znamená, že míra úspěšnosti vytipování výskytu bobra v mapových portálech na hlavním toku řeky střely byla 49 %.

#### 4.6.3 Výsledky pro přítoky řeky Střely

Na přítocích řeky Střely bylo v mapových portálech vytipováno celkem 9 míst s potenciálním výskytem bobra evropského (*Castor fiber*). Po terénním průzkumu nebyly potvrzeny **žádné shody** s vytipovanými místy z mapových portálů a zároveň s již známými teritorii.

I přestože nebyly nalezeny žádné shody, byl proveden výpočet úspěšnosti tohoto pokusu pomocí binomického testu, který pracuje s počtem pokusů a udává pravděpodobnost úspěchu. Tento test nabývá hodnot od 0-1 s tím, že čím více se výsledná hodnota blíží k 1, tím větší je pravděpodobnost, že je testovaná hypotéza správná.

#### **Binom.test (0,9,1)**

Alternativní hypotéza H1 byla definována jako:

H1: Skutečná pravděpodobnost úspěchu se nerovná 1

P-hodnota byla stanovena jako: **p-hodnota** =  $< 2,2e^{-16}$

Vzhledem k tomu, že v terénu nebyly nalezeny žádné shody, po provedení testu byl výsledek dle očekávání 0. Tudíž zde byla pravděpodobnost úspěchu potvrzení výskytu bobra evropského (*Castor fiber*) z mapových portálů 0 %.

## 5 Diskuse

V této kapitole, jsou shrnuty všechny faktory, které mohly více či méně ovlivnit cíle této bakalářské práce. Nejprve jsou zde zhodnoceny faktory, které byly zohledněny při vytipování míst výskytu bobra evropského (*Castor fiber*) v mapových portálech. Dále je zde zahrnuto několik faktorů vztažených k terénnímu mapování.

### 5.1 Kvalita mapových snímků, úhel fotky

V této práci byly pro vytipování míst výskytem bobra evropského (*Castor fiber*) využívány celkem tři mapové portály. Každý z nich disponoval jinou kvalitou leteckých snímků, které jsem k práci využívala. Důležitým faktorem, který kvalitu snímku ovlivňoval, bylo časové období pořízení snímku. Vzhledem k úhlu postavení slunce a snímající družice, vznikají na mapách výrazné stíny jednotlivých objektů v krajině. Častým problémem při výskytu zastínění v mapových podkladech byly stíny stromů, které budily dojem, že se jedná o padlý strom. Ten z mého pohledu, mohl být pokácen bobrem. Proto mohlo být určení objektu na mapě často nejednoznačné. Větší zastíněné plochy budily dojem, že se může jednat o zamokřená území. Tím pádem jsem zde předpokládala výskyt hráze přes vodní tok.

Tento problém již ve své práci uvádí Karvánek (2014), jež poukazuje na odchylky způsobené rozlišením snímků. Snímky, které používal pro svou práci, měly odchylku 1–2 pixely, což v reálu znamená odchylku 10–20 metrů.

### 5.2 Roční období pořízení mapy

Vzhledem k tomu, že jsem mapové podklady cíleně vyhledávala tak, aby byly pořízeny v období vegetačního klidu, nebylo často možné určit jednotlivé druhy stromů v blízkosti vodního toku. O neolistěných stromech tak nešlo spolehlivě říct, že jsou živé. Dle mého terénního průzkumu, jsem často narazila na plochy silně zamokřené se stojícími torzy suchých olší (*Alnus* sp.). V tomto případě jsem z mapových podkladů nemusela vždy jednoznačně určit, zda se jedná o místo zasažené činností bobra.



### 5.3 Nepřesnost určení parametrů toku

Důvodem pro možné zkreslení výběru míst v mapových portálech může být aktuální hydrologická situace toku. V případě, že byly snímky krajiny pořízeny v období, kdy probíhala obleva, mohl se na snímcích tok jevit jako mnohem větší a mohutnější. Zároveň mohly být patrné i zaplavené oblasti, které by za běžné hydrologické situace zaplavené nebyly. Během průzkumu těchto snímků jsem tak mohla zaměnit takovouto periodicky zamokřenou plochu s plochou, která je zamokřená v důsledku činnosti bobra.

