

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



Modelování úpravy toku pro zatraktivnění stanoviště pro bobra evropského

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vítězslav Moudrý

Konzultant bakalářské práce: Ing. Aleš Vorel, Ph.D.

Autor bakalářské práce: Eva Marešová

2011

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Vítězslava Moudrého a uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 27. 4. 2011

.....

Poděkování

Na prvním místě bych chtěla pěkně poděkovat vedoucímu bakalářské práce, Ing. Vítězslavu Moudrému za konzultace a vedení. Dále bych chtěla poděkovat rodičům za to, že se mnou v době psaní této bakalářské práce měli trpělivost.

Abstrakt:

Bobr evropský (*Castor fiber*) vytváří a přetváří nivy osídlených toků. Hlavním důvodem jsou hrázové systémy na vodních tocích, které ve velké míře diversifikují vodní prostředí a ovlivňují i přilehlou nivu. V mnohých případech dochází k pozitivním dopadům na biotu a okolí vodních toků. Jestliže dojde k zatraktivnění plochy a iniciaci hrázové činnosti, bobr může osídlit rovněž monotónní a dlouhé úseky malých vodních toků. Řešené části vodních toků v CHKO Český les jsou právě takové monotónními úseky, které je žádoucí bobrovi zatraktivnit. Za tímto účelem bylo území geodeticky zaměřeno pomocí GPS, z naměřených dat byl vytvořen digitální model terénu a navrženy možné scénáře zatopení území soustavou hrází, které umožní plánování dalších zásahů (výsadba vhodných dřevin) na lokalitě.

Klíčová slova: CHKO Český les, GPS, GIS, DTM, ekosystémový inženýr

Abstract:

Beaver creates and transforms populated floodplains of populated streams. The main reason are dam systems on rivers, diversifying the water environment and affecting the adjacent floodplain. Positive effects on the biota and stress environment happen in many cases. If the improvement of the area and the initiation of the dam activities happens, the beaver can settle in monotonous long segments of small streams. The solved parts of rivers in CHKO Český les are exactly those types of monotonous parts, which are desirable to make attractive to the beaver. For this reason the area was geodetically measured using the GPS. A digital terrain model has been created using the measured data and possible scenarios of flooding the area with a system of dams. That will enable planning of further interventions (planting of suitable tree species) in the area.

Keywords: CHKO Český les, GPS, GIS, DTM, ecosystem engineer

Obsah

1 ÚVOD	7
2 LITERÁRNÍ REŠERŠE	9
2.1 EKOLOGIE BOBRA	9
2.1.1 PREFERENCE PROSTŘEDÍ (BIOTOPU)	9
2.1.2 POTRAVA	9
2.1.3 CHOVÁNÍ, PROJEVY, KOMUNIKACE	10
2.1.3.1 PACHOVÉ ZNAČKY/ TERITORIÁLNÍ CHOVÁNÍ	11
2.1.4 STAVBY	11
2.1.4.1 HRADY A POLOHRADY	12
2.1.4.2 NORY	12
2.1.4.3 KANÁLY	12
2.1.4.4 SKLUZY A CHODNÍKY	13
2.1.4.5 ZIMNÍ SKLADIŠTĚ	13
2.1.4.6 HRÁZE	13
2.2 DOPAD HRÁZOVÝCH SYSTÉMŮ NA OKOLNÍ PROSTŘEDÍ	16
2.2.1 VLIV NA DRUHOVOU BOHATOST	16
2.2.1.1 V OBLASTECH AUTOCHTONNÍHO VÝSKYTU BOBRA	16
2.2.1.2 V OBLASTECH ALOCHTONNÍHO VÝSKYTU BOBRA	18
2.2.2 SEDIMENT A VLIV NA BOBŘÍ LOUKY	19
2.2.3 VLIV NA REŽIM VODY V KRAJINĚ	19
2.2.3.1 OCHRANA PŘED POVODNÍ A SUCHEM	20
2.2.3.2 ODPAŘOVÁNÍ	20
2.2.3.3 ODSTRANĚNÍ HRÁZÍ, SELHÁNÍ, POVODNĚ	20
3 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	22
4 METODIKA	24
4.1 SBĚR DAT	24
4.2 ZPRACOVÁNÍ MĚŘENÝCH DAT	24
4.2.1 ZPRACOVÁNÍ DAT Z GPS	24
4.2.2 TVORBA DTM A VRSTEVNIC	25
4.3 MODELOVÉ SCÉNÁŘE	25
4.3.1 NÁVRHY HRÁZÍ	25
4.3.2 VÝPOČET OBJEMU	25
5 VÝSLEDKY	27
6 DISKUSE	28
7 ZÁVĚR	30
8 CITACE	31
PŘÍLOHY	36

1 ÚVOD

Náš největší hlodavec bobr evropský (*Castor fiber*) byl kdysi rozšířený v severním lesním pásu většiny Evropy a Asie, ale v 19. století byl téměř vyhuben a zbylo pouze osm malých populací (Nolet & Rosell, 1998). Hlavními důvody tohoto poklesu početnosti byly především úbytek vhodných biotopů a masivní lov (Vorel, 2006). Ve 20. století se však zavedením důsledné ochrany bobra, reintrodukce a přirozeným šířením podařilo dosáhnout obnovení jeho bývalých populací na mnoha místech (Nolet & Rosell, 1998). V současnosti se odhaduje, že jen na evropském kontinentu se vyskytuje minimálně 700 000 jedinců (Halley & Rosell, 2003). S výjimkou Pyrenejského poloostrova, Itálie, jihu Balkánu a Velké Británie se v současnosti bobří znovu vyskytují na stejných územích Evropy jako před několika stoletími (Halley & Rosell, 2002).

V současné době bobr v České republice obývá šest hlavních oblastí: dolní Labe (po Ústí nad Labem-Střekov), jihozápadní Čechy, povodí Divoké Orlice, řeku Moravu s přítoky, řeku Dyji s přítoky a řeku Odru s přítoky. Odhaduje se, že v současnosti žije v České republice 900 – 1 100 bobrů evropských (Dobiáš, 2007).

Bobří jsou ekosystémoví inženýři známí pro svou schopnost měnit rostlinná společenstva kácením stromů, budováním přehrad a kopáním kanálů (Jones et al., 1994). Pro schopnost výrazně měnit strukturu a dynamiku svého okolí je bobr považován za "klíčový druh" (např. Naiman et al., 1986).

Většina vědecké literatury o bobrech a jejich dopadu na životní prostředí pochází ze studií bobra kanadského (*Castor canadensis*), nicméně dostupné studie naznačují, že jsou oba druhy v mnoha ohledech velmi podobné. Ačkoli bobr kanadský prokazuje větší stavební aktivitu než bobr evropský, účinky jejich hrází na životní prostředí se příliš neliší (např. Novak, 1987).

Bobr již dnes osidluje rozsáhlá území v ČR (Vorel et al. 2008), ovšem jeho činnost lze očekávat pouze v určitém typu biotopu – ekosystémy s rozvinutým břehovým pásem dřevin (zjm. svazy *Salicion albae*). Bobr může osídlit rovněž monotónní a dlouhé úseky malých vodních toků, jestliže dojde k ztraktivnění plochy a iniciaci hrázové činnosti. Rozsah této úpravy a dopad samotné aktivity bobrů je vhodné přizpůsobit orografii konkrétní lokality. Též je nutné modelovat rozsah případných iniciačních úprav, a z modelu odhadnout jaký rozsah a dopad bude mít samovolná činnost bobrů.

Cíle práce:

- Literární rešerše
- Zaměření zájmového území – Kateřinského a Farského potoka
- Model záplavy území pro různé varianty zásahů do vodního toku.
 - Tvorba DTM
 - Tvorba příčných profilů
 - Vizualizace zaplaveného území
- Zhodnocení navržených zásahů

2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1 EKOLOGIE BOBRA

2.1.1 PREFERENCE PROSTŘEDÍ (BIOTOPU)

Bobr obývá zejména pomalu tekoucí nebo stojaté sladké vody mírného a chladného pásu (Vorel et al., 2006). Výběr stanoviště je primárně ovlivněn hlavně šířkou, hloubkou a sklonem toku, v druhé řadě pak dostupností potravy (Beier & Barrett, 1987). Přehrazením menších toků vytváří rybníky, čímž si rozšiřuje teritorium, ve kterém hledá potravu a navíc zajišťuje stálou hladinu vody, která mu skýtá bezpečný přístup do nory či hradu a tím i ochranu před predátory (Baker & Hill, 2003). Hlavním predátorem bobra je vlk (*Canis lupus*) (Novak, 1987). U nás bobr preferuje čisté nebo jen málo znečištěné vody se submersní vegetací, které jsou obklopeny souvislými porosty dřevin nebo lesy charakteru měkkého luhu, doplněným souvislým porostem bylinného patra přirozeného litorálního charakteru (Vorel et al. 2006 ex. Kostkan 2000). V oblastech, kde řeka protéká intenzivní zemědělskou krajinou a v oblastech bez preferovaných biotopů, dosahují populační hustoty nejnižších hodnot (John & Kostkan, 2009).

2.1.2 POTRAVA

Bobr je výhradní býložravec, který se živí bylinami i dřevinami, přičemž preferuje určité druhy a velikostní třídy rostlin. Ožírá listy, větvičky a kůru dřevin a mnoho druhů vodní a suchozemské bylinné vegetace (Jenkins 1975, Jenkins, 1979). V České republice je poměr trávy a vodní vegetace zanedbatelný (Krojerová-Prokešová et al., 2010). V současnosti je známo 86 druhů dřevin a 149 druhů bylin, které slouží jako potravní základna bobra evropského, tento výběr je však zúžen na 35 hlavních rostlin (Vorel et al. 2006 ex. Heidecke 1989). V různých obdobích se mění stravovací preference kvůli změnám v dostupnosti a nutriční hodnoty potravin druhů (Jenkins, 1979). Potravu si bobří vybírají podle chuti (Baker & Hill, 2003), před kácením celého stromu někdy ukusují malé vzorky kůry, aby zjistili kvalitu tj. nutriční hodnotu (Jenkins, 1979). Zimní strava je zajištěna hlavně dřevinami (převážně kůrou), v létě se však mohou krmit až z 90% trávou, bylinami a vodní vegetací (Haarberg & Rosell, 2006; Jenkins, 1979; Nolet et al., 1994; Wilsson, 1971). V České republice jsou dřeviny nejdůležitějším zdrojem potravy i během letních měsíců (Krojerová-Prokešová et al., 2010), podobně je tomu i v Nizozemí (Nolet et al., 1995). Bobří kácí stromy v kterémkoli ročním období, avšak k nejintenzivnější pastvě na stromech nebo

keřích obvykle dochází během pozdního podzimu a brzy na jaře. S blížící se zimou totiž začínají vytvářet zimní zásoby pro měsíce, kdy travní porost není k dispozici (Jenkins, 1979).

Bobři jsou ve výběru potravy vysoce selektivní (Brenner, 1962; Fryxell & Doucet, 1991). Hlavní potravou bobra evropského jsou *Salicaceae spp.* (Fustec et al., 2001; Haarberg & Rosell, 2006; Nolet et al., 1994) – mezi nejvíce upřednostňované dřeviny v České republice patří topol (*Populus sp.*), vrba (*Salix sp.*) a bříza (*Betula sp.*) (Vlachová, 2002). V zemědělských oblastech bobři někdy konzumují i kulturní plodiny (kukuřici, řepku, řepu, brambory aj.) (Dobiáš, 2007). Jedná se o ojedinělý jev, který je způsoben nedostatkem jejich preferované potravy (Krojerová-Prokešová et al., 2010).

Spotřeba vegetace se může pohybovat v rozmezí 0,5 až 2,5 kg / den (Novak, 1987). Biotopy s nedostatkem nebo bez výskytu vhodných dřevin bobr spíše odmítá, ale v oblastech s vysokou populační hustotou dochází k osídlení i některých suboptimálních lokalit (John & Kostkan, 2005).

Olše (*Alnus spp.*) jsou káceny zřídka, používají se hlavně jako stavební materiál spíše než jako potrava (Wilsson, 1971) pravděpodobně z toho důvodu, že jsou méně stravitelné a mají nižší energetický obsah než například topol osika (*Populus tremuloides*) (Fryxell & Doucet, 1993).

Bobři mohou mít významný vliv na složení lesních dřevin prostřednictvím selektivní pastvy (Nolet et al. 1994 ex. Johnston & Naiman 1990). V blízkosti svých zimních skladišť, hrází, nor a hradů často kácí všechny preferované dřeviny, ale s rostoucí vzdáleností jsou vybíravější (Baker & Hill, 2003).

Bobři se pro potravu zřídka vypravují na delší vzdálenost než 60 m od vody, jejich potravní dopad je soustředěn v úzkém pásu podél břehů (Donkor & Fryxell, 1999). Nolet & Rosell (1998) tvrdí, že přítomnost alespoň 20 m širokého pásu přirozené vegetace podél břehů může zabránit vzniku škody v oblasti za ní.

Bobři zužitkují pouze část sklizené biomasy, z celkového množství pokácených stromů zbude 10 až 64 procent, které nevyužijí ke konzumaci nebo pro stavební účely (Boyle & Owens, 2007).

2.1.3 CHOVÁNÍ, PROJEVY, KOMUNIKACE

Bobři jsou soumráční a noční tvorové (Baker & Hill, 2003; Novak, 1987), jsou aktivní po celou noc a během dne spí (Willson, 1971). Ve srovnání s mnoha jinými savci, zvláště hlodavci, se bobří populace vyznačují relativně nízkou porodností, nízkou úmrtností mláďat, vysokou rodičovskou péčí a dlouhověkostí (Baker & Hill 2003 ex. Hodgdon & Lancia 1983). V průměru se bobři dožívají 7-8 let (Heidecke, 1991; Heidecke et al., 2003), maximální délka života je kolem 20 let, ale někteří jedinci se mohou dožít i 50 let (Dzieciolowski 1996 ex. Brehm 1963).

