

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

Katedra geografie

**VLIV BOBŘÍCH HRÁZÍ NA
HYDROMORFOLOGICKÉ PODMÍNKY TOKŮ
KATEŘINSKÉ KOTLINY**

Bakalářská práce

Lenka Vaněčková

Geografie se zaměřením na vzdělávání (2009 – 2012)

Vedoucí práce: RNDr. Jan Kopp, Ph. D.

Plzeň, červen 2012

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Jana Koppa, Ph. D. s použitím zdrojů informací a literárních pramenů, které uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Plzni dne 30. června 2012

.....
vlastnoruční podpis

Poděkování:

Obzvláště děkuji mému vedoucímu bakalářské práce RNDr. Janu Koppovi, Ph. D. za odborné vedení, zapůjčení terénního vybavení a ochotu změřit rychlost proudění vody v korytě. Samozřejmě chci poděkovat panu Doc. RNDr. Pavlu Mentlíkovi, Ph. D. za vypůjčení DMÚ podkladů pro zhotovení mapy v programu GIS. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Petře Cehlárikové, která mi pomohla s lokalizací výskytu bobra evropského a Ing. Jiřímu Kaderovi za vstřícný přístup při rekognoskaci terénu a jednoduchý vstup k okolí Kateřinského potoka. A nesmím zapomenout poděkovat mojí mamince s pomocí měření bobřích hrází a s lokalizací bobřích hrází v terénu.

ABSTRAKT

Ve své bakalářské práci jsem se zabývala vlivem bobřích hrází na hydromorfologické podmínky toku Kateřinského potoka. Terénním výzkumem jsem zjistila místa, kde se na Kateřinském potoce nacházejí bobří hráze. Zjišťovala jsem, zdali má vliv uspořádání bobřích hrází na tok. Bobří hráze jsou na toku stavěny nesystematicky, to znamená, že bobří hráze nejsou stavěny od největší po nejmenší, jak znázorňuje graf č. 1. Výstavba bobřích hrází má významný vliv na měnění původního reliéfu okolní krajiny.

ABSTRACT

In my bachelor thesis the effect of the beaver dams on the hydromorphological conditions of Katerinsky stream was investigated. By means of the terrain research the regions comprising the beaver dams were localized. On the basis of the collected data the hypothesis whether the beaver dams are arranged according to their height was tested. It was found out that the beaver dams are built in a non – systematic manner, i. e. they are not built from the highest one to the lowest one as depicted in graph 1. The construction of the beaver dams has a significant influence on the alteration of the original relief of the surrounding landscape.

Obsah

1	ÚVOD	1
2	CÍLE PRÁCE	2
3	ROZBOR LITERATURY	4
3.1	Charakteristiky bobra evropského	4
3.1.1	Základní popis bobra evropského.....	4
3.1.2	Nejčastější biotopy bobra evropského.....	5
3.1.3	Bobří obydlí.....	6
3.2	Výskyt bobra evropského v České republice.....	6
3.3	Vliv bobra evropského na krajinu.....	8
4	CHARAKTERISTIKA POVODÍ KATEŘINSKÉHO POTOKA	10
4.1	Kateřinský potok.....	10
5	METODIKA	14
5.1	Předvýzkum	14
5.2	Terénní výzkum.....	14
6	VÝSLEDKY	16
7	DISKUSE	18
8	ZÁVĚR	20
9	SEZNAM GRAFICKÝCH PŘÍLOH	21
9.1	Obrázky	21
9.2	Grafy.....	21
10	SEZNAM TABULEK	22
11	SEZNAM LITERATURY A ZDROJŮ	23
12	PŘÍLOHY	25

1 ÚVOD

Bobr evropský na českém území žil odnepaměti, dokud nezačal zajímat lidi pro jeho kožešinu, maso i výměšky z pachových žláz, které se používaly v kosmetice a v lékařství. Od 12. století bohužel bobr evropský začal na našem území ubývat. Dokonce v 18. století byl bobr evropský zcela vyhuben. Existují zmínky o tom, že se lidé snažili o jeho opětovné vysazení, ale veškeré pokusy skončily nezdarem. Přijde mi velice zajímavé, že s pádem socialistického režimu v České republice v roce 1989 na naše území začal bobr evropský samovolně přicházet z Polska, Německa a z Rakouska.

Bobr evropský v podstatě přirozené predátory nemá, protože je to velmi plaché zvíře a většinu života tráví ve vodě nebo v jejím okolí. Myslím si, že jediným nepřitelem bobra je člověk (především zemědělec), protože zemědělcům se nelíbí, jak bobří přeměňují okolní louky, ornou půdu a lesy na mokřady. Naštěstí se bobr evropský stal zvláště chráněným živočišným druhem a proto je možné rozšiřování bobřích populací. Je řazen do kategorie silně ohrožených druhů živočichů a je chráněn vyhláškou ČNR č. 395/1992 Sb. a její novelou č. 175/2006 Sb.

Bobr evropský se nejvíce v Českém lese vyskytuje na území kolem Kateřinského potoka, kde se bobří začali trvale vyskytovat kolem roku 1992 (Cehláriková; 2010). V celém Českém lese je známo přibližně 37 rodin, což znamená přibližně 185 jedinců (Cehláriková; 2010). A nesmím zapomenout, že Kateřinský potok je označován za evropskou lokalitu výskytu bobra evropského (CHKOČL; 2012).

Obsah své práce jsem cílila do oblasti Kateřinského potoka. Snažila jsem se prozkoumat bobří teritoria v podobě bobřích hrází v okolí Kateřinského potoka a hlavně zjistit, jaký mají bobří hráze vliv na hydromorfologické podmínky toku Kateřinského potoka.

2 CÍLE PRÁCE

Snažila jsem se zdokumentovat, jaký mají vliv bobří hráze na hydromorfologické podmínky toku Kateřinského potoka.

Hlavní cíl a dílčí cíle

Hlavním cílem této bakalářské práce je zjištění vlivu bobřích hrází na hydromorfologické podmínky toku Kateřinského potoka.

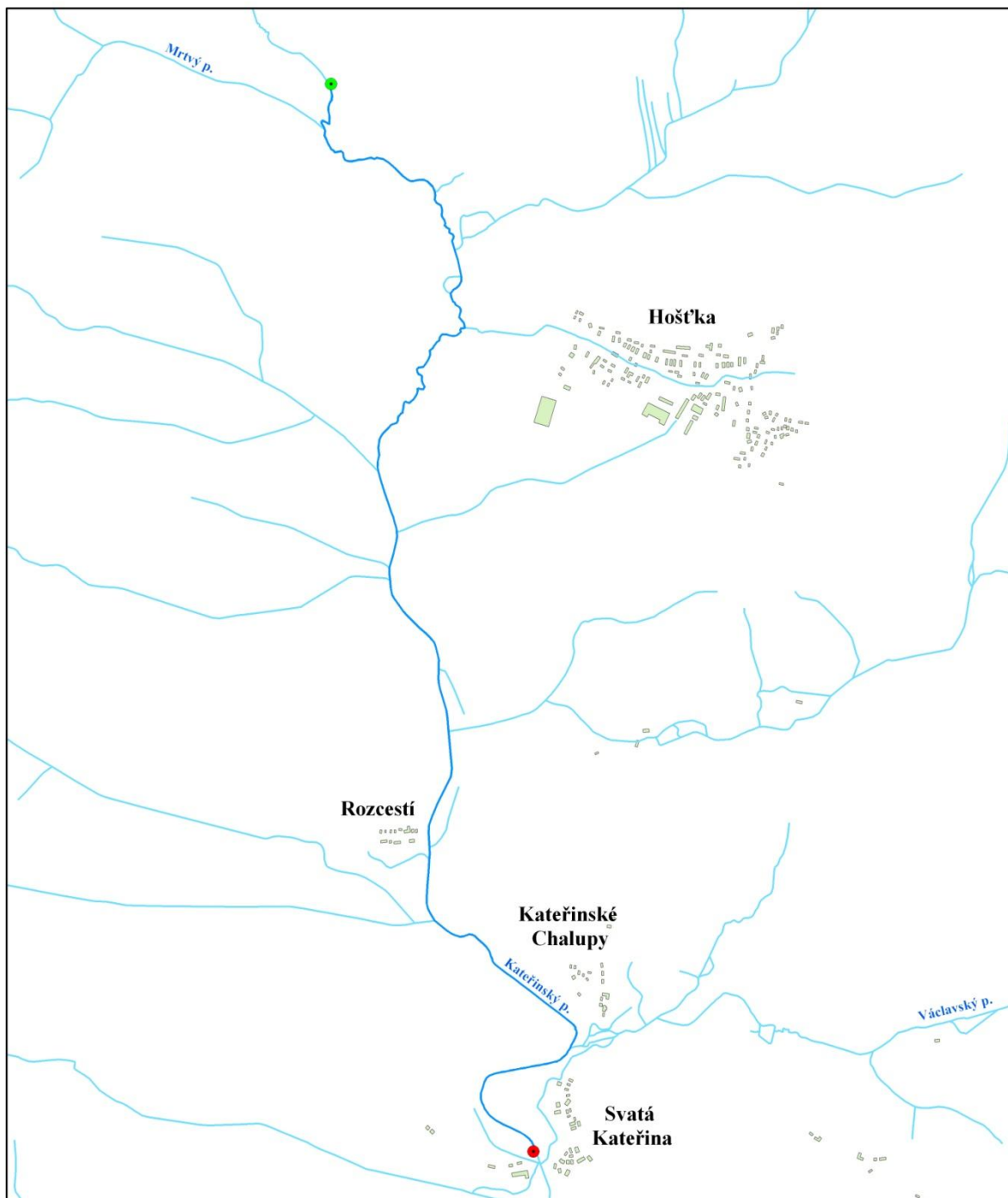
Hlavní cíl jsem si rozdělila na dílčí cíle:

1. Charakterizovat vliv bobřích hrází na tok Kateřinského potoka. Lokalizovat bobří hráze a zjistit jejich výšku, délku, hloubku koryta nad a pod bobří hrází.
2. Snažit se zjistit vliv bobřích hrází na proudění vody.

Vymezení zájmového úseku toku

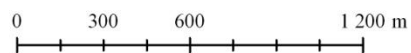
Zkoumanou lokalitu jsem vymezila s pomocí paní Mgr. Petry Cehlárikové, která mi doporučila úsek mezi Hošťkou a Svatou Kateřinou z důvodu, že se tam nachází největší počet bobřích hrází a je možno zřetelně posoudit vliv bobřích hrází na hydromorfologické podmínky toku Kateřinského potoka. Na základě tohoto doporučení jsem začala prozkoumávat danou oblast nad ústím Mrtvého potoka do Kateřinského potoka. Šla jsem po proudu ke Svaté Kateřině, kde jsem s terénním průzkumem skončila. Vymezená trasa je znázorněna na obrázku č. 1, kde je označen začátek a konec trasy. Trasa je dlouhá 6 kilometrů. Začátek trasy je vymezen souřadnicemi v systému S-JTSK, kde $X = 880236,632$ a $Y = 1065453,943$. Konec trasy je vymezen souřadnicemi v systému S-JTSK, kde $X = 879419,951$ a $Y = 1069762,466$.