S podobným problémem se ve své práci potýká Kocum (2018), který uvádí, že se mozaikovitost na leteckých snímcích liší s množstvím srážek.

Vzhledem k tomu, že se z leteckých snímků nedá určit hloubka a průtok vodního toku, mohla jsem pouze odhadovat, jak silné jsou přítoky řeky Střely, které jsem mapovala. Právě až po terénním průzkumu, kdy jsem zjistila reálnou podobu všech přítoků, bylo jasné, že pravděpodobnost stálého osídlení bobrem je velmi malá. I přes to jsem tyto toky mapovala, protože by i výskyt náhodných pobytových známek mohl potvrdit, že se do těchto přítoků stahují bobři za potravou.

Payne (1981) v diskuzi své práce uvádí, že i sledování vytipované lokality pomocí helikoptéry je o 30 % méně úspěšné než terénní mapování. I jeho pozorování však mohlo ovlivnit spoustu negativních faktorů, jako například zvolený typ letadla.

### 5.4 Sběr dat v terénu

Jelikož jsem při pořizování dat v terénu nepracovala pouze sama, ale spolupracovala jsem s řadou lidí z odborného týmu, mohlo se množství a kvalita dat lišit dle odborné způsobilosti jednotlivých členů. Je proto možné, že je zde zastoupen velký vliv lidského faktoru na data získaná v terénu.

### 5.5 Nepřístupnost terénu

Během terénního mapování jsem často narážela na obtížně překonatelné překážky. Nejčastěji je tvořily husté, nepropustné porosty s popadanými stromy a

podmáčeným podložím. V těchto případech mohlo dojít k neúplnému prozkoumání daného místa a je tedy možnost, že jsem některé pobytové známky nezaznamenala. Častým problémem pro mne bylo i člověkem vybudované oplocení přilehlých pozemků. Kvůli tomu jsem se v některých místech nemohla dostat přímo ke břehu vodního toku, takže zde existuje opět možnost, že jsem nezaznamenala všechny pobytové známky.

## 5.6 Vegetace

Pravděpodobným důvodem, proč jsem na malých přítocích nenalezla žádné pobytové známky může být i rostlinná skladba. Podél hlavního vodního toku se vyskytovaly dřeviny, které bobři preferují (*Salix* sp., *Alnus* sp., *Populus* sp.). Na rozdíl od některých malých přítoků, které přitékaly z okolních lesů, kde bylo největší zastoupení smrků (*Picea* sp.). Naopak některé přítoky protékaly krajinou s absencí dřevin (pole, louky), tudíž se zde potrava pro bobry nevyskytovala.

## 5.7 Omezený přístup k vodě

Během mapování v okolí vodní nádrže Žlutice jsem dospěla k závěru, že by zde výskyt bobra mohl být silně ovlivněn pevným oplocením nádrže, která se nachází ve druhém pásmu ochrany vodního zdroje. Nevylučuje to ale fakt, že by si bobři mohli najít skulinu a do vodní nádrže tak proniknout. V tomto případě, by zde mohli být bobři naopak chráněni před negativními vlivy z okolí.

Z výsledku je však zřejmé, že se přímo v nádrži bobři nevyskytují, ale po pouhých čtyřech kilometrech začíná jedno ze tří potvrzených teritorií na úseku číslo 3. Žlutice – Chýše.

## 5.8 Lidský faktor

Z výsledků mapování je patrné, že největší aktivita bobrů je na 4. úseku: Chýše – Plasy. V tomto úseku je velmi vysoká hustota osídlení. Z toho vyplývá, že i když je okolí vodního toku i samotný vodní tok výrazně ovlivněn lidskou činností, bobry to nijak neodrazuje. Přesto, že má horní tok řeky Střely daleko větší přírodní charakter,

pravděpodobně bobry přitahuje masivnější koryto řeky s větším množstvím vody. To bobrům poskytuje vyšší množství úkrytů.

