

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA PEDAGOGICKÁ

Centrum biologie, geověd a envigogiky

Studijní program: Bakalářský

Studijní obor: Geografie se zaměřením na vzdělávání

Katedra: Centrum biologie, geověd a envigogiky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Michal Mergl, CSc.

**Dynamika sedimentů v bobří aktivitou ovlivněném
segmentu Kateřinského potoka**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Václav Stacke, Ph.D.

Autor: Petr Plecháč

Plzeň, duben 2015

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Plzeň 15. dubna 2015

.....

vlastnoruční podpis

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce RNDr. Václavovi Stackemu, Ph.D. za jeho ochotu pomoci a správné nasměrování v mých nesnázích. Dále bych rád poděkoval všem studentům, kteří mi byli nápomocni při terénních pracích, často v nehostinném počasí. Také bych rád poděkoval svým rodičům za vynaložené úsilí při pomoci v terénních pracích a za celkovou podporu při psaní bakalářské práce.

Obsah

1	Cíle práce.....	7
2	Rešerše literatury.....	8
3	Úvod.....	12
4	Charakteristika území.....	13
4.1	Prostorové vymezení a hydrologické poměry.....	13
4.2	Geologická a geomorfologická charakteristika území.....	17
4.3	Pedologické poměry	18
4.4	Klimatické poměry	18
4.5	Land Cover	21
5	Metody	22
5.1	Terénní metody	22
5.1.1	Terénní mapování vodního toku a bobřích staveb.....	22
5.1.2	Tvorba podélného profilu toku	24
5.1.3	Odběr sedimentů na vytipovaných lokalitách	25
5.2	Laboratorní výzkum.....	27
5.2.1	Granulometrická analýza odebraných sedimentárních vzorků (sítová granulometrie).....	27
5.2.2	Popis jednotlivých částí odebraných sedimentárních jader	28
5.2.3	Laserová granulometrie	28
5.2.4	Ztráta žiháním.....	28
5.3	Zpracování získaných dat	29
5.4	Analýza mapových děl.....	30
5.5	Mapování bobřích hrází a určení jejich relativního stáří	31
5.6	SL index (stream length).....	31
5.7	Analýza hydrologických poměrů.....	34
5.8	Objem zadržovaných sedimentů bobřími hrázemi	35

6	Výsledky.....	38
6.1	Granulometrie	38
6.1.1	Výsledky měření pomocí komorového vzorkovače na stanovišti č. 1	38
6.1.2	Výsledky měření pomocí komorového vzorkovače na stanovišti č. 2	38
6.1.3	Granulometrický rozbor jednotlivých částí na stanovišti č. 2 odspoda (báze) nahoru	39
6.2	Popis jednotlivých částí odebraných sedimentárních jader	44
6.3	Přesné měření podélných profilů	45
6.4	SL index	48
6.5	Hydrologické poměry	52
6.6	Mapování bobřích staveb	58
6.7	Analýza mapových děl.....	61
6.8	Objem zadržovaných sedimentů bobřími hrázemi	63
7	Diskuze výsledků	64
7.1	Použitá literatura	64
7.2	Zachycení sedimentů bobří hrází	68
7.3	Objem zadržovaných sedimentů bobřími hrázemi	74
7.4	Sedimentologická analýza	75
7.5	Mapování bobřích staveb	75
7.6	Změna koryta toku	76
7.7	Hydrologické poměry	76
7.8	Analýza mapových děl.....	77
7.9	SL index	77
8	Závěr.....	79
9	Souhrn	80
10	Summary.....	81
11	Seznam použité literatury	82

12	Datové zdroje.....	86
13	Seznam obrázků a tabulek	87
14	Přílohy	90

1 Cíle práce

Hlavním cílem této práce je zhodnocení dynamiky sedimentů v bobří aktivitou ovlivněném segmentu Kateřinského potoka.

Impulsem pro tuto práci byla absence úplného či alespoň částečného výzkumu této problematiky v České republice. K dosažení hlavního cíle bylo použito i několik dílčích cílů:

1. Přesné zaměření podélného profilu toku.
2. Zjištění objemu zadržovaných sedimentů a jejich sedimentologická analýza.
3. Porovnání chodu sedimentů v okolních tocích.
4. Mapování bobřích staveb.

2 Rešerše literatury

Bobr evropský (*Castor fiber*) je na našem území největším hlodavcem, dosahuje délky až 100 cm, hmotnosti až 30 kg a dožívá se až 20 let. Srst je zbarvená do světle hnědé až černé. Typickým znakem bobra je jeho plochý šupinatý ocas a samozřejmě i jeho přední čelisti přizpůsobené k ohlodávání kmenů stromů (Zajíček a Vlašín, 1992). V období mezi 17. – 18. stoletím byl na území Čech a Moravy zcela vyhuben. Byl velmi oblíbený pro svou kůži, ale i kosti, zuby, sádlo, maso a další. Ve voňavkářství se hojně využíval i jeho sekret produkovaný žlázou, někdy také zvaný „bobří stroj“. K jeho vyhubení přispěly také jím páchané škody na okolí, zejména s rozvojem rybníkářství a rozrušování stability rybníků (Zajíček a Vlašín, 1992). I když činnost bobra má svá pozitiva, především co se biologické stránky týče, ke konfliktům docházelo především mezi lidmi žijícími v této lokalitě, kteří vnímali jeho aktivitu za nežádoucí (Vorel et al., 2013). Kromě bobra evropského známe ještě bobra kanadského. Ten je méně snášenlivý k přítomnosti člověka. Jsou si velmi podobní, pravděpodobně díky společnému předkovi, nemohou se však spolu křížit. Ve druhé polovině 20. století začala tzv. reintrodukce bobra, a to jak v Evropě, tak i v Severní Americe (Zajíček a Vlašín, 1992). Toto umělé „vysazování“ bobra započalo v Rusku a u nás proběhlo na jediném místě a to v CHKO Litovelské Pomoraví (Zajíček a Vlašín, 1992, Šafář, 2002).

Do západních Čech a zároveň do mého sledovaného území se bobr evropský dostal z Bavorska. Na Kateřinském potoce se prokazatelně usídlil kolem roku 1990, o pět let dříve byli bobří zaznamenáni na řece Radbuze (Zajíček a Vlašín, 1992).

Momentálně patří CHKO Český les k oblastem s nejvyšším počtem jedinců bobra evropského a oblasti Kateřinského a Nivního potoka byly vyhlášeny Evropsky významnou lokalitou. Velikost populace je odhadována na 30 rodin (Český les, online). Jedna bobří rodina může obsahovat 5 – 15 jedinců (Kostkan, 2000).

Velikost populace je z jiných zdrojů odhadována na 37 rodin a 185 jedinců (Marková, 2014). To představuje v průměru 5 jedinců v jedné bobří rodině.

Bobrům nejvíce vyhovují malé potůčky, mrtvá ramena či jezera. Svá území si dovedou upravit ke vlastním potřebám. V okolí se obvykle nacházejí listnaté stromy, které po skácení využívají jako stavební prvek a větve jako potravu. K vyhledávaným druhům dřevin patří například: osika, olše, bříza, topol a některé druhy vrb (Vorel et al., 2013). Jako další vyhledávané plodiny můžeme jmenovat šťovík stěsnaný či kopřiva dvoudomá (Zajíček a Vlašín, 1992). Stromy (dřevo) nevyužívá bobr pouze ke stavění hrází a potravě, ale

v nepříznivých podmínkách i ke stavbě vlastního obydlí. Toto obydlí nazýváme hrad a bobr si jej staví na místech, která mu neumožní stavbu podzemního obydlí (nory) (Zajíček a Vlašín, 1992).

Bobr evropský je významný krajinotvorný činitel. Jeho zákroky do vodních toků v podobě bobřích hrází, hloubení nor v okolí toku či přeměna okolní krajiny kácením stromů a tvorbou podmínek vhodnějších pro specifické druhy rostlin jsou jen základním výčtem jeho zásahů. Považuji tedy za potřebné dozvědět se alespoň základní charakteristiky tohoto atypického savce, je-li výzkumná práce s ním spjata.

Bobr patří mezi zvláště chráněné živočichy a spadá do kategorie kriticky ohrožených druhů (Záchranné programy, online).

V Červené knize je bobr řazen do kategorie zranitelný (Marková, 2014).

Český les je od roku 2005 chráněnou krajinnou oblastí, na jehož území se rozkládá mnoho přírodních rezervací, přírodních památek a dalších chráněných území. Disponuje bohatou flórou i faunou a je domovem několika chráněných či vzácných druhů rostlin a živočichů (Český les, online).

Ložek V. (2007) ve svém díle „Zrcadlo minulosti“, zabývající se českou a slovenskou krajinou v kvartéru, chronostratigraficky zařadil zkoumanou oblast do období starohor.

Po zjištění na online datových sadách (Geoportál.gov), že významnou horninou ve zkoumané oblasti je granit (žula), Pauk F. a Habětín V. (1979) ve své práci „Geologie pro zemědělce“ popsali, že granit je průměrně tvořen ze 70,18 % křemenem.

Chábera S. (1996) poznamenal ve svém díle „Geomorfologie“, že žulovité horniny jsou v teplém humidním podnebí méně odolné.

Zkoumanou oblast zařadil do teplého humidního prostředí Quitt E. (1975), konkrétně se jedná o oblast MW4.

Z díla „Základy geologie pro geograpy“ (Kraft, 1996) víme, že na Mohsově stupnici má křemen tvrdost číslo 7.

Dalším, kdo se zabýval horninovým prostředím, byl Kukul Z., Reichmann F. (2000) se svým dílem „Horninové prostředí České republiky“.

Základní informace o bobru evropském byly získány z díla „Návrat bobrů“ (Zajíček R., Vlašín M., 1992), také díla od autorů Celháríková P. (2007) a Kostkan V. (2000) poskytla informace, které byly využity pro napsání této práce.

Při zkoumání počtu jedinců v jedné bobří rodině uvádí Celháríková P. (2007) 5 – 6, zatímco Kostkan V. (2000) i 15 jedinců.

Bobr evropský se na zkoumané území dostal po vodním toku (Kateřinském potoce)

z Německa, dle Zajíčka R. a Vlašína M. (1992) byl jejich výskyt zaznamenán a podložen v roce 1990. Marková (2014) se ve své kvalifikační práci zmiňuje o 80. letech 20. století, jako o prvních známkách tohoto živočicha na našem území.

Podle CHKO Český les se v oblasti Českého lesa nachází zhruba 30 bobřích rodin, Marková (2014) se zmiňuje o odhadu 37 bobřích rodin a 185 jedinců v povodí Kateřinského potoka. Vorel et al. (2011) odhaduje ve své práci „Kolik se k nám vejde bobrů?“ počet jedinců bobra evropského v České republice na 2500 – 3000 kusů.

V části věnované klimatickým poměrům panujícím na zkoumaném území, charakteristice klimatické oblasti a grafu intenzity srážek byla data převážně získána z díla „Atlas podnebí Česka“ (Tolasz R., 2007).

Quitt (1975) zařadil zkoumané území do oblasti mírně teplé MW4.

Zkoumaná oblast spadá také do okrsku B5, který značí mírně teplou, mírně vlhkou a vrchovinovou oblast do 1 000 m n. m. (Tolasz R., 2007).

Opora ve výzkumech věnované problematice dynamiky sedimentů nad bobřími hrázemi v ČR selhala. Většina odborných článků se zabývala především bobrem samotným, sedimenty v toku bez vztahu k bobřím hrázím, dopady na ekologii, zemědělstvím, člověkem ap. Přesto se podařilo najít několik článků s výzkumy, které byly velmi blízké zadání této bakalářské práce.

V použité zahraniční literatuře, kde figuroval především David R. Butler, byly ve fázi předvýzkumu vyhledávány především tamní výsledky zkoumání, závěry, použité metodiky i doporučení. Znalosti získané na základě těchto článků byly poté aplikovány při zpracování bakalářské práce.

Z výzkumů v zahraničí vyplývá, že výsledky rychlosti usazování sedimentů se velmi liší. Kalkulace provedené v Kanadě, Ontariu, vedly k číslům 0,35 – 0,6 cm příbytku výšky usazených sedimentů za rok (Devito a Dillon, 1993). Jiné zdroje uvádějí naměřené hodnoty i kolem necelých 40 cm příbytku usazeného sedimentu za rok (Meentemeyer a Butler, 1999). Vždy záleží na vlastnostech bobří hráze a charakteru vodního toku (Meentemeyer a Butler, 1999). Z vlastního měření vyplývá, že také místo měření v bobřím jezírku může být důležitým faktorem.

Stáří přehrad se pohybuje od méně než jeden rok po desetiletí. S tím souvisí i množství usazených sedimentů nad hrází (Burchsted a Daniels, 2013).

Bobří populace v Severní Americe byla odhadována na 60 – 400 mil. kusů v období předkolonizačním, dnešní populace bobra evropského je odhadnutá na 6 – 10 mil. kusů. Jejich vliv na charakter toku a okolní krajinu zkoumali Levine a Meyer (2013). Ti hodnotili

i funkčnosti hrází, jejich aktivní místa a dopady na okolí při prolomení hrází a přetrvávání vlivu i po jejich prolomení.

K účelu bakalářské práce byly použity i online mapové kompozice jako *Kontaminace.cenia* a *Geoportál.gov*, ze kterých byly získávány informace o zkoumané oblasti, především mapy zájmového území.

Troiani et al. (2014) provedl výzkum SL indexu a během měření použil různé metody výpočtu SL. V této práci byl výpočet proveden dvěma způsoby. V jednom případě byla hodnota h (změna výšky) brána jako změna výšky hladiny, ve druhém případě byla hodnota h brána jako změna výšky sedimentů. Toriani et al. (2014) využil citlivosti SL detekovat otisky různých povrchových procesů. Dokázal tak identifikovat anomálie, v jeho případě odolnost povrchu vůči erozi v důsledku litologických rozdílů, otisk ledovcových procesů, či postižené oblasti sesuvy půd.

SL index byl v této práci počítán z důvodu schopnosti zachycení anomálií na vodním toku. Předpokládalo se, že bobří hráze budou mít za následek výraznou změnu (zvýšení) hodnoty SL, která bude po grafickém zpracování patrná.

3 Úvod

Tato bakalářská práce vzniká z důvodu absence podobné práce a výzkumu provedeného v Čechách. Dále jako ověření výsledků výzkumů provedených v zahraničí a navázání na tyto výzkumy publikované ve vědeckých člancích.