Vymezení zájmového úseku toku na Kateřinském potoce



Legenda

- Kateřinský potok
- začátek trasy
- vodní toky
- konec trasy



Obrázek č. 1: Vymezení zájmového úseku toku na Kateřinském potoce

- vlastní zpracování v programu ArcMap (verze 9.3)

3 ROZBOR LITERATURY

Udělal jsem rešerši literatury, která se zabývá především sedimentací bobřích jezírek bobra kanadského (*Castor canadensis*). Vyhledala jsem potřebné informace týkající se bobra evropského (*Castor fiber*), což znamená – základní charakteristiky bobra evropského, jak tráví svůj život, jeho biotop a jaká si staví obydlí.

3.1 Charakteristiky bobra evropského

3.1.1 Základní popis bobra evropského

Bobr evropský (*Castor fiber*) je řazen do řádu hlodavců (*Rodentia*) a do čeledi bobrovitých (*Castoridae*). Je to jeden z největších evropských hlodavců, jehož délka těla může dosahovat až 100 cm (většinou 75 – 100 cm). Žije převážně ve vodním prostředí, jedná se o semiakvatický druh – to znamená, že ve vodním prostředí žije částečně. Má hydrodynamický tvar těla (Cehláriková; 2010). Uši a nozdry jsou uzavíratelné. Srst má velmi hustou a mezi prsty zadních nohou má plovací blánu. Na druhém prstu zadních nohou se nacházejí dva rozeklané drápy, které slouží k pročesávání srsti. Pokud si bobr pročesává srst, zároveň si ji natírá olejovitým sekretem, který se tvoří v párové žláze u řitního otvoru a párová žláza se nazývá „bobří stroj - *Castoreum*“ či pižmové žlázy (Dobroruka a Berger; 2004; Cehláriková; 2010). Bobr se dá jednoduše poznat podle svého ocasu, který je plochý a pokrytý šupinkovitou kůží. Pro bobra je velmi užitečný, protože ho při plavání používá jako veslo a kormidlo (Dobroruka a Berger; 2004).

„Bobří jsou monogamní živočichové. To znamená, že si vyhlédnou svého partnera na celý život. Námluvy probíhají každý rok nejčastěji od ledna do března. Samice vrhá mláďata jedenkrát až třikrát za rok. Většinou se rodí 2 – 5 mláďat. Po 103 až 108 dnech se narodí plně vyvinutá mláďata, která ihned po narození vidí. Čerstvě narozené mládě váží kolem 0,5 kilogramů a za první rok života může dosáhnout hmotnosti až 10 kg, protože samice mají velmi výživné mléko. Plavat se mláďata učí už za 14 dní od narození a potápět se začínají po měsíci. Průměrná hmotnost bobra je 14 – 20 kilogramů (výjimečně to může být až 30 kilogramů) a po dvou až třech letech se stává dospělým jedincem. „Bobr žije ve volné rodinné kolonii, která obsahuje 12 – 15 členů rodiny. Pokud se rodina příliš rozroste, odchází nejstarší pár a zakládá kolonii novou“ (Dobroruka a Berger; 2004). V přírodě se průměrně bobr dožívá až osmi let. Zajímavé je, že v zajetí se může dožít až padesáti let“ (Cehláriková; 2010).

„Bobr evropský je býložravcem a na jaře a v létě stromy kácí nejméně, protože v jeho jídelníčku se objevují mokřadní rostliny (například sítina, rákos), ale nepohrdne ani kulturními plodinami například kukuřice, pšenice, řepka olejka. Na zimu si bobr dělá zásobu z menších větví a větviček, proto nejvíce stromů kácí v podzimním a zimním období. Nejraději se živí měkkými dřevinami, mezi které patří vrby (*Salix sp.*) 51 % a topoly (*Populus sp.*) 16 %“ (Cehláriková; 2010). V terénu jsem si povšimla, že velmi rád kácí i olše (*Alnus, sp.*), ale paní Cehláriková píše, že je do svého jídelníčku moc nezapočítává. Domnívám se, že je používá jen jako stavební materiál.

Bobr evropský je úzce příbuzný bobru kanadskému, který se od bobra evropského příliš neliší. „Bobr kanadský má o něco užší hlavu a kratší obličejovou část lebky než bobr evropský“ (Dobroruka a Berger; 2004). Myslím si, že způsob života bobra kanadského je téměř stejný jako bobra evropského. Bobr evropský se nemůže křížit s bobrem kanadským (Nyssen et al., 2011), ale jejich výskyt, chování a vliv na změny krajiny je podobný.

3.1.2 Nejčastější biotopy bobra evropského

„Bobr evropský žije především v nivách na středních a dolních tocích řek, ale může se objevovat i v rybnících, nádržích, melioračních kanálech a mělčích tocích.“ „Pokud bobrovi zcela nevyhovuje daný tok, dokáže si ho svojí výbornou stavební činností upravit tak, aby splňoval jeho kritéria. Dokáže si vodnost toku upravit, proto mu nedělá problém obsadit skoro všechny vodní biotopy.“ „Slovní spojení „skoro všechny biotopy“ je důležité, protože si přece jen nedokáže upravit kamenité toky se silným proudem“ (Cehláriková; 2010). Dokáže obydlet i vodní toky, které se nacházejí poblíž komunikací a lidských sídel. O tom jsem se sama přesvědčila při terénním průzkumu, který jsem prováděla v okolí Kateřinského potoka. Znamky života bobra jsem zaznamenala poblíž silniční komunikace u Rozvadova, dále poblíž lidských sídel ve Svaté Kateřině a u Kateřinských Chalup. Bobr dokáže přetvářet i zemědělsky využívanou krajinu, což bylo nejvíce patrné na loukách a v části lesa v oblasti kolem Rozcestí.

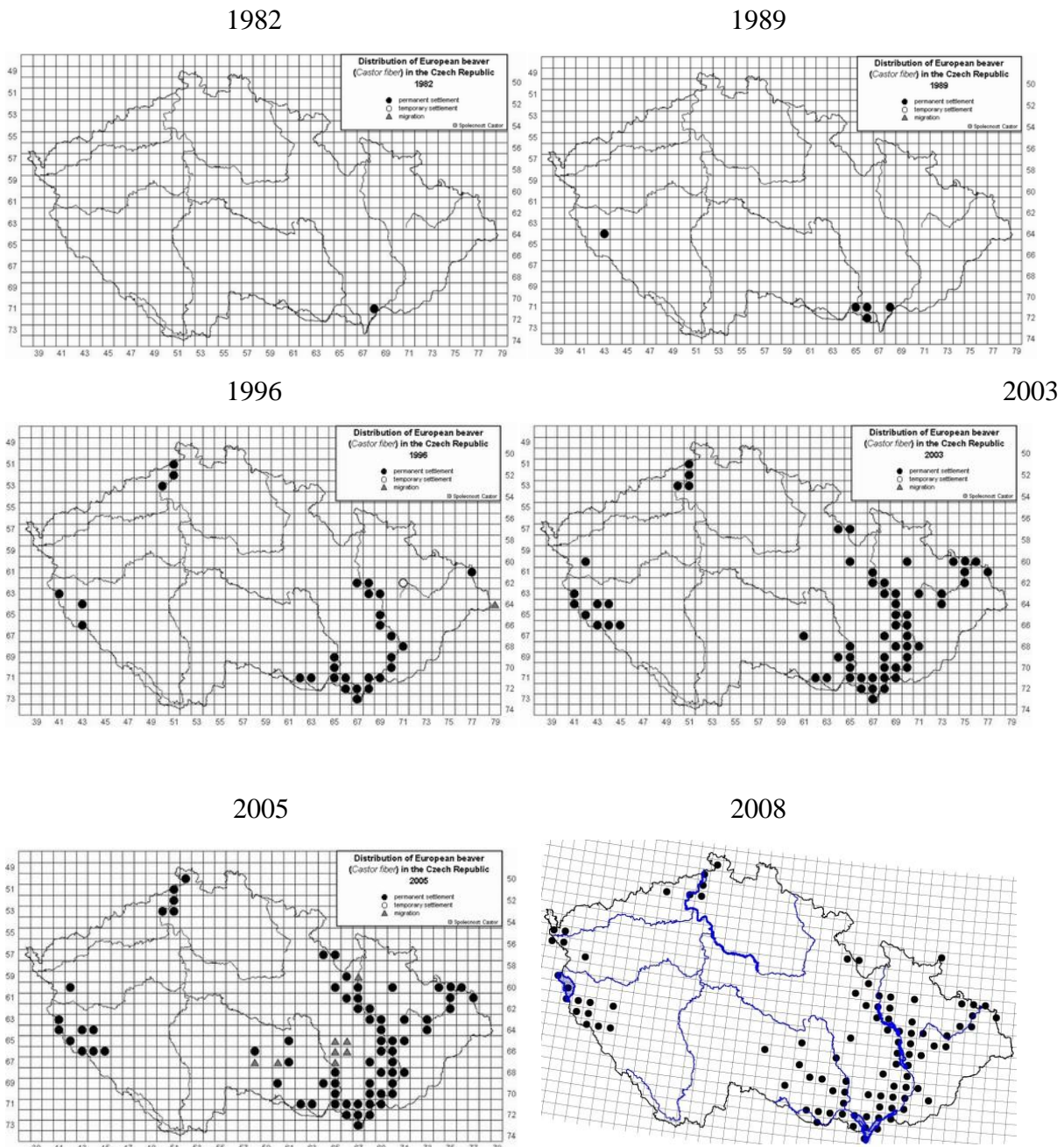
Bobr potřebuje mít dostatečnou a stálou vodní hladinu, pokud tok tuhle podmínku nesplňuje, začne si bobr stavět bobří hráze, které se skládají z poražených stromů, bahna a malých bobrem ohlodaných větviček. Tímto systémem bobřích hrází si zvyšuje hladinu vody – v podstatě to tvoří jakýsi kaskádovitý systém po toku (viz obrázek č. 2).

3.1.3 Bobří obydlí

„Mezi bobří obydlí patří bobří hrady, polohrady a nory. Každé bobří obydlí si staví podle charakteru toku a struktury břehů“ „Hrady si staví především na tocích, kde jsou nízké břehy a nízká hladina vody; mohou se objevovat i na písčítých, rašelinných či dokonce silně podmáčených březích. Výška bobřích hradů činí dva až tři metry, jsou složeny z naskládaných větví, bahna a z drnů“ (Cehláriková; 2010) (viz obrázek č. 3). „Polohrad (viz obrázek č. 4) byl původně norou, protože vzniká až následným propadnutím „stropu“ nory a zároveň vzniká na dostatečně vysokém břehu. Bobr si po propadnutí „stropu“ nory následně dostaví „střechu“ z ohlodaných klacků a větviček. Nory si bobr buduje v místech, kde je stálá vodní hladina, vysoké a jílovité břehy“ (Cehláriková; 2010).