V některých částech řeky se nacházely v těsné blízkosti břehu elektrické ohrady pro pasoucí se dobytek. V případě, že se jednalo o pasoucí se skot, neznemožňoval charakter ohrady průchod zvířatům od ani k řece. Pokud se zde nacházely pastviny pro ovce a kozy, byly často ohrazeny elektrickými sítěmi, které zvířatům průchod úplně zamezily. Tento fakt mohl výrazně ovlivnit trvalý výskyt bobrů v daném úseku.

## 6 Závěr

V oblasti povodí řeky Střely, na úseku od města Toužim po Plasy, byl proveden výzkum za pomoci dálkového průzkumu Země, s cílem odhadnout výskyt bobra evropského (*Castor fiber*). V průběhu období od prosince 2020 do ledna 2021 bylo v mapových portálech (Google maps, mapy.cz, mapy ČUZK) vytipováno 44 teoretických míst výskytu bobra. Během tohoto průzkumu byly v leteckých snímcích vyhledávány změny na vodních tocích a jejich okolí, které by mohla způsobit přítomnost bobra.

Po vytipování proběhl terénní průzkum dané oblasti s cílem ověřit správnost tipování. Na sběru dat v terénu se podílel celý odborný tým, který nashromáždil celkem 411 bodů s pobytoвыми známkami. Následně byla data vložena do mapy v GIS, kde se sloučila s vrstvou tipovaných bodů. Díky nashromáždění všech dat jsem byla schopna určit jednotlivá teritoria a jejich rozsah. Celkem bylo na celém povodí vyznačeno 12 teritorií.

Hlavním cílem této práce, bylo ověřit možnosti odhadu počtu teritorií pomocí DPZ. K výpočtu úspěšnosti byla data zpracována a vyhodnocena pomocí statistického testu. Vybraným typem testu byl binomický test, který nám ukazuje míru pravděpodobnosti úspěchu.

Celkově byly statisticky zpracovány 3 typy úseků. Prvním úsekem bylo celé povodí řeky Střely, na kterém bylo vytipováno 44 míst výskytu a z nich potvrzeno 17. úspěšnost zde byla 39 %. Poté byl tento úsek rozdělen na hlavní tok řeky, u kterého byla úspěšnost 49 %, a čtyři menší přítoky na kterých se úspěšnost rovnala 0 %.

Po konečném zhodnocení statisticky zpracovaných dat, byla celková míra úspěšnosti pouze 39 %. Tato hodnota je dále označována za podprůměrnou, tudíž se mapování za pomoci dálkového průzkumu Země nejeví jako vhodná metoda pro sledování aktivity bobra evropského (*Castor fiber*).

## 7 Citace

Abrams J., Davee R., Gosnellová H., Charnley S., 2020: Ranchers and Beavers: Understanding The Human Dimensions of Beaver-Related Stream Restoration on Western Rangelands. *Rangeland Ecology & Management* 73: 712-723.

Allai T., Dauwalter D. C., Evansová C., Fesenmyer K. A., 2018: Chov hospodářských zvířat, bobří a klima ovlivňují mezizemskou vegetaci v polosuché krajině. *Plos one* 13: 8-10.

Anderson M., LaRue M. A., Stapleton, S., 2017: Feasibility of using high-resolution satellite imagery to assess vertebrate wildlife populations. *Conservation biology* 31(1): 213-220.

Axelsson A., Hartman G., 2004: Effect of watercourse characteristics on food-caching behaviour by European beaver, *Castor fiber*. *Animal Behaviour* 67: 643-646

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

Billi P., Nyssen J., Pontzele J., 2011: Effect of beaver dams on the hydrology of small mountain streams. Example from the Chevral in the Ourthe Orientale basin, Ardennes. Belgium; *Journal of Hydrology* 402: 92-102.

Bloomquist, C. K., & Nielsen, C. K., 2009: A Remote Videography System for Monitoring Beavers. *Journal of Wildlife Management* 73(4): 605–608.