Bobři jsou velmi sociální a teritoriální zvířata, která žijí jako rodinná jednotka – kolonie (Wilsson, 1971). Rozsah teritoria je značně ovlivněn vodním systémem, v němž bobří rodina žije - malý rybník velikosti několika hektarů může hostit pouze jednu rodinu (Novak, 1987), obvykle se velikost teritoria pohybuje od 500 m do 2 km břehové linie (Kostkan, 2000). Bobři jsou monogamní živočichové (Svendsen, 1980), žijí v rodinách sestávajících z páru dospělých jedinců, mláďat a pohlavně nedospělých mláďat z minulých let (1-2 roky) (Wilsson, 1971).

Bobři se páří v lednu až březnu, samice jsou gravidní 105-109 dní a mláďata přicházejí na svět v dubnu – červnu (Dzieciolowski, 1996). Samice rodí pouze asi 1-3 mladých za rok v jednom vrhu (Wilsson, 1971). Mláďata se rodí prekociální, vidoucí a osrstěná s prořezanými zuby (Baker & Hill 2003).

Do věku dvou let jsou mláďata závislá na rodině kvůli potravě, péči o srst a udržování hrází a zimních zásob (Novak, 1987), ve dvou letech rodičovské kolonie opouštějí a stěhují se do nových oblastí (Wilsson, 1971). Hledání nových biotopů vhodných k založení kolonie může trvat několik měsíců (Sun et al., 2000) a pokud si mladí nezvládnou založit území, mohou se vrátit do rodičovské kolonie (Wilsson, 1971).

Bobři spolu navzájem komunikují různými pohyby a vokalizacemi (Baker & Hill, 2003). Hlasité plácnutí ocasu o vodní hladinu upozorňuje členy kolonie na nebezpečí nebo zastráhu nepřítele (Novak, 1987).

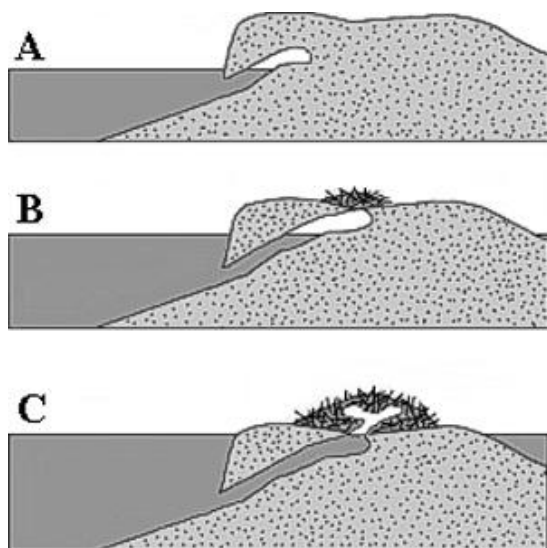
2.1.3.1 PACHOVÉ ZNAČKY/ TERITORIÁLNÍ CHOVÁNÍ

Pachové značky hrají silnou roli při ochraně území (Rosell & Nolet, 1997), informují vetřelce o vstupu na cizí území a zamezují zbytečným střetům (Welsh & Muller-Schwarze, 1989). Bobři vylučují dva typy pachových značek – výměšky análních žláz a kastoreum (Herr et al., 2006).

Pachové značky jsou obvykle vylučovány na malé hromádky bláta a vegetace v blízkosti okraje vody (Rosell & Nolet, 1997; Wilsson, 1971). V největší koncentraci bývají pachové značky v průběhu celého roku uloženy na území hranic. Nejvyšší intenzita pachových značek bývá na jaře, kdy si migrující mladí bobři vyhledávají nová teritoria (Rosell et al., 1998). Velikost těchto pachových značek je obvykle 20-30 cm v průměru, ale mohou být i větší (Vorel et al., 2006)

2.1.4 STAVBY

Bobři si staví nory a hrady, které slouží jako ochrana před predátory a počasím (Baker & Hill, 2003). O tom, zda si bobr vybuduje hrad či noru a zda postaví hráz na regulaci hladiny vody, rozhoduje materiál tvořící břeh a dno toku (Obr. 1) (Gurnell, 1998). Stavba hrází, kanálů a pastva bobra mají hluboký dopad na strukturu a funkci ekosystému (Baker & Hill, 2003).



Obr. 1: Typy bobřích úkrytů: nora (A), polohrad (B) a hrad (C) (Dobiáš, 2007)

2.1.4.1 HRADY A POLOHRADY

Uprostřed rybníků a mělkých jezer si bobr staví kopulovité struktury, hrady, které jak již bylo řečeno bobrům umožňují úkryt před predátory. Kromě bláta, čerstvě řezaných větví nebo mrtvých klacků, mohou hrady obsahovat i kameny a příp. další materiál. Čerstvé bláto a zelené větve v hradech jsou ukazateli aktivní kolonie. Bobr může mít na svém území více aktivních a neaktivních hradů. Hrady postavené na břehu jako nadstavba nory jsou tzv. polohrady (Baker & Hill, 2003).

2.1.4.2 NORY

Nejčastějším obydlím bobra jsou nory (Baker & Hill, 2003; Vorel et al., 2006). Tyto stavby mívají bezpečný vchod pod vodní hladinou, z toho důvodu bobr obývá hlavně vodní biotopy s malým kolísáním vody (Vorel et al., 2006). V břehu vyhrabané nory zcela chybí jen na místech, kde podloží neumožňuje jejich výstavbu - například velmi skalnaté půdy nebo permafrost. Nory mívají jeden nebo více úzkých otvorů na povrchu země pro ventilaci (Baker & Hill, 2003).

2.1.4.3 KANÁLY

Bobři si často tvoří kanály - v březích vyhloubené dlouhé úzké zatopené chodby, které bobrům zajišťují přístup ke vzdálenějším porostům (Baker & Hill, 2003; Vorel et al., 2006) a usnadňují dopravu řezaného dřeva (Novak, 1987). Čím delší dobu bobr osidluje jedno místo, tím je pravděpodobnější, že bude stavět nebo rozšiřovat kanály pro přístup k novým krmným oblastem (Baker & Hill, 2003). Kanály postavené *C. canadensis* bývají 0.35 m až 1 m široké a přes 0,5 m hluboké (Gurnell, 1998).

2.1.4.4 SKLUZY A CHODNÍKY

Skluzy a chodníky jsou dlouhodobě i krátkodobě užívané chodníky a stopní dráhy (Vorel et al., 2006), kterými se dopravuje dřevní hmota z jejich potravní oblasti zpět do rybníků a kanálů (Baker & Hill, 2003).

2.4.1.5 ZIMNÍ SKLADIŠTĚ

Ve vodě nahromaděné množství tenčích a tlustších větví slouží jako zásobárna potravy na zimní období (Vorel et al., 2006). Bobři mají menší sklon stavět potravinové skrýše v místech s mírnějším klimatem, jako v nižších nadmořských výškách a nižších zeměpisných šířkách (Hartman & Axellson, 2004). Wilsson (1971) poznamenal, že potravinové skrýše byly na malých přítocích menší a méně dobře postavené, než na velkých tocích. Hartman & Axellson (2004) zjistil, že bobři žijící v širších vodních tocích začali budovat potravinové skrýše dříve než ti, kteří žijí na úzkých vodních tocích, a došel k závěru, že konečná velikost potravinové skrýše významně souvisí s šířkou vodního toku a zahájením shromažďování potravy.

2.1.4.6 HRÁZE

Hráze jsou příčné i podélné stavby, které zadržují vodu (Vorel et al., 2006). Přítomnost a hustota bobřích hrází závisí na počtu bobřích kolonií a na vhodném životním prostředí umožňujícím jejich stavbu, jedna kolonie může postavit několik hrází (Gurnell, 1998).

Velikost hrází

Velikost hrází je značně proměnlivá, délka i výška hráze závisí na topografii (Gurnell, 1998). Délka se běžně pohybuje mezi 5-10 m, zcela výjimečně dosahuje až několika desítek metrů. Také výška je značně variabilní a souvisí především s úrovní okolního terénu – obecně mívá 1-2 m, max. 3m (Vlachová & Vorel, 2002). Townsend (1953) pozoroval v Montaně přehradu různých velikostí - od malých přehrad 0,5 m dlouhých až po přehradu dlouhé 13 m a vysoké až 1,5 m.

Hloubka a sklon

Výstavba hrází na spádu větším než 4% je velmi nepravděpodobná, protože síla proudu by urychlila selhání přehrad (Gurnell, 1998). Hartman ex. Collen 2001 naznačuje, že budování hrází je potlačeno, pokud je voda hlubší než jeden metr. Dále zjistil, že 80-90% hrází bylo postaveno v místech, kde byla hloubka menší než 0,6 m. V úzkých (1-4 m), ale poměrně hlubokých tocích (0,7 až 1,5m) našli několik hradů bez hrází. Hartman & Axelsson (2004) zjistil, že hloubka vody byla významně vyšší u hradů s potravinovými skrýšemi.

Suzuki & McComb (1998) studovali 170 přehrad bobra v povodí Drift Creek v Oregonu a více než 90% bylo na tocích se sklonem menším než 6%.

Kde a kdy se staví

Bobři pro stavbu hrází preferují malé toky s malým spádem a neohrazeným údolím (Obr.2) (Pollock et al., 2003). Dalším kritériem pro stavbu hráze je větší šířka koryta, tlumená topografie a vhodný materiál břehu, aby byla zaplavená oblast co největší a bobr tak měl co největší přístup k vyhledávání potravy s minimálním stavebním úsilím (Gurnel, 1998). Bobři staví hráže na široké škále substrátů, ale vyhýbají se tokům se skalním podložím, pravděpodobně z důvodu špatného ukotvení struktury hráze (Gurnel, 1998). Nejčastěji bobři přehrazují menší toky do 4. řádu (Naiman et al., 1986; Naiman et al., 1988), tyto toky bývají široké až 10 - 15 m (Gurnell, 1998). Bobr též osidluje toky nižšího řádu, na nichž často reguluje kolísavý režim hladiny vody, zřídka však staví hráže na tocích 1. řádu (Gurnell, 1998). Hráze na tocích větších než 5. řádu bývají ničeny jarními povodněmi (Naiman, 1986).

Rebertus (1986) sledoval činnost bobra na 100 km² - 1/3 aktivních kolonií se vyskytovala v bažinách, 2/3 v jezerech a řekách. V průběhu období 1979 - 1981 se procento kolonií v bažinách zvýšilo z 29% na 36% a výsledky potvrdily, že bažiny jsou vhodnou lokalitou pro bobry.

Podněty ke stavbě

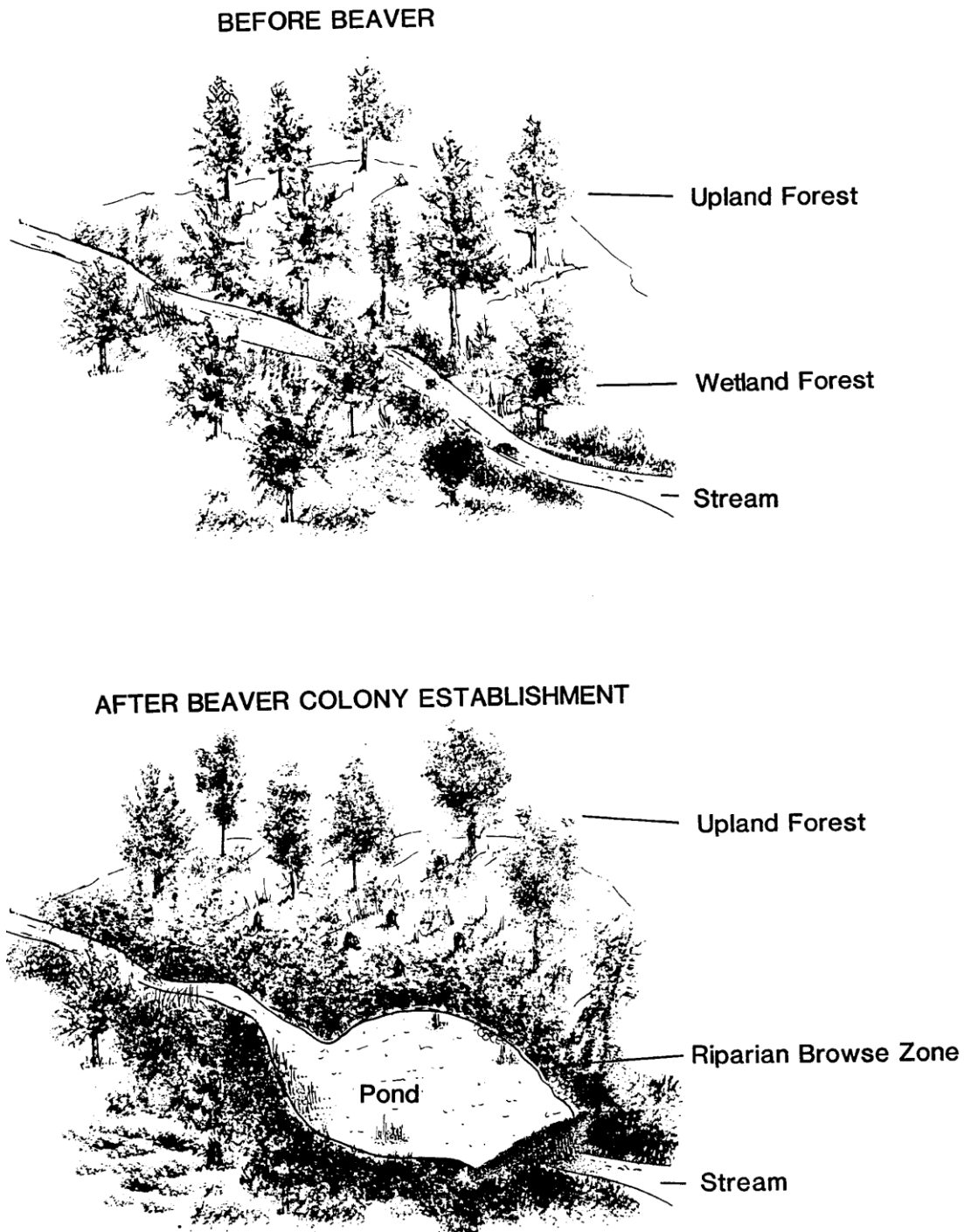
Klesající hladina vody nebo zvuk tekoucí vody podněcuje bobry pouze k drobným opravám hráže, zatímco silnější podněty, jako je zvuk proudící vody stimuluje ke stavbě hrází či rozsáhlejší opravám (Wilsson, 1971). Bobři reagují na zvuk proudící vody a směřují stavění ke zdroji zvuku - stavbu obvykle zahajují na nejhluchnějším místě proudu (Wilsson, 1971). Při pokusu s reproduktorem bobři reagovali na nahraný zvuk tekoucí vody stejně jako na přírodní zvuk. Totožně reagovali i na zvuk holicího strojku, na konstantní tóny o různých frekvencích však nereagovali (Wilsson, 1971).