3.2 Výskyt bobra evropského v České republice

Člověk začal systematicky lovit bobra nejen na území České republiky, ale i v celé Evropě pro jeho kožešinu, maso a hlavně zemědělci pro jeho devastující účinky na zemědělské půdě (viz kapitola 1. Úvod). Franěk (2010) zjistil, že „poslední bobr na Moravě byl vyhuben v roce 1730 u Grygova.“ Lidé si uvědomili, že by se měli snažit o záchranu bobra, proto začaly vznikat tzv. bobrovny, které sloužily k chovu bobrů. Chov se prováděl na rybnících. „První bobrovnu založil A. Schwanzerberg v Červeném Dvoře u Krumlova v roce 1773“ (Franěk; 2010). Jenomže se chov bobrů začal vymykat, protože bobři začali osídlovat i jiná území než jim byla vymezena v tzv. bobrovnách a začali porušovat další hráze rybníků, proto bobři byli opět zabíjeni (Franěk; 2010). V České republice se bobr evropský začal vyskytovat od 80. let 20. století. První výskyty jsou na nejdůležitějších vodních tocích Jižní Moravy (Dyje, Morava, Svratka). Později se začal rozšiřovat po celé Moravě a i do ostatních částí České republiky. V Čechách se bobří populace rozšiřovala pomaleji. První výskyty v Plzeňském kraji jsou započaty od druhé poloviny 80. let 20. století. Přistěhování se dá rozdělit do tří etap. První a druhá etapa probíhaly současně. Probíhalo v nich šíření bobra z Bavorska do oblasti Všerubského průsmyku a pak do povodí Kateřinského potoka (okres Tachov). Třetí etapa přistěhování bobra nastala od roku 2000 – „bobři se začali šířit i přes rozvodí Dunaj-Labe na vodní toky Úhlavu, Radbuzu a Mži“ (AOPK; 2012). Bobr se už vyskytuje i na řece Berounce pod Plzní. Postupné rozšíření bobra evropského v letech 1982 - 2008 je zdokumentováno na obrázku č 5.



Obrázek č. 5: Rozšíření bobra evropského v České republice v letech 1982 – 2008

- zdroj: upraveno podle <http://fle.czu.cz/~vorel/_o%20bobrech/Invaze/index.html,
<<http://www.zoobrno.cz/cs/ochrana-prirody/ochrana-fauny-v-cr/bobr-evropsky/>>

- plné kolečko = trvalý pobyt bobra evropského
- prázdné kolečko = dočasný nebo přechodný pobyt bobra evropského
- šedivý trojúhelník = migrace bobra evropského

K rozšiřování bobra evropského v České republice dopomohla zákonná ochrana, bobr evropský se stal chráněným živočišným druhem (viz kapitola 1. Úvod).

3.3 Vliv bobra evropského na krajinu

Bobr evropský je označován za „ekosystémového inženýra“, protože dokáže měnit geomorfologii, biotu i hydrologii území, kde žije a to jak pozitivně, tak i negativně. O pozitivních změnách mluvíme v souvislosti, když se nejedná o střet s člověkem, protože dokáže zvýšit ekologickou hodnotu a biodiverzitu. Svoji činnost ukazuje budováním bobřích hrází, stavěním hradů, polohradů a nor. Vytváří si i vodní kanály, kterými spolu s norami narušuje břehy potoků, rybníků a protipovodňových hrází a tím narušuje člověkem upravené vodní toky („revitalizuje člověkem napřímené vodní toky“). Přehrazením části toku bobří hrází vznikne biotop pomalu tekoucích až stojatých vod (ZOO Brno; 2012). Myslím si, že se projevuje nízká erozní činnost a zvyšuje se sedimentace v bobřích jezírkách, která dopomáhá vzniku nivních půd. „Díky stavbě bobřích hrází se mění hydrologické podmínky, zpomaluje se odtok vody, zvyšuje se prostorová členitost toku a biodiverzita především druhů vázaných na mokřadní biotopy.“ (Cehláriková; 2010). Dobře jsem si všimla, že výstavba bobřích hrází mění původní biotopy luk na biotopy mokřadní. Vlivem zatopení luk kolem potoka se začínají rozšiřovat mokřadní porosty, mezi které jsou řazeny například druhy sítin (*Juncus sp.*), rákosu (*Phragmites sp.*), orobince (*Typha sp.*). Zároveň se bobr těmito rostlinami živí.

Negativní změny činnosti bobra pociťují zemědělci, kdy se z kulturní krajiny stává mokřad, který je zemědělsky nevyužitelný. Z důvodu kácení stromů může bobr ohrozit i hospodářsky využívané lesy. Činností bobra nejsou ohroženi pouze zemědělci, ale i prostí obyvatelé. Dalšími negativními vlivy proto mohou být zatopení komunikací či lidských sídél (především zahrad), v jejichž blízkosti se bobr naučil žít. Příkladem negativního vlivu je bobří hráz pod silničním mostem ve střední části Chevralu v Belgii, kde došlo k navýšení hladiny tak, až voda začala přetékat přes komunikaci. Lidé na to začali samozřejmě reagovat tak, že bobří hráz byla dělníky zbourána, ale bobr ji tam postavil znovu (Nyssen et al.; 2011).

Je zřejmé, že všeobecně bobr ovlivňuje hydrologický režim vodních toků budováním bobřích hrází. Nad postavenou bobří hrází vznikají jezírka, která jsou stupňovitě rozložena po podélném průběhu toku. Bobří jezírka způsobují ukládání sedimentů, zpomalují erozní činnost a snižují rychlost proudění (Butler a Malanson; 1995). Bobří hráz je významná pro krajinu, ekologii a geomorfologii. Bobr patří mezi ojedinělá zvířata, která dokážou měnit geomorfologii řek a následně jejich hydrologické vlastnosti (Nyssen et al., 2011). Woo a Waddington (1990) zjistili, že povodí s hrázemi ztratilo více vody v důsledku vypařování, potlačilo průtok vody a zvýšilo akumulaci vody v povodí oproti povodím bez hrází. Bobří hráze řídí hladinu vody v korytě řeky a vytvářejí hydrologické systémy vhodné pro utváření a

setrvání mokřadů (Nyssen et al.; 2011). Záleží na stavu postavených hrází, protože podle toho, jak je hráz postavena, voda buď přetéká přes bobří hráz, protéká skrz bobří hráz, nebo dokonce teče okolo hráze (Nyssen et al.; 2011). Bobří staví hráze systémově a účelně tak, aby si zachovali stálou hladinu vody ve svých jezírkách, která vzniknou následně po postavení hráze. Zvýšená hladina vody je potřebná pro zabezpečení vchodu do obydlí. Nejen v České republice byl bobr pronásledován a loven. V Belgii se počet bobrů v 16. století začal rapidně snižovat tak, že do poloviny 19. století byl naprosto vyhuben. Do Belgie se začal navracet přirozenou cestou z německého pohoří Eifel jen v malém počtu (spíše jednotlivci). Rozrůstání populace bobra evropského započalo spíše potomky z nelegálních dovozů. V letech 1998 – 2001 bylo známo 100 – 150 bobrů. Bobří populace se stále rozrůstají. V roce 2003 bylo známo už 200 – 300 jedinců a v roce 2010 dokonce až 1000 jedinců (Nyssen et al; 2011). Grubešic et al. (2006) ve své studii ukázal, že bobr evropský upřednostňuje řeky 1. a 2. řádu s nízkým sklonem.

Sedimentace v bobřích jezírkách trvá několik desetiletí. Butler et al. (1995) popisuje, že novější studie sedimentace pocházejí z oblasti Nového Mexika, USA a boreální zalesněné oblasti Kanady. Autoři zjistili, že mezi množstvím zadrženého sedimentu a velikostí bobří hráze není žádný vztah, ale existuje vztah mezi množstvím zadrženého sedimentu a velikostí povrchové plochy nádrže (Butler et al; 1995). Zaujalo mne, že za 20 až 27 let od postavení bobří hráze se ve vzniklém jezírku uloží 7 až 12 cm sedimentu. Pokud by se jako záznamová doba použilo 20 let, byl by výpočet roční míry sedimentace na 0,35 – 0,6 cm. V případě, že by jako záznamová doba bylo použito 27 let, pak by výpočet roční míry sedimentace byl na 0,26 – 0,44 cm (Butler et al; 1995).

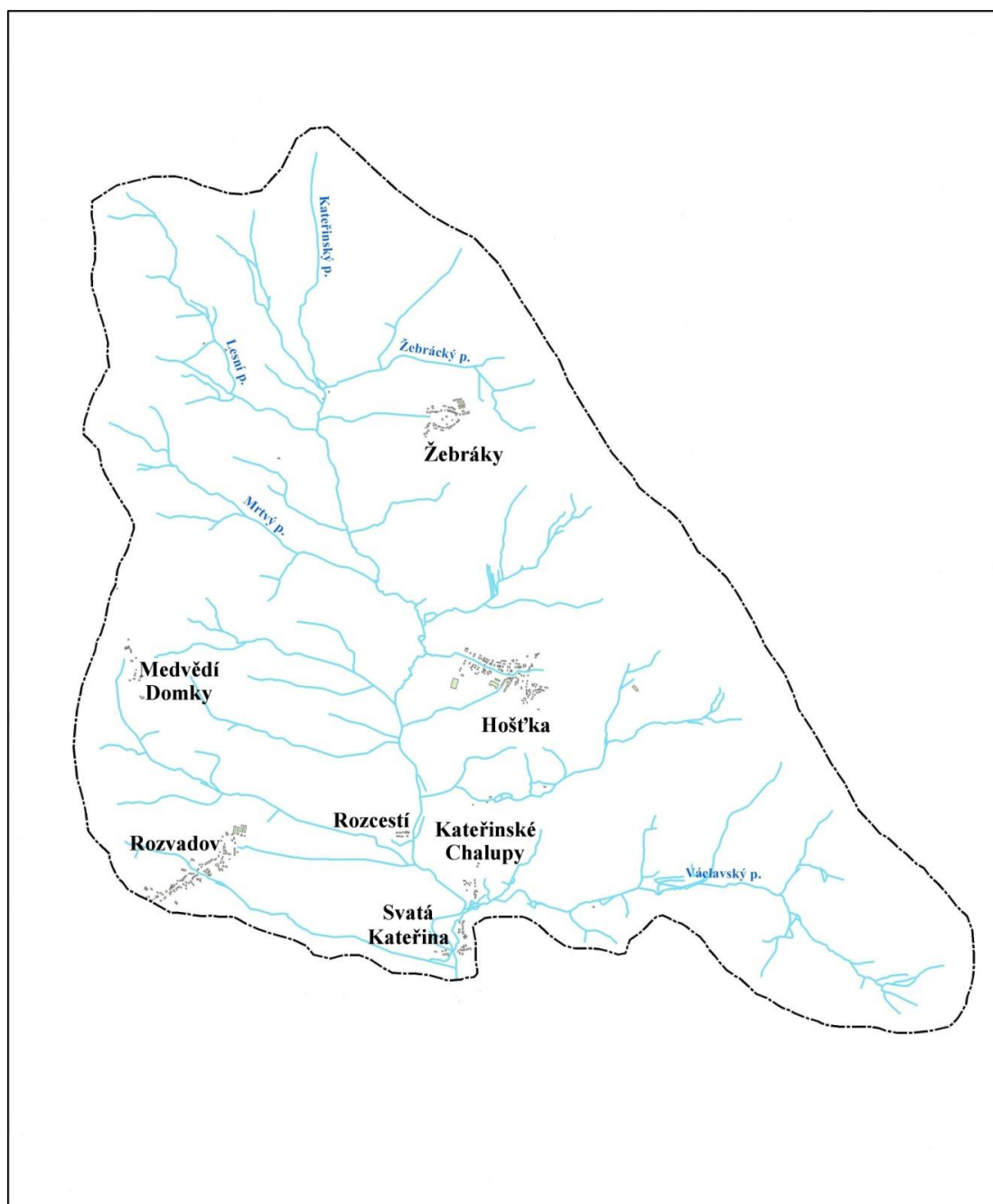
Samozřejmě se nesmí zapomenout na možné zhroucení a zničení bobří hráze. Bobří hráz se může narušit nebo dokonce zhroutit v důsledku různých procesů jako jsou intenzivnější srážky, rychlé tání sněhu v jarním období, ale i hrabáním zvířat v hrázi. Dokonce i ničení části, nebo celé bobří hráze člověkem (Butler et al.; 2005).