Práce je součástí širšího výzkumu aktivity bobra evropského na území CHKO Český les vedeného na ZČU v Plzni na katedře centrum biologie, geověd a envigogiky. Zvolené místo zkoumání bylo vybráno z důvodu zjištěné aktivity bobra evropského na tomto území a z důvodu dalších výzkumů prováděných v dané lokalitě. Bobr evropský se ve zkoumané oblasti, která je dostatečně vzdálená lidským obydlím a vůbec kontaktu s lidmi, prokazatelně usídlil kolem roku 1990 (Zajíček a Vlašín, 1992). A proto se výzkum činnosti tohoto krajínotvorného činitele (Vorel et al., 2013), především pak chodu a dynamiky sedimentů v toku, prováděl právě zde.

Bobr je mnohdy reintrodukovan tam, kde je za potřebí změny charakteru vodního toku ovlivněného především činností člověka. Jedná se o snížení sklonu vodního toku, zadržování sedimentů či meandrování vodního toku.

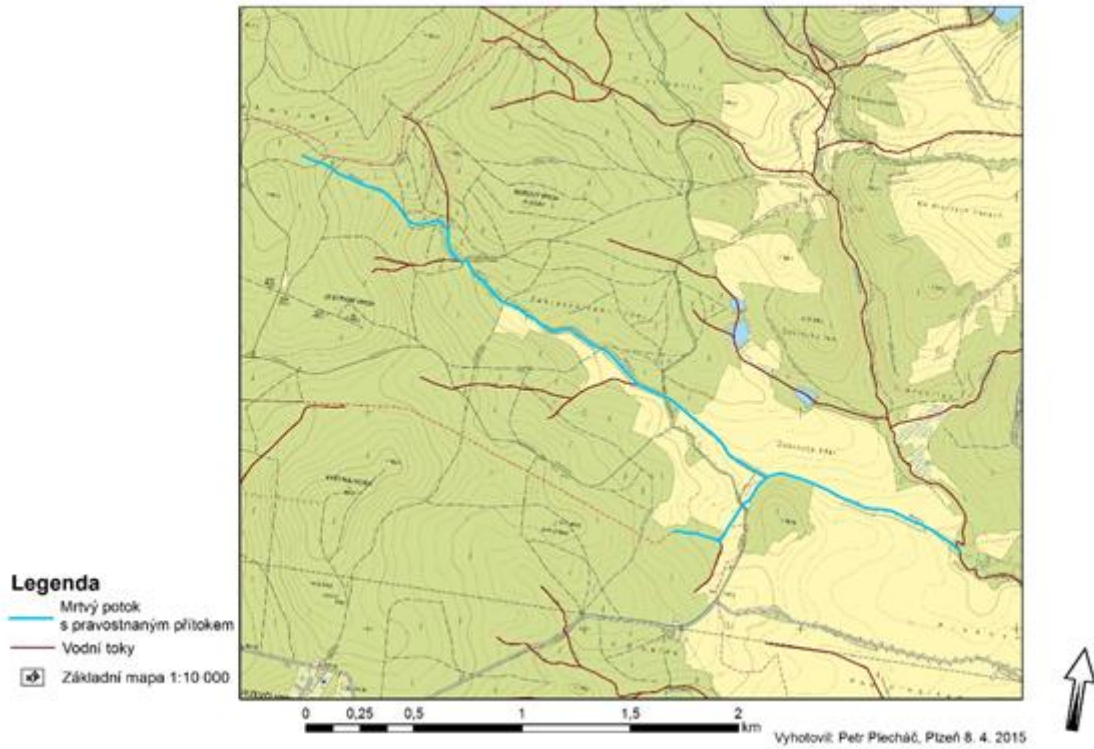
4 Charakteristika území

4.1 Prostorové vymezení a hydrologické poměry

Zkoumaným segmentem Kateřinského potoka byl zvolen Mrtvý potok z důvodu zjištěné aktivity bobra evropského a dostatečné velikosti daného území pro potřeby této bakalářské práce.

Mrtvý potok se nachází v západních Čechách v Plzeňském kraji a to mezi obcemi Hošťka, Žebráky a Nové Domky. Je jedním z pravostranných přítoků Kateřinského potoka, který teče do Německa. Tam přibližně 2,5 km protéká pod názvem Katharinabach a vlévá se do řeky Naab a dále do Dunaje. Mrtvý potok s délkou 3 775 m pramení v CHKO Český les (Geoportál, 2015). Terén byl v průběhu měření celý zmapován (formou rekognoskační pochůzky) a byly označeny aktivní zóny působení bobra. Délka segmentu Mrtvého potoka, kde převážně probíhalo měření z důvodu aktivity bobra evropského, je 1211 m. Oblast je zařazena do správy povodí Vltavy. Název této oblasti je dle hydrogeologické rajonizace Krystalinikum Českého lesa v povodí Kateřinského potoka. Kateřinský potok řadíme do 3. řádu, Mrtvý potok do řádu číslo 4 (Vlček, 1984, Zítek, 1965, Zítek, 1967). Mrtvý potok pramení v nadmořské výšce 665 m n. m. a vlévá se do Kateřinského potoka v nadmořské výšce 525 m n. m. Souřadnice studovaného území jsou: 49°41'57" – 49°43'3" s.š., a 12°31'50" – 12°34'33".

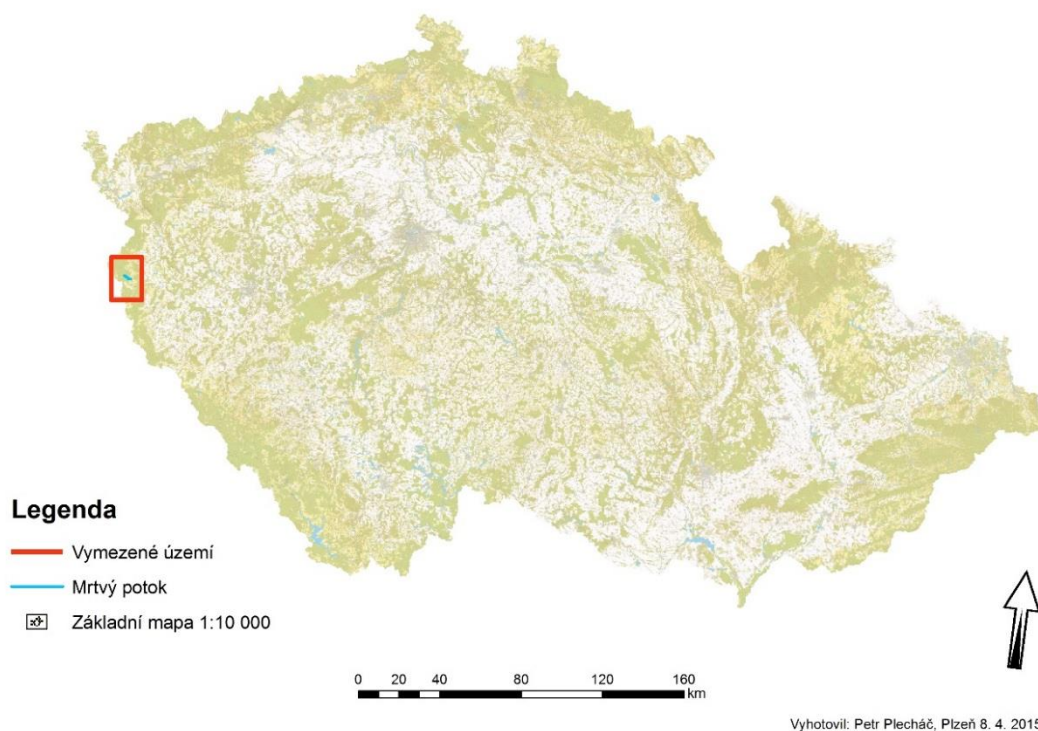
Mapa území s vyznačeným Mrtvým potokem a jeho pravostranným přítokem



Obr. 1: Mapa území s vyznačením Mrtvého potoka a jeho pravostranného přítoku

Zdroj: *Vlastní zpracování v ArcGis 10.2. na základě dat ČÚZK (2015)*

Mapa České republiky s vymezeným územím a Mrtvým potokem



Obr. 2: Mapa České republiky s vymezeným územím a Mrtvým potokem

Zdroj: *Vlastní zpracování v ArcGis 10.2. na základě dat ČÚZK (2015)*

Na Mrtvém potoce, ani dále po proudu na potoce Kateřinském, se nenachází žádná hydrologická stanice. Až v Německu ve městě Waidhaus – Pfremsch se podařilo nalézt relevantní hydrologickou stanici, která může poskytnout cenné údaje pro účely bakalářské práce.

Název hydrologické stanice: Pfremsch / Pfreimd

Tato stanice se nachází 19,3 km po proudu od zkoumaného území.

Spádová oblast dané hydrologické stanice: 226,70 km² (*HND.BAYERN.DE, 2015*).

Mapa znázorňující vlévání Mrtvého potoka do potoka Kateřinského. Ten v Německu pod názvem Pfreimd protéká hydrologickou stanicí.



Obr. 3: Mapa znázorňující vlévání Mrtvého potoka do potoka Kateřinského. Ten v Německu pod názvem Pfreimd protéká hydrologickou stanicí.

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat Google, mapy (2015)

Na obr. 3 modrý čtverec značí místo soutoku Mrtvého potoka s Kateřinským potokem, červený čtverec značí místo výskytu hydrologické stanice.

4.2 Geologická a geomorfologická charakteristika území

Zkoumaná oblast se nachází v Hercynském systému, v subsystému Hercynská pohoří, provincii Česká vysočina a subprovincii Šumavská soustava, podsoustava je zvaná Českoleská. Kateřinský potok i jeho přítok Mrtvý potok se nachází v podcelku Kateřinská kotlina.

Nejvyšším vrcholem Šumavské subprovincie je kopec Plechý (1 378 m), nejvyšším bodem Českoleské oblasti je kopec Čerchov (1 041,8 m) v Českém lese (Krajský úřad Plzeňského kraje, 2009). V podcelku Kateřinská kotlina je nejvyšším bodem kopec Bukáč (570,5 m) (Český les, online).

Z geologické mapy ČR v měřítku 1 : 50 000 je patrné, že podél zkoumaného toku se nachází nezpevněný nivní sediment, který může být také zdrojem sedimentů v toku. Vlivem obtékání hrází, výlevu vody z koryta toku a erozí břehů může nivní sediment tvořit nezanedbatelnou část usazených sedimentů v toku.

Z geomorfologického hlediska se jedná o tektonicky podmíněný a erozně denudační reliéf (Český les, online).

Povrch Českého lesa, který byl vyzvednut nad své okolí díky saxonským tektonickým pohybům, byl výrazně ovlivněn mrazovým zvětráváním v minulosti (Český les, online). Území spadá do oblasti moldanubické, s metamorfovanými horninami prekambriického a paleozoického stáří (Chlupáč, 2002), s rozsáhlými tělesy variských hlubinných vyvřelin (Kraft, 1996). Podloží Českého lesa je tvořeno tzv. českým křemenným valem (Kraft, 1996). Vyskytují se zde horniny jako: granit (žula), typický pro okrajová pohoří, dále metamorfované, jemně až hrubě zrnité horniny (pararula, migmatit) (Kraft, 1996). V tomto úseku se nenachází žádná významná geologická lokalita. Zasazením zkoumaného území dle chronostratigrafie (dělení geologické historie Země) (Ložek, 2007) můžeme geologickou minulost území sledovat již od pozdního proterozoika (starohory), do kterého mimo jiné spadá kadomské vrásnění (Chlupáč, 2002). V této oblasti se také můžeme setkat s pojmem Krystalinikum Českého lesa, což není nic jiného, než komplex krystalických hornin jako metamorfit či magmatit (Geology, online). Právě díky těmto dvěma typům hornin se oblast Tachovska, kam také patří zkoumaná lokalita, řadí mezi nejvíce radiačně zatížené okresy v ČR. Číselně se pohybuje na škále mezi 0,0 až 7 na hodnotách mezi 6,0 až 7 (Kukal a Reichmann, 2000).

Granit je průměrně tvořen 70,18 % SiO₂ (křemen). Křemen je chemicky odolný, s tvrdostí 7 na Mohsově stupnici (Kraft, 1996). Velmi často je součástí úlomkovitých usazených hornin (písků a štěrků) (Pauk a Habětín, 1979). Granit nabývá mnoha různých barev

a vlastností. V teplém humidním podnebí, kde se zkoumaná oblast nachází, jsou žuly méně odolné.

4.3 Pedologické poměry

Elektronická půdní mapa ČR v měřítku 1 : 250 000 dokládá, že se ve sledovaném území nachází půdy ze skupiny kambisolů, půdního typu kambizemě. Specifická pro tuto oblast je tzv. kambizem kyselá, méně také kambizem districká, především v horní části toku. Ta typicky vzniká z přemístění zvětralých žul a rul (Pedologie, online).

4.4 Klimatické poměry

Meteorologická stanice Přimda, ležící přibližně ve vzdálenosti 9 km od místa zkoumání, poskytuje přesná a věrohodná data, která byla využita při hodnocení klimatických poměrů a jejich dopadu na zkoumanou oblast. Přestože se stanice Přimda nachází na kopci a zkoumaná oblast v údolí, k výraznému zkreslení získaných dat s větší pravděpodobností nedochází.



Obr. 4: Meteorologická stanice Přimda

Zdroj: Převzato z CHMI (2015)

Důležité informace jsou tabulkově shrnuty níže (tab. 1).

Za zajímavý byl pokládán ukazatel výskytu bouřek. Zkoumaná oblast spadá do zóny, kde se bobr evropský a jeho „stavby“ setkají průměrně se 27 bouřkami za rok (Tolasz R., 2007).

Podle Quittovy klasifikace se zkoumaná lokalita nachází v klimatické oblasti MW4, která se řadí mezi oblasti mírně teplé. Dále ji lze zařadit do okrsku B5, který značí oblast mírně vlhkou, vrchovinovou, s výškou do 1 000 m n. m. (Tolasz R., 2007). Podrobné charakteristiky jsou tabulkově shrnuty níže (tab. 2). Pro účely práce byl vytvořen graf intenzity srážek (obr. 5). Tento graf a znalost průběhu srážek v kratších časových úsecích jsou považovány za podstatné. Používá se mimo jiné pro posuzování erozních účinků dešťů a vztahu k povodňovým vlnám. To vše může větší měrou ovlivnit aktivitu bobra evropského, dynamiku sedimentů, a tak i výsledky měření. Údaje byly vzaty ze stanice Přimda a provedeny odhady 5, 10, 15, 20, 30 a 40minutových úhrnů srážek pro dobu opakování 2 roky dle ombrografu (Tolasz R., 2007). Pro vyhodnocení intenzit dešťů a jejich extremit byla použita metodika podle Trupla J. (1958). Metodiku pro vyhodnocování ombrografických záznamů popsali Květoň, V., Zahradníček, J., Žák, M. (2004).