Boyce M. S., Nobert B. R., Scrafford M. A., 2020: Beaver (*Castor canadensis*) use of borrow pits in an industrial landscape in northwestern Alberta. *Journal of Environmental Management* 269: 11.

Butler D. R., Malanson G. P., 2005: The geomorphic influences of beaver dams and failures of beaver dams. *Geomorphology* 71: 48-60.

Busher P., Dzieciołowski R., 1999: Ochrana bobrů, řízení a využití v Evropě a Severní Americe. Kluwer Academic/Plenum Publishers 1: 31-35.

Dalbeck L., Herzsprung P., Koschorreck M., Kirch P. M., 2016: Minor effect of beaver dams on stream dissolved organic carbon in the catchment of a German drinking water reservoir. *Limnologica* 61: 36-43.

Diallo B. D., Krall S., Peveling R., 1997: New strategies in Locust control. *Birkhuser Verlag BaseVSwitzerland* 10: 27-28.

Dittbrenner J. B., 2018: Modelování vnitřního potenciálu pro stanoviště bobrů (*Castor canadensis*), aby bylo možné informovat o obnově a přizpůsobení se změně klimatu.

Domaradzki P., Drozd L., Florek M., Litwińczuk A., Skalecki P, Tajchman K., 2017: Proximate composition and physicochemical properties of European beaver (*Castor fiber*). *Meat Science* 123: 8-12.

Dobrovolný P. 1998: Dálkový průzkum Země. Vydavatelství Masarykovi univerzity v Brně 1: 210.

Fisher, P.F., Lindenbergh R., 1989: "On distinctions among Cartography, Remote Sensing, and Geographic Information Systems". *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 55: 1431-1434.

Giriati D., Gorczyca E., Sobucki M., 2016: Beaver ponds' impact on fluvial processes (Beskid Niski Mts., SE Poland). *Science of The Total Environment* 340: 339-353.

Halounová L., Pavelka K., 2005: Dálkový průzkum Země. ČVUT v Praze 1: 10-12.

Halounová L.; Kolář, J.; Pavelka, K. 1997: Dálkový průzkum Země 10. Vydavatelství ČVUT 1: 164.

Halley D.J., Rosell F., Saveljev A., 2012: Populace a distribuce bobra euroasijského (*Castor fiber*). Balt 20(1): 168–175.

Hamšíková L., Korbelová J., Korbel J., Maloň J., Válková L., Vorel A., 2009: Jak jsou početné bobří rodiny? Sborník Regionálního muzea v Mikulov 2009 1:11–16.

Hughes G. R., Luschi P., Mencacci R. a Papi F., 1998: 7000 km dlouhá oceánská cesta želvy kožené sledované satelitem. Časopis experimentální mořské biologie a ekologie 229: 209-217.

Johnston C. A., Naiman R. J., 1991: Využití geografického informačního systému pro analýzu dlouhodobých změn v krajině. Krajina Ecol 4: 5-19.

Karvánek M., 2014: Hodnocení změn krajiny v Krkonošském národním parku s využitím dálkového průzkumu Země a krajinných metrik. Vydavatelství Univerzity Karlovy 1: 11-13.

Kostkan V. & Lehký, J., 1997: The Litovelske Pomoravi Floodplain Forest as a habitat for the reintroduction of European beaver into the Czech Republic. Global Ecology and Biogeography Letters 6: 307–310.

Kross S. M., & Nelson X. J., 2011: A portable low-cost remote videography system for monitoring wildlife. Methods in Ecology and Evolution 2(2): 191-196.

Kupková, L. a Král, L., 2011: Země očima satelitů. Nakladatelství P3K 1: 50-55.

Mahoney M. J., Stella J. C., 2020: Stem size selectivity is stronger than species preferences for beaver, a central place forager. Forest Ecology and Management 475: 10-12.

Macdonald D., Rushton S., South A., 2000: Simulating the proposed reintroduction of the European beaver (*Castor fiber*) to Scotland. *Biological Conservation* 93: 103-116.

Macfarlane W. W., Wheaton J. M., 2017: Modeling the capacity of riverscapes to support beaver dams. *Geomorphology* 277: 72-99.