Konstrukční materiál

Bobr staví hráže z kmenů stromů, větví, hlíny, bahna, kamenů a jiných nečistot (Woo & Waddington, 1990). Janiszewski et al. (2006) zjistili, že oblíbeným materiálem bobrů pro stavbu hrází jsou nejčastěji olšové větve o průměru do 6 cm a 0,5 - 3,0m dlouhé.

Bobr umístí dřevní hmotu rovnoběžně s proudem (Novak, 1987), poté utěsní hráz na návodní straně blátem, kamením a bylinnou vegetací (tráva, listí), použije bahno z dna toku bezprostředně před hrází a tím tuto oblast rybníka prohloubí (Baker & Hill, 2003).

Woo & Waddington (1990) rozdělili hráze bobra kanadského (*Castor canadensis*) v severním Ontariu podle konstrukčních materiálů. Jsou identifikovány dva typy stavebních materiálů aktivních hrází: kameny, nové větve, čerstvé bláto; čerstvé větve a bahno bez použití kamenů.



Obr.2: Plošky krajiny vytvořené přehrazením toku a pastvou bobra (a) před a (b) po založení bobří kolonie (Johnston & Naiman, 1987).

2.2 DOPAD HRÁZOVÝCH SYSTÉMŮ NA OKOLNÍ PROSTŘEDÍ

Četné projevy stavební činnosti bobra jako jsou hráze, kanály, hrady, polohrady a nory mohou mít vliv na prostředí (Gurnell, 1998; Naiman et al., 1994; Woo & Waddington, 1990) a mají významný vliv na hydrologii, geomorfologii a ekologii říčních systémů (Naiman et al., 1988). Bobří hráze jsou schopny přeměnit lentická stanoviště na kombinaci lentických a lotických stanovišť (Martell et al., 2006).

2.2.1 VLIV NA DRUHOU BOHATOST

2.2.1.1 V OBLASTECH AUTOCHTONNÍHO VÝSKYTU BOBRA

Bobří hráze hrají důležitou roli pro zachování a diverzifikaci proudu a pobřežního stanoviště (Naiman et al., 1988).

Při porovnávání obsahu biomasy v bobřích rybnících a na stanovištích bez bobří aktivity bylo zjištěno, že celkový počet druhů v bobřích rybnících je podobný tokům, na kterých nebyla zaznamenána činnost bobra (Naiman et al., 1988). Oproti tomu Wright et al. (2002) v novější studii ukázal, že ekosystémoví inženýři zvýší druhovou bohatost v krajině, pokud v krajině existují druhy závislé na ekosystémových inženýrech alespoň z části svého životního cyklu.

Wright et al. (2002) prováděl vizuální analýzu historických leteckých snímků v pohoří Adirondacks, New York, USA. Činnost bobra vedla ke vzniku rozsáhlých mokřadních stanovišť schopných podporovat druhy bylin, které nerostou nikde jinde v břehové zóně. Zvýšením heterogenity stanoviště se zvýšil počet druhů bylin v přibřežní zóně o více než 33% celkového počtu a to i na územích, která bobr nikdy neobýval. Podobně Bartel et al. (2010) ukázal, že bobrem vytvořená mokřadní stanoviště podporují druhy rostlin nepřítomné v ostatních pobřežních oblastech a zvyšují tak druhovou rozmanitost rostlin v krajině vytvořením nových kombinací typů plošek. Zvýšením diverzity rostlin bobří nepřímo zachovávají kriticky vzácné druhy motýlů spojené s těmito ekosystémy.

Bobr také snížil početnost invazivní vodní rostliny *Myriophyllum Aquaticum* o téměř 90%, v souladu s nedávnými důkazy, že původní všeobecní býložravci poskytují biotickou odolnost proti invazím exotických rostlin (Parker et al., 2007).

Wright (2002) odhaduje, že kdyby byl bobr z Adirondacks vyloučen, druhová bohatost pobřežních zón by klesla o 25%, což podporuje hypotézu Jones et al. (1997), že ekosystémové inženýrství zvyšuje druhovou bohatost v krajinném měřítku.

Dva roky trvajících výzkum 14 luk v Adirondacks ukázal, že variabilita v hloubce podzemní vody byla trvale významný prediktor druhové bohatosti, zatímco plocha louky a izolace měly k druhovému bohatství malý vztah. Průzkum také ukázal, že počet let od

opuštění louky bobrem je významný ukazatel počtu druhů nalezených v bobřích loukách. Výsledky ukazují, že druhová bohatost v bobřích loukách je silně kontrolována místními faktory, ale populační dynamika bobra by mohla také potenciálně ovlivnit druhovou bohatost změnou věkového rozložení louky v krajině (Wright et al., 2003).

Hrázová činnost bobra vede k zaplavení a ničení dřevin a vytváření mokřadů. Ničení stromů výrazně zvyšuje dřevinnou biomasu uloženou na pobřežních půdách a dnech rybníků (Johnston, 2001). Bobří rybníky zachytáváním sedimentů a organické hmoty zachovávají velký podíl dusičnanů, křemičitanů a fosfátů - zvýšené množství živin může napomáhat růstu vodní vegetace (Correll et al., 2000).

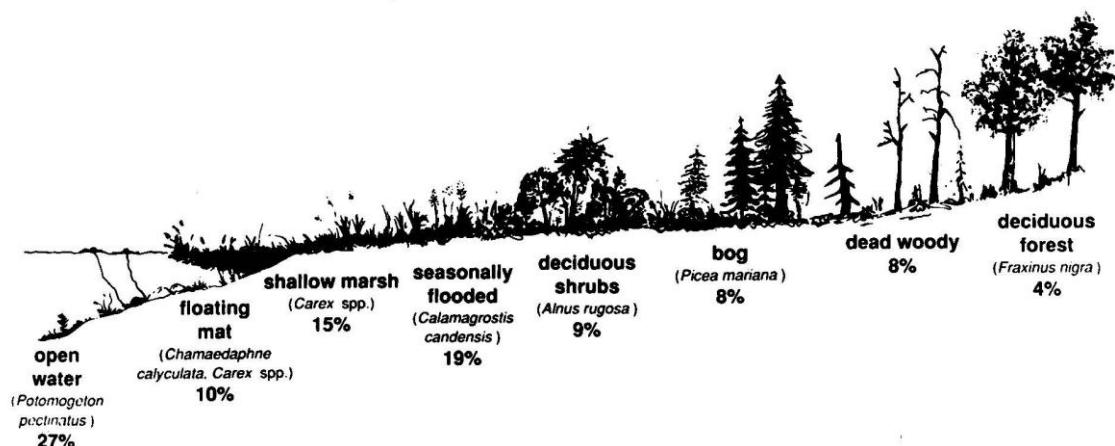
Z kmenů pokácených bobrem, které mohou být zapuštěny do hrází, hradů nebo vlhké půdy, mohou rašit adventivní kořeny a může tak nastat nový kmenový růst. Kácení může také stimulovat tvorbu výmladků, což může zvýšit produkci biomasy u mnoha dřevin břehových druhů. Na kácení kmenů v pozdním podzimu ve stádiu dormance za účelem stavby přehrad nebo přípravy potravinových skrýší reagují rostliny na jaře příštího novými výhony ve snaze obnovit původní kořeny (Baker & Hill, 2003).

Hrazení toků bobrem je potenciálně jedním z nejvýznamnějších disturbančních faktorů, protože na rozdíl od ohně a větru vyvolávají bobří hráze dlouhodobé změny v ekosystému (Rosell et al., 2005). Dramaticky se měnící hydrologie a geomorfologie pobřežní oblasti má významný vliv na strukturu vegetace (Obr.3), kvalitu vody a uchovávání sedimentů v místním i krajině měřítku. Tyto účinky mohou být dlouhodobé a mokřadní vegetace může přetrvávat dlouho po vyschnutí rybníku (Naiman et al., 1986).

Celková hustota a biomasa v rybnících může být 2x - 5x větší než ta na peřejnatých úsecích toku - v rozmezí od 11 000 do 73 000 organismů/m² a od 1 do 11g/m² v závislosti na ročním období. Přes tyto rozdíly je celkový počet druhů v bobřích rybnících podobný těm tokům, na kterých nebyla zaznamenána činnost bobra (Naiman et al., 1988).

Bobří pravděpodobně hrají klíčovou roli v ekosystémových procesech, protože jejich pastva má značný vliv na průběh sukcese, druhovou skladbu a strukturu rostlinných společenstev (např. Huntly, 1995).

Vytvořené volné plochy v pobřežních lesích mohou změnit druhovou skladbu stromů (Collen & Gibson, 2001). Bobří pastva má významný dopad na sukcesi lesa okolo aktivních rybníků snižováním denzity preferovaných druhů, zvyšuje se tak podíl nepreferovaných druhů stromů (Donkor & Fryxell, 2000; Rosell et al., 2005) a velké plochy rozvolněného zápoje podporují sukcesi světlomilných druhů rostlin (Donkor & Fryxell, 2000).



Obr. 3: Zastoupení hlavních vegetačních typů v závislosti na vzdálenosti od bobřích nádrží (Johnston, 1990)

Přítomnost bobra evropského má pozitivní vliv na řadu volně žijících živočichů – na bezobratlé (Nummi, 1989) i obratlovce - ryby (Collen & Gibson, 2001), obojživelníky (Stevens et al., 2007), ptáky (Nummi, 1992) především vodní ptactvo a druhy které využívají odumřelé stromy jako hnízda; a ze savců netopýry. Hráze však mohou také působit jako bariéry pro migraci organismů (Schlosser, 1995).

Nabízí se také využití bobra (*Castor canadensis*) jako náhradního druhu ochrany obojživelníků, jak navrhl Stevens et al. (2007) na malých tocích (1. - 4. řádu) v západocentrální Albertě. Navrhuje, že určování bobřích rybníků pomocí dálkového průzkumu Země by mohlo sloužit k identifikaci a monitorování stanovišť obojživelníků případně i celých populací.

2.2.1.2 V OBLASTECH ALOCHTONNÍHO VÝSKYTU BOBRA

Rozšíření reintrodukovaného *C. canadensis* v Argentinské části Tierra del Fuego působí značné škody na dominantních, pomalu rostoucích stromech rodu *Nothofagus* (Skewes, 2001). Také na ostrově Navarino v jižním Chile byly činností reintrodukovaného bobra odstraněny lesy *Nothofagus* a vzrostlé druhové bohatství bylo zapříčiněno hlavně invazí exotických rostlin. Tím, že zatopená semena rodu *Nothofagus* nemohou vyklíčit, bobři výrazně snižují lesní zápoj až 30 m od toků, a tím v podstatě eliminují pobřežní lesy (Anderson, 2006).

2.2.2 SEDIMENT A VLIV NA BOBŘÍ LOUKY

Jednotlivé bobří hráze mohou fungovat úspěšně po celá desetiletí jako dlouhodobý lapač sedimentu. Sediment uložený v bobřích rybnících může být jak minerální tak organický (Butler & Malanson, 1995).

Každá hráz má potenciál udržet značné množství sedimentu v závislosti na její velikosti a geomorfologické pozici v kanálu (Naiman et al., 1988), starší rybníky obsahují více sedimentu než ty novější (Rosell et al., 2005). Ve studiích prováděných na bobřích rybnících v USA se míra sedimentace pohybuje v rozmezí 1 - 40 cm/rok (Butler & Malanson, 2005). Naiman et al., (1986) naměřili několik případů, kde malá hráz s objemem 4 – 18 m³ dřeva udržela 2000-6500 m³ vody a smáčená plocha toku se zvýšila několikrát.

Neporušené bobří hráze chytají sedimenty bohaté na živiny a přes okus, kácení a záplavy přímo i nepřímo zabíjí dřevinnou vegetaci v příbřežních zónách (Wright et al., 2002). Během několika let se bobří rybníky zanesou sedimentem, čímž vzniknou tzv. „bobří louky“ (Butler, 2005), které zvyšují rozmanitost plošek krajinné mozaiky (Butler, 2002). Starší louky bývají sušší než mladší a z toho důvodu hostí docela jiná společenstva mokřadních rostlin (Wright et al. 2003). Bobřím loukám dominují zpočátku převážně trávy, byliny a křoviny a semenáčky pobřežních druhů stromů zde mohou po letech založit les (Baker & Hill, 2003; Snodgrass, 1997).

Na rozdíl od zalesněných příbřežních zón mají bobří louky vysoký prostup světla, zvýšenou půdní vlhkost a obsah dusíku (Johnston et al., 1995; Naiman et al., 1994).

Ganzhorn & Harthun (2000) studovali, zda se konstrukcí přehrad a následnými záplavami, které ukládají bahno a živiny na potravní stanoviště, zlepšuje kvalita potravy. Rostliny ožírané bobry měly vyšší koncentraci dusíku a nižší koncentraci detergentní vlákniny a hemicelulózy než okolní rostliny, ale tyto hodnoty se nelišily významně. Bobří činnost nezlepšila chemickou kvalitu rostlin.

2.2.3 VLIV NA REŽIM VODY V KRAJINĚ

Rybníky, které bobří vytvářejí přehrazením toku, mají významný efekt na strukturu společenství rybníku i toku a fungování ekosystémů (Naiman et al., 1988). Hráze a bobří rybníky zvyšují retenci vody v korytech řeky, snižují rychlost proudu, zvyšují hladinu podzemní vody; zvyšují rozmanitost pobřežní vegetace, minimalizují proudovou erozi a erozi břehu, vytvářejí a udržují břehové mokřady a zachytávají a hromadí živiny a sedimenty, což snižuje následný zákal a zlepšuje kvalitu vody (Butler & Malanson, 2005; Collen & Gibson, 2001; Gurnell, 1998; Naiman et al., 1988; Rosell et al., 2005).