4 CHARAKTERISTIKA POVODÍ KATEŘINSKÉHO POTOKA

4.1 Kateřinský potok

„Číslo hydrologického pořadí 4-01-02-001 (III.), orientační mapa 8, pramení 1,5 km JV od Lesné ve výšce 679 m n. m., ústí do Naab (přítok Dunaje), státní hranici s NSR přechází 3 km JZ od Diany v 292 m n. m., plocha povodí nad státní hranicí je 101, 4 km², délka toku u nás je 20,5 km, průměrný průtok na státní hranici je 0,71 m³.s⁻¹“ (Kestřánek a kol.; 1984). Hydrologickou stanici jsem na povodí Kateřinského potoka nenalezla.

Schematický obrázek povodí Kateřinského potoka



Legenda

- rozvodnice
- vodní toky

0 800 1 600 3 200 m

Obrázek č. 6: Schematický obrázek povodí Kateřinského potoka po Václavský potok
- vlastní zpracování v programu ArcMap (verze 9.3) a podle vodohospodářské mapy 1 : 50
000

1. Hydrografické charakteristiky

Plocha povodí: $P = 57,902 \text{ km}^2$

Délka toku: $L = 10,4 \text{ km}$

Koeficient tvaru povodí: $\alpha = P / L^2 = 57,902 / 10,4^2 = \underline{0,54}$

Jedná se o vějířovité povodí.

2. Koeficient vývoje rozvodnice povodí

Délka rozvodnice: $l = 36,5 \text{ km}$

Plocha povodí: $P = 57,902 \text{ km}^2$

$k = 0,28 * l / \sqrt{P} = 0,28 * 36,5 / \sqrt{57,902} = \underline{1,34}$

3. Koeficient vývoje toku

Skutečná délka toku: $L = 10,4 \text{ km}$

Nejkratší možná délka toku: $L_{\min} = 9,9 \text{ km}$

$K = L / L_{\min} = 10,4 / 9,9 = \underline{1,05}$

Tok vykazuje střední míru křivolakosti.

4. Spád koryta toku

Nadmořská výška pramene: $H_p = 679 \text{ m n. m.}$

Nadmořská výška ústí toku: $H_u = 503 \text{ m n. m.}$ (za ústí toku jsem považovala místo, kde se vlévá Václavský potok do Kateřinského potoka)

$$\Delta H = H_p - H_u$$

$$\Delta H = 679 - 503 = \underline{176 \text{ m}}$$

Spád koryta toku je 176 metrů. Rozdíl mezi nadmořskou výškou pramene Kateřinského potoka a ústí Václavského potoka do Kateřinského potoka je 176 metrů.

5. Střední sklon koryta toku

Spád koryta toku: $\Delta H = 176$ m

Délka toku: $L = 10,4$ km

$$I = \Delta H / L = 176 / 10,4 = \underline{\underline{16,92 \text{ ‰}}}$$

Vyjadřuje výškový rozdíl mezi nadmořskou výškou pramene a nadmořskou výškou v toku, kde se vlévá Václavský potok do Kateřinského potoka. „Střední sklon koryta toku vyjadřuje pokles dna a sklon dna ve směru proudění v zásadě klesá. V horní části toku jsou sklony dna velké, zde převládá erozní činnost, ve střední části transport unášených splaven, v dolním úseku dochází v důsledku malého sklonu k usazování“ (Kemel; 1991).

6. Typ říční sítě

Jedná se o vějířovitý typ říční sítě.

5 METODIKA

5.1 Předvýzkum

Nejprve jsem zjistila, zdali budu potřebovat povolení ke vstupu do okolí Kateřinského potoka, abych mohla provádět terénní výzkum činnosti bobra evropského. Na doporučení paní Cehlárikové jsem se rozhodla vymezit zájmový úsek toku nad ramenem Mrtvého potoka ke Svaté Kateřině (viz Obrázek č. 1), protože tam je nejlépe pozorovatelná oblast činnosti bobra evropského. Zároveň lokalita je relativně dobře přístupná a není potřeba žádného povolení. Mohla jsem se tam volně pohybovat pod podmínkou, že nebudu ničit vystavěné bobří hráze, bobří hrady a další úkazy činnosti bobra evropského, dále že nebudu ničit a ničím narušovat okolní krajinu a zakládat nepovolená ohniště. Zkrátka, že budu dodržovat běžné zásady chráněné krajinné oblasti. Vše jsem řešila v létě roku 2011 na úřadě Chráněné krajinné oblasti v Přimdě.

5.2 Terénní výzkum

Terénní výzkum jsem zahájila po proudu nad ústím Mrtvého potoka do Kateřinského potoka směrem k obci Svatá Kateřina, kde jsem s výzkumem skončila. Danou lokalitu jsem navštívila v létě 3. 8. 2011 a na podzim 6. a 7. 9. 2011, kdy jsem mapovala bobří hráze. Měřila jsem jejich výšku, délku a zároveň hloubku koryta potoka nad a pod bobří hrází. Rychlost proudění vody v korytě potoka jsme měřili s panem RNDr. Janem Koppem, Ph. D. 20. 10. 2011. Pro správnost zanesení bobřích hrází do GPS navigace jsem daný úsek ještě jednou zkontrolovala dne 14. 12. 2011.

Kvůli špatné prostupnosti terénem kolem Kateřinského potoka jsem zvolila metodu měření bobřích hrází takto: U každé bobří hráze jsem zaznamenala polohu bobří hráze pomocí GPS navigace, měřila jsem hloubku koryta v místě nad a pod bobří hrází a také i délku a výšku bobří hráze. Pro seriózní výsledky jsem navštívila lokalitu Kateřinského potoka vícekrát.

Opakovaným terénním průzkumem v místech bobřích hrází, jsem zjistila, že rozhodně bobří činnosti neskončily, naopak se dále rozšiřují a další zemědělská půda se proměňuje v mokřad.

Pro výzkum v terénu jsem používala metr, pásmo a laserový dálkoměr Leica Disto. Přesnou polohu bobřích hrází na Kateřinském potoce jsem zaznamenávala pomocí GPS navigace GARMIN, GPSMAP 60 CSx (viz Obrázek č. 7) a rychlost proudění vody v korytu hydrometrickou vrtulí.

Metody měření:

- a) metrem – měření výšky hrází, hloubek nad a pod bobří hrází
- b) pásmem, popřípadě laserovým dálkoměrem – měření délek bobřích hrází a vzdálenosti bobřích hrází od sebe
- c) hydrometrickou vrtulí – měření rychlosti proudění vody v korytě

Metr jsem používala k měření výšky bobří hráze a k měření hloubky koryta nad a pod bobří hrází. Měření jsem prováděla jednoduše, což znamená, že jsem u každé objevené bobří hráze vylezla na bobří hráz (zanesla jsem si do GPS navigace souřadnice, kde se bobří hráz nachází) a snažila jsem se přesně uprostřed bobří hráze změřit její výšku; hloubku koryta nad a pod bobří hrází.

Téměř všechny délky bobřích hrází jsem měřila pomocí pásma a to tak, že jsem s pásmem přešla celou bobří hráz a tak jsem zjistila, kolik daná bobří hráz měří metrů. Měření se zdají jednoduchá, ale některé vystavěné bobří hráze byly nestabilní, takže se po nich chodilo velmi obtížně.

Vzdálenost mezi jednotlivými bobřími hrázemi jsem si ověřila v programu ArcMap (verze 9.3).

Pomocí hydrometrické vrtule jsme s RNDr. Janem Koppem měřili rychlost proudění vody v korytě. „Hydrometrická vrtule se skládá z několika částí: pohyblivá část (vrtule, osa), tělo vrtule s kontaktním zařízením, popřípadě i s přídatným závažím, signální zařízení a směrový stabilizátor (kormidlo). Nezbytnou součástí každé hydrometrické vrtule je soutyčí (s délkovou stupnicí pro měření hloubek) nebo závěs s manipulačním zařízením“ (Kříž a kol., 1988). Používali jsme hydrometrickou vrtuli na tyči právě proto, že slouží k měření v mělkých tocích s přiměřenou rychlostí. „Mělké toky umožňují bezpečné brodění, měření z vhodných lávek a mostů, kde hloubka a rychlost proudění vody umožňují ovládnutí soutyčí. Hydrometrická vrtule je přišroubovaná na vnější trubici soutyčí, se kterou se může pohybovat po vnitřní tyči označené obvykle centimetrovým dělením. Spodní část soutyčí je opatřena kovovou destičkou, která zabraňuje zaboření vrtule do dna. Vrtule se musí udržovat proti směru proudění buď pomocí kormidla, anebo zafixováním vnější trubice tak, aby se vrtule stále udržovala proti směru proudění. Při měření musíme vrtuli držet ve svislé poloze a dbát na to, aby osa vrtule stále směřovala proti proudu“ (Kříž a kol., 1988).

6 VÝSLEDKY

Následující výsledky ukazují, kolik jsem ve vymezené lokalitě objevila bobřích hrází, jaké jsou jejich parametry a hloubky koryta nad a pod bobří hrází. Naměřená a získaná data jsem zpracovala do tabulek a statisticky jsem je vyhodnotila.

Terénním výzkumem v mnou vymezené oblasti Kateřinského potoka (viz kapitola 2 Cíle práce) jsem objevila 27 bobřích hrází (viz Obrázek č. 7), jak znázorňuje tabulka č. 1. Vzdálenost jednotlivých bobřích hrází od sebe, znázorňuje tabulka č. 2. Bobřích hrází na toku se může vyskytovat mnohem více, protože úsek mezi hrázemi č. 7 a 8; a mezi hrázemi 14. a 15 byl špatně přístupný, proto jsem dané úseky musela obejít a tedy nemohu zaručit, že se tam nevyskytují bobří hráze. Domnívám se, že by se na těchto vynechaných úsecích určitě vyskytovaly další bobří hráze, protože jsem zde vysledovala ohlodoné stromy, které poukazují na činnost bobra. V tabulce č. 1 je popsáno 27 bobřích hrází. Nejvyšší bobří hráz činí 180 cm a nejnižší 20 cm. Průměrná výška bobří hráze je 61,15 cm. Nad nejvyšší bobří hrází (tedy bobří hráz číslo 15) se nachází bobří jezírko, jehož schematický průřez je znázorněn na obrázku č. 8. Jezírko je přibližně 19 m dlouhé, jeho hloubka činí kolem 1,6 – 1,7 m, při okraji (přibližně dva metry od břehu) je hloubka 40 cm. U tohoto jezírka se nachází bobří hrad, který je vysoký 2 m nad hladinou vody a 5 m je široký. Na místě, kde se nachází bobří hrad, je hloubka jezírka pouze 20 cm. Na obrázku č. 10 je znázorněn schematický průřez bobřím jezírkem, které se nachází nad bobří hrází č. 1. Jeho délka je přibližně 17 m, hloubka kolem 165 cm, při okraji (přibližně dva metry od každé strany) jeho hloubka činí 60 cm. Hodnoty hloubek mohou být zkreslené z důvodu vytvářejících se sedimentů na dně. Záleží, jak se zaboří měřicí pomůcka do dna.