Maloň J., 2012: Ekologie bobra evropského v podmínkách střední Evropy. *Doktorská disertační práce* 1: 44.

Nitsche K. A., 2016: The wolf *Canis lupus* as natural predator of beaver *Castor fiber* and *Castor canadensis*. *Russian Journal of Theriology* 15: 62–67.

Nummi P., Thompson S., Vehkaoja M., 2016: Beaver-created deadwood dynamics in the boreal forest. *Forest Ecology and Management* 360: 1-8.

Payne N. F., 1981: Accuracy of aerial censusing for beaver colonies in Newfoundland. *Journal of Wildlife Management* 45(4): 1014–1016.

Shao Q., Wang D. & Yue H., 2019: Surveying wild animals from satellites, manned aircraft and unmanned aerial systems (UASs). A review. *Remote Sensing* 11: 1308.

Schwab G., 2009: Beaver in Bayernu. *Biologie und Management* 23: 49.

Sturtevant R. B., 1998: A model of wetland vegetation dynamics in simulated beaver impoundments. *Ecological Modelling* 112: 195-225.

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

Šimůnková K. & Vorel A., 2015: Spatial and temporal circumstances affecting the population growth of beavers. *Mammalian Biology* 80(6): 468–476.



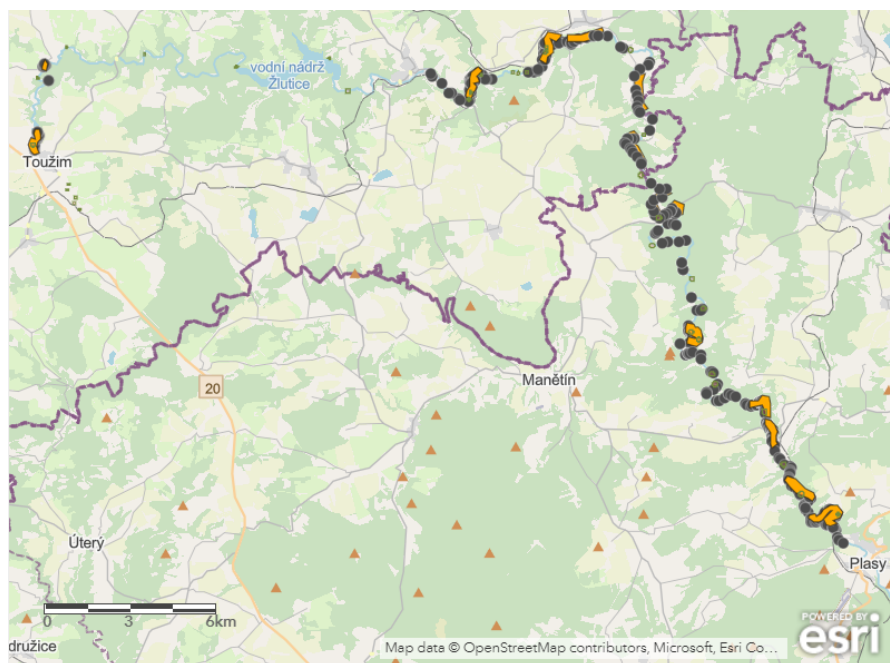
Šimice D., 2010: Kvalita vody a vodní turistiky na vybraných západočeských řekách. Diplomová práce UK v Praze 1: 43.

Vlček V., 1984: Vodní toky a nádrže. Zeměpisný lexikon ČSR 1: 120-122.

Wróbel M., 2020: Population of Eurasian beaver (*Castor fiber*) in Europe. *Global Ecology and Conservation* 23:46.

Zhilin M., 2020: Beaver mandible tools in the Mesolithic of the forest zone of Eastern Europe and Urals. *Journal of Archaeological Science* 04: 30.