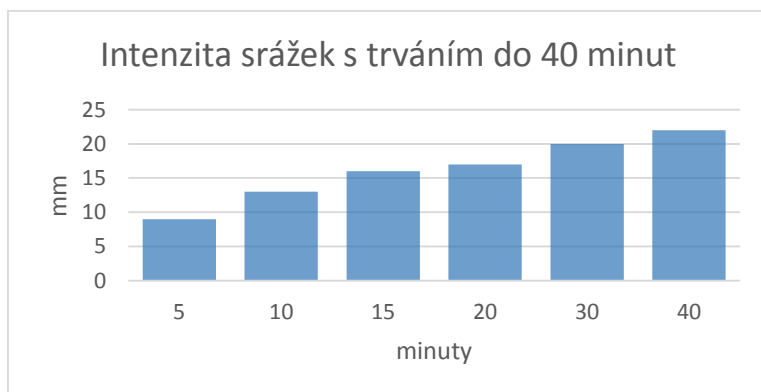
Tabulka 1: Data z meteorologické stanice Přimda

Tab. 1	
Meteorologická stanice Přimda: 49°40 ' sš a 12°40 ' vd	
Datum zřízení	1954
Nepřetržitý provoz od roku	1987
Roční průměr teploty vzduchu	5,8°C
Roční průměr úhrnu srážek	698,4 mm
<i>Zdroj: Vlastní zpracování dle dat CHMI (2015)</i>	

Tabulka 2: Charakteristika klimatické oblasti MW4 dle Quittovy klasifikace (1975)

Tab. 2		
Oblast	Quittova klimatická klasifikace	
MW4	Počet letních dní	20 - 30
	Počet dní s průměrnou teplotou 10° a více	140 - 160
	Počet dní s mrazem	110 - 130
	Počet ledových dní	40 - 50
	Průměrná lednová teplota	-2 - -3°C
	Průměrná červencová teplota	16 - 17°C
	Průměrná dubnová teplota	6 - 7°C
	Průměrná říjnová teplota	6 - 7°C
	Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více	110 - 120
	Suma srážek ve vegetačním období	350 - 450 mm
	Suma srážek v zimním období	250 - 300 mm
	Počet dní se sněhovou pokrývkou	60 - 80
	Počet zatažených dní	150 - 160
	Počet jasných dní	40 - 50

Zdroj: Vlastní zpracování dle Quitt (2015)



Obr. 5: Graf intenzity srážek s trváním do 40 minut

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat Atlas podnebí Česka (2015)

Obr. 5 znázorňuje průběh intenzity srážek s trváním do 40 minut. Rozdělen byl na menší časové úseky.

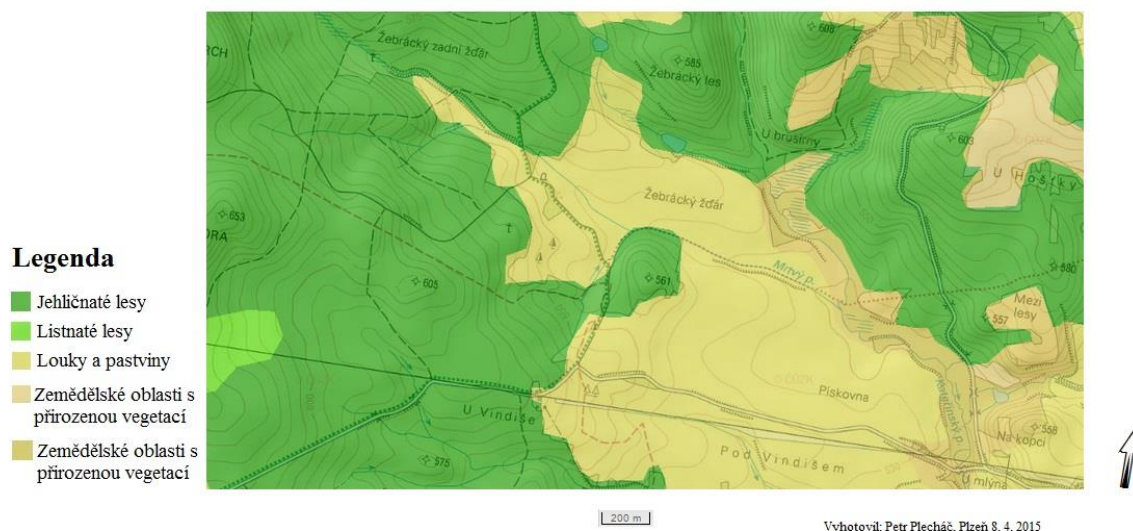
4.5 Land Cover

Land Cover, jinými slovy krajinný pokryv, informuje o tom, co se na povrchu Země nachází. Může se jednat o obytné plochy, zemědělskou půdu, lesy, vodní plochy atp. Sledováním změn krajinného pokryvu a následné změny využití půd je potřebné monitorovat z důvodu ovlivnění krajiny, vodního toku a chodu sedimentů.

Od roku 1990 se ve sledované oblasti větší část plochy využívala jako zemědělská, především jako orná půda. Ve druhém miléniu byla většina takovéto plochy přeměněna na louky a pastviny. V roce 2006 se ve sledovaném území nenacházela již žádná orná půda, pouze louky a pastviny, jehličnaté lesy a zemědělské oblasti s přirozenou vegetací, které si přes celé zmiňované období zachovaly svou původní rozlohu. Podle údajů z roku 2012 je patrná nulová změna.

O krajinném pokryvu z dřívějšího období informuje historický snímek z roku 1947 (obr. 42), kde byla výrazná část území využívána jako zemědělská půda, nejspíše jako orná půda.

Mapa zájmového území s CORINE Land Cover z roku 2006



Obr. 6: Průhledná mapa zájmového území a CORINE Land Cover z roku 2006

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat Geoportál.gov (2015)

5 Metody

Pro výzkumné účely bylo zapotřebí multidisciplinárního přístupu. Byly provedeny jak terénní, tak i laboratorní práce. V terénu bylo většinou potřeba více osob na měření a odběry sedimentů, zato laboratorní výzkum vykonával pouze autor této bakalářské práce v prostorách ZČU v Plzni. Některé laboratorní práce byly provedeny v prostorách Ostravské univerzity v Ostravě, konkrétně se jedná o laserovou granulometrii a zjištění ztráty organického materiálu žiháním. Výčet použitých metod je následující:

1. Terénní mapování vodního toku a bobřích staveb.
2. Tvorba podélného profilu toku.
3. Odběr sedimentů na vytipovaných lokalitách.
4. Granulometrická analýza odebraných sedimentárních vzorků.
5. Zpracování získaných dat.
6. Analýza mapových děl.
7. Mapování bobřích staveb.
8. Výpočet SL indexu pro segmenty vodního toku.
9. Analýza hydrologických poměrů.
10. Zjištění objemu zadržených sedimentů.

5.1 Terénní metody

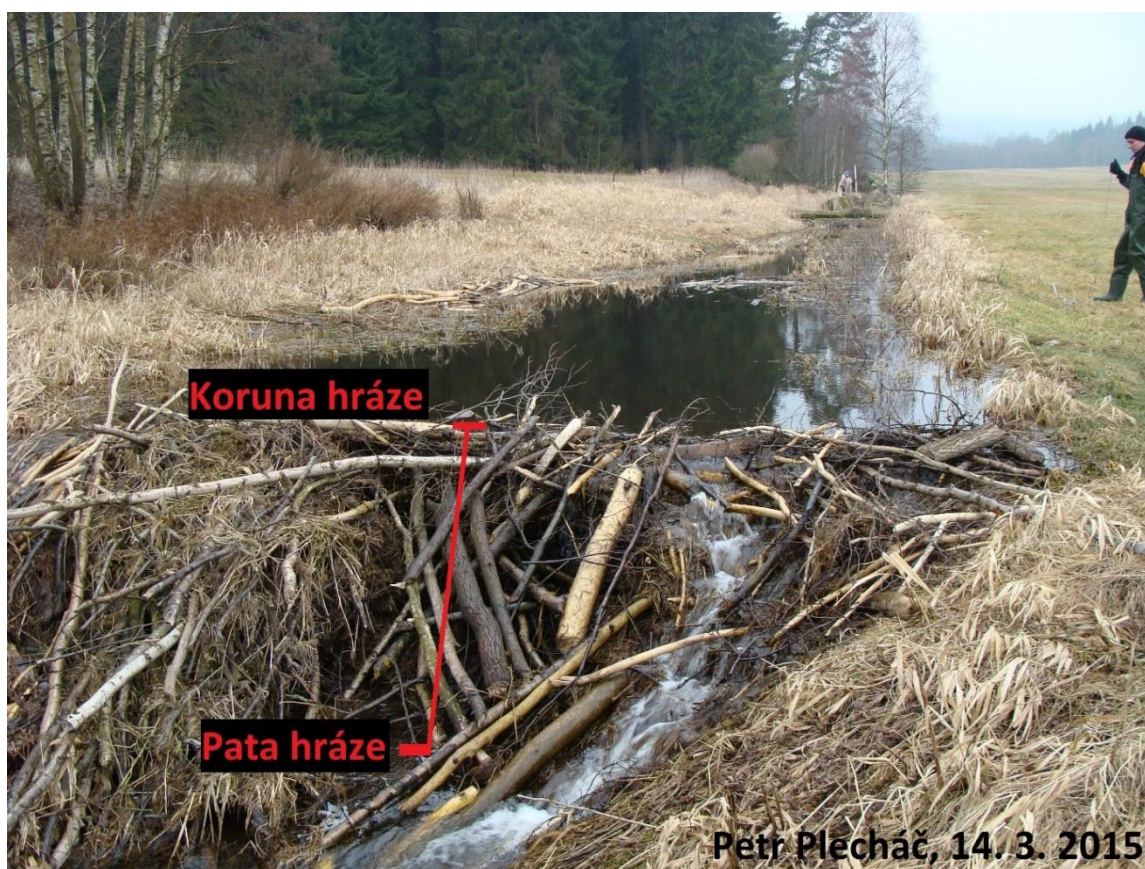
5.1.1 Terénní mapování vodního toku a bobřích staveb

Před samotným terénním výzkumem byla zkoumaná oblast zmapována z leteckých či satelitních snímků. Podle odlišných časových dat bylo možné provést porovnání zkoumaného území z různých časových období. Sledoval jsem mimo jiné dopad příchodu bobra evropského na krajinu a jeho vlivu na charakter toku.

Následovala část terénního mapování. K tomu bylo kromě skládacího metru, svinovacího pásma a nivelační latě potřebná kovová tyč na měření mocnosti sedimentů. Kovová tyč měla upravenou koncovou část a vhodnou šířku (průměr 1 cm) nejen pro snadný průchod sedimentů, ale i pro zachování svého tvaru bez možnosti deformace zkreslující následné měření.

Zkoumaná oblast byla s měřičským náčiním navštívena celkem sedmkrát, ve dnech: 4. 4. 2014, 28. 7. 2014, 7. 9. 2014, 28. 9. 2014, 11. 10. 2014, 22. 12. 2014 a 14. 3. 2015. První podélný profil vodního toku byl změřen 4. 4. 2014 a 11. 10. 2014 (dále značen jako říjen 2014), druhý podélný profil vodního toku byl změřen 14. 3. 2015. Výška vodní hladiny, mocnost sedimentů a výška hrází se měřila pokaždé kromě 22. 12. 2014, kdy byla odebrána pouze vrtná jádra. Odběr vzorků na vytipovaných lokalitách proběhl 22. 12. 2014.

Pro potřebu tvorby podélného profilu toku byla jeho délka měřena pomocí svinovacího pásma. Zkoumána byla především část segmentu toku se zřetelnou aktivitou bobra evropského. Během měření délky jsem dbal na přesné kopírování vodního toku, abych co nejvíce zamezil zkresleným údajům. Několikrát byl k měření vzdáleností využit laserový dálkoměr s integrovaným sklonoměrem a kompasem. Výška bobřích staveb se měřila buďto pomocí nivelační latě, nebo pomocí skládacího metru. Výška se měřila od paty hráze po její vrchol, za její vrchol byl brán průměr, nikoli přepad nebo nejvyšší místo.



Obr. 7: Metoda měření výšky hrází, měřeno 14. 3. 2015

Výška hrází se dala odečíst i z dat pro měření podélného profilu, neboť se vždy měřilo před (nad), na hrázi i za (pod) hrází. Výška vodní hladiny byla měřena nivelační latí tak, že se jedním koncem dotýkala sedimentů a u vodní hladiny se odečetla její výška. Výška sedimentů se měřila ve vhodné vzdálenosti od 1 m do 3 m před (nad) i za (pod) hrází, dále na zvolených lokalitách, aby nedocházelo k velikým odstupům mezi jednotlivými měřeními. Upravená kovová tyč byla vsunuta do sedimentů až na dno. Vedle tyče byla postavena nivelační lať, jedním koncem na sedimentech. Mocnost sedimentů byla změřena jako rozdíl kolmé vzdálenosti mezi hladinou a bází sedimentární výplně a kolmé vzdálenosti mezi hladinou a povrchem sedimentární výplně.

5.1.2 Tvorba podélného profilu toku

Podélný profil toku byl měřen dvakrát z důvodu vzájemného porovnání zjištěných hodnot. Poprvé bylo použito svinovací pásmo na měření vzdálenosti, kovová tyč k měření mocnosti sedimentů a dále měrná lať a nivelační přístroj firmy Carl Zeiss (NI 025). Měrná lať sloužila k měření výšky vodní hladiny, ale především pro zaměřování nivelačním přístrojem. Nivelační přístroj se umístil do vhodné vzdálenosti od vodního toku tak, aby dokázal zabrat co největší úhel a tím i nejdelší možný úsek vodního toku, ale také aby hodnoty na měrné lati byly dobře čitelné a nedocházelo ke zkreslení výsledků. K tomuto měření bylo zapotřebí více lidí, minimálně dvou, lépe tří. Jeden člen měl za úkol práci s měrnou latí, pohyboval se na okraji, nebo bylo-li potřeba, opatrně v toku. Na povel měl za úkol přemísťovat měrnou lať na dno vodního toku (povrch sedimentů), na vodní hladinu a na bobří hráz. Druhý člen výzkumného týmu měl na starosti nivelační přístroj. Pomocí něj odečítal hodnoty zaměřené na měrné lati a diktoval je třetímu členovi týmu se zápisníkem. Nivelační přístroj se musel po určitém změřeném úseku toku přenášet, neboť se zhoršovalo odečítání hodnot na měrné lati vlivem přílišné vzdálenosti nebo vlivem terénních překážek. Přenášení probíhalo tím způsobem, že se na jednom místě změřila hodnota (například dno vodního toku), nivelační přístroj byl přepraven na nové stanoviště a z nového místa změřil ten samý bod. Hodnoty byly poté přepočteny. Před započtím samotného měření bylo důležité určení referenčního bodu. Ten měl sloužit pro pozdější korelaci s druhým měřením. Na tomto bodě byl využit i přístroj GPS pro zjištění přesných lokalizačních údajů. Začátek měření probíhal od referenčního bodu na mostku, ve vzdálenosti 663 m od soutoku Mrtvého potoka s potokem Kateřinským, směrem nahoru proti proudu vodního toku k příjezdové cestě.