Na grafu č. 1 jsou znázorněny jednotlivé výšky bobřích hrází. Bobří hráze jsou srovnány po proudu směrem ke Svaté Kateřině. Na grafu č. 2 jsou znázorněny opět jednotlivé výšky bobřích hrází, ale jsou srovnány podle velikosti od největší po nejmenší. Je tam vidět jasný rozdíl a nemůžeme říci, že by bobří hráze byly stavěny po proudu systematicky podle velikosti. Domnívám se, že si bobr nejprve postaví vyšší hráz a postupně si staví různě vysoké hráze (menší i větší), aby si reguloval vodní tok tak, aby v místě, kde žije, měl nejvíce zvednutou a rozvodněnou vodní hladinu. Hráz č. 1 zvedla hladinu o 100 centimetrů. Hráz č. 15 zvedla hladinu dokonce o 144 centimetrů.

Vlastním průzkumem podle údajů v uvedených tabulkách č. 6 - 10 jsem zjistila, že větší hloubka koryta nemusí vždy znamenat větší rychlost proudění vody. Měření bylo prováděno v umělém korytě. Průtoky pod bobřími hrázemi č. 1, 2, 3, 4 a 5 jsou nízké. Domnívám se, že nízké hodnoty byly ovlivněny nedostatkem vody v korytě pod bobří hrází. Nad bobří hrází dochází k vytváření bobřích jezírek. Průtok v místě bobřích jezírek byl nezměřitelný z důvodu, že se v nich vytváří téměř stojatá voda.

Podélný profil toku vyjadřuje výškopisné poměry říční soustavy. Podélný sklon přirozeného vodního toku, kterým Kateřinský potok je, se od pramene k ústí postupně zmenšuje. Nadmořská výška pramene je 679 m n. m. a nadmořská výška soutoku Kateřinského potoka s Václavským potokem je 503 m n. m. Celková délka vymezení zájmového úseku toku je 10,4 kilometrů. Z grafu č. 3 se dá vyčíst, že je Kateřinský potok na horním toku strmějším. Od třetího kilometru se jeho strmost zmírňuje a na dolním toku od 6,9 kilometru klesá pozvolna. Na horním toku bude docházet k vyšší erozi nežli k sedimentaci. Z grafu č. 4 je patrné, že na horním toku je sklon strmým. Úsek nebyl prozkoumán, proto nemohu jasně tvrdit, zda by se zde nacházely bobří hráze. Porovnáním obou podélných profilů jsem zjistila, že na podélném profilu toku, kde se nacházejí bobří hráze, dochází jen k nepatrným změnám ve sklonu toku. Změna je pozorovaná například od 9 kilometru, kde sklon toku výrazněji klesá.

7 DISKUSE

V této práci jsem se zabývala vlivem bobřích hrází na hydromorfologické podmínky toku Kateřinského potoka. Zjistila jsem, že bobří hráze mají vliv. Postavením bobřích hrází dojde k přehrazení potoka a začnou vznikat stupňovitě rozprostřená jezírka, která snižují rychlost proudění, což znamená, že redukují erozní potenciál a vyvolávají ukládání sedimentů (Butler a Malanson; 1995). Výšky hrází jsou pokaždé jiné. Naměřila jsem od 20 cm do 180 cm. Průměrná výška hráze vyšla 61,15 cm. Délka hráze přes koryto potoka se nedá odvodit podle výšky hráze. Délka bobří hráze může být klidně i 15 metrů, kdežto výška bobří hráze je pouze 50 cm (Cehláriková, 2010). V tabulce č. 1 je například bobří hráz č. 8 vysoká 20 cm a dlouhá 15 metrů. Bobří hráz č. 1 je vysoká 135 cm a dlouhá 2,9 metru. Zde je jasný důkaz toho, že se nedá odvodit délka bobří hráze podle výšky. Myslím si, že výška hráze bude mít vliv na velikost bobřího jezírka. Protože v místě bobří hráze č. 1 a č. 15 byla lokalizována největší jezírka. Okolní les zaplavovalo jezírko nad bobří hrází č. 1 a okolní louky a částečně i les zaplavovalo jezírko nad bobří hrází č. 15. Nad bobří hrází č. 15 se nacházelo několik kanálů a celá louka byla od Kateřinského potoka až k silnici zaplavená (úsek kolem Rozcestí). Zde byl vliv bobřích hrází vidět nejmarkantněji z důvodu přeměněné louky v mokřad. Myslím si, že hlavní koryto toku Kateřinského potoka zůstává zachováno a na něj bobří hráze vliv nemají, protože jsem ve vymezeném zájmovém území neobjevila ani jednu bobří hráz, která by zaslepila hlavní koryto toku a tím změnila původní tok. Je pravdou, že bobr evropský mění původní koryto tím, že si na něm vystaví bobří hráze. Ale hlavní tok potoka je zachován.

Bobří hráze se také mohou hroutit. Hroucení bobřích hrází je způsobeno rychlým táním sněhu z vyšších poloh (převážně na jaře), vysokými srážkami (nejčastěji přívalovými dešti a intenzivními dešti), kdy se mnohonásobně zvýší průtok a rychlost proudění vody v korytě. Bobří hráze se buď poruší, nebo zničí úplně. Bohužel se i v dnešní době setkáváme s tím, že člověk ničí bobří hráze, i když je to zakázáno. Zajímavé je, že i bobři sami si mohou zničit svoji vlastní hráz hrabáním. Po zhroucení bobří hráze se uvolní sedimenty, začnou se vyplavovat, a pokud je přílivová vlna tak silná, tak vyplavené sedimenty mohou být hodně nebezpečné pro bentické organismy a rybí jikry. Někdy zhroucením jedné výše položené hráze může dojít i k takzvanému „dominovému efektu“, kdy se začnou hroutit i ostatní bobří hráze níže položené po proudu. Zhrouť se první výše položená hráz, dojde k vzednutí vody a k uvolnění sedimentů. Sedimenty se rychle začnou transportovat z protržené výše položené hráze a tyto sedimenty svým rychlým přemístováním začnou hroutit i hráze níže položené po proudu (Butler a Malanson; 2005).

V bobřích jezírkách se usazují vysoké vrstvy sedimentů, které by stálo za to prozkoumat a zjistit, jakého jsou stáří a kolik sedimentu se usadí za rok. Myslím si, že zjišťovat a prozkoumávat vrstvy sedimentů v bobřích jezírkách by mohlo být podnětem k dalšímu zkoumání.

8 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zjištění vlivu bobřích hrází na hydromorfologické podmínky toku Kateřinského potoka. Schopnost bobra evropského budovat bobří hráze, které zadržují vodu a vytvářejí bobří jezírka, je základním geomorfologickým významem (Butler, 2005). Bobří hráze mají značný vliv i na biodiverzitu, kdy se začíná množit více mokřadní fauny (například šneků a mušlí) (Mark Harthun; 1999). Porážením a ohlodáváním dřevin se prosvětluje okolí a dochází ke zmlazování dřevin. Mění se i vlhkost v okolí potoka, protože si bobr evropský buduje síť kanálů, se kterou si odvodňuje a reguluje hladinu vody. Bobr evropský revitalizuje vodní toky, což je přínosné pro samotný vodní tok i jeho okolní reliéf krajiny. Myslím si, že kolem potoka by neměly být uměle vysušené louky a další antropogenní vlivy toku. V dnešní době se naopak lidé snaží navracet koryta řek do původního stavu, probíhá revitalizace vodních toků, kdy se odstraňují betonová zpevnění ze dna i z břehů. Protože bylo zjištěno, že revitalizace má i protipovodňový význam. (Matoušková; 2004). Bobr svým budováním jezírek mění tekoucí vody téměř na stojaté. Hodnoty průtoků pod bobřími hrázemi vyšly velmi nízké. To je důkazem toho, že se zvyšuje sedimentační činnost na úkor erozní.

Závěrem lze říci, že tato práce zdaleka nepostihla všechny aspekty problému (např. rozšiřování mokřadů) a měla by být výzvou pro další pokračovatele, protože lokalita Kateřinského potoka je velmi zajímavá nejen z vědeckého hlediska, ale i ze širší veřejnosti.

9 SEZNAM GRAFICKÝCH PŘÍLOH

9.1 Obrázky

Obrázek č. 1: Vymezení zájmového úseku toku na Kateřinském potoce.....	3
Obrázek č. 2: Bobří hráze, kde je možno vidět, jak si bobr dokáže upravit vodnatost toku, Kateřinský potok v Českém lese.....	23
Obrázek č. 3: Bobří hrad, Kateřinský potok v Českém lese.....	24
Obrázek č. 4: Propadlá nora a počínající polohrad, Kateřinský potok v Českém lese.....	25
Obrázek č. 5: Rozšíření bobra evropského v České republice v letech 1982 – 2008.....	7
Obrázek č. 6: Schematický obrázek povodí Kateřinského potoka po Václavský potok.....	11
Obrázek č. 7: Výskyt 27 bobřích hrází na Kateřinském potoce.....	26
Obrázek č. 8: Schematický průřez bobřím jezírkem nad hrází č. 15.....	33
Obrázek č. 9: Jezírko s bobřím hradem nad hrází číslo 15.....	33
Obrázek č. 10: Schematický průřez bobřím jezírkem nad bobří hrází č. 1.....	34
Obrázek č. 11: Kanál u Rozcestí, Kateřinský potok, Český les.....	38
Obrázek č. 12: Ohlodaný strom, Kateřinský potok, Český les.....	39
Obrázek č. 13: Kanál u Rozcestí, Kateřinský potok, Český les.....	40
Obrázek č. 14: Hráz č. 1, Kateřinský potok, Český les.....	41
Obrázek č. 15: Bobr evropský.....	42
Obrázek č. 16: Bobr evropský.....	42

9.2 Grafy

Graf č. 1: Výšky bobřích hrází rozmístěných po proudu toku

Graf č. 2: Srovnání výšek bobřích hrází podle velikosti od největší po nejmenší

Graf č. 3: Podélný profil toku bez bobřích hrází

Graf č. 4: Podélný profil toku s bobřími hrázemi

10 Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Měření bobřích hrází

Tabulka č. 2: Vzdálenosti jednotlivých bobřích hrází od sebe

Tabulka č. 3: Bobří hráze srovnány podle velikosti od největší po nejmenší

Tabulka č. 4: Podélný profil toku bez bobřích hrází

Tabulka č. 5: Podélný profil toku s bobřími hrázemi

Tabulka č. 6: Měření rychlosti proudění vody pod hrází č. 1 ve vzdálenosti 2,8 m od hráze

Tabulka č. 7: Měření rychlosti proudění vody pod hrází č. 2 ve vzdálenosti 2,4 m od hráze

Tabulka č. 8: Měření rychlosti proudění vody pod hrází č. 3 ve vzdálenosti 6,7 m od hráze

Tabulka č. 9: Měření rychlosti proudění vody pod hrází č. 4 ve vzdálenosti 2,58 m od hráze

Tabulka č. 10: Měření rychlosti proudění vody pod hrází č. 5 ve vzdálenosti 2,35 od hráze