## 8 Přílohy



Obrázek 3. Mapa z GIS s vyznačenými daty z terénního mapování (černě) a teritorii (oranžově), (Zdroj: arcgis.com)



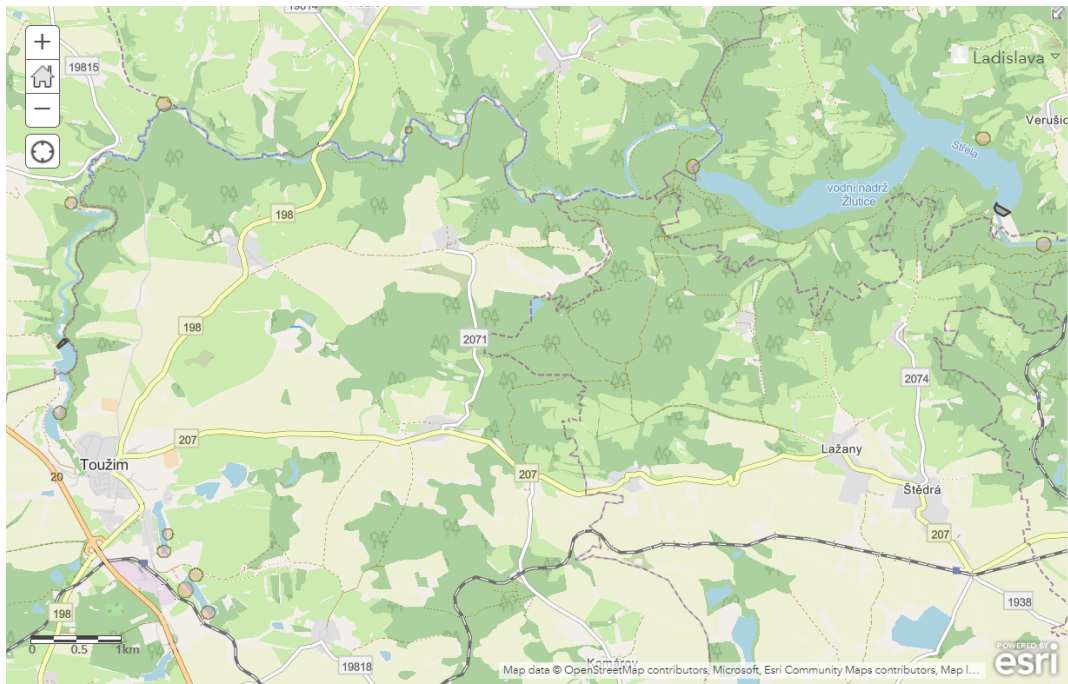
Obrázek 4. Bobří hráz na úseku mezi městy Žlutice a Chýše. (Foto: autor)



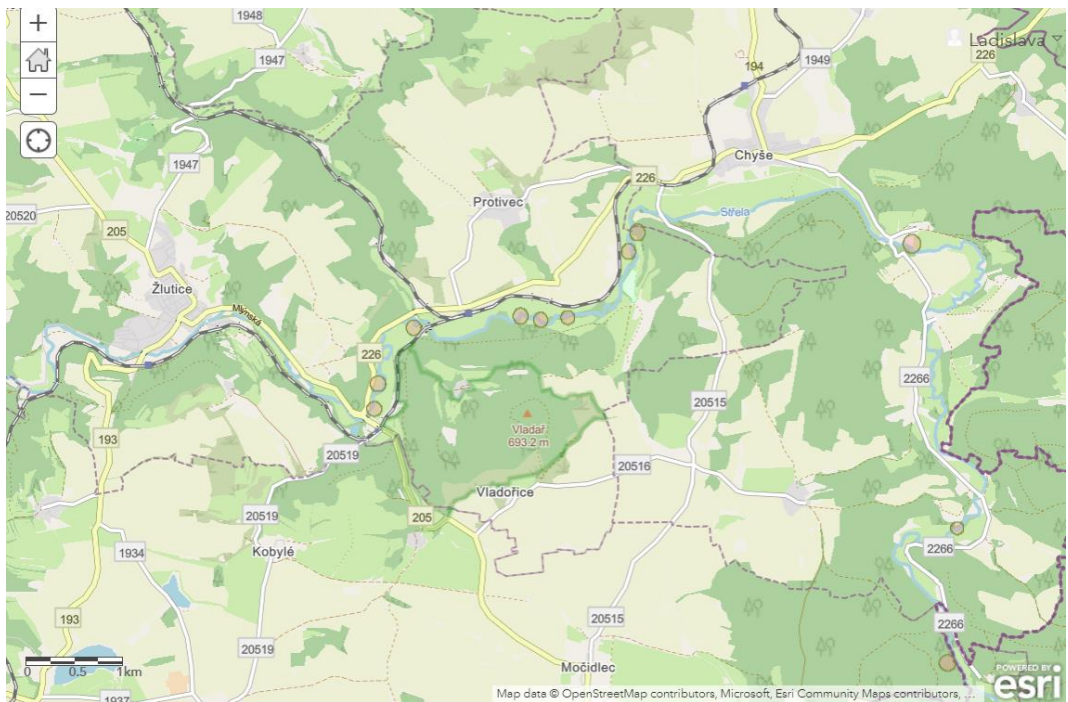
*Obrázek 5. a 6. Okusy stromů způsobené bobrem evropským (*Castor fiber*) na řece Střele. (Foto: autor)*