První měření 1. podélného profilu (4. 4. 2014) toku vedlo od referenčního bodu směrem nahoru proti proudu.

Druhé měření 1. podélného profilu toku (11. 10. 2014) vedlo od referenčního bodu směrem dolů po proudu k soutoku s Kateřinským potokem. Měření 1. podélného profilu toku započalo v dubnu roku 2014.

Měření 2. podélného profilu toku probíhalo v březnu roku 2015. Byly využity stejné principy měření jako v předešlém případě.

Podélné profily z období říjen 2014 i březen 2015 byly zpracovány v programu MS EXCEL a následně upraveny v programu CorelDraw X7.

5.1.3 Odběr sedimentů na vytipovaných lokalitách

K práci byly použity nástroje stejné jako při měření podélného profilu toku s přidáním komorového vzorkovače firmy Eijkelkamp, pístového vzorkovače firmy Eijkelkamp a speciálního kladiva.

Na Mrtvém potoce se nacházejí hráze různých délek, šířek, vlastností a stáří. Pro odběr sedimentů byla zvolena největší hráz umístěná 860 m od ústí toku směrem nahoru proti proudu. Její dostatečná velikost, stáří i znalost mocnosti sedimentů z předešlých měření vedly k jejímu zvolení. Úkolem bylo získání co možná nejdelšího a nepoškozeného vrtného jádra. Použit byl pístový vzorkovač firmy Eijkelkamp, který ovšem nebyl schopen v tomto bobřím jezírku odebrat kvalitní vzorek. Přesto bylo vrtné jádro odebráno, na místě rozděleno na části o velikosti 2,5 cm a ty odebrány do sáčků pro pozdější zpracování. Pomocí komorového vzorkovače firmy Eijkelkamp bylo odebráno 25 cm dlouhé vrtné jádro. To bylo na místě v celku zabaleno a uschováno pro pozdější laboratorní zpracování.

Protože by odběr na zvoleném místě nemusel být reprezentativní z důvodu možných poškození hrází, zásahu člověka či nedostatečně dlouhé doby ukládání sedimentů, odebíralo se i na druhé vytipované lokalitě poblíž Mrtvého potoka. Ve druhé lokalitě nad vytipovanou hrází Kateřinského potoka byly odebrány dva vzorky pomocí komorového vzorkovače. První vzorek byl vytažen z hloubky 100 – 50 cm, druhý vzorek z hloubky 50 – 0 cm. Tyto dva vzorky byly samostatně zabaleny a později laboratorně zpracovány.

Vrty byly umístěny v blízkosti 0,5 m od sebe, tak bylo možné později oba dva vrty spojit v jeden, 100 cm dlouhý vrt.

Práce s komorovým vzorkovačem byla následující: vzorkovač byl zabořen do sedimentů a pomocí vlastních sil nebo kladiva byla dosažena požadovaná hloubka. Otočením rukojeti

o 360° se vrtné jádro uchovalo ve vzorkovači, ten byl kolmým směrem nahoru vytažen.



Obr. 8: Použité nářadí při odběru sedimentů (komorový a pístový vzorkovač, kladivo a kovová tyč)



Obr. 9: Sedimentární jádro, součást vzorku BH2

5.2 Laboratorní výzkum

5.2.1 Granulometrická analýza odebraných sedimentárních vzorků (sítová granulometrie)

Zrnitostní složení materiálu uloženého nad bobřími hrázemi a odebraného dle metodiky z kapitoly 5.1.3 bylo zjištěno pomocí metody sítové granulometrie mokrou cestou.

Pro potřeby této práce byl využit přístroj Retsch AS 200 basic a jako metoda byla zvolena sítová granulometrie mokrou cestou. K dispozici byla síta o velikostech ok 10 000 μm , 5 000 μm , 2 000 μm , 630 μm , 200 μm a 63 μm . Síta byla naskládána na sebe v pořadí odspoda od nejjemnějšího po nejhrubší. Za pomoci třepačky byl vzorek rozdělen do jednotlivých velikostních frakcí. Zvolená metoda představovala třepání vzorku za přístupu vody s amplitudou výkyvu 2 mm po dobu 6 minut a po dobu 1 minuty bez přísunu vody s amplitudou 2 mm. Amplituda byla kontrolována na specifické části přístroje. Po vysušení vzorku při teplotě 80°C následovalo druhé třepání na sucho s délkou 1 minuty a amplitudy 1 mm.

Před samotnou sítovou granulometrií byl vzorek důkladně vysušen při pokojové teplotě, byly z něj odebrány vzorky na následnou laserovou granulometrii a zjištění ztráty organického uhlíku žíháním a byl za tohoto stavu zvážen. Zvážené byly i jednotlivé velikostní frakce, aby bylo možné zjistit zastoupení jednotlivých kategorií. Pro potřeby práce byly zvoleny tři kategorie: štěrk (> 2 000 μm), písek (63 μm – 2 000 μm), jíl a prach (< 63 μm) podle normy ČSN EN ISO 14688-2.



Obr. 10: Retch AS200 Basic v laboratorních prostorách ZČU v Plzni

5.2.2 Popis jednotlivých částí odebraných sedimentárních jader

Jednotlivé části sedimentárního jádra byly popsány dle Miall (2006). Popisovány jsou sloučené části, které byly později analyzovány v kapitole 6.1.

5.2.3 Laserová granulometrie

Externí pracoviště

5.2.4 Ztráta žiháním

Externí pracoviště

5.3 Zpracování získaných dat

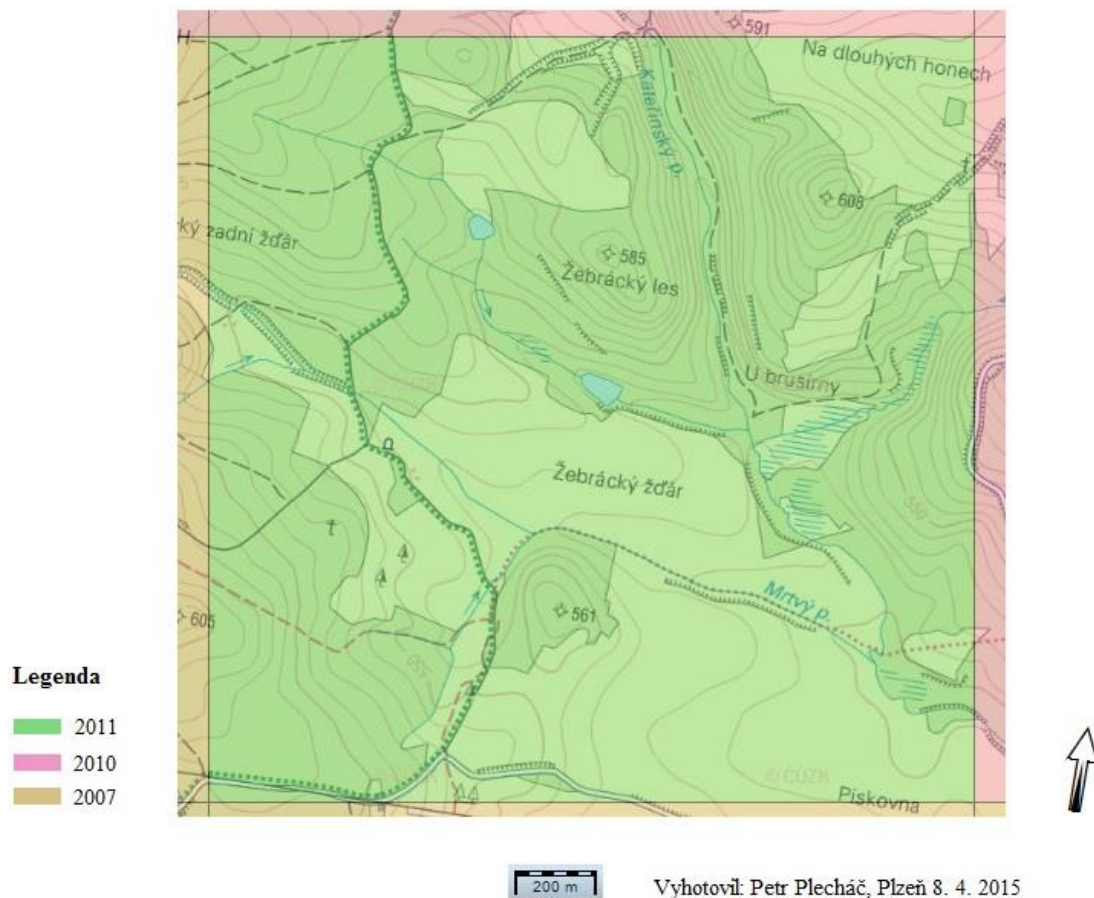
Většina dat byla zaznamenávána v terénu i v laboratoři na papír a poté přepsána do PC, nejčastěji do programu MS EXCEL. Zde byly vypočteny základní údaje i jednoduchá grafická znázornění.

Dalším použitým programem byl GRADISTAT, excel verze 15.0 (Simon Blott, 2000), ve kterém je možné grafické znázornění odebraných sedimentů, jejich podíl štěrku, písku, prachu + jílu, ale také distribuce a kumulace PHI a další údaje. Po zadání celkové váhy vzorku a váhy jednotlivých zadržených částí vzorku v sítích o určité velikosti (popsáno v síťové granulometrii) program vypočítal a graficky znázornil podíl jednotlivých složek ve zkoumaném vzorku. Díky tomu bylo možné graficky porovnat vzorky BH a BH2 nebo jednotlivé části vzorku BH2.

Pro kvalitní zpracování a vizualizaci výsledků granulometrie byl použit program CorelDraw X7. Pro znázornění podélných profilů byla nahrána jako podkladová data jednoduchá grafická znázornění podélných profilů z prostředí programu MS EXCEL. Pomocí funkcí a nástrojů programu CorelDraw X7 byla data předělána do výsledné podoby. Grafické znázornění odebraných vzorků BH a BH2 bylo vytvořeno bez grafických podkladových dat, pouze z dat naměřených a uložených v programu MS EXCEL.

Využíván byl také Geografický informační systém (GIS) pro tvorbu map, počítání vzdáleností a tvorby podélného profilu toku v prostředí GIS (ArcGIS 10.2). Využívána byla data především formou WMS (Geoportál.ČÚZK, 2011).

Mapa zkoumaného území s barevným zvýrazněním roku aktualizace



Obr. 11: Mapa zkoumaného území s barevným zvýrazněním roku aktualizace

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat Geoportál.ČÚZK (2015)

5.4 Analýza mapových děl

Protože obsahem výzkumu je i hodnocení změn charakteru toku vlivem bobří aktivity, byla jako jedna z částí výzkumu zařazena i analýza dostupných mapových děl.

První snímek (obr. 41) zobrazuje současnou podobu zkoumaného segmentu Mrtvého potoka, jedná se o snímek z roku 2011. Pro větší přehlednost je zkoumaná oblast zvýrazněna modrou čárkovanou čarou.

Druhý snímek (obr. 42) je historický z roku 1947 a modrou čárkovanou čarou je zvýrazněna zkoumaná oblast.

Třetí snímek (obr. 43) je topografická mapa se zvýrazněním zkoumané oblasti.

Čtvrtý snímek (obr. 44) je III. vojenské mapování a čárkované značení modrou čarou zde slouží pro lepší orientaci. Mapování probíhalo mezi lety 1877 – 1880 (Geolab, online).

Pátý snímek (obr. 45) je II. vojenské mapování se zvýrazněnou oblastí části Mrtvého potoka. Mapování probíhalo mezi lety 1836 – 1852 (Geolab, online).

5.5 Mapování bobřích hrází a určení jejich relativního stáří

Vymezené území bylo navštíveno za účelem měření bobřích staveb, sedimentů a podélného profilu vícekrát. Pro zobrazení a srovnání stavu bobřích hrází a kvality zadržování sedimentů bylo vybráno měření z října roku 2014 a března roku 2015.

Za zničené hráze se považovaly vizuálně nedokonalé stavby, které již neměly mnoho společných vlastností s těmi funkčními.

Relativní stáří bobřích hrází bylo provedeno na základě vizuální stránky hráze, obsahu zadržovaných sedimentů a porostu na hrázích.

Pro zobrazení bobřích staveb v prostředí GIS byla zvolena funkce „*Proportional symbols*“, aby bylo možné zhodnotit vzájemnou velikost bobřích staveb. Jako velikost staveb byla vzata hodnota výšky stavby.

5.6 SL index (stream length)

SL index slouží jako nástroj, který dokáže zachytit neobvyklé změny v říčním korytu.

Vzorec pro výpočet SL indexu: $SL = (h / l) * L$, (Troiani et al., 2014), kdy:

h = změna výšky

l = změna délky

L = celková délka od prvního měření po polovinu délky dílčího úseku

Pro tvorbu a znázornění SL indexu byly využity nástroje GIS pro tvorbu podélného profilu toku za pomoci dat DMR4G (Digitální model reliéfu 4. generace). DMR4G obsahuje výškopisná data v pravidelné síti výškových bodů o rozměrech 5 x 5 m. Garantovaná úplná střední chyba výšky generalizovaného modelu georeliéfu je 0,3 m v terénu bez souvislé vegetace a zástavby a 1 m v terénech pokrytých hustou vegetací (Geoportál.ČÚZK, 2012). DMR4G data byla převedena v prostředí GIS za pomoci nástrojů *ArcToolbox – 3D Analyst Tools – Conversion – From File – ASCII 3D to Feature Class*. Výsledná bodová vrstva byla převedena na TIN (nepravidelná trojúhelníková síť) pomocí nástrojů *ArcToolbox – 3D Analyst Tools – Data Management – TIN – Create TIN*. Po zvektorování vodního toku

Mrtvého potoka byla tato vrstva pomocí nástrojů *ArcToolbox – 3D Analyst Tools – Functional Surface – Interpolate Shape* převedena do 3D a bylo tak při jejím označení v režimu editování pomocí nástroje *Profile Graph* možné vygenerovat v prostředí GIS podélný profil toku.