11 SEZNAM LITERATURY A ZDROJŮ

- Kříž, V. a kol. 1988: Hydrometrie. 1. vydání. Státní pedagogické nakladatelství, n. p., Praha 1988. 176 s. ISBN 14-512-88.
- Brabec, J. a kol. 2010: Přírodní fenomény a zajímavosti západních Čech. 1. vydání. HB PRINT, s. r. o., Cheb 2010. 127 s. ISBN 978-80-254-8292-6.
- Dobroruka, L., J; Berger, Z. 2004: Savci Evropy a Středomoří. 1. vydání. AVENTINUM, s. r. o., Praha 2004. 191 s. ISBN 80-903284-9-0.
- Felix, J.; Hísek, K. 1995: Naši přírodou krok za krokem. ZVÍŘATA. 2. přepracované vydání. Albatros, nakladatelství pro děti a mládež, a. s., Praha 1995. 239 s. ISBN 80-00-00264-7.
- Lang, J.; Kocian, V.; Pravda, O. 1965: Zoologie II. díl pro studující pedagogických fakult. 1. vydání. Státní pedagogické nakladatelství, n. p., Praha 1965. 492 s. ISBN 16-911-65.
- Kemel, M. 1991: Hydrologie. 3. přepracované vydání. České vysoké učení technické (Ediční středisko ČVUT). 222 s. ISBN 80-01-00509-7.
- Šilar, J. 1996: Hydrologie v životním prostředí. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1996. 136 s. ISBN 80-7078-361-3.
- Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (AOPK). Středisko Plzeň. 2012: Bobr evropský (*Castor fiber*) v Plzeňském kraji [online; citováno dne 15. 6. 2012]. Dostupné z: <<http://old.ochranaprirody.cz/plzen/index.php?cmd=page&id=4949>>.
- ZOO Brno. Setkání se zvířaty ze všech koutů světa. Ochrana fauny v ČR. 2012: Bobr evropský [online; citováno dne 18. 6. 2012]. Dostupné z: <<http://www.zoobrno.cz/cs/ochrana-prirody/ochrana-fauny-v-cr/bobr-evropsky/>>.
- Franěk, L. 2010: Mapování vlivu šíření bobra evropského (*Castor fiber*) na lesní porosty v krajině dolní Svatky. Bakalářská práce [online; citováno dne 30. 6. 2012]. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta. Geografický ústav v Brně, 58 s. Dostupné z: <http://is.muni.cz/th/252639/prif_b/BP_Franek.pdf>.
- Chráněná krajinná oblast Český les (= CHKOČL). 2012: Základní údaje. Fauna [online; citováno dne 23. 6. 2012]. Dostupné z: <http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=CHKO_cesky_les_cz>.
- Nyssen, J.; Pontzele, J.; Billi, P. 2011. Effect of beaver dams on the hydrology of small mountain streams: Example from the Cheval in the Ourthe Orientale basin, Ardennes, Belgium. *Journal of Hydrology* 402 (2011), s. 92 – 102.

- Butler, D., R.; Malanson, G., P. 2005. The geomorphic influences of beaver dams and failures of beaver dams. *Geomorphology* 71 (2005), s. 48 – 60.
- Butler, D., R.; Malanson, G., P. 1995. Sedimentation rates and patterns in beaver ponds in a mountain environment. *Geomorphology* 13 (1995), s. 255 – 269.
- Harthun, M. 1999. Der Einflug des Bibers (*Castor fiber albicus*) auf die Fauna (Odonata, Mollusca, Trichoptera, Ephemeroptera, Diptera) von Mittelgebirgsbächen in Hessen (Deutschland). *Limnologica* 29 (1999), s. 449 – 464.
- Matoušková, M. 2011. Revitalizace vodních ekosystémů a jejich význam v protipovodňové ochraně [online; citováno dne 24. 11. 2011]. Dostupné z WWW: <http://web.natur.cuni.cz/geografie/vzgr/monografie/povodne/povodne_matouskova.pdf>
- Kopp, J. 2004. Hodnocení ekohydrologické kvality koridorů malých vodních toků - případová studie Lučního a Zálužského potoka v povodí Radbuzy. In Sborník prací Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity. Sv. 216, Geografie - Geologie 9. Ostrava: Ostravská univerzita, s. 45-60.
- Mapy.cz. 2011: Okres Tachov [online; citováno dne 2. 8. 2011]. Dostupné z: <<http://mapy.cz/#x=12.658608&y=49.691617&z=11&l=2>>.
- Hydroekologický informační systém VÚV (HEIS VÚV). 2002 – 2012: Rastrová ZVM 1:50 000, klad listů, mapové listy ke stažení [online; citováno dne 15. 6. 2012]. Dostupné z: <<http://heis.vuv.cz/>>.
- Kestřánek, J.; Kříž, H.; Novotný, S.; Piše, J. Zeměpisný lexikon ČSR – Vodní toky a nádrže. Academia Praha 1984. 1. vydání, ISBN 21-107-84
- ZÍDEK, J. (ed). 1965. Hydrologické poměry ČSSR – díl I. Hydrometeorologický ústav Praha 1 965. 1. vydání, strana 237
- Suda, J.; Herber, V. 2001: Cvičení z fyzické geografie I. Hydrologie. 3. vydání. Západočeská univerzita v Plzni, 2001. 93 s. ISBN 80-7082-810-2.

12 PŘÍLOHY



Obrázek č. 2: Bobří hráze, kde je možno vidět, jak si bobr dokáže upravit vodnatost toku, Kateřinský potok v Českém lese

- zdroj: vlastní fotografie (vyfotografováno dne 6. 9. 2011)

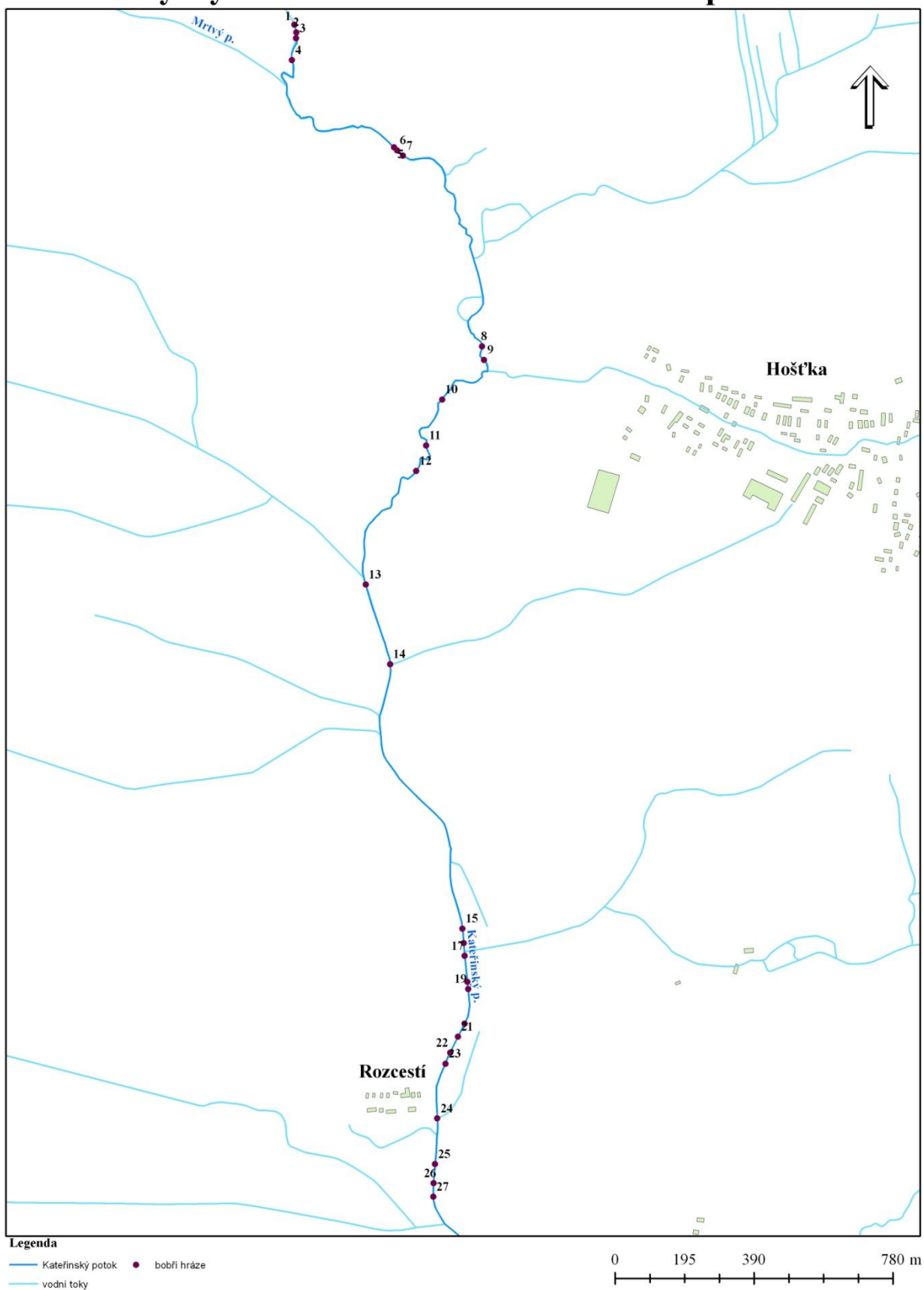


Obrázek č. 3: Bobří hrad, Kateřinský potok v Českém lese
- zdroj: vlastní fotografie (vyfotografováno dne 3. 8. 2011)



Obrázek č. 4: Propadlá nora a počínající polohrad, Kateřinský potok v Českém lese
- zdroj: vlastní fotografie (vyfotografováno dne 3. 8. 2011)

Výskyt bobřích hrází na Kateřinském potoce



Obrázek č. 7: Výskyt 27 bobřích hrází na Kateřinském potoce

- vlastní zpracování v programu ArcMap verze 9.3.