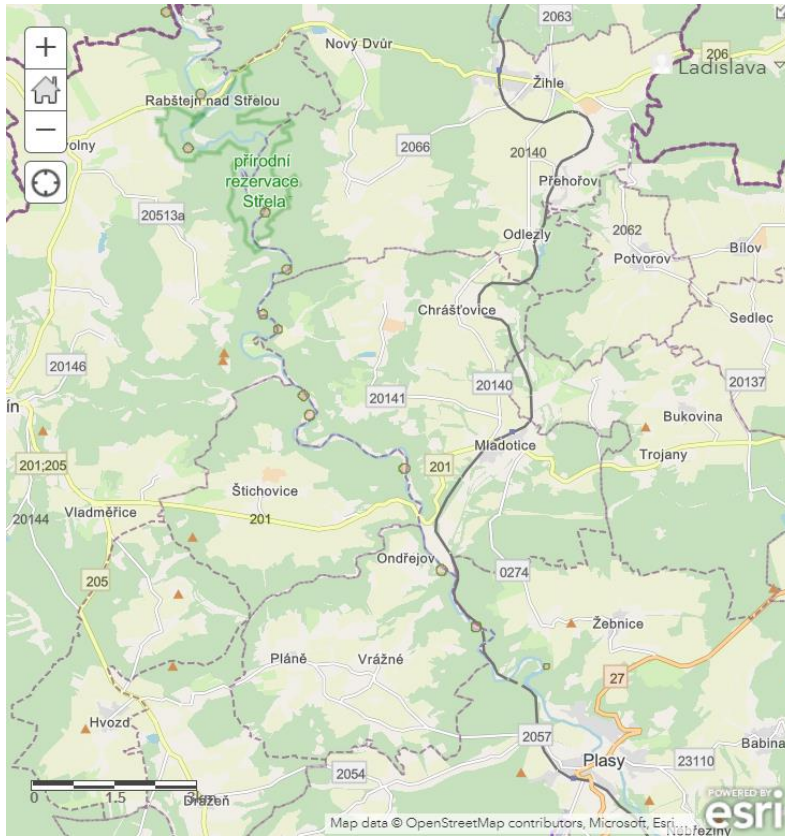
*Obrázek 7. Bobří nora nalezená nedaleko města Žlutice. (Foto: autor)*



Obrázek 8. Mapa z GIS s vyznačenými typy pomocí DPZ podél hlavního toku řeky Střely od města Toužim po vodní nádrž Žlutice (Zdroj: arcgis.com)



Obrázek 9. Mapa z GIS s vyznačenými typy pomocí DPZ podél hlavního toku řeky Střely od města Žlutice po město Chýše (Zdroj: arcgis.com)



Obrázek 10. Mapa z GIS s vyznačenými typy pomoci DPZ podél hlavního toku řeky Střely od města Chýše po město Plasy (Zdroj: arcgis.com)