SL index byl vypočítán dle výše zmíněného vzorce a graficky znázorněn v programu MS EXCEL.

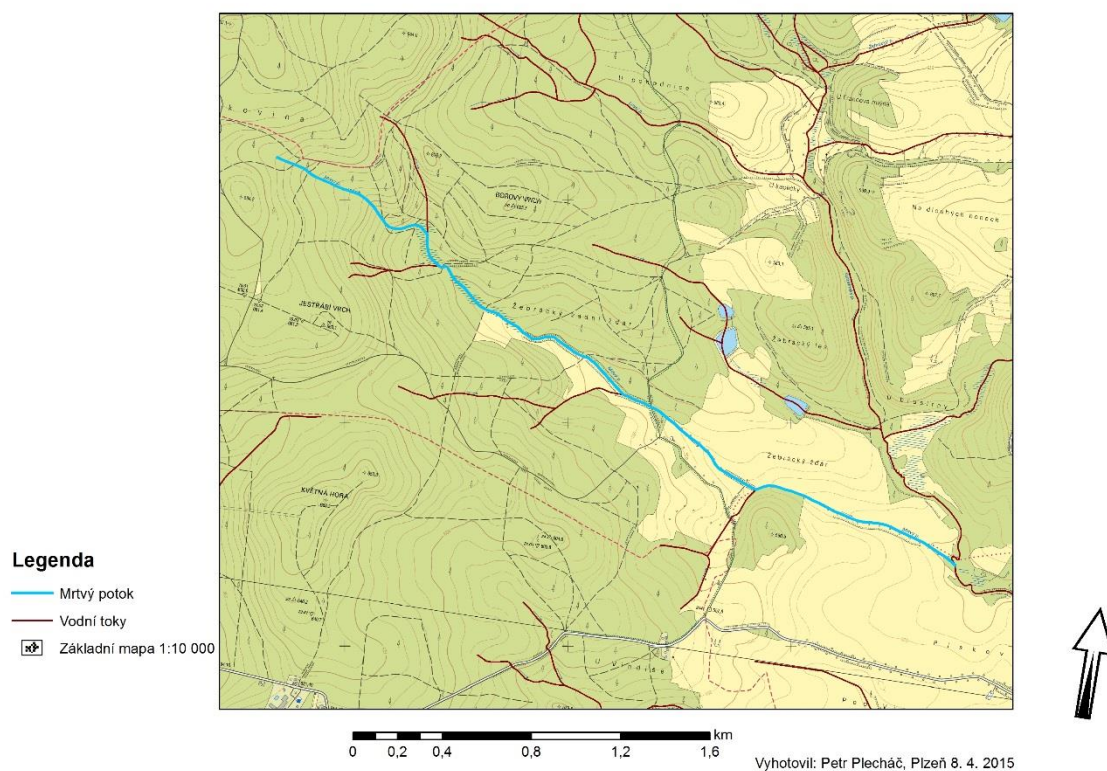
Na ose x byly znázorněny hodnoty L, na ose y hodnoty SL.

Před počítáním SL indexu je potřeba si zkoumanou oblast rozdělit na samostatné úseky. Hodnota L se poté počítá jako délka od začátku (v této práci od pramene) do poloviny vyznačeného úseku. Hodnota h je změna výšky vyznačeného úseku. Hodnota l je změna délky vyznačeného úseku.

Hodnoty SL nabývají určitých hodnot. Jestliže bychom měli všechna l stejně dlouhá, ovlivnila by hodnotu SL pouze h . Každá neobvykle vysoká h by tak vyvolala prudké zvýšení hodnoty SL.

V této práci nebyla aplikována stejná l , takže při výpočtu SL záleželo jak na hodnotě h , tak na hodnotě l . Čím vyšší h a nižší l zároveň, tím vyšší byla výsledná hodnota SL. Jednotlivé úseky (l) nebyly stejně velké z důvodu nepravidelných umístění bobříků staveb.

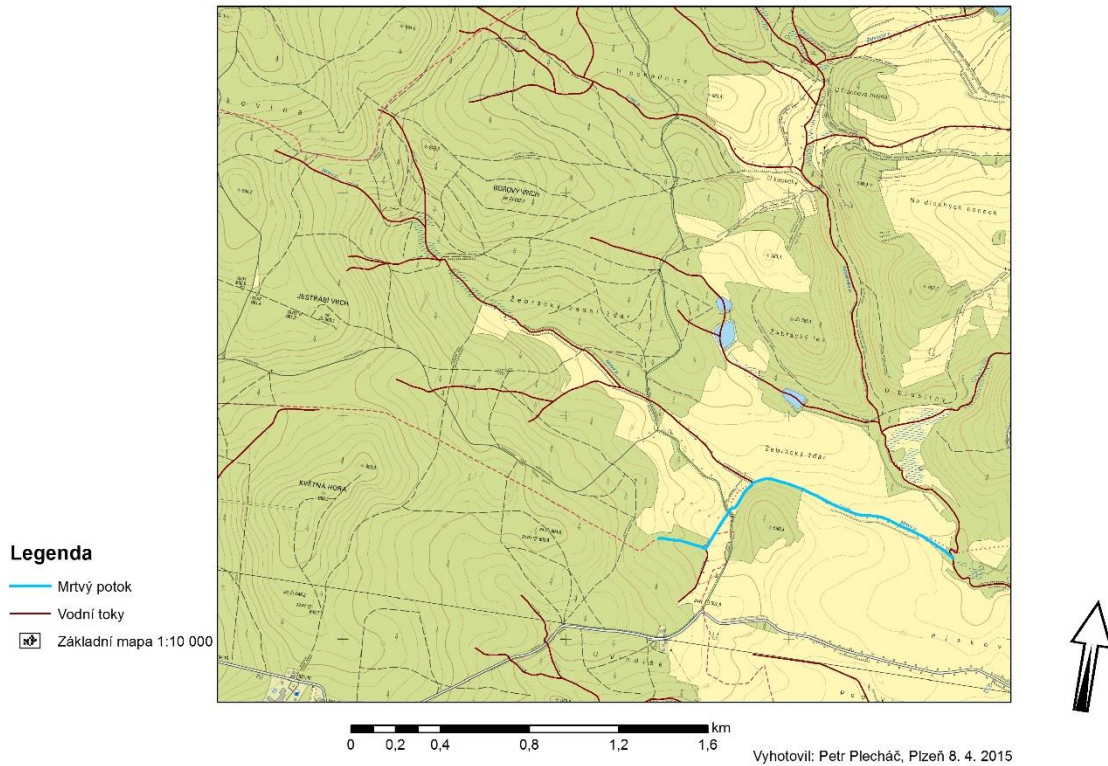
Mapa zkoumaného území s vyznačením Mrtvého potoka od pramene k ústí



Obr. 12: Mapa zkoumaného území s vyznačením Mrtvého potoka pro měření SL indexu 1

Zdroj: Vlastní zpracování v ArcGis 10.2. na základě dat ČÚZK (2015)

Mapa zkoumaného území s vyznačením Mrtvého potoka od lokálního pramene k ústí



Obr. 13: Mapa zkoumaného území s vyznačením Mrtvého potoka pro měření SL indexu 2

Zdroj: Vlastní zpracování v ArcGis 10.2. na základě dat ČÚZK (2015)

Na obr. 12 je znázorněná část Mrtvého potoka od pramene po soutok s Kateřinským potokem pro výpočet SL indexu.

Na obr. 13 je znázorněná část Mrtvého potoka od lokálního pramene přítoku Mrtvého potoka po soutok s Kateřinským potokem pro výpočet SL indexu.

5.7 Analýza hydrologických poměrů

Kvůli zkoumání chodu sedimentů je třeba sledovat i charakter odtoku. Data z hydrologické stanice Pfrentsch / Pfreimd byla zpracována a okomentována ve výsledcích.

Z hydrologické stanice byla použita naměřená data průtoku vody a vodního stavu. Hydrologická stanice poskytuje naměřená data od srpna roku 2011.

5.8 Objem zadržaných sedimentů bobřími hrázemi

Pro výpočet mokrého objemu sedimentů zadržaných bobřími hrázemi bylo zapotřebí vypočítat hodnoty: šířka hladiny sedimentů, šířka dna sedimentů, mocnost sedimentů, délka měřeného úseku. Z těchto údajů byla vypočtena plocha vybrané části hladiny sedimentů a následně byl vypočítán objem sedimentů v měřeném úseku.

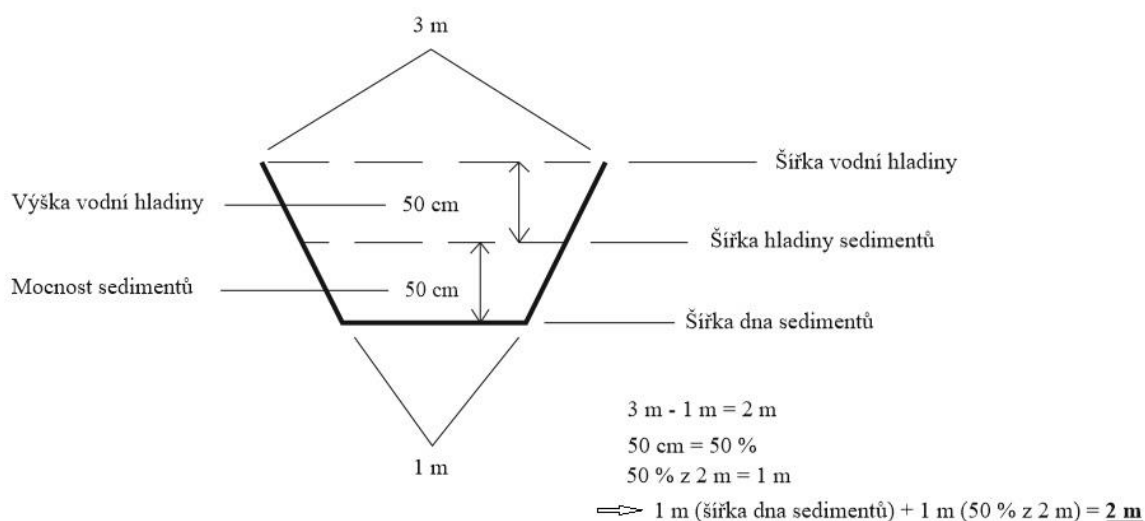
Pro výpočet mokrého objemu sedimentů byl jako tvar příčného řezu bobřího jezírka použit lichoběžníkový, takový byl zjištěn při terénním měření.

Bobří jezírko bylo rozděleno na několik úseků dle naměřených hodnot při terénním měření.

Šířka hladiny sedimentů byla vypočtena ze známých údajů o šířce dna sedimentů (také dna koryta toku), které bylo zvoleno fixně 1 m a dále ze známé hodnoty šířky vodní hladiny.

Při předpokladu lichoběžníkového tvaru se šířka hladiny sedimentů vypočítala poměrově ze známé mocnosti sedimentů v daném bodě a známé výšky vodní hladiny v daném bodě.

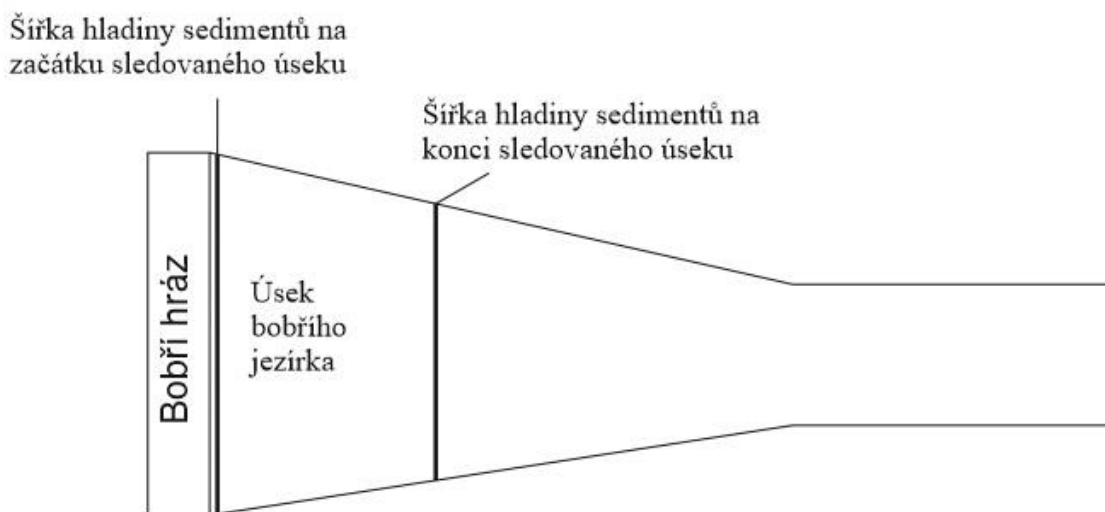
Příkladem (obr. 14): Jestliže mocnost sedimentů v daném místě byla 50 cm a výška vodní hladiny 50 cm, pak celková výška ode dna sedimentů po vodní hladinu je 100 cm, mocnost sedimentů 50 cm představuje 50 %. Šířka dna sedimentů má v tomto měřeném bodě 1 m a hladina má šířku 3 m. Rozdíl šířky dna sedimentu a šířky vodní hladiny jsou 2 m (pomocný výpočet). Sediment vyplňující 50 % celkové výšky ode dna po vodní hladinu má v tomto případě šířku 2 m (50 % z 2 m).



Obr. 14: Grafické znázornění 1, příčný řez korytem potoka (vzor)

Zdroj: Vlastní zpracování v programu CorelDraw X7

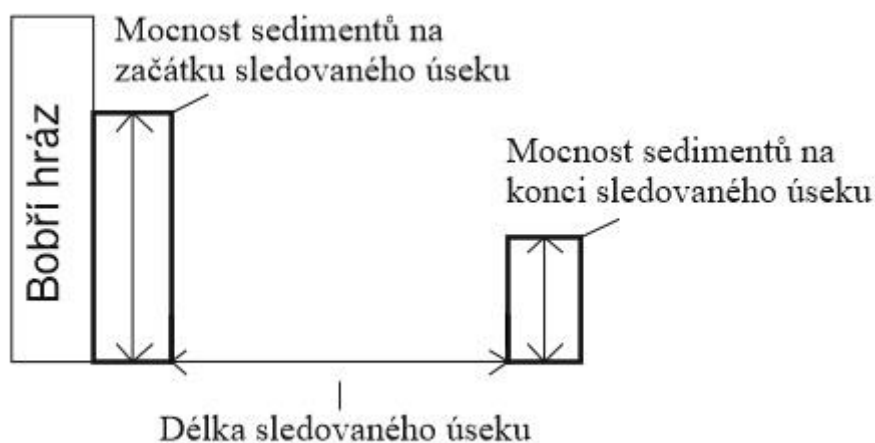
Při rozdělení bobřího jezírka na jednotlivé úseky byla vypočtena průměrná šířka hladiny sedimentů v každém měřeném úseku zvlášť a to průměrem naměřených hodnot šířky hladiny sedimentů na začátku a na konci daného úseku (obr. 15).