Tabulka č. 1: Měření bobřích hrází

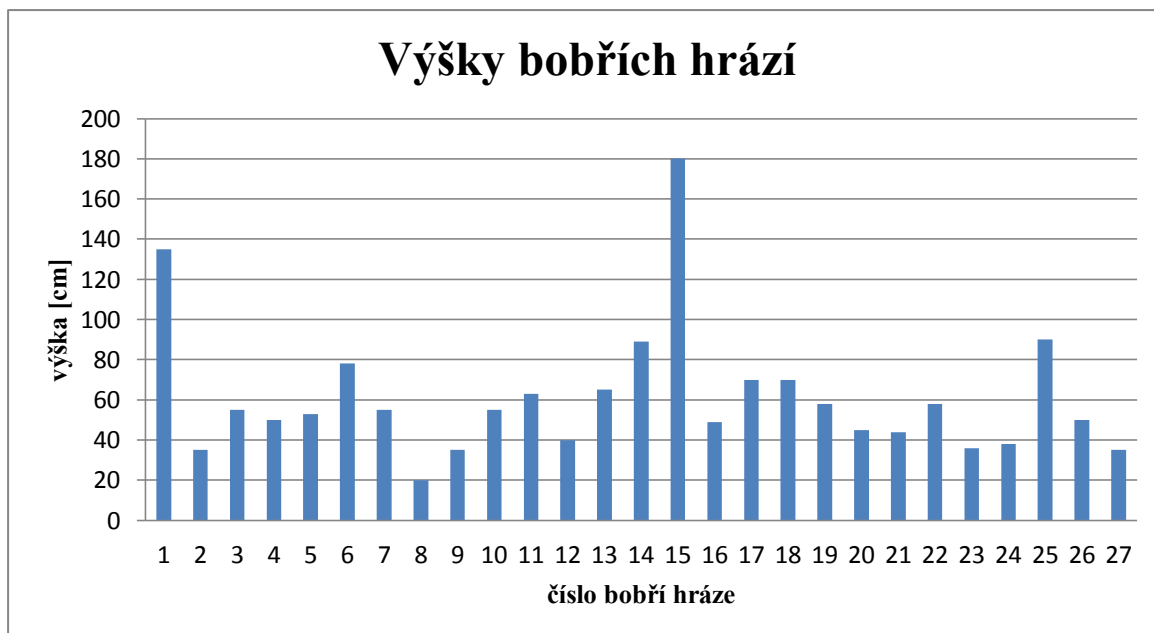
Bobří hráz	Výška bobří hráze [cm]	Délka bobří hráze přes potok [m]	Hloubka koryta nad bobří hrází [cm]	Hloubka koryta pod bobří hrází [cm]
1.	135	2,9	65	35
2.	35	5,1	28	18
3.	55	4,0	22	22
4.	50	5,2	31	40
5.	53	3,0	40	20
6.	78	3,9	81	12
7.	55	5,5	30	15
8.	20	15,0	15	5
9.	35	14,0	18	13
10.	55	7,8	45	28
11.	63	6,8	45	60
12.	40	7,0	35	21
13.	65	6,8	45	60
14.	89	5,4	50	45
15.	180	11,1	51	36
16.	49	6	50	13
17.	70	5,2	55	24
18.	70	4,3	78	18
19.	58	5,2	60	39
20.	45	4,3	35	42
21.	44	4,7	38	40
22.	58	5,2	42	12
23.	36	5,2	20	10
24.	38	5,3	48	36
25.	90	5,1	58	25
26.	50	4,8	49	20
27.	35	5,9	32	22

- vlastní zpracování, naměřeno 6. a 7. 9. 2011

Tabulka č. 2: Vzdálenosti jednotlivých bobřích hrází od sebe

Bobří hráz	Vzdálenosti bobřích hrází od sebe [m]
mezi 1. a 2.	23,1
mezi 2. a 3.	13,7
mezi 3. a 4.	62,4
mezi 4. a 5.	570,0
mezi 5. a 6.	7,9
mezi 6. a 7.	16,7
mezi 7. a 8.	675,0
mezi 8. a 9.	29,0
mezi 9. a 10.	201,0
mezi 10. a 11.	140,5
mezi 11. a 12.	84,5
mezi 12. a 13.	377,5
mezi 13. a 14.	238
mezi 14. a 15.	821
mezi 15. a 16.	40
mezi 16. a 17.	40
mezi 17. a 18.	37
mezi 18. a 19.	21
mezi 19. a 20.	95
mezi 20. a 21.	41
mezi 21. a 22.	50
mezi 22. a 23.	35
mezi 23. a 24.	155
mezi 24. a 25.	136
mezi 25. a 26.	54
mezi 26. a 27.	41

- vlastní zpracování, vzdálenosti zjištěny pomocí programu ArcMap (verze 9.3)



Graf č. 1.: Výšky bobřích hrází rozmístěných po proudu toku

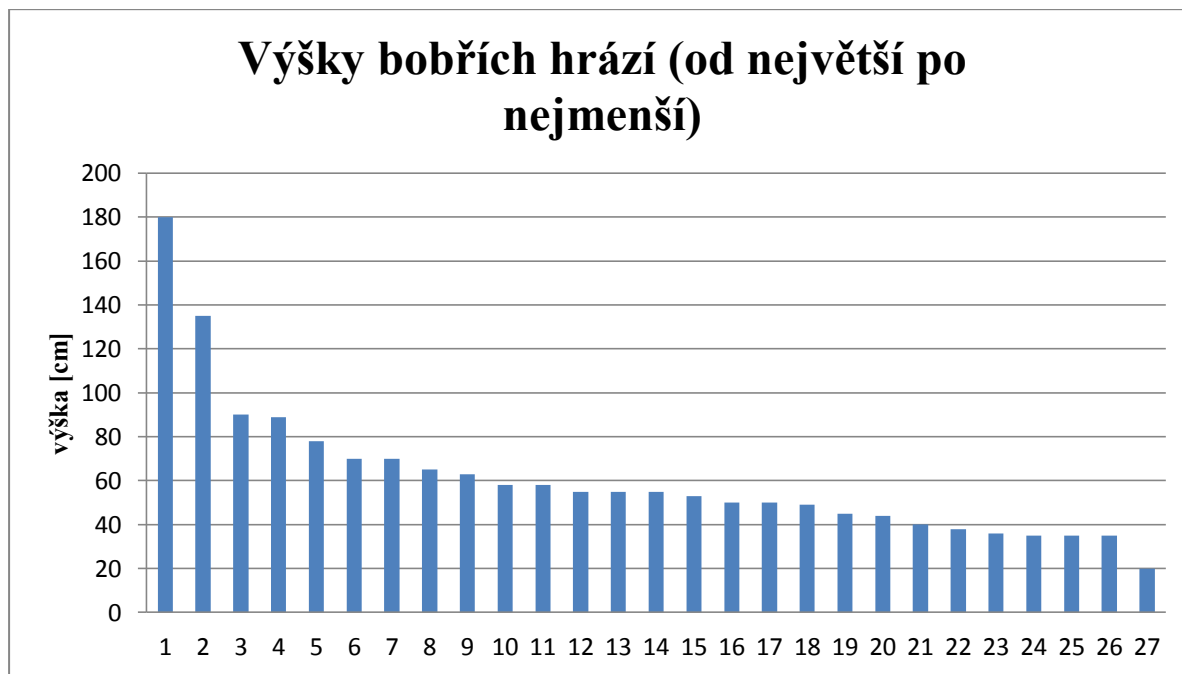
(vlastní zpracování podle tabulky č. 1)

Tabulka č. 3: Bobří hráze srovnány podle velikosti od největší po nejmenší

Bobří hráze podle velikosti	
	180
	135
	90
	89
	78
	70
	70
	65
	63
	58
	58
	55
	55
	55
	53
	50
	50
	49
	45
	44
	40
	38
	36

	35
	35
	35
	20

- vlastní zpracování (pokračování tabulky č. 3)

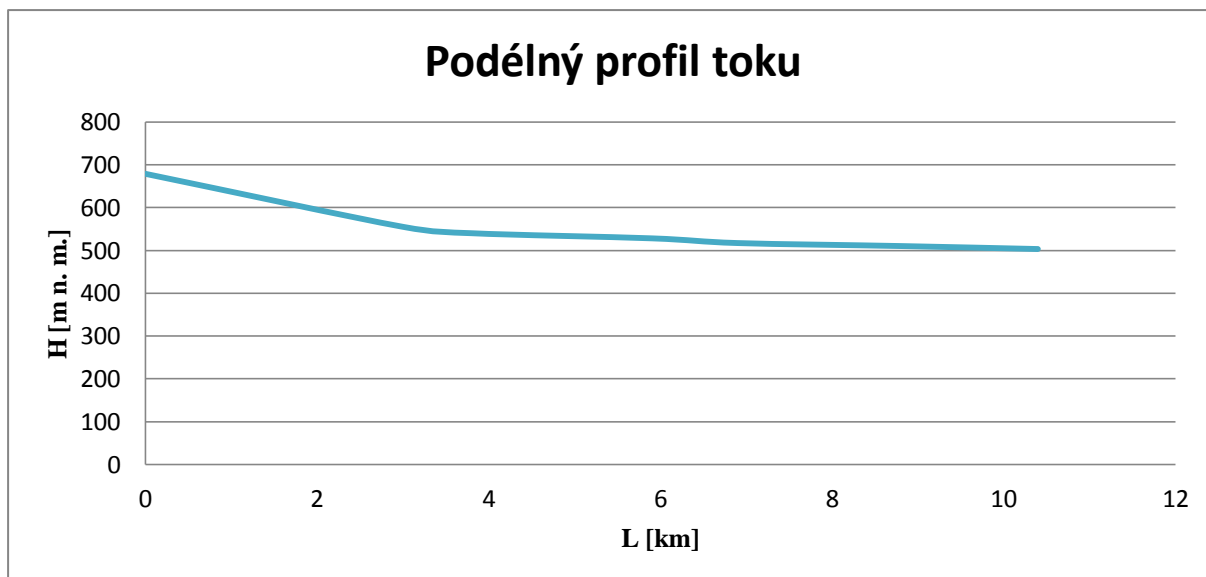


Graf č. 2: Srovnání výšek bobřích hrází podle velikosti od největší po nejmenší (vlastní zpracování podle tabulky č. 3)

Tabulka č. 4: Podélný profil toku bez bobřích hrází

říční kilometry = L [km]	0	3	3,8	5,9	6,9	8,8	10,4
nadmořská výška = H [m n. m]	679	555	540	528	517	510	503

- vlastní zpracování dat dle Hydrologických poměrů ČSSR – díl I. (1965) a vodohospodářské mapy 1 : 50 000



Graf č. 3.: Podélný profil toku bez bobřích hrází

(vlastní zpracování podle tabulky č. 4)

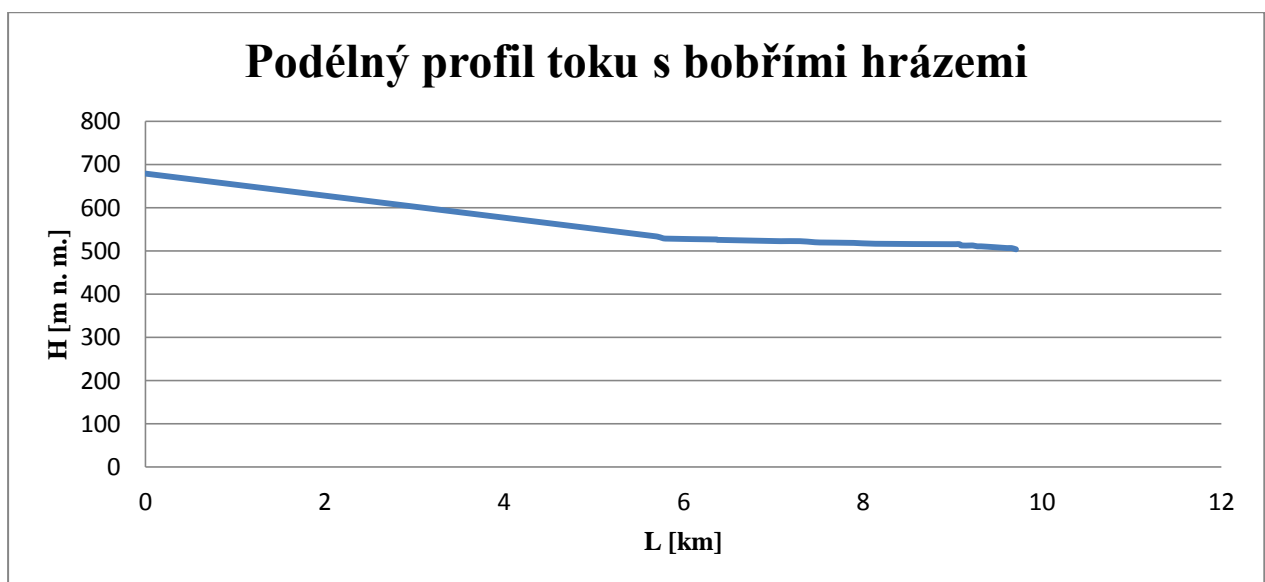
Tabulka č. 5: Podélný profil toku s bobřimi hrázemi