Účinek bobří hráze na průtok toku se liší místo od místa v závislosti na zeměpisné poloze, reliéfu a typu stanoviště (Rosell et al., 2005). V úzkých horských údolích tvaru V se tvoří rybníky obvykle malé, naproti tomu v lužních oblastech mohou zaplavit velkou plochu

(Johnston & Naiman, 1987). Vzhledem k velkým počátečním rozdílům v průtokové rychlosti snižují bobří hráze, které zaplavily horské oblasti, kinetickou energii více než zaplavené mokřady (Johnston & Naiman, 1987). Zvýšená hladina vody prosakuje do okolní půdy a místní podzemní voda stoupá až na úroveň rybníka (Rosell et al., 2005)

Někdy bobří osídlí místa odolná vůči změnám - například bažiny mají schopnost plavat nahoru a dolů podle změn hladiny vody, takže umístění i rozsah těchto bažin zůstanou relativně nezměněny v průběhu osídlení bobry i po jejich opuštění lokality (Naiman et al. 1998).

Na některých místech v Quebecu bobr ovlivňuje až 30-50% celkové délky toků 2.-4. řádu (Naiman & Melillo, 1984).

2.2.3.1 OCHRANA PŘED POVODNÍ A SUCHEM

Bobr často staví několik hrází za sebou, čímž vytváří kaskády hrází a rybníků, které vyrovnávají sklon odtékání (Baker & Hill, 2003), zvyšují diverzitu šířky a hloubky toku (Naiman et al., 1988a; Gurnell, 1998), pomáhají udržet nízké průtoky a zmírňují maximální povodňové průtoky (Gurnell, 1998).

Ehrman & Lamberti (1992) zkoumali účinky dřevěných hrází na malých tocích (3. řádu) a došli k závěru, že tyto toky mohou zadržovat vodu minimálně o polovinu delší dobu, než toky bez hrází. Rosell et al. 2005 ex. Duncan 1984 uvádí, že v povodí Oregonu v období sucha mohlo být v bobřích rybnících zadrženo až 30% vody. Bobří hráze na řece Colorado v Národním parku Rocky Mountain zvýšily povrchové a podzemní vody v obdobích jak s vysokým, tak s nízkým průtokem a byly schopny zmírnit pokles hladiny podzemní vody během sušších období (Westbrook et al., 2006).

2.2.3.2 ODPAŘOVÁNÍ

Celkové dopady bobří činností na vodní režim v mokřadech mohou být vyčísleny vodní bilancí. V létě na otevřených vodních plochách vytvořených činností bobra dochází ke zvýšenému odpařování, které může být vyváženo snížením vodních ztrát prostřednictvím odtoku v oblastech s dobře udržovanými hrázemi (Woo a Waddington, 1990).

Correll et al. (2000) došel k závěru, že odpařování nemá na snižování průtoku bobřího rybníka o ploše 1,25 ha takový vliv jako vysoká evapotranspirace pobřežních lesů lemujících rybník.

2.2.3.3 ODSTRANĚNÍ HRÁZÍ, SELHÁNÍ, POVODNĚ

Bobří často opouští vlastní rybníky z důvodu spotřebování zdrojů potravy z okolního porostu (Rosell et al., 2005). Neudržované bobří hráze se postupně obnažují; vymílá se z nich bahno a jemnější nečistoty, následuje ztráta kamenů a malých větviček a v reliktních hrázích zbývají pouze větve (Woo & Waddington, 1990), při absenci pravidelné údržby se

hráze nakonec zhroutí (Rosell et al. 2005 ex. Pollock et al. 1995). Selháním hrází se zabývali např. Marston, 1994; Gurnell, 1998; Hillman, 1998.

Hráze mohou selhat po neobvykle vysokých dešťových srážkách nebo vysokých jarních odtocích (Baker & Hill, 2003), také hráze postavené na tocích s vysokým transportem sedimentu a tocích s pohyblivými břehy nemají dlouhého trvání (Gurnell, 1998). Protržená bobří hráze v centrální Albertě uvolnila asi 7500 m³ vody, což způsobilo povodňovou vlnu, která byla 3,5x větší než množství vody zaznamenané v průběhu 23 let. (Hillman, 1998).

Selhání bobřích hrází obvykle vede k odtoku sedimentu po proudu, ale na malých tocích mohou sedimenty zůstat v rybníku nad zničenými hrázemi (Butler & Malanson, 2005). Johnson & Naiman (1987) uvádí, že po odstranění bobřích hrází poklesne hladina podzemní vody, břehová vegetace podstoupí ztrátu rozmanitosti a produktivity a uvolňováním uložených sedimentů a živin se zhorší kvalita vody.

Green & Westbrook (2009) zkoumali pomocí leteckých snímků změny v říční krajině v Britské Kolumbii, kde bylo v 80. letech 20. století odstraněno 18. bobřích hrází. Struktura pobřežní oblasti se změnila z 69% volných ploch a 9% bobřích rybníků na 90% uzavřené vegetace. Nejednotný vegetační kryt se změnil na husté keře a jehličnany, rozvětvené kanály a rybníky se přetvořily v jeden meandrující tok bez rybníků, jehož průtoková rychlost se zvýšila 5x a tok energie se zvýšil 12x.

U hrází postavených na větších tocích s dynamickým proudem je vysoká pravděpodobnost, že je spláchnou proud, proto na takových tocích obvykle bobří louky nevzniknou (Butler & Malanson, 2005).

3 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Český les

Český les byl vyhlášen chráněnou krajinnou oblastí v r. 2005 a má rozlohu 473 km². Na tomto území se v současné době nachází 25 maloplošných zvláště chráněných území.

CHKO Český les tvoří část pohraničního pohoří Českého lesa sahající od Folmavy na jihu po Broumov na severu. Převážně lesnatá krajina Českého lesa je doplněna pestrou mozaikou pastvin, luk a zarůstajících lad. Rozsáhlé bukové lesy v okolí nejvyššího vrchu Českého lesa Čerchova (1042 m n.m.) přecházejí postupně směrem k severu v lesy s vyšším zastoupením smrku. Pro severní část Českého lesa jsou charakteristická vrchovištní rašeliniště s borovicí blatkou a rašeliništní květenou. Zachovalá luční společenstva jsou tvořena zejména podmáčenými až zrašelinělými loukami s výskytem chráněných a vzácných druhů rostlin a rozsáhlými nivními ladi.

Krajina Českého lesa je silně poznamenána historickým vývojem 2. poloviny 20. století, kdy došlo k násilnému odsunu původního obyvatelstva a uzavření značné části hraničního pásma veřejnosti. Vzhledem k tomu, že do roku 1990 byla velká část oblasti v hraničním pásmu, byla veškerá hospodářská činnost v území dosti omezena. Většina obcí s odsunem německého obyvatelstva zanikla, což přispělo i k tomu, že se jedná o území relativně nenarušené lidskými zásahy. Velkoplošná ochrana tohoto území nepřipadala v úvahu právě z důvodů existence hraničního pásma (AOPK, 2011).

Bobr v Českém lese

Na území CHKO Český les se nachází jedna z nejpočetnějších populací bobra evropského (*Castor fiber*) v ČR. Velikost populace je v Českém lese odhadována na 25 – 30 rodin. V oblasti nejvyššího výskytu byla vyhlášena Evropsky významná lokalita Kateřinský a Nivní potok, která spojuje severní a jižní část CHKO Český les. První, ne zcela doložené zprávy o výskytu bobrů v Českém lese v povodí Kateřinského potoka pocházejí z konce 80. let minulého století, kdy se bobři objevili na bavorské straně hranic v povodí řeky Naab. Jednalo se o jedince pocházející z reintrodukcí, které se prováděly v 60. letech minulého století v okolí Řezna a Ingolstadtu v Bavorsku. První výskyt bobrů v západních Čechách byl zaznamenán v roce 1985 na Radbuze u obce Srby na Domažlicku (OSML, 2011). Nejdelší výskyt byl potvrzen od roku 1990 na Kateřinském potoce (Vorel 2001 ex. Kůs 1999), další v řadě byly Nivní a Farský potok s výskyty od roku 1997 (Vorel, 2001 ex Šafář 2002).

Hydrologické poměry

Kateřinský potok (Pfreimd), č.h.p 4-01-02-001, 009, 011, 013 náleží k povodí Dunaje, pramení 1,5 km jihovýchodně od Lesné ve výšce 690 m ústí do řeky Naab v Německu. Plocha povodí na území České republiky je 103,8 km² a tok je dlouhý je 20 km. Průměrný průtok na státní hranici je 0,71 m³/s (Valtr, 2009).

Farský potok, č.h.p. 4-01-02-020, 021 je levostranný přítok Nivního potoka. Údolí v ČR je dlouhé 7,8 km a plocha povodí v ČR je 21,671 km² (Valtr, 2009).

Kateřinský potok

Nedaleko obce Svatá Kateřina se nacházejí 2 bobří kolonie - na území 18 ha zde žije 10-15 bobrů. Osu této bobří lokality tvoří uměle nebo přirozeně meandrující Kateřinský potok v délce asi 3 km. (Vlachová et Vorel, 2002).

Přestože se jedná o pohraniční oblast dříve zakázanou, která v posledních více jak šedesáti letech nedoznala výraznějšího rozvoje, zasáhl sem tachovský zemědělský experiment, při kterém došlo k masivní melioraci a rekultivaci pozemků a úpravám toků. V rámci toho byly na počátku 70. let přeměněny veškeré původní nelesní části krajiny, včetně cenných lesů doprovázejících vodní toky. Největším zásahem bylo napřímení přirozeně meandrujícího Kateřinského potoka, čímž se měla snížit hladina podzemních vod na nepropustném jílovitém podloží tak, aby se zabránilo zamokření smrkových monokultur (Vorel 2001 ex. Kús 1999).

Sledovaný tok má charakter středně velkého potoku s průměrnou šířkou 5 metrů (rozmezí 4,5-7 m), se středně rychlým proudem. Průměrná šířka ve dně je 3 metry a hloubka koryta je přes 100 cm, na několika místech překračuje 200 cm. V převážné délce je tok napřímený, ve spodní části území (asi 1/5) je přirozeně meandrující. Dno je v horní části štěrkové až kamenité, ve spodní části písčité nebo bahnito-písčité. Na několika místech došlo k rozsáhlejšímu zamokření přilehlých pozemků (Vorel, 2001).

4 METODIKA

4.1 SBĚR DAT

Sběr dat byl proveden ve dnech 19.5 - 20.5. a 29.5 - 30.5. 2010 v Českém lese na dvou lokalitách, Farském a Kateřinském potoce. Úsek Farského potoka byl zaměřován severně od obce Železná a bylo na něm naměřeno 1070 bodů, na úseku Kateřinského potoka jižně od obce Svatá Kateřina bylo zaměřeno 1179 bodů.

Území bylo zaměřeno RTK metodou (z angl. Real Time Kinematic), což je kinematická metoda řešená v reálném čase. Její princip spočívá v měření jedné aparatury na bodě o známých souřadnicích (tzv. referenční stanice) která poskytuje korekce druhé, pohyblivé aparatuře (tzv. roveru). Přenos korekcí mezi referenční stanicí a roverem byl v tomto případě zajišťován pomocí radiomodemu. Takto získané korekce jsou použity při zpracování družicového signálu přijímaného roverem ke zvýšení přesnosti určení prostorové polohy bodu, která činí 1-5 cm (Žďánský, 2003).

Pro zaměření zájmového území byly použity dvoufrekvenční aparatury Leica GPS 1200. Referenční stanice byla na lokalitě Farského potoka umístěna na bodě ZHB 204 o souřadnicích X:1071928,60 Y:870566,80 (S-JTSK) a 543,38 m (Bpv). Na Kateřinském potoce byly použity dva body o známých geodetických souřadnicích. Bod PPBP 578 o souřadnicích X:1072030,91 Y:879034,76 a 504,8 m (Bpv) a bod PPBP 580 o souřadnicích X:1071261,24 Y:879139,43 a 511,58 Bpv.

Jistým omezujícím faktorem byl dosah radiomodemu. Při běžném vysílacím výkonu 0,4-0,5W činí maximální dosah v otevřené krajině zhruba 3-5 km, při práci v intravilánu, kopcovitém či jinak členitém terénu můžeme očekávat citelné snížení dosahu.

4.2 ZPRACOVÁNÍ MĚŘENÝCH DAT

4.2.1 ZPRACOVÁNÍ DAT Z GPS

Měřená data z přístroje Leica GPS 1200 byla exportována do textového souboru v souřadnicovém systému S-JTSK s údaji o čísle bodu, souřadnici X, souřadnici Y, nadmořské výšce v systému Balt po vyrovnání a přesnosti s jakou byl bod zaměřen (cislo bodu, Y, X, H, kvalita). Importována do Microsoft Excel a uložena ve formátu XLS. Z důvodu správného zobrazení dat v GIS byly hodnoty X,Y prohozeny a vynásobeny hodnotou mínus jedna.

Funkcí Create feature class from XY table byly vytvořeny bodové vrstvy. Vzhledem k tomu, že byla jednotlivá měření zpracovávána zvlášť (první a druhé měření; měření z

jednotlivých roverů), bylo nutné všechna měření spojit do jednoho souboru funkcí Merge – vznikl tak soubor *Body_DTM.shp*.

4.2.2 TVORBA DTM A VRSTEVNIC

Digitální model terénu (DTM) je model povrchu Země bez staveb, stromů a dalších objektů na jeho povrchu v digitální podobě, která dovoluje jeho zpracování prostředky informačních a komunikačních technologií. Zákonitě se jedná o zjednodušený model nekonečně složitého reálného povrchu, a tudíž zobrazuje tento povrch ve specifikované podrobnosti a přesnosti. DTM byl vytvořen z vrstvy *Body_DTM.shp* funkcí Topo to raster, zadán atribut nadmořské výšky H a volba point elevation. Rastr byl vytvořen v rozlišení 5m. Vrstevnice byly vytvořeny z DTM funkcí Contour v intervalu 0,5m.

4.3 MODELOVÉ SCÉNÁŘE

4.3.1 NÁVRHY HRÁZÍ

Nad DTM byly modelovány různé varianty záplavy daného území. V současné době jsou podél celého Farského potoka a podél části Kateřinského potoka vysázeny olše (*Alnus sp.*), které bobr používá pouze jako stavební materiál, nikoliv ke konzumaci. Absence bobrem preferovaných druhů stromů jako jsou vrba (*Salix sp.*) a topol (*Populus sp.*) je důvodem proč tyto úseky toků neobývá. Pro dosažení takových porostů je bobr schopen vystavět i více hrází za sebou (Aleš Vorel, IV. 2011 in verb).