Obr. 15: Grafické znázornění 2, půdorysný řez měřeného úseku (vzor)

Zdroj: Vlastní zpracování v programu CorelDraw X7

Průměrná mocnost sedimentů byla vypočtena průměrem známých hodnot mocnosti sedimentů na začátku a na konci sledovaného úseku (obr. 16).

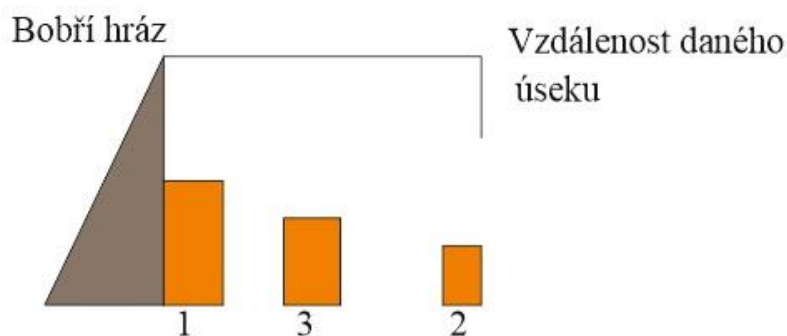


Obr. 16: Grafické znázornění 3, podélný řez měřeného úseku (vzor)

Zdroj: Vlastní zpracování v programu CorelDraw X7

Plocha hladiny sedimentů zkoumaného úseku byla vypočtena vynásobením délky sledovaného úseku s průměrnou šířkou hladiny sedimentů v daném úseku.

Objem mokrých sedimentů byl vypočten vynásobením plochy hladiny sedimentů daného úseku s průměrnou mocností sedimentů v daném úseku.



Obr. 17: Grafické znázornění 4, schematický podélný řez sedimenty a bobří hrází (vzor)

Zdroj: *Vlastní zpracování v programu CorelDraw X7 (2015)*

1 = mocnost sedimentů na začátku úseku

2 = mocnost sedimentů na konci úseku

3 = průměrná mocnost sedimentů v daném úseku

Pro výpočet celkových zadržovaných sedimentů bobřími hrázemi byla velká hráz na 860 m při měření 2. podélného profilu toku zvolena jako zástupce velkých hrází (výška hráze nad 80 cm). Jako zástupce malých hrází (výška hráze pod 80 cm) byla zvolena hráz na 360 m při měření 2. podélného profilu toku.

Reprezentativní hráze byly zvoleny právě pro svou velikost.

6 Výsledky

6.1 Granulometrie

6.1.1 Výsledky měření pomocí komorového vzorkovače na stanovišti č. 1

Hmotnost získaného vzorku představovala 202 g a velikost 25 cm. V laboratoři bylo jádro rozděleno na 5 částí podle viditelných rozdílů, rozhodovala barva, složení a vlastnosti vzorku. Vzorek byl pro účely výzkumu a pro lepší manipulaci později rozdělen pouze na dvě části. Pro sloučení bylo jako kritérium brána podobnost složení, barva, konzistence vzorku a sousednost jednotlivých částí (viz. kapitola 6.2).

První část od 0 – 11 cm měla hmotnost 115 g (po odebrání na laserovou granulometrii a ztrátu žíháním).

Vzorek obsahoval: 12 g prachu a jílu (10,4%), 76 g písku (66,1%) a 27 g štěrku (23,5%). Druhá část od 11 – 25 cm vážila 87 g (po odebrání na laserovou granulometrii a ztrátu žíháním). Vzorek obsahoval: 9 g prachu a jílu (10,3%), 60 g písku (69%) a 18 g štěrku (20,7%). Celkově vzorek obsahoval: 21 g prachu a jílu (10,4%), 136 g písku (67,3%) a 22,3 g štěrku (22,3%).

Na obr. 18 představuje tyto dva vzorky odběr BH. Pomocí vizualizace lze vidět velmi podobné složení horní a dolní části odebraného vzorku. Nejmenší objem zaujímá prach a jíl, největší podíl má písek a zhruba 1/5 představuje štěrk.

6.1.2 Výsledky měření pomocí komorového vzorkovače na stanovišti č. 2

Pro více informací a kvalitní výsledky byla zvolena ještě druhá oblast odběru sedimentů. Tato oblast se nenacházela na Mrtvém potoce, ale na Kateřinském potoce. Oblast byla vybrána díky znalostem a zmapování celého Kateřinského toku kvůli bobří aktivitě a poměrně stálým a ničím výrazně nerušeným sedimentárním pochodům. Oblast je mimo vystavení pravidelného kontaktu s člověkem a sedimenty se tak mohou postupně ukládat.

Vzorek byl odebrán komorovým vzorkovačem firmy Eijkelkamp. První vrt byl veden do hloubky 100 cm a jádro bylo o velikosti 50 cm neporušeně vytaženo a uschováno pro pozdější laboratorní práci. Tímto byl získán první vzorek z hloubky 100 – 50 cm. Druhý vrt byl veden z důvodu zasypání díry po prvním vrtu asi o půl metru vedle a odebralo se horních 50 cm. Tímto byl odebrán vzorek z hloubky 50 – 0 cm. Jádro bylo uchováno pro pozdější laboratorní práci.

Získaný vzorek z druhého měření o celkové délce 100 cm byl rozdělen na 16 částí, v potaz byla brána barva, složení a vlastnosti vzorku. Z důvodu získání dostatečného množství materiálu pro další analýzy byly tyto jednotlivé části sloučeny pouze do šesti částí a takto byly dále zpracovávány. Pro sloučení bylo jako kritérium brána podobnost složení, barva, vlastnosti vzorku a sousednost jednotlivých částí (viz. kapitola 6.2). Na obr. 18 představuje těchto šest vzorků odběr BH2.

6.1.3 Granulometrický rozbor jednotlivých částí na stanovišti č. 2 odspoda (báze) nahoru

První vzorek dlouhý 16 cm (0 – 16 cm z celkové hloubky) s hmotností 275 g (po odebrání na laserovou granulometrii a ztrátu žiháním) měl následující složení: 12 g prachu a jílu (4,4%), 165 g písku (60%) a 98 g štěrku (35,6%).

Druhý vzorek dlouhý 14 cm (16 – 30 cm z celkové hloubky) s hmotností 225 g (po odebrání na laserovou granulometrii a ztrátu žiháním) měl následující složení: 6 g prachu a jílu (2,7%), 131 g písku (58,2%) a 88 g štěrku (39,1%).

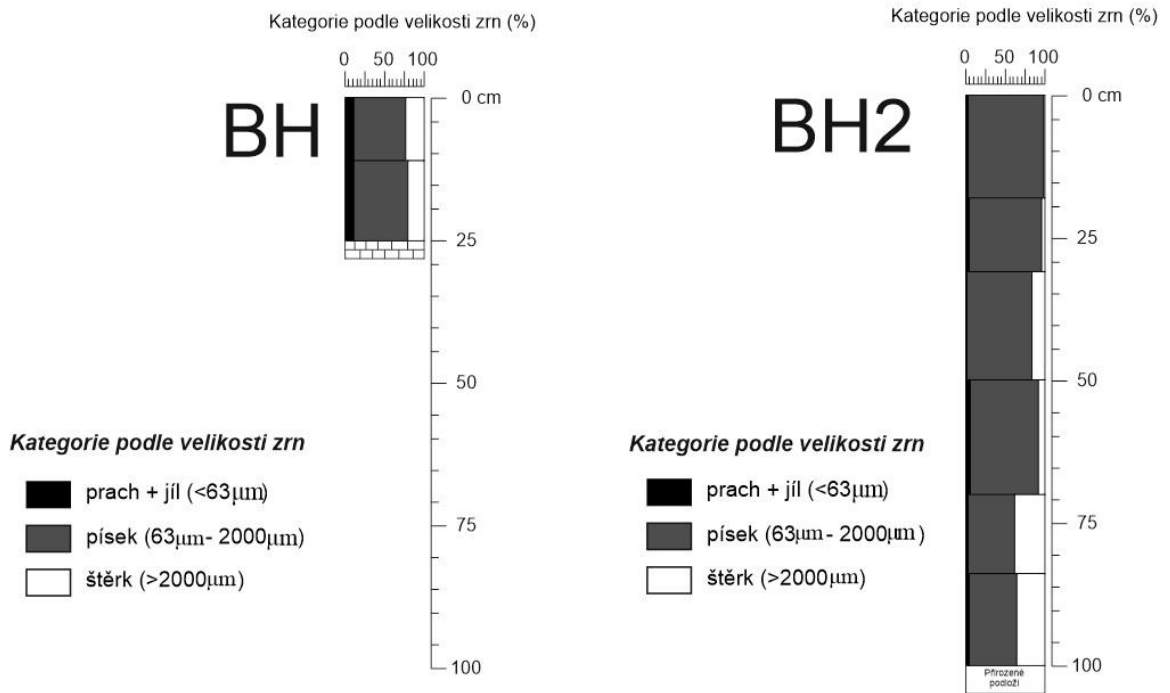
Třetí vzorek dlouhý 20 cm (30 – 50 cm z celkové hloubky) s hmotností 226 g (po odebrání na laserovou granulometrii a ztrátu žiháním) měl následující složení: 13 g prachu a jílu (5,8%), 194 g písku (85,8%) a 19 g štěrku (8,4%).

Čtvrtý vzorek dlouhý 19 cm (50 – 69 cm z celkové hloubky) s hmotností 275 g (po odebrání na laserovou granulometrii a ztrátu žiháním) měl následující složení: 4 g prachu a jílu (1,5%), 226 g písku (82,1%) a 45 g štěrku (16,4%).

Pátý vzorek dlouhý 13 cm (69 – 82 cm z celkové hloubky) s hmotností 194 g (po odebrání na laserovou granulometrii a ztrátu žiháním) měl následující složení: 9 g prachu a jílu (4,6%), 178 g písku (91,8%) a 7 g štěrku (3,6%).

Šestý vzorek dlouhý 18 cm (82 – 100 cm z celkové hloubky) s hmotností 159 g (po odebrání na laserovou granulometrii a ztrátu žiháním) měl následující složení: 5 g prachu a jílu (3,1%), 152 g písku (95,6%) a 2 g štěrku (1,3%).

Celkově vzorek o délce 100 cm a hmotnosti 1 354 g obsahoval: 49 g prachu a jílu (3,6%), 1 046 g písku (77,3%) a 259 g štěrku (19,1%).



Obr. 18: Profily zrnitosti dvou odebraných sedimentárních jader

Zdroj: Vlastní zpracování v programu CorelDraw X7 dle vlastních dat (2015)

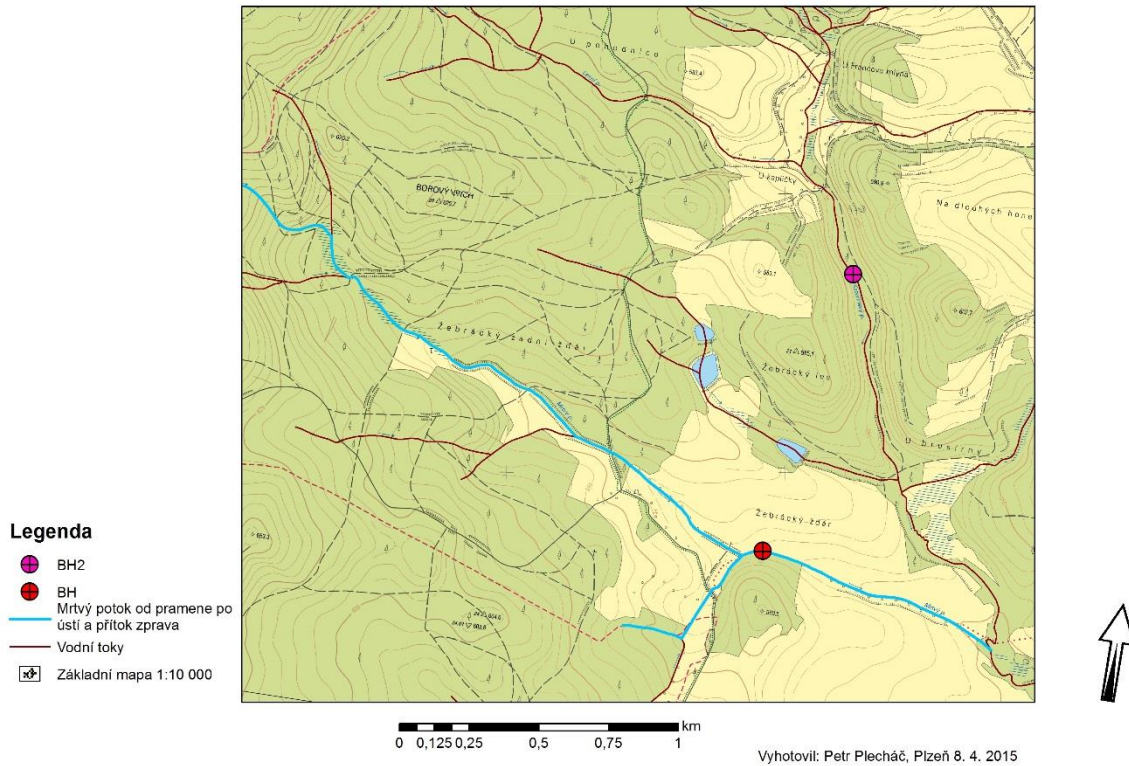
Na obr. 18 je celkový vzorek zobrazen jako BH2. Slouží pro zobrazení procentuálního rozložení jednotlivých tříd v jednotlivých dílčích částech odebraného jádra. Na první pohled je patrné větší množství štěrku ve spodních částech odebraného vzorku s postupným růstem a přibýváním podílu písku, který v horní části dosahoval téměř 96 % z celkového objemu.

Na obr. 18 jsou znázorněny 2 vzorky:

BH je značen vzorek z odběru sedimentu v bobřím jezírku na Mrtvém potoce. Graficky je znázorněn podíl prachu + jílu, písku a štěrku v odebraném vzorku.

BH2 je značen vzorek z odběru sedimentu v bobřím jezírku na Kateřinském potoce. Graficky je znázorněn podíl prachu + jílu, písku a štěrku.