řiční kilometry = L [km]	nadmořská výška = H [m n. m.]
0	679
5,7	533
5,72	532
5,74	531
5,8	528
6,37	526
6,38	525
6,39	525
7,07	522
7,1	522
7,3	522
7,44	520
7,52	519
7,9	518
8,14	516
8,96	515
9	515
9,04	515
9,08	515
9,1	512
9,2	512
9,23	512

9,28	510
9,32	510
9,47	508
9,61	506
9,66	506
9,71	503

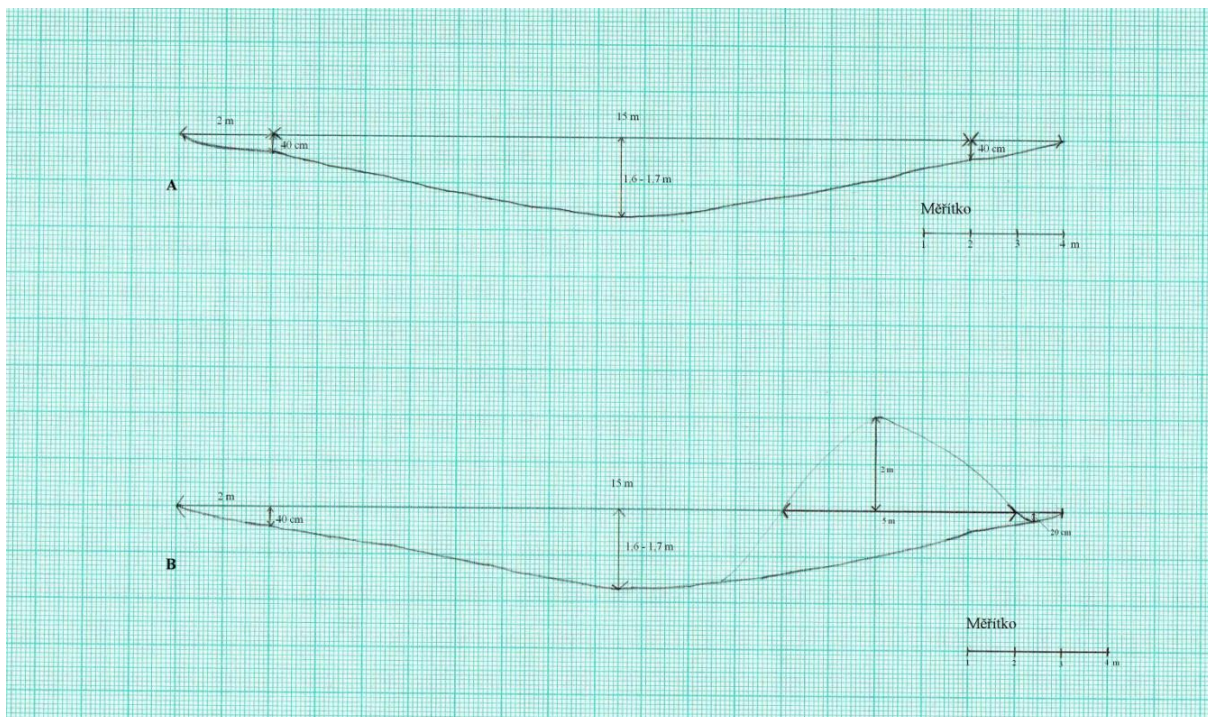
- vlastní zpracování dat podle lokalizace bobřích hrází a spočítání říčních kilometrů v programu ArcMap (verze 9.3)

(pokračování tabulky č. 5)



Graf č. 4: Podélný profil toku s bobřími hrázemi

(vlastní zpracování podle tabulky č. 5)



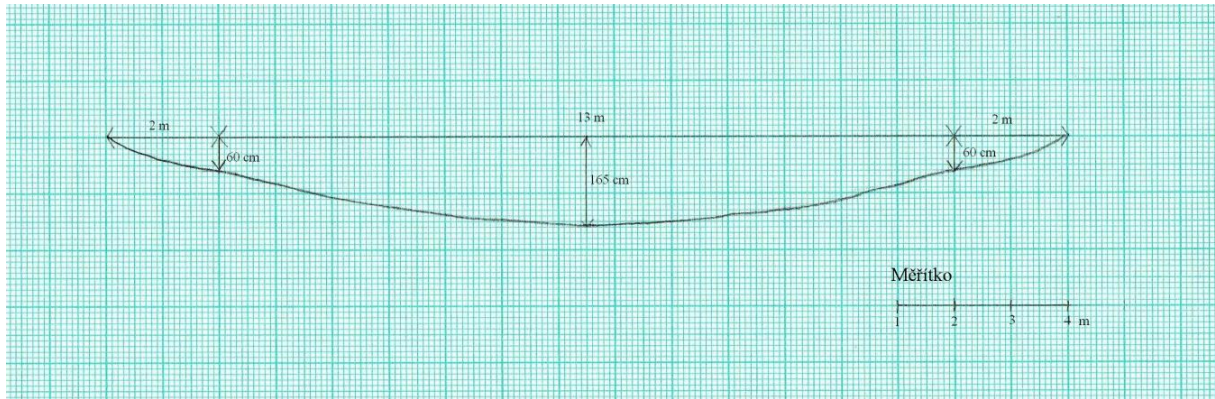
Obrázek č. 8: Schematický průřez bobřím jezírkem nad hrází č. 15

- vlastní zpracování (hodnoty byly naměřeny 20. 10. 2011)



Obrázek č. 9: Jezírko s bobřím hradem nad hrází číslo 15

- vlastní zpracování (vyfotografováno dne 14. 12. 2011)



Obrázek č. 10: Schematický průřez bobřím jezírkem nad bobří hrází č. 1

- vlastní zpracování (hodnoty byly naměřeny 3. 8. 2011)

Tabulka č. 6: Měření rychlosti proudění vody pod hrází č. 1 ve vzdálenosti 2,8 m od hráze

Číslo svislice	L	H	h	u	t	n	v	V _i	S _i	Q _i
	[m]	[cm]	[cm]		[s]	(u/s)	[m/s]	[m/s]	[m ²]	[m ³ /s]
0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0,098	0,007317
1	1,1	28	11,2	11	30	0,37	0,112	0,112	0,347	0,040
2	2,2	35	14	12	30	0,40	0,119	0,119	0,158	0,013
3	3,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$Q = 0,06 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

(vlastní zpracování; měření provedeno 20. 10. 2011)

Tabulka č. 7: Měření rychlosti proudění vody pod hrází č. 2 ve vzdálenosti 2,4 m od hráze

Číslo svislice	L	H	h	u	t	n	v	V _i	S _i	Q _i
	[m]	[cm]	[cm]		[s]	(u/s)	[m/s]	[m/s]	[m ²]	[m ³ /s]
0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,32	0,0128
1	1,7	40	16	4	30	0,13	0,060	0,060	0,21	0,0142
2	2,2	43	17	6	30	0,20	0,075	0,075	0,23	0,0147
3	2,8	35	14	3	30	0,10	0,053	0,053	0,19	0,00671
4	3,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$Q = 0,0484 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

(vlastní zpracování; měření provedeno 20. 10. 2011)

Tabulka č. 8: Měření rychlosti proudění vody pod hrází č. 3 ve vzdálenosti 6,7 m od hráze

Číslo svislice	L	H	h	u	t	n	v	V _i	S _i	Q _i
	[m]	[cm]	[cm]		[s]	(u/s)	[m/s]	[m/s]	[m ²]	[m ³ /s]
0	2	0	0	0	0	0	0	0	0,150	0,0082
1	3,5	20	8	7	30	0,23	0,082	0,082	0,100	0,0115
2	4	20	8	16	30	0,53	0,148	0,148	0,123	0,0182
3	4,6	21	8	16	30	0,53	0,148	0,148	0,084	0,00966
4	5	21	8	7	30	0,23	0,082	0,082	0,042	0,002296
5	5,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$Q = 0,05 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

(vlastní zpracování; měření provedeno 20. 10. 2011)

Tabulka č. 9: Měření rychlosti proudění vody pod hrází č. 4 ve vzdálenosti 2,58 m od hráze

Číslo svislice	L	H	h	u	t	n	v	V _i	S _i	Q _i
	[m]	[cm]	[cm]		[s]	(u/s)	[m/s]	[m/s]	[m ²]	[m ³ /s]
0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0,045	0,00204
1	0,75	20	8	5	30	0,17	0,068	0,068	0,141	0,0106
2	1,49	18	7,2	7	30	0,082	0,082	0,082	0,023	0,001257
3	1,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$Q = 0,0139 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

(vlastní zpracování; měření provedeno 20. 10. 2011)

Tabulka č. 10: Měření rychlosti proudění vody pod hrází č. 5 ve vzdálenosti 2,35 m od hráze

Číslo svislice	L	H	h	u	t	n	v	V _i	S _i	Q _i
	[m]	[cm]	[cm]		[s]	(u/s)	[m/s]	[m/s]	[m ²]	[m ³ /s]
0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	$7,5 \cdot 10^{-3}$	0,000705
1	0,3	15	6	15	30	0,5	0,141	0,141	0,0175	0,002275
2	0,4	20	8	13	30	0,4	0,119	0,119	0,1749	0,01697
3	1,46	13	5,2	6	30	0,2	0,075	0,075	0,0351	0,001755
4	2,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$Q = 0,0217 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

(vlastní zpracování; měření provedeno 20. 10. 2011)

Poznámka: Vysvětlivky k tabulkám č. 6 – 10

L = délka na pásmu

H = hloubka koryta

h = hloubka, kde jsme umístili hydrometrickou vrtuli

u = počet otáček naměřených hydrometrickou vrtulí

t = čas (kolik otáček se otočí za daný čas), počet otáček za sekundu

v = rychlost

Q_i = průtoky

Q = celkový průtok



Obrázek č. 11: Kanál u Rozcestí, Kateřinský potok, Český les

- vlastní zpracování (vyfotografováno dne 14. 12. 2011)



Obrázek č. 12: Ohlodaný strom, Kateřinský potok, Český les
- vlastní zpracování (vyfotografováno dne 6. 9. 2011)



Obrázek č. 13: Kanál u Rozcestí, Kateřinský potok, Český les
- vlastní zpracování (vyfotografováno dne 14. 12. 2011)



Obrázek č. 14: Hráz č. 1, Kateřinský potok, Český les
- vlastní zpracování (vyfotografováno dne 7. 9. 2011)



Obrázek č. 15: Bobr evropský

- fotografoval Ladislav Vogeltanz

- zdroj: převzato z:

<http://www.cittadella.cz/europarc/fg_one.php?gid=9&site=CHKO_cesky_les_cz&site=CHKO_cesky_les_cz&id=2216&p=Fauna>.



Obrázek č. 16: Bobr evropský

- zdroj: převzato z: <<http://www.tournavigator.cz/tk/bsk/>>