Výsadba bobrem preferovaných druhů stromů v kombinaci se zaplavením části území může bobra na tyto lokality přilákat. V první řadě je tedy třeba modelovat záplavu území a teprve poté navrhnout vhodné rozmístění výsadby dřevin, které na místě před zaplavením porostou asi dva roky. Varianty záplav byly vytvářeny s ohledem na tvar terénu, výskyt hospodářských lesů (aby nedošlo k jejich podmáčení) a vedení vysokého napětí. Lze předpokládat, že si bobr hráze dostaví.

Ortofotomapa použita z <http://geoportal.gov.cz/web/guest/wms>. V Arc Mapu byla vytvořena nová vrstva hráze *hraz_503.shp*. Vrstva zaplaveného území *nadrz_503.shp* byla vytvořena funkcí create polygon – vrstva ohraničená vrstevnicí a hrází. Pomocí funkce calculate geometry v atributové tabulce spočítány délky hrází a plochy nádrží. Na obou potocích byly vytvořeny varianty malých a velkých hrází

4.3.2 VÝPOČET OBJEMU

U každé nádrže byl přidán atribut nádrže výška a vyplněna hodnota odpovídající hodnotě vrstevnice (např. 501), ke které je navrhována hráz příslušné nádrže. Každé nádrži byl v atributové tabulce přiřazen jednoznačný identifikátor (oznaceni) a byly spojeny do jedné vrstvy funkcí Merge (*nadrze_Katerina_male.shp*). Takto vzniklá vrstva byla funkcí Polygon to

raster převedena na rastr v rozlišení 5m (*nadrze_Kater_m.img*). Pro výpočet objemu nádrže byl nejprve funkcí Minus vypočten rozdíl mezi hladinou vody (*nadrze_Kater_m.img*) a DTM (*dtm_5m*), čímž vznikl rastr *minus_k_m_dtm*. Z něj byla funkcí Zonal statistics vypočítána suma hodnot buněk pro každou nádrž a vynásobením plochou buňky (25m^2) funkcí Times byl vypočten celkový objem nádrže.

5 VÝSLEDKY

Byla zpracována literární rešerše týkající se vlivu bobra evropského (*Castor fiber*) na druhovou diverzitu. V terénu byly zaměřeny úseky Farského a Kateřinského potoka v Českém lese. Z těchto měření byl vytvořen digitální model terénu (příloha č.3) a navrženy hrázové profily (příloha č.1), k nimž byla z vrstevnic odhadnuta velikost zatopeného území (příloha č.2). Vlastnosti nádrží vzniklé přehrazením území přehledně shrnuje tabulka (Tabulka 1).

	označení	vrstevnice	délka hráze	plocha nádrže	objem
Farský potok malé nádrže	1f	501,5	20,1m	1075 m ²	238 m ³
	2f	501	16,8m	420 m ²	74 m ³
	3f	500	8m	414 m ²	81 m ³
	4f	499,5	4,2m	578 m ²	64 m ³
Farský potok velké nádrže	5f	502	16,3m	1718 m ²	650 m ³
	6f	501	44,7m	2237 m ²	248 m ³
	7f	500	45,3m	5102 m ²	976 m ³
Kateřinský potok velké nádrže	1k	502	69,2m	16975 m ²	5012 m ³
	2k	503	90,8m	22884 m ²	5915 m ³
Kateřinský potok malé nádrže	3k	501,5	25m	1606 m ²	212 m ³
	4k	502,5	28,3m	3236 m ²	377 m ³
	5k	503,5	13,1m	2819 m ²	188 m ³

Tabulka 1: Parametry navržených nádrží

6 DISKUSE

Z literární rešerše je zřejmé, že bobr vyžaduje stanoviště s poměrně stálou hladinou vody, tento fakt odůvodňuje návrh vytvoření hrází.

Jak již bylo zmíněno výše, bobři pro stavbu hrází preferují malé toky s malým spádem a neohrazeným údolím (Pollock et al., 2003), dalšími kritérii jsou větší šířka koryta, tlumená topografie a vhodný materiál břehu (Gurnel, 1998). Obě zaměřená území tato kritéria splňují. Přibližný odhad maximální výšky hráze 2,5 m (Aleš Vorel, IV. 2011 in verb) je splněn taktéž.

Lze tedy předpokládat, že příčina absence bobra na těchto lokalitách je z nedostatku dostupné potravy. Návrh předpokládá, že částečné zpomalení toku a osázení bobrem preferovanými dřevinami bobra na tyto lokality přiláká. Předpokládá se že tyto faktory bobra přimějí hráze dostavět.

Existují určitá omezení, která by mohla působit proti navrhovaným stavbám. V některých částech území nelze navrhnout rozsáhlejší nádrže z důvodu zaplavení příp. podmáčení hospodářských lesů.

Stožár vedení vysokého napětí stojí cca 30m daleko od navrhované hráze, VVN by proto nemělo být omezujícím faktorem. Podmáčení základů by mohlo způsobit destrukci pouze v případě, že by byla patka sloupu trvale pod vodou.

Wilson (1971) zjistil, že bobři směřují stavební činnost ke zdroji zvuku tekoucí vody. Při vytvoření neúplné hráze se předpokládá, že okolo ní poteče proudící voda. Při absenci zvuku proudící vody by mohlo být řešením iniciace dostavby hráze bobrem pouštění nahrávky tohoto zvuku případně zvuku holicího strojku (Wilson, 1971).

Bobr má silný přirozený revitalizační efekt, proto by mohlo být přilákání bobra levnějším revitalizačním řešením, než nákladné revitalizace. Pro představu revitalizace poměrně podobného 3,13 km dlouhého úseku potoka Borová v CHKO Blanský les činily 6 890 000 Kč (Arnika, 2011). Pro oba napřímené toky by přítomnost bobra mohla znamenat návrat k původnímu, přirozenému tvaru.

Za předpokladu, že v krajině existují druhy závislé na ekosystémových inženýrech alespoň z části svého životního cyklu, se v krajině zvýší druhová bohatost (Wright et al., 2002). Pokud bobr tato stanoviště obsadí, lze očekávat, že přítomnost bobra zlepší kvalitu vody, umožní růst pobřežního ekosystému a podél břehu se budou vyvíjet různé druhy mokřadních společenstev (Rosell et al., 2005).

Zhodnocení navržených zásahů

V případě malých nádrží voda vyplní jen koryto a atraktivnost lokality pro bobra se tím pravděpodobně nezvýší. Bobrovo potenciální území by mělo téměř stejný rozsah a dostupnost dřevin by se tak nezměnila. Protože jsou ale tyto hráze navrhovány blízko u sebe a tvoří pro bobra poměrně výhodné kaskády, stojí tato varianta za úvahu.

Nádrže o rozloze cca 0,5 ha jsou reálné, jelikož by zvětšily teritorium bobra a umožnily mu větší dosah ke vzdálenějším porostům. Zároveň by nedošlo k zásahu zatopeného území do hospodářského lesa ani k podmáčení. Tato varianta je nejvhodnější.

U Farského potoka se nabízí možnost vytvoření veliké nádrže vytvořením hráze u příjezdové komunikace ze severní strany. Tato varianta ale při zaměřování území nebyla zvažována a pro její modelování je nejprve třeba část lokality doměřit. Rozsahem podobné varianty přicházejí v úvahu i na potoce Kateřinském, ale vzhledem k blízkosti hospodářských lesů je jejich realizace nepravděpodobná.

Území nabízí nepřehledné množství variant a díky získaným datům je jejich přibližné modelování otázkou chvilky. Je tedy na odbornících, aby tyto varianty posoudili a vybrali ty nejvhodnější.

7 ZÁVĚR

Výsledky zobrazují monotónní oblasti před plánovanými zásahy, které by měly zatráktivnit lokalitu pro bobra evropského (*Castor fiber*). Tyto úseky nejsou zatím bobrem obývány pro absenci zdrojů potravy. Práce nastiňuje v oblasti plánované zásahy, které by měli vést k iniciaci hrázové činnosti bobrů (*Castor fiber*).

Získaná data nejen umožní detailní naplánování dalších zásahů v oblasti, jako například výsadbu vhodných dřevin, ale také předběžně odhadnout jaký dopad může mít na okolí samovolná činnost bobrů. Mimo to, bude možné v budoucnu sledovat vliv tohoto krajinného inženýra na druhovou rozmanitost, heterogenitu a vodní režim krajiny.

V rámci řešení byl vytvořeny tyto výstupy (přílohy č. 1 – 3)

- digitální model terénu obou území – údolí Farského a Kateřinského potoka
- pro obě lokality byly namodelovány dvě možné varianty záplav – malé a velké nádrže
- příčné profily pro každou navrhovanou hráz
- mapy zobrazující zaplavené území

8 CITACE

Anderson C. B., Griffith C. R., Rosemond A. D., Rozzi R. & Dollenz O., 2006: The effects of invasive North American beavers on riparian plant communities in Cape Horn, Chile - Do exotic beavers engineer differently in sub-Antarctic ecosystems? *Biological conservation* 128: 467 – 474.

AOPK, 2011: Agentura ochrany přírody a krajiny, online www.ceskyles.nature.cz.

Arnika, 2011, online <http://arnika.org/revitalizacni-projekty-v-cr>.

Baker, B. W., & Hill E. P., 2003: Beaver (*Castor canadensis*) in G. A. Feldhamer, B. C. Thompson, and J. A. Chapman (eds), *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Conservation*. Second Edition, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA: 288 – 300.

Bartel R. A., Haddad N. M. & Wright, J. P., 2010: Ecosystem engineers maintain a rare species of butterfly and increase plant diversity. *Oikos* 119: 883-890.

Beier, P., & R. H. Barrett, 1987: Beaver habitat use and impact in the Truckee Basin, California. *J. Wildlife Management* 51(4):794-799.

Boyle, S. & Owens S., 2007: North American Beaver (*Castor canadensis*): A Technical Conservation Assessment. USDA Forest Service, Rocky Mountain Region, 17 s.

Brenner, F. J., 1962: Foods consumed by beavers in Crawford County, Pennsylvania. *Journal of Wildlife Management* 26: 104–10.

Butler D. R. & Malanson G. P., 1995: Sedimentation rates and patterns in beaver ponds in a mountain environment. *Geomorphology* 13: 255-269.

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

Butler, D. R., 2002: Visualizing animal impacts on the landscape: remote Sensing in the Geography Classroom. *Geocarto Int.*, 17: 69-76.

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.

Correll D. L., Jordan T.E. & Weller D. E., 2000: Beaver pond biogeochemical effects in the Maryland coastal plain. *Biogeochemistry* 49: 217–239.

Dobiáš J., 2007: Bobr evropský a jeho návrat na naše území. *Zooreport* 9 (3): 13-17.

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

Donkor, N. T. & Fryxell J.M., 2000: Lowland boreal forest characterization in Algonquin Provincial Park relative to beaver (*Castor canadensis*) foraging and edaphic factors. *Plant Ecology* 148: 1-12.

Dzieciolowski, R., 1996: *Bóbr*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 124 s.

- Ehrman, T. P. & Lamberti G. A., 1992: Hydraulic and particulate matter retention in a 3rd-order Indiana stream. *Journal of the North American Benthological Soc.* 11: 341-349.
- Fryxell, J. M. & Doucet C. M., 1991: Provisioning time and central-place foraging in beavers. *Can. J. Zool* 69: 1308–1313.
- Fryxell, J. M. and Doucet, C. M., 1993: Diet choice and the functional response of beavers. *Ecology* 74: 1297-306.
- 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. *Freshwat. Biol.* 46: 1361–1371.
- Ganzhorn J. U. & Harthun, M., 2000: Food selection by beavers (*Castor fiber albus*) in relation to plant chemicals and possible effects of flooding on food quality. *Journal of Zoology* Volume 251 (3): 391–398.
- Green K. C. & Westbrook C. J., 2009: Changes in riparian area structure, channel hydraulics, and sediment yield following loss of beaver dams. *British Columbia Journal of Ecosystem Management* 10(1): 68–80.
- Gurnell A. M., 1998: The hydrogeomorphological effects of beaver dam-building activity, *Progress in Physical Geography* 22: 167–189.
- Haarberg O. & Rosell F., 2006: Selective foraging on woody plant species by the Eurasian beaver (*Castor fiber*) in Telemark, Norway. *J. Zool.* 270: 201–208.
- Halley D. J. & Rosell F., 2002: The beaver's reconquest of Eurasia: status, population development and management of a conservation success. *Mammal Rev.* 32 (3): 153-178.
- Halley D. J. & Rosell F., 2003: Population and distribution of European beavers (*Castor fiber*). *Lutra* 46 (2): 91-101.
- Hartman G. & Axelsson A., 2004: Effect of watercourse characteristics on food-caching behaviour by European beaver, *Castor fiber*. *Anim. Behav.* 67: 643–646.
- Heidecke D., Dolch D. & Taeubner J., 2003: Zu Bestandsentwicklung von *Castor fiber albus* Matschie, 1907 (Rodentia, Castoridae). *Landesmuseen Neue Serie* 2, Linz. *Denisia* 9: 123-130.
- Heidecke, D., 1991: Zum Status des Elbebibers sowie etho-ökologische Aspekte. *Seevögel* 12: 33-38.
- Herr, J., Muller Schwarze D. & Roswell F., 2006: Resident beavers *Castor canadensis* do not discriminate between castoreum scent marks from simulated adult and subadult male intruders. *Can. J. Zool.* 84: 615-622.
- Hillman G. R., 1998: Flood wave attenuation by a wetland following a beaver dam failure on a second order boreal stream. *Wetlands* 18: 21–34.
- Huntly N., 1995: How important are consumer species to ecosystem functioning? In, Jones C.G. and Lawton J.H. (eds.) , *Linking Species and Ecosystems*. Chapman and Hall.
- Janiszewski, P., Gugolek A. & Lobanowska A., 2006: Use of shoreline vegetation by the European beaver (*Castor fiber L.*). *Acta Scientiarum Polonorum* 5: 63-70.