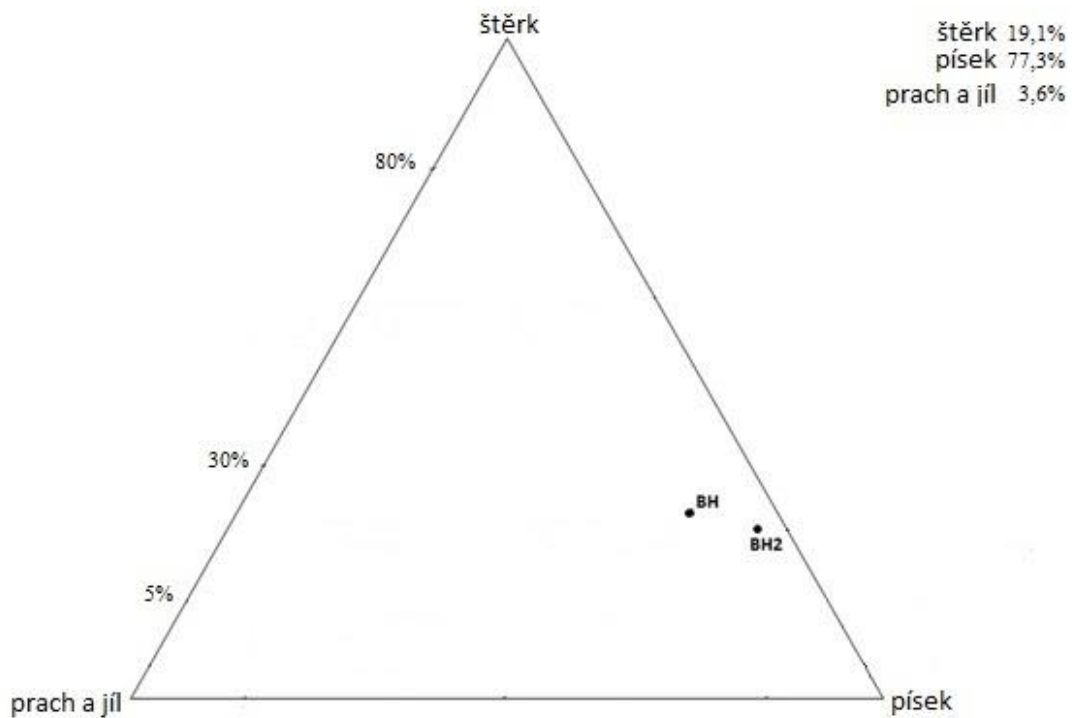
Mapa zkoumaného území s vyznačením odběrů vzorků BH a BH2



Obr. 19: Mapa zkoumaného území s vyznačenými místy odběrů

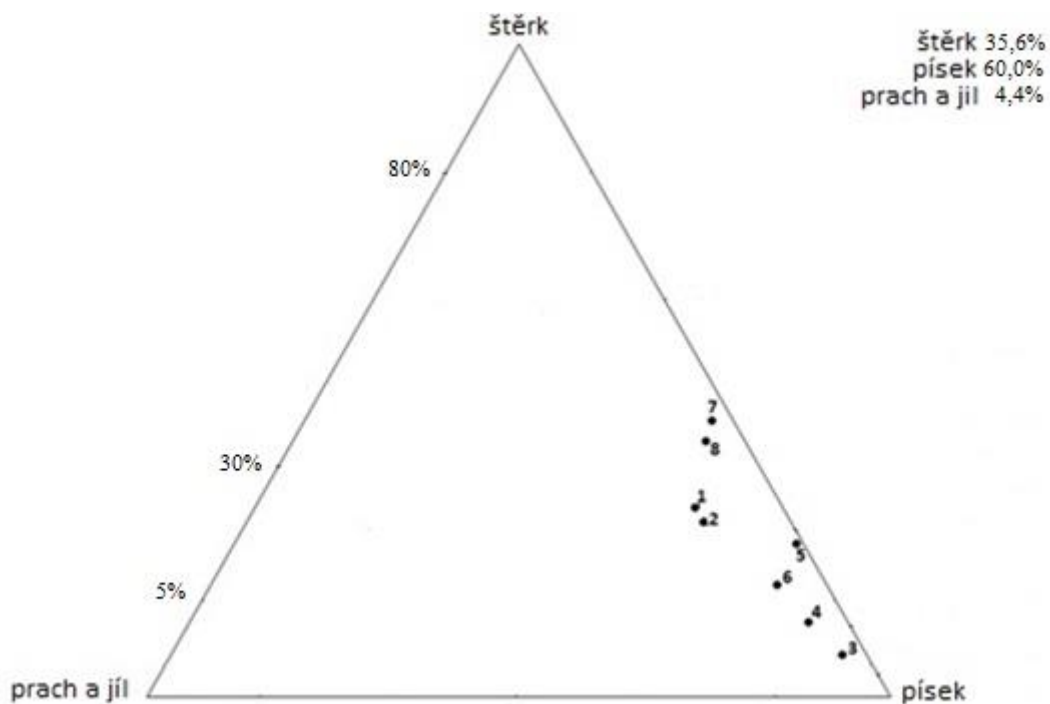
Zdroj: Vlastní zpracování v ArcGis 10.2. na základě dat ČÚZK (2015)

Obr. 19 znázorňuje zkoumanou část Mrtvého potoka od pramene po soutok s Kateřinským potokem a přítok zprava od lokálního pramene po soutok s Mrtvým potokem. Vzorky BH a BH2 byly odebrány nad (před) vytipovanými hrázemi, 2 m od koruny hráze.



Obr. 20: Granulometrická analýza vzorků BH a BH2

Zdroj: Vlastní zpracování v programu GRADISTAT dle vlastních dat (2015)



Obr. 21: Granulometrická analýza jednotlivých částí vzorků BH a BH2

Zdroj: Vlastní zpracování v programu GRADISTAT dle vlastních dat (2015)

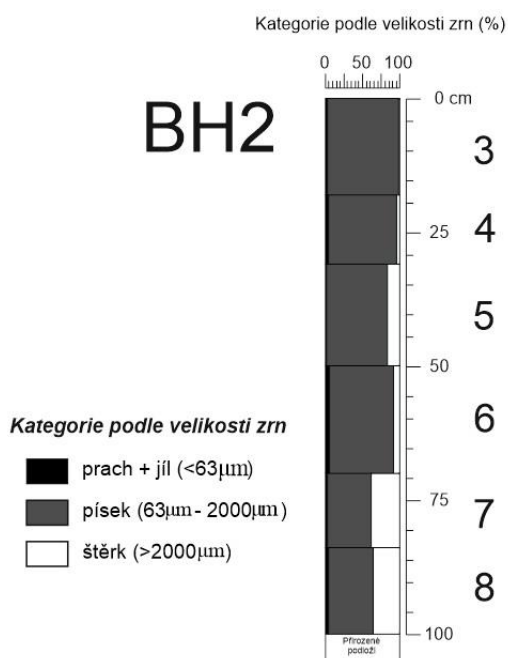
Obr. 20 poskytuje grafické znázornění zrnitosti vzorků BH a BH2. Pozornost byla zaměřena především na poměr mezi štěrkem, pískem a prachem + jílem.

Výpočet je procentuální, každý vzorek má určitou zrnitost popsanou výše a v určitém poměru obsahuje štěrk, písek a prach + jíl. Tento poměr je vypočítán a vzorek zobrazen do grafu.

Vzorek BH obsahuje více štěrku a prachu + jílu než vzorek BH2.

Obr. 21 poskytuje grafické znázornění zrnitosti jednotlivých vzorků z měření BH a BH2, vzorků je celkem 8. Předmětem zájmu je štěrk, písek a prach + jíl.

Vzorky 1 a 2 náleží odběru BH v bobřím jezírku na Mrtvém potoce a svým složením se téměř shodují.



Obr. 22: Značení částí sedimentárního vzorku BH2

Zdroj: Vlastní zpracování v programu CorelDraw X7 z vlastních dat (2015)

Vzorek BH2 je značen číslicemi 3 – 8 (obr. 22), kde 3 je vzorek měřený nejvýše (u hladiny) a vzorek 8 je báze (měřeno nejbližší dna) celého vzorku BH2. Vzorek 3 proto obsahuje především písek a vzorek 8 obsahuje veliké množství štěrku.

Rozložení hodnot 3 – 8 kopíruje přechody mezi nejspodnější vrstvou sedimentů tvořené ve velkém množství štěrkem, až po nejsvrchnější vrstvy sedimentu, tvořené především a ve velké míře pískem.

6.2 Popis jednotlivých částí odebraných sedimentárních jader

Vzorek BH (obr. 18) rozdělen na dvě části.

Spodní část o velikosti 14 cm se jevila jako tmavě šedá, písčitá a mazlavá, se značným obsahem hrubého materiálu. Sediment zapáchal.

Vrchní část o velikosti 11 cm se světlejší barvou než předchozí část (spodní část BH), se známkou bioty a obsahem menších kamínků. Sediment zapáchal.

Vzorek BH2 (obr. 22) rozdělen na 6 částí.

Spodní část značená číslicí 8 (obr. 22) o velikosti 16 cm, mazlavá se světlejší barvou do šeda. V dané části byly patrné bílé kamínky a hrubý materiál. Část značená číslicí 7 (obr. 22) o velikosti 14 cm obsahovala hrubý materiál s většími zrny než předchozí vzorek, uvnitř měla černou barvu, na okrajích světlejší. Část značená číslicí 6 (obr. 22) o velikosti 20 cm s patrnou biotou. Přítomny byly i větší kusy organického materiálu. Daná část se jevila více písčitá s menšími zrny než v předešlých částech (7 a 8). Místy byl materiál velmi jemný a mazlavý, uvnitř černý a na okrajích světlejší.

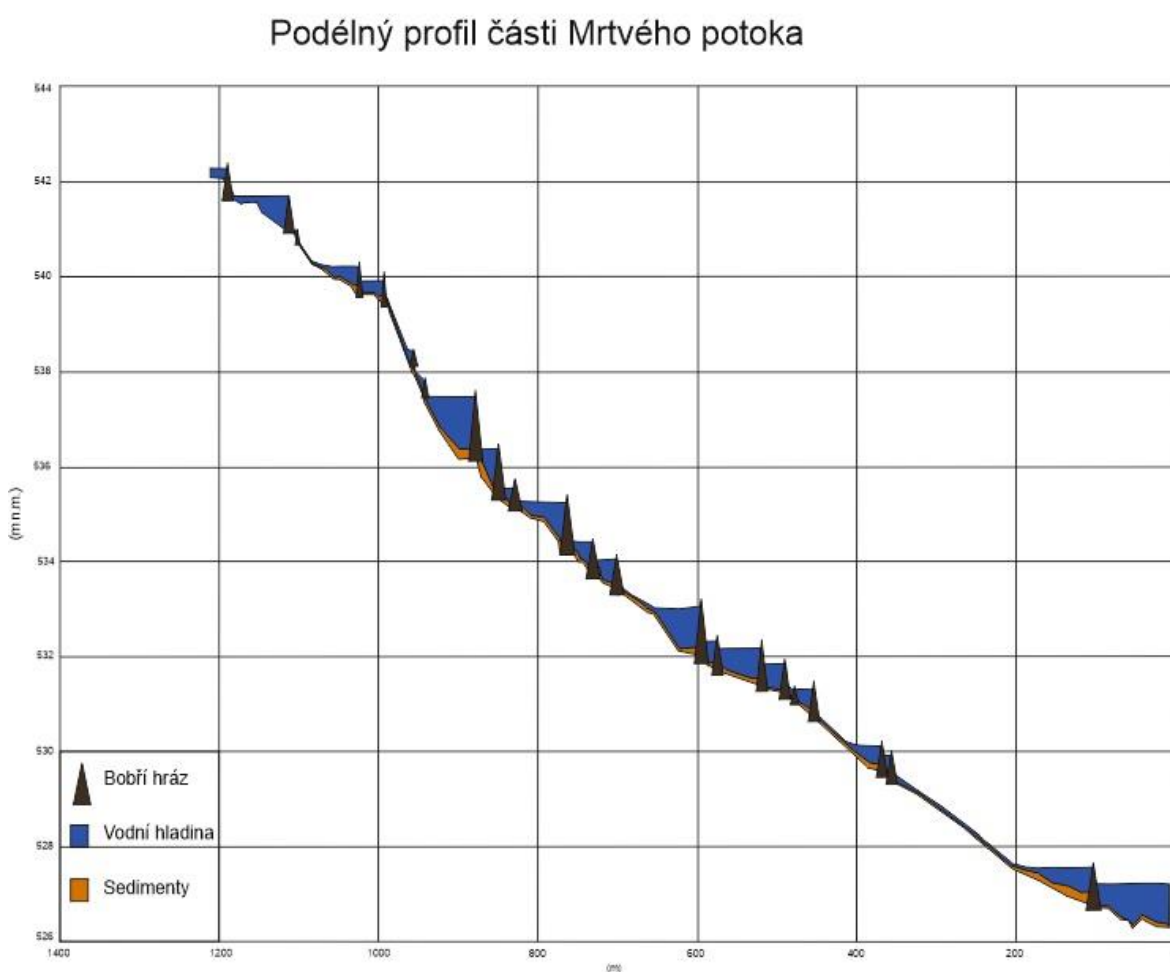
Část značená číslicí 5 (obr. 22) o velikosti 19 cm, se světlejší barvou sedimentů, písčitá, vizuálně bez organiky, uvnitř s šedým zabarvením, místy kamínky (0,5 cm).

Část značená číslicí 4 (obr. 22) o velikosti 13 cm s patrnou organikou, větvičky, uvnitř tmavé a mazlavé. Část obsahovala jemnější materiál než v předešlé části (5).

Vrchní část značená číslicí 3 (obr. 22) o velikosti 18 cm, se světlejší barvou materiálu než v předchozí části (4), velmi písčité a nemazlavé s patrnou organikou, kousky dřeva a kůry, uvnitř materiál světlejší než na povrchu.