- Jenkins S. H., 1979: Seasonal and year-to-year differences in food selection by beavers. *Oecologia (berl)* 44:112-116.
- Jenkins, S. H., 1975: Food selection by beavers: a multidimensional contingency table analysis. *Oecologia (berl.)* 21: 157-173.
- 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 Zool.* – 58(1): 76-86
- John, F., Kostkan, V., 2005: Biotopové preference a populační hustoty bobra evropského (*Castor fiber L.*) na hlavním toku Moravy a Mlýnském potoce nad Olomoucí, In Měkotová, J., Štěřba, O.: Říční krajina 3, UP, Olomouc, sv. 3, 2005, s. 138-144.
- Johnston C. A. & Naiman R. J., 1987: Boundary dynamics at the aquatic-terrestrial interface: The influence of beaver and geomorphology. *Landscape Ecology* 1:47-57.
- Johnston C. A., Pinay G., Arens C. & Naiman R. J., 1995: Influence of soil properties on the biogeochemistry of a beaver meadow hydrosequence. *Soil Science Society of America Journal* 59: 1789–1799.
- Johnston, C. A., 2000: Chapter 19. Wetland soil and landscape alteration by beavers. In Richardson, J. L., and M.J. Vepraskas (eds.): 391-408.
- Jones C. G., Lawton J. H. & Shachak M., 1994: Organisms as ecosystem engineers, *Oikos* 69: 373-386.
- Jones C. G., Lawton J. H. and Shachak M., 1997: Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers, *Ecology* 78: 1946-1957.
- 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: 183-193.
- Marston, R. A., 1994: River entrenchment in small mountain valleys in the western USA: influence of beaver, grazing, and clearcut logging. *Revue de Geographie de Lyon* 69: 11-15.
- Martell K. A., Foote A. L. & Cumming S. G., 2006: Riparian disturbance due to beavers (*Castor canadensis*) in Alberta's boreal mixedwood forests: Implications for forest management. *Ecoscience* 13:164–171.
- Naiman R. J. & Melillo J. M., 1984: Nitrogen budget of a subarctic stream altered by beaver (*Castor canadensis*). *Oecologia* 62 (1984): 150–155.
- Naiman R. J., Johnston C. A. & Kelley J. C., 1998: Alteration of North American streams by beaver. *BioScience* 38 (1988), 753–762.
- Naiman R. J., Melillo J. M. & Hobbie J. E., 1986: Ecosystem alteration of a boreal forest stream by beaver (*Castor canadensis*). *Ecology* 67: 1254–1269
- Naiman R. J., Pinay G., Johnston C. A. & Pastor J., 1994: Beaver influences on the long-term biogeochemical characteristics of boreal forest Drainage Networks. *Ecology* 75 (4): 905-921.
- Nolet B. A. & Rosell F., 1998: Comeback of the beaver *castor fiber*: an overview of old and new conservation problems. *Biol. Conserv.* 83: 165-173

- Nolet B. A., Hoekstra A. & Ottenheim M. M., 1994: Selective foraging on woody species by the beaver *Castor fiber*, and its impact on a riparian willow forest. *Biological Conservation* 70: 117-128.
- Nolet B. A., Van der Veer P. J., Evers E. G. J. & Ottenheim M. M., 1995: A linear programming model of a diet choice of free-living beavers. *Neth. J Zool* 45: 315-337.
- Novak, M., 1987: Beaver. In *Wild Furbearer Management and Conservation in North America*, M. Novak, J. A. Baker, M. E. Obbard and B. Malloch (eds), Ministry of Natural Resources, Ontario: 283-312.
- Nummi P., 1989: Simulated effects of the beaver on vegetation, invertebrates and ducks. —. *Ann. Zool. Fennici* 26:43-52.
- Nummi P., 1992: The importance of beaver ponds to waterfowl broods: an experiment and natural tests. *Ann. Zool. Fenn.* 29: 47–55.
- OSML, 2011 Občanské sdružení Mezi lesy, online: <http://www.ceskymlesem.cz/index.php?lm=2&priroda=2>
- Parker J. D., Burkepile D. E. & Hay M. E., 2007: Beaver herbivory on aquatic plants. *Oecologia* 151:616–625.
- Pollock M.M., Heim M., Werner D., 2003. Hydrologic and geomorphic effects of beaver dams and their influence on fishes. In *The Ecology and Management of Wood in World Rivers*, Gregory SV, Boyer K, Gurnell A. (eds). American Fisheries Society: Bethesda, MD; 213–233.
- Rebertus, A. J., 1986: Bogs as beaver habitat in north-central Minnesota. *American Midland Naturalist* 116: 240-245.
- Rosell F., Bozser O., Collen P. & Parker H. 2005: Ecological impact of beavers *Castor fiber* and *Castor canadensis* and their ability to modify ecosystems. *Mammal Rev.*, Volume 35.
- Rosell, F., & Nolet, B. A., 1997: Factors affecting scent-marking behavior in the Eurasian beaver (*Castor fiber*). *Journal of Chemical Ecology* 23(3): 673-89.
- Schlosser I. J., 1995: Dispersal, boundary processes, and trophic level interactions in streams adjacent to beaver ponds. *Ecology*. 76: 908-25.
- Skewes O., Gonzalez F., Olave R., Avila A., Vargas V., Paulsen P. & Konig H.E., 2006: Abundance and distribution of American beaver, *Castor canadensis* (Kuhl 1820), in Tierra del Fuego and Navarino. *Islands Eur J Wildl Resour* 52: 292–296.
- Snodgrass J. W., 1997: Temporal and spatial dynamics of beaver-created patches as influenced by management practices in a south-eastern. North American landscape. *Journal of Applied Ecology*. 34: 1043-1056.
- Stevens C. E., Paszkowski C. A. & Foote A. L., 2007: Beaver (*Castor canadensis*) as a surrogate species for conserving anuran amphibians on boreal streams in Alberta, Canada. *Biol. Conserv.* 134: 1–13.
- Sun L., Müller-Schwarze D. & Schulte B. A., 2000: Dispersal pattern and effective population size of the beaver. *Can J Zool* 78: 393–398

- Suzuki, N., & McComb W. C., 1998: Habitat classification models for beaver (*Castor canadensis*) in the streams of the central Oregon coast range. *Northwest Science* 72(2): 102-110.
- Svendsen, G. E., 1980: Population parameters and colony composition of beaver (*Castor canadensis*) in southeast Ohio, USA. *Am. Midl. Nat.* 104:47-56.
- Townsend J. E., 1953: Beaver ecology in western Montana with special reference to movements. *J. Mammalogy* 34: 459–479.
- Valtr P., 2009: Český les – jih, územní studie, návrhová část, Krajský úřad Plzeňského kraje online: <http://www.kr-plzensky.cz/file.asp?name=1005045100209095448.pdf&folder=1848>
- Vlachová, B. & Vorel, A., 2002: Bobr evropský jako silný krajínovotvorný činiteľ. *Živa* 1: 39-41.
- Vorel A., 2001: Bobr evropský (*Castor fiber* L.) na Labi a Kateřinském potoce, Katedra ekologie, LF ČZU, Praha. Diplomová práce, nepubl.: 1-81
- Vorel A., 2006: Program péče o populaci bobra evropského (*Castor fiber* L.) na hlavním toku Moravy a Mlýnském potoce nad Olomoucí. *Ochrana Přírody* 61 (7): 202-207.
- Vorel A., John F. & Hamšíková L., 2006: Metodika monitoringu populace bobra evropského v České republice. *Příroda Praha*, 25: 75-94
- Vorel A., Válková L., Hamšíková L., Maloň J. & Korbelová J., 2008: The Eurasian beaver population monitoring status in the Czech Republic. *Nat. Croat.*, 17 (4): 217–232, Zagreb.
- Welsh, R. G. & Müller-Schwarze, D., 1989: Experimental habitat scenting inhibits colonization by beaver, *Castor canadensis*. *Journal of Chemical Ecology* 15: 887-893.
- Westbrook Ch. J., Cooper D. J. & Baker B. W., 2006: Beaver dams and overbank floods influence groundwater–surface water interactions of a Rocky Mountain riparian area. *Water Resources Research*, 42(6): W06404.1.
- Wilsson, L., 1971: Observations and experiments on the ethology of the European beaver (*Castor fiber* L.). *Viltrevy* 8: 115-260.
- Woo, M-K. & Waddington, J. M., 1990: Effects of beaver dams on subarctic wetland hydrology. *Arctic*, 43: 223-230
- Wright J. P., Flecker A.S., Jones C. G., 2003: Local vs. Landscape controls on plant species richness in beaver meadows. *Ecology* 84: 3162–3173.
- Wright, J. P., Jones C. G & Flecker A.S., 2002: An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness at the landscape scale. *Oecologia* 132: 96-101
- Žďánský D., 2003: RTK metoda měření GPS a její přesnost, 5. Odborná konference doktorského studia s mezinárodní účastí – Brno 2003

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA Č. 1: PŘÍČNÉ PROFILY HRÁZÍ

PŘÍLOHA Č. 2: MAPY NAVRHOVANÝCH HRÁZÍ

PŘÍLOHA Č. 3: MAPY DIGITÁLNÍCH MODELŮ TERÉNU

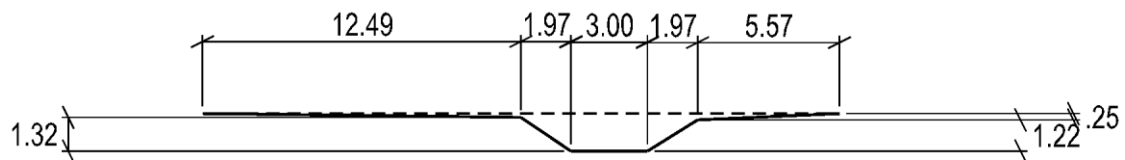
PŘÍLOHA Č. 4: FOTOGRAFIE

PŘÍLOHA Č. 5: ORGANIZACE DAT NA CD

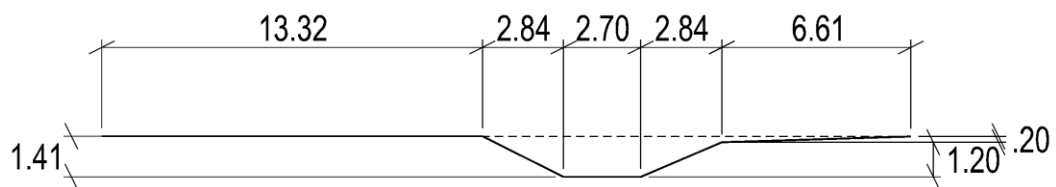
PŘÍLOHA Č. 1: PŘÍČNÉ PROFILY HRÁZÍ

Varianta AK - malé nádrže na Kateřinském potoce

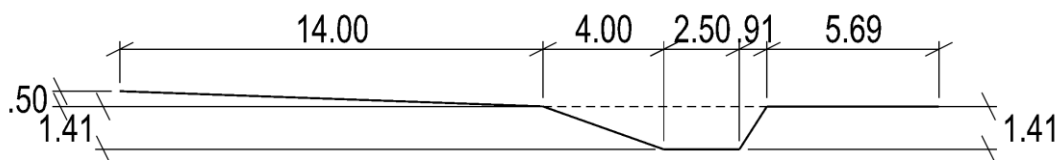
Hráz č.1 – kóta hráze 501,5m



Hráz č.2 – kóta hráze 502,5m

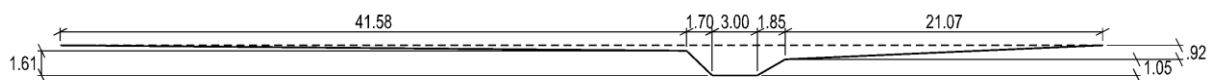


Hráz č.3 – kóta hráze 503,5m

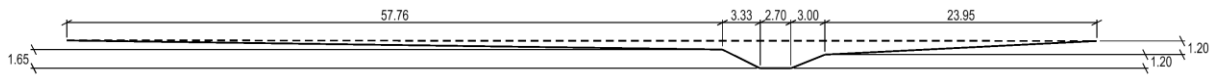


Varianta BK - velké nádrže na Kateřinském potoce

Hráz č.1 – kóta hráze 502m

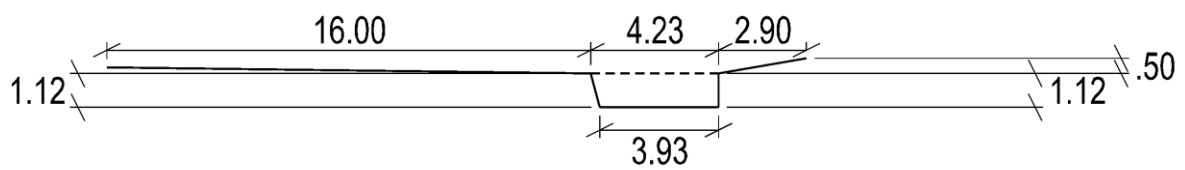


Hráz č.2 – kóta hráze 503m

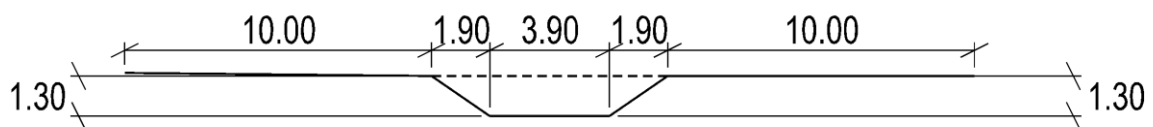


Varianta AF - malé nádrže na Farském potoce

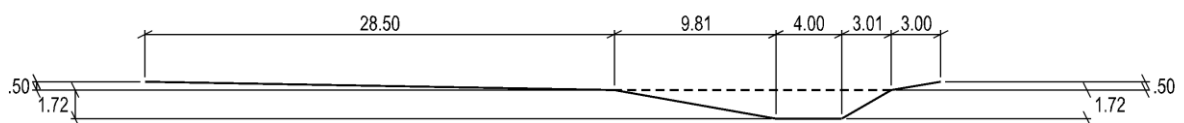
Hráz č.1 – kóta hráze 499,5 m



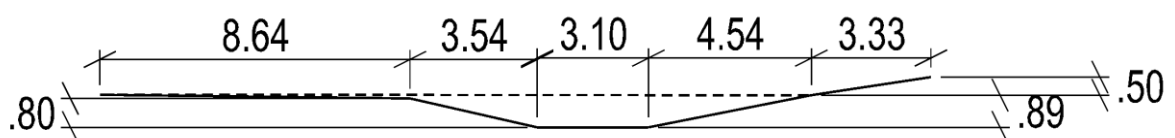
Hráz č.2 – kóta hráze 500 m



Hráz č.3 – kóta hráze 501m

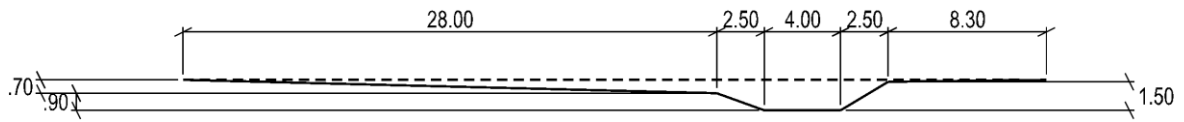


Hráz č.4 – kóta hráze 501,5m

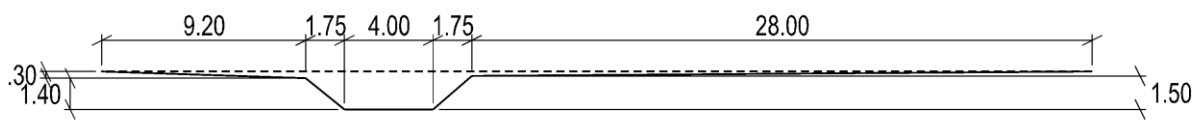


Varianta BF - velké nádrže na Farském potoce

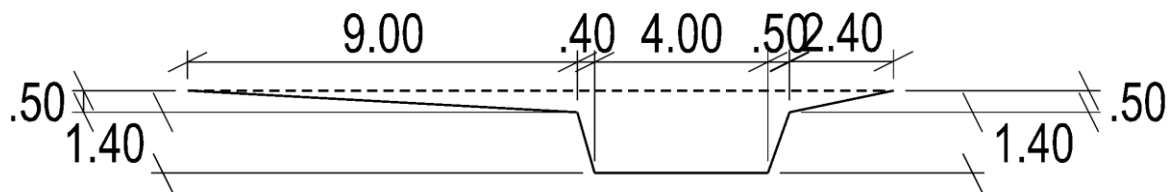
Hráz č.1 – kóta hráze 500m



Hráz č.2 – kóta hráze 501m



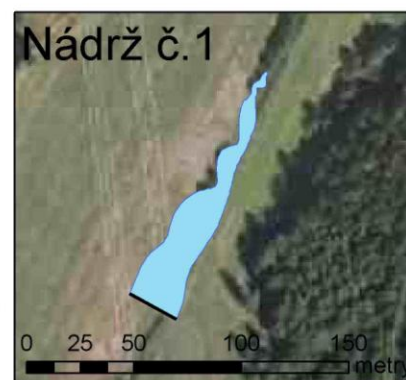
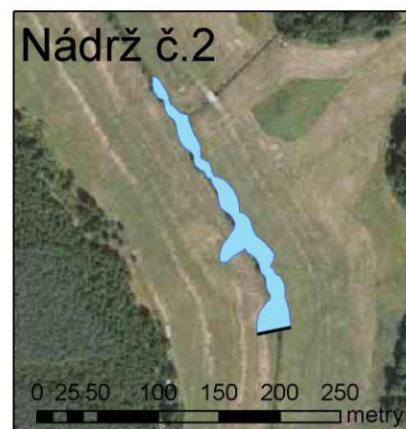
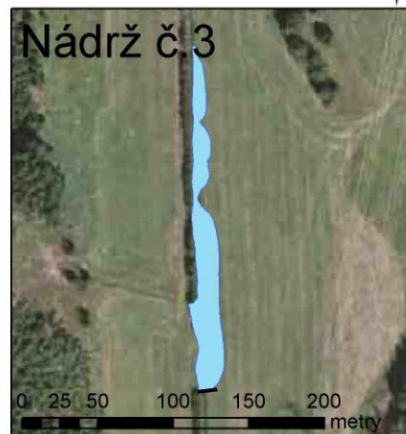
Hráz č.3 – kóta hráze 502m







PŘÍLOHA Č. 2: MAPY NAVRHOVANÝCH HRÁZÍ

Navrhované hráze

Kateřinský potok - varianta AK



Legenda

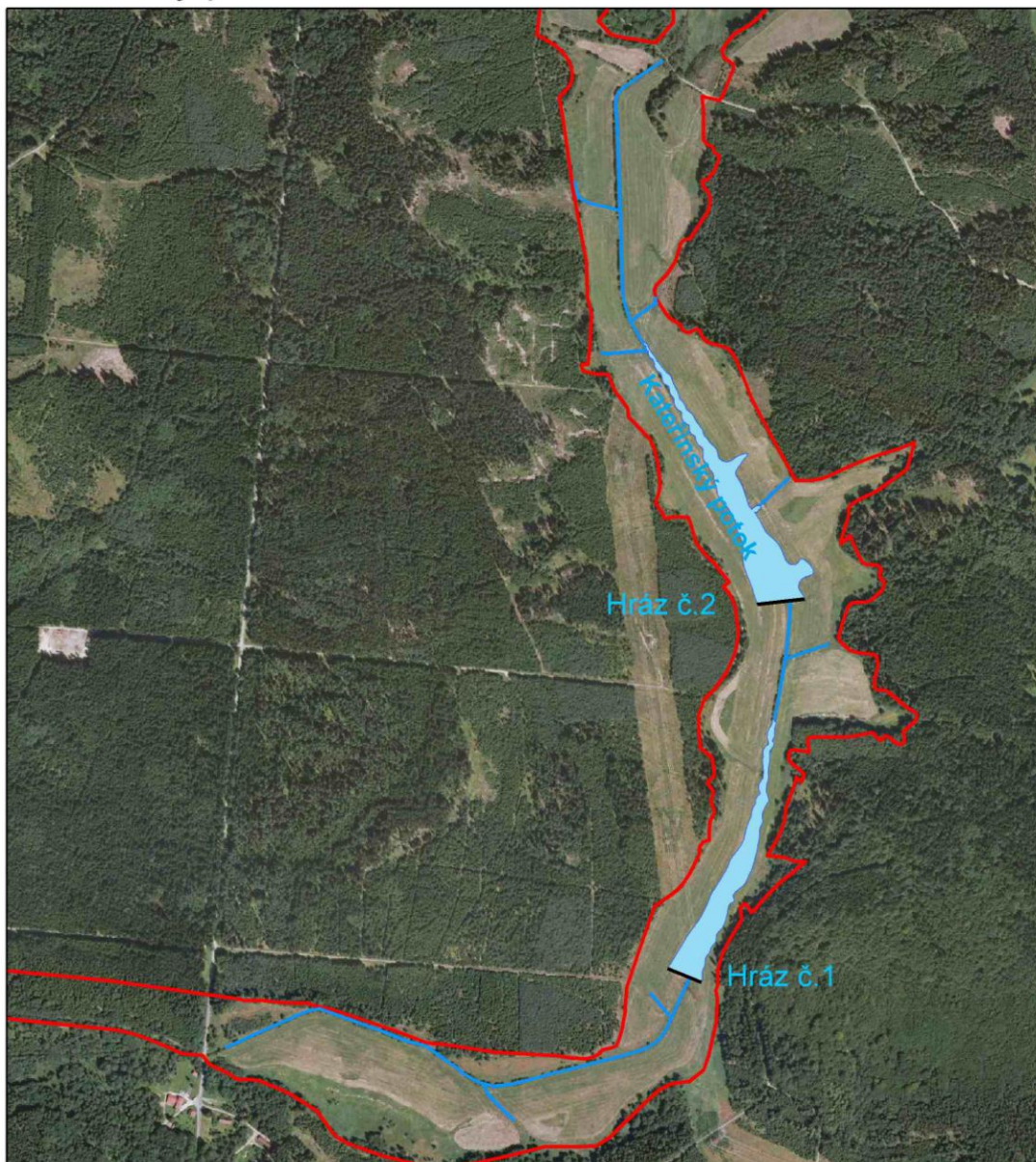
- | | |
|---|--|
|  Navrhované nádrže |  Kateřinský potok |
|  Hranice Evi |  Hráze |

Zdroj dat:
Geodetické zaměření části povodí
Kateřinského potoka v CHKO Český les 2010
Použitá technologie: Leica GPS1200
Mapový podklad: Cenia



Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK)

Navrhované hráze

Kateřinský potok - varianta BK



Legenda

-  Hráze
-  Navrhované nádrže
-  Kateřinský potok
-  Hranice Evl

Zdroj dat:
Geodetické zaměření části povodí Kateřinského potoka v CHKO Český les 2010
Použitá technologie: Leica GPS1200
Mapový podklad: Cenia

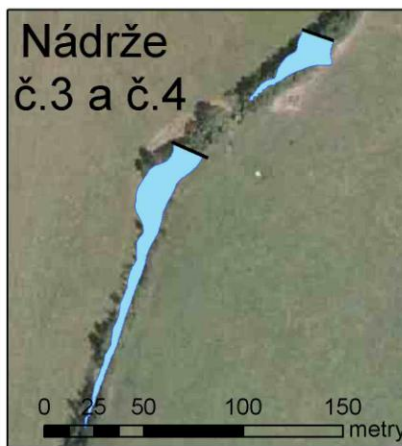
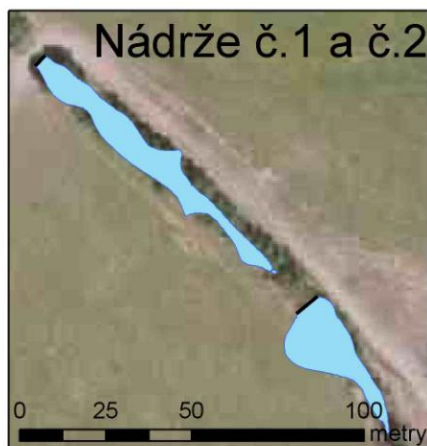
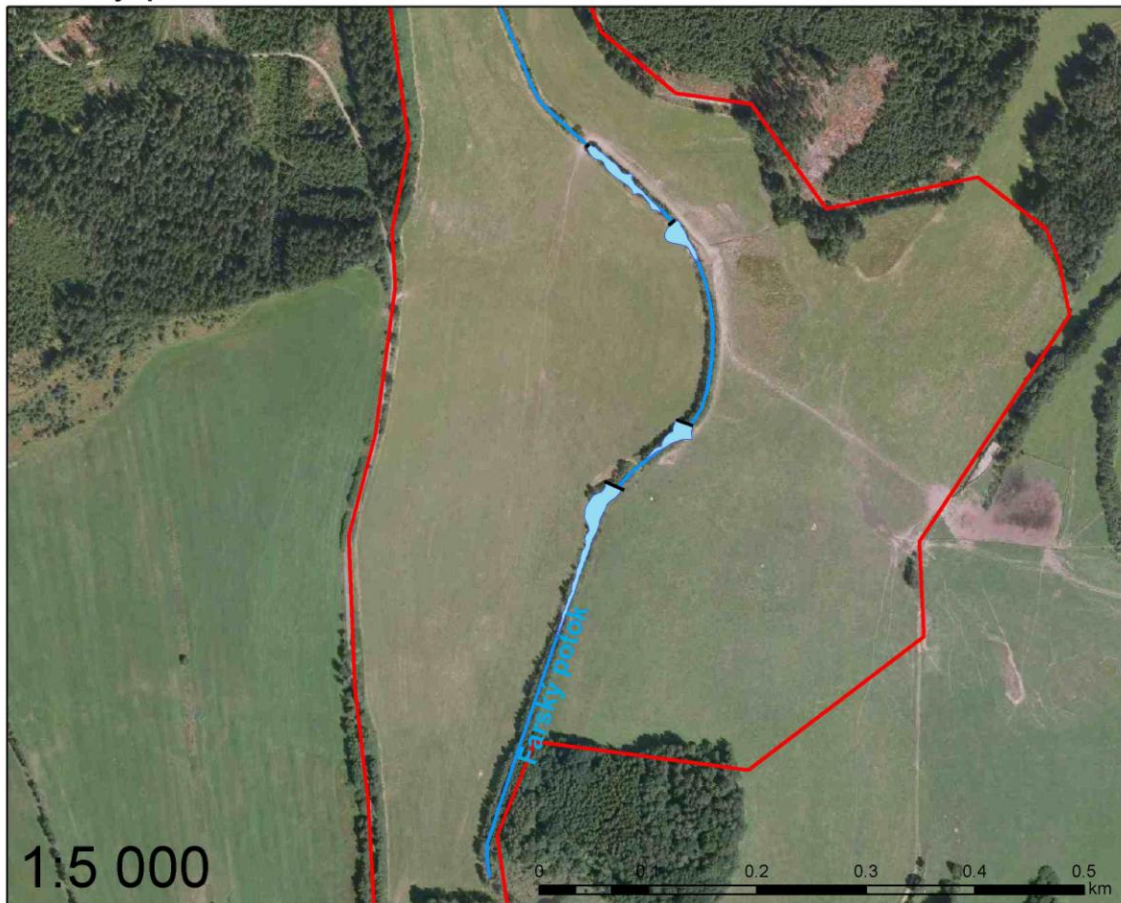
1:10 000

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5
km

Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK)

Navrhované hráze

Farský potok - varianta AF



Legenda

- Hráze
- Navrhované nádrže
- Farský potok
- Hranice oblasti

Zdroj dat:

Geodetické zaměření části povodí Farského potoka v CHKO Český les 2010

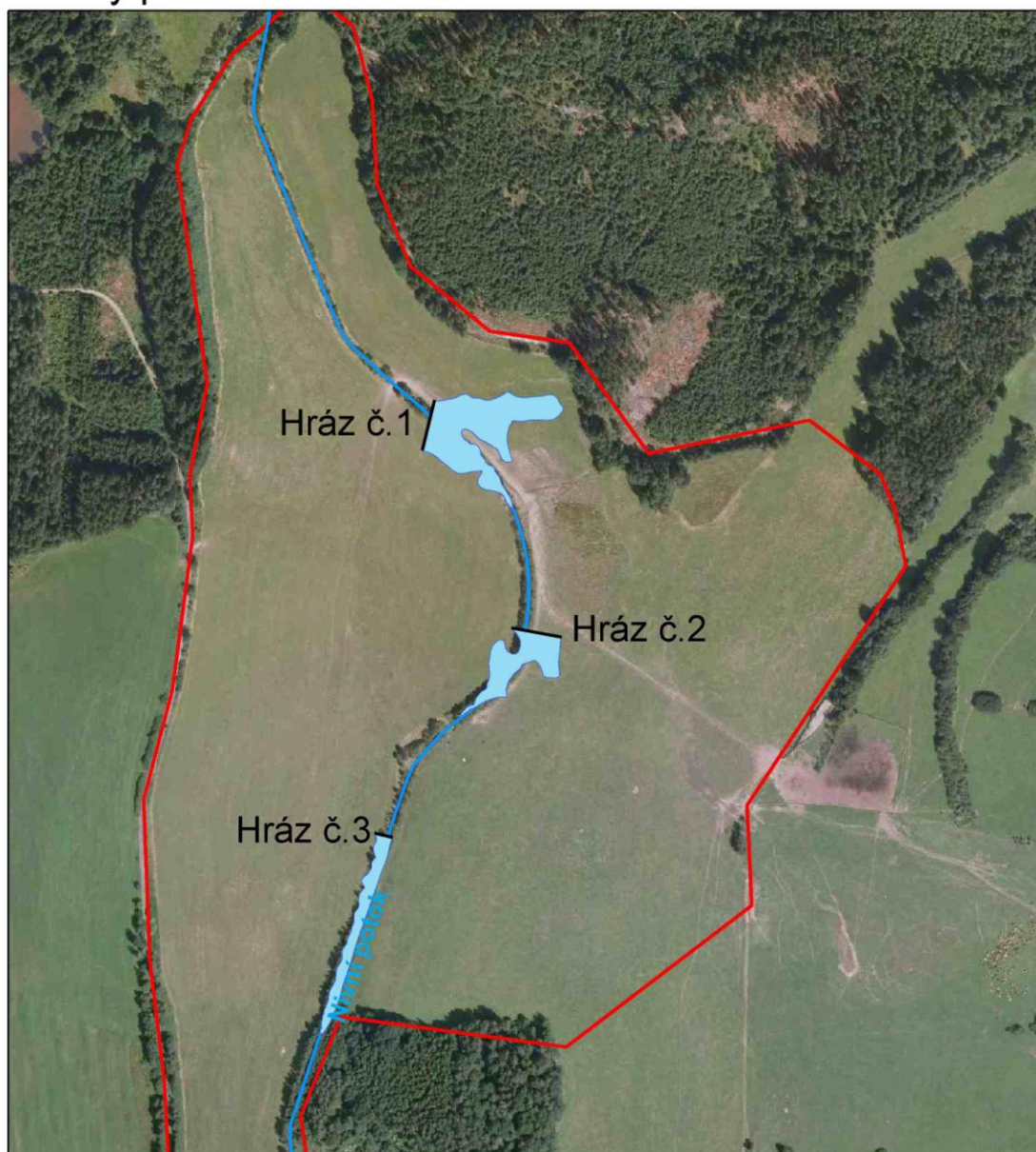
Použitá technologie: Leica GPS1200

Mapový podklad: Cenia




Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK)

Navrhované hráze

Farský potok - varianta BF



Legenda

-  Hráze
-  Navrhované nádrže
-  Farský potok
-  Hranice zaměřované oblasti

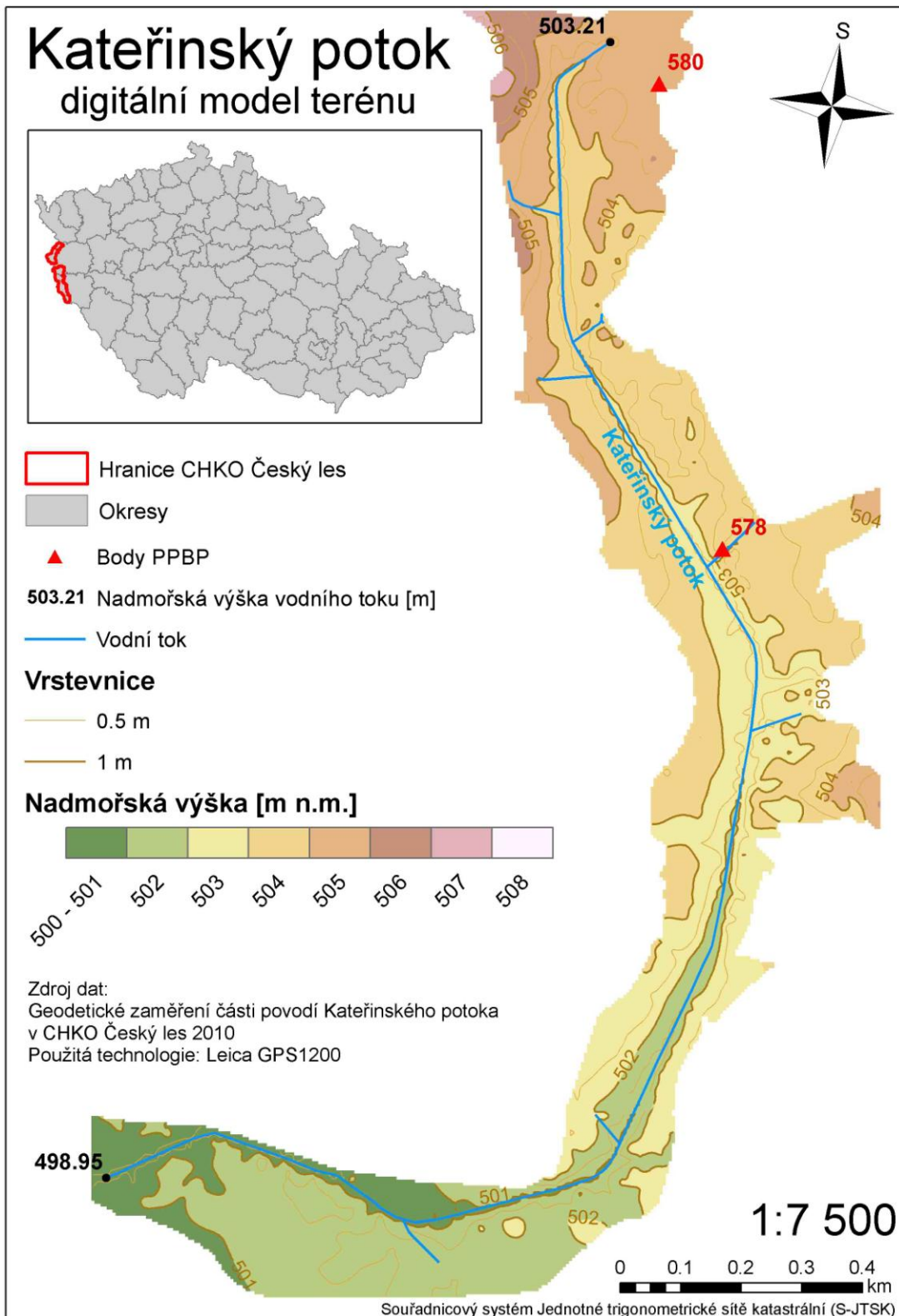
Zdroj dat:
Geodetické zaměření části povodí Farského potoka v CHKO Český les 2010
Použitá technologie: Leica GPS1200
Mapový podklad: Cenia

1:4 500

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 km

Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK)

PŘÍLOHA Č. 3: MAPY DIGITÁLNÍCH MODELŮ TERÉNU

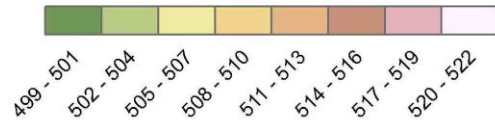




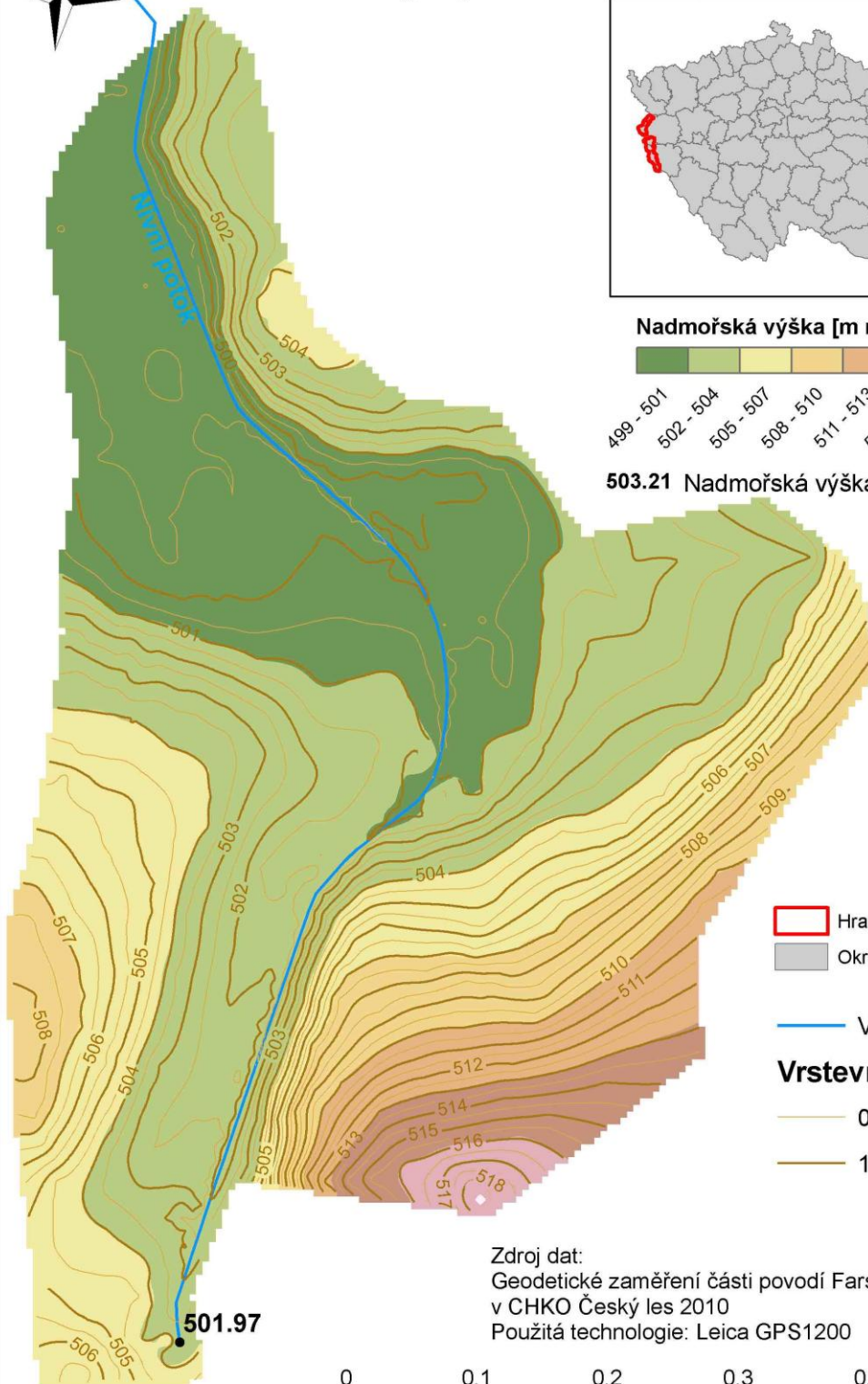
Farský potok digitální model terénu



Nadmořská výška [m n.m.]



503.21 Nadmořská výška vodního toku [m]



Hranice CHKO Český les

Okresy

Vodní tok

Vrstevnice

0.5 m

1 m

Zdroj dat:

Geodetické zaměření části povodí Farského potoka
v CHKO Český les 2010

Použitá technologie: Leica GPS1200

1:4 000

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 km

Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK)

PŘÍLOHA Č. 4: FOTOGRAFIE



Obr. 1: Charakter farského potoka



Obr.2: Zaměřovaná oblast Farského potoka



Obr. 3: Zaměřování GPS - louka













Obr. 4: Zaměřování GPS - potok

PŘÍLOHA Č.5: ORGANIZACE DAT NA CD

Součástí bakalářské práce je CD, kde jsou umístěna všechna související data, která vznikla během celého zpracování BP.

Root:

 [_mxd]	<DIR>	29.04.2011 18:06 ----
 [0_Body_CUZZK]	<DIR>	29.04.2011 18:06 ----
 [1_Lokalni_souradnice]	<DIR>	29.04.2011 18:06 ----
 [2_Prvi_mereni]	<DIR>	29.04.2011 18:06 ----
 [3_Druhe_mereni]	<DIR>	29.04.2011 18:06 ----
 [4_LGO]	<DIR>	29.04.2011 18:07 ----
 [5_ArcGIS_Katerina]	<DIR>	29.04.2011 18:07 ----
 [6_ArcGIS_Zelezna]	<DIR>	29.04.2011 18:08 ----
 [7_Microstation_profily]	<DIR>	29.04.2011 18:08 ----
 [8_Mapove_vystupy]	<DIR>	29.04.2011 17:31 ----
 [9_Fotografie]	<DIR>	29.04.2011 15:51 ----

- složka **_mxd** – obsahuje mapové dokumenty ArcGIS.
- složka **0_body_CUZZK** – obsahuje údaje o geodetický bodech v oblasti.
- složky **1_Lokalni_souradnice** – obsahuje lokální transformační klíč mezi souřadnicovými systémy WGS84 a SJTSK.
- složka **2_Prvi_mereni** a složka **3_Druhe_mereni** – obsahují surová data z GPS.
- složka **4_LGO** – obsahuje dokumenty programu Leica GeoOffice.
- složky **5_ArcGIS_Katerina** a složka **6_ArcGIS_Zelezna** obsahují veškerá data vzniklá při práci s ArcGIS. Bodová měření, zaměřované objekty, trasy toků, DTM, vrstevnice, navrhované hráze a nádrže.
- složka **7_Microstation_profily** – obsahuje profily hrází ve formátu *.dgn.
- složka **8_Mapove_vystupy** – obsahuje mapové výstupy z ArcGIS.
- složka **9_Fotografie** – obsahuje fotografie pořízené při práci v terénu.