6.3 Přesné měření podélných profilů

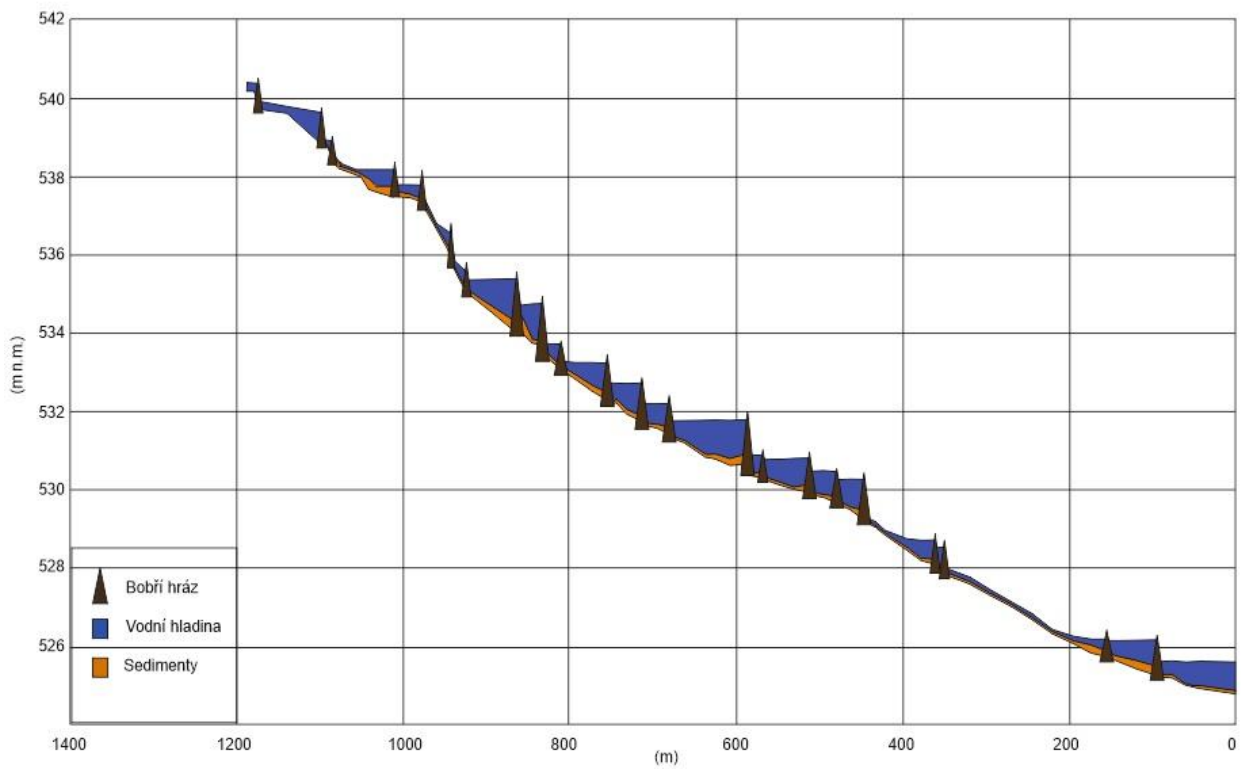
Podélný profil, změřený v říjnu 2014, zobrazuje změnu nadmořské výšky od příjezdové cesty nacházející se 1100 m po proudu od soutoku s Kateřinským potokem po soutok s Kateřinským potokem a celkovou délkou vybrané části Mrtvého potoka. Je patrné, jaké množství sedimentu zadržuje každá jednotlivá hráz, jaké nalepšení vodní hladiny zapříčiňuje a jakou má velikost. Na přibližně 880 m je zobrazena největší hráz co do výšky hráze, množství zadržovaného sedimentu a výšky vodní hladiny. Vysoké množství sedimentu zadržuje také hráz poslední (u soutoku s Kateřinským potokem), zde se jedná spíše o organický sediment.



Obr. 23: Podélný profil vybrané části Mrtvého potoka v období říjen 2014

Zdroj: Vlastní zpracování v programu CorelDraw X7 dle vlastních dat (2015)

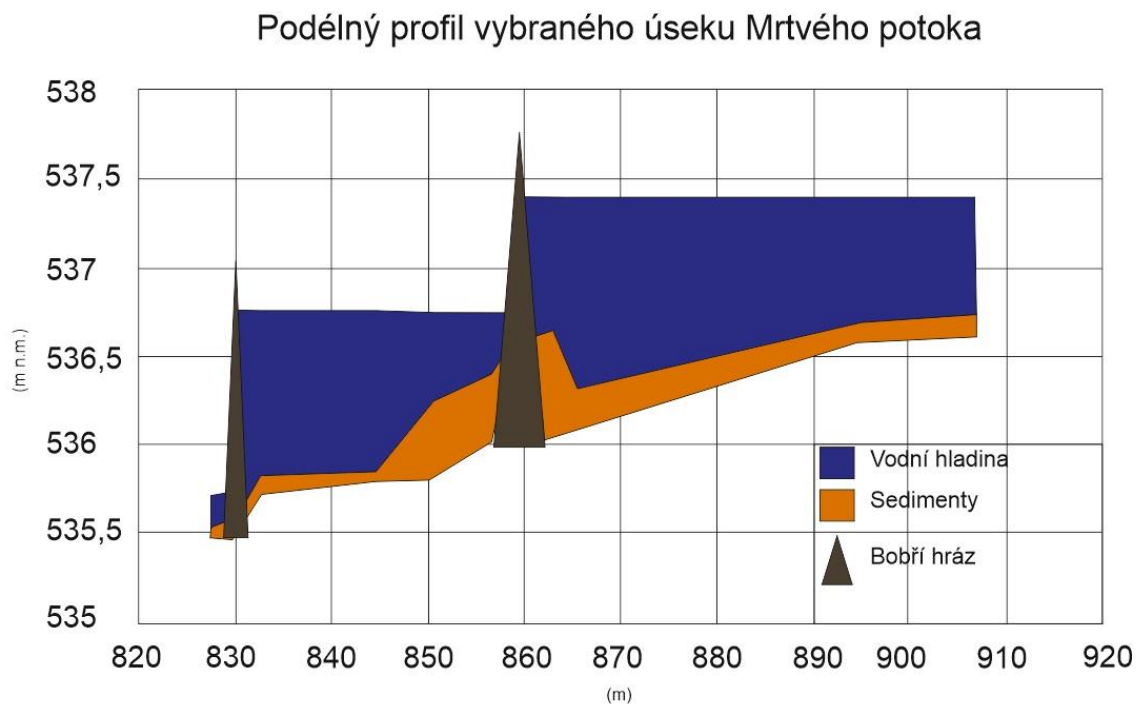
Podélný profil části Mrtvého potoka



Obr. 24: Podélný profil vybrané části Mrtvého potoka v období březen 2015

Zdroj: Vlastní zpracování v programu CorelDraw X7 dle vlastních dat (2015)

Podélný profil změřený v březnu 2015 zobrazuje jednu z největších hrází kolem 600 m, a to především díky množství zadržované vody a délce nalepšení. Předchozí největší hráz (dle výšky) byla nahrazena hrází následující (v pořadí velikostí). Tyto jsou podrobněji zobrazené na obr. 25. Horní hráze kolem 1000 m zadržují již více sedimentů než při předchozím měření.

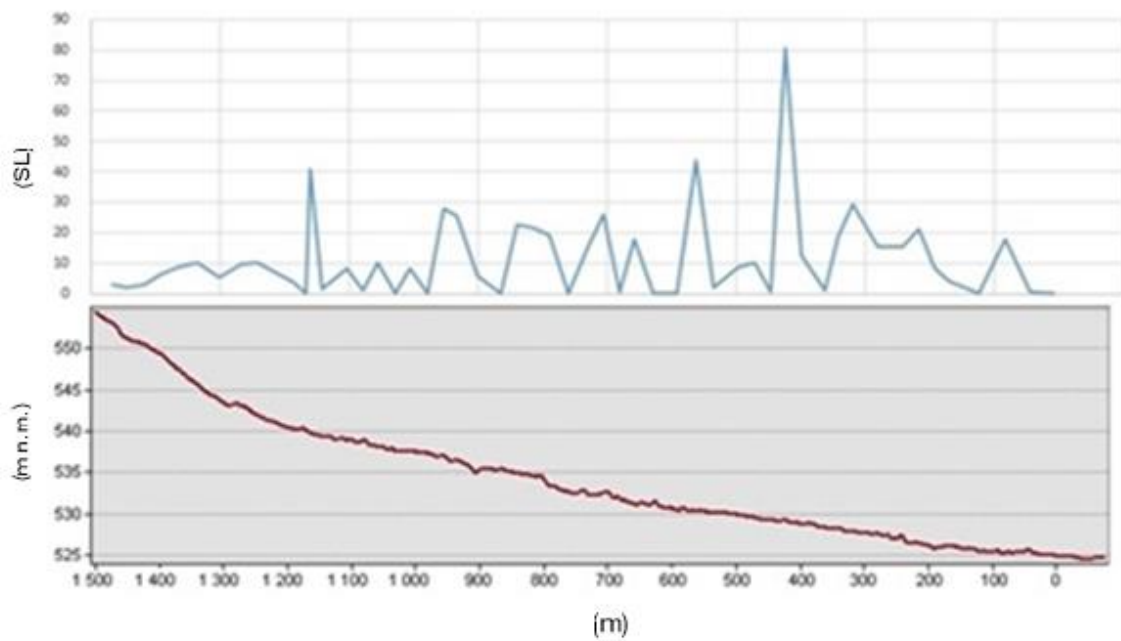


Obr. 25: Podélný profil vybraného úseku Mrtvého potoka

Zdroj: Vlastní zpracování v programu CorelDraw X7 dle vlastních dat (2015)

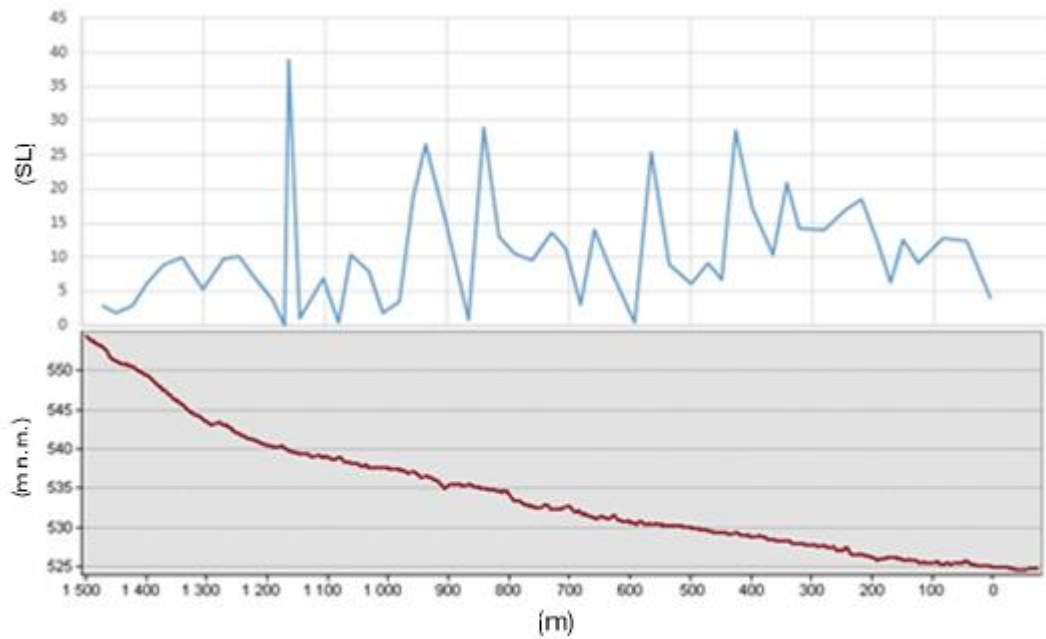
Na obr. 25 jsou znázorněny dvě největší hráze. V bobřím jezírku, které se nachází nad (před) hrází na 860 m, byly odebrány vzorky pro sedimentologickou analýzu. Je patrné, jak bobří hráz zadržuje velké množství sedimentů. Překvapivě veliké množství sedimentů se nachází také pod danou hrází, tento stav je spíše atypický. Pravděpodobně byla hráz na 860 m na nějaký čas zničena a sedimenty byly splaveny níže.

6.4 SL index



Obr. 26: SL index pro část Mrtvého potoka 1, zkoumaná část zobrazena na obr. 13

Zdroj: *Vlastní zpracování dle dat GIS (2015)*



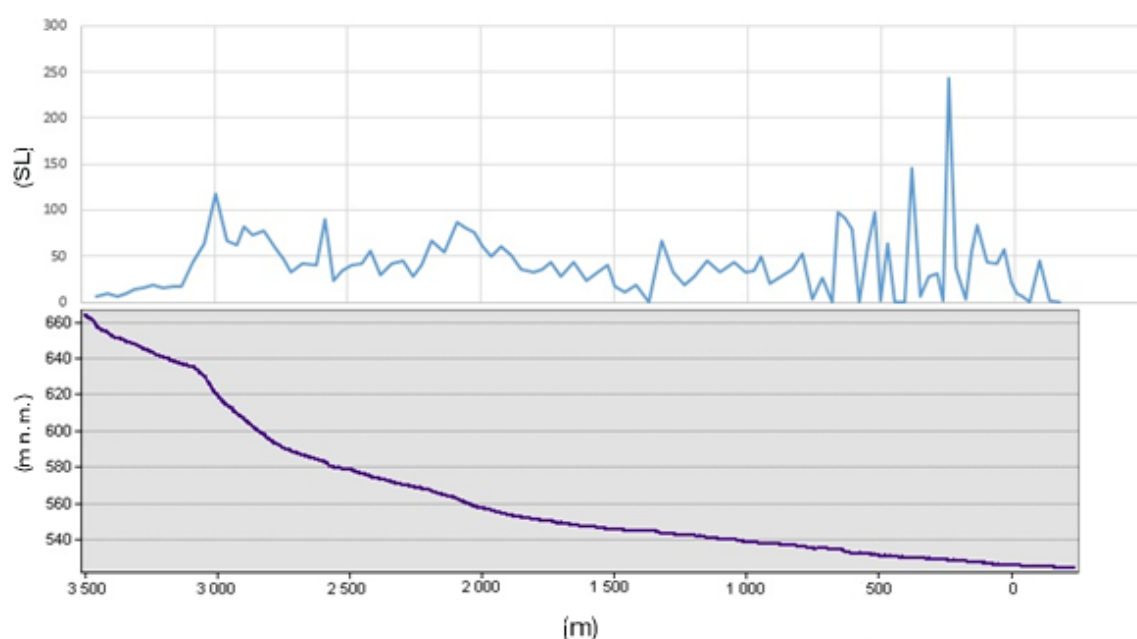
Obr. 27: SL index pro část Mrtvého potoka 2, zkoumaná část zobrazena na obr. 13

Zdroj: *Vlastní zpracování dle dat GIS (2015)*

Na obr. 26 a obr. 27 jsou znázorněny SL indexy pro vybranou část Mrtvého potoka. Ve spodní části obrázku byl vygenerován podélný profil toku v programu GIS z DMR4G. Od lokálního pramene přítoku byla využita lidarová data po první zmapované hráz, od té chvíle byla využita data z terénního měření (přibližně od 310 m znázorněné na obr. 26 a obr. 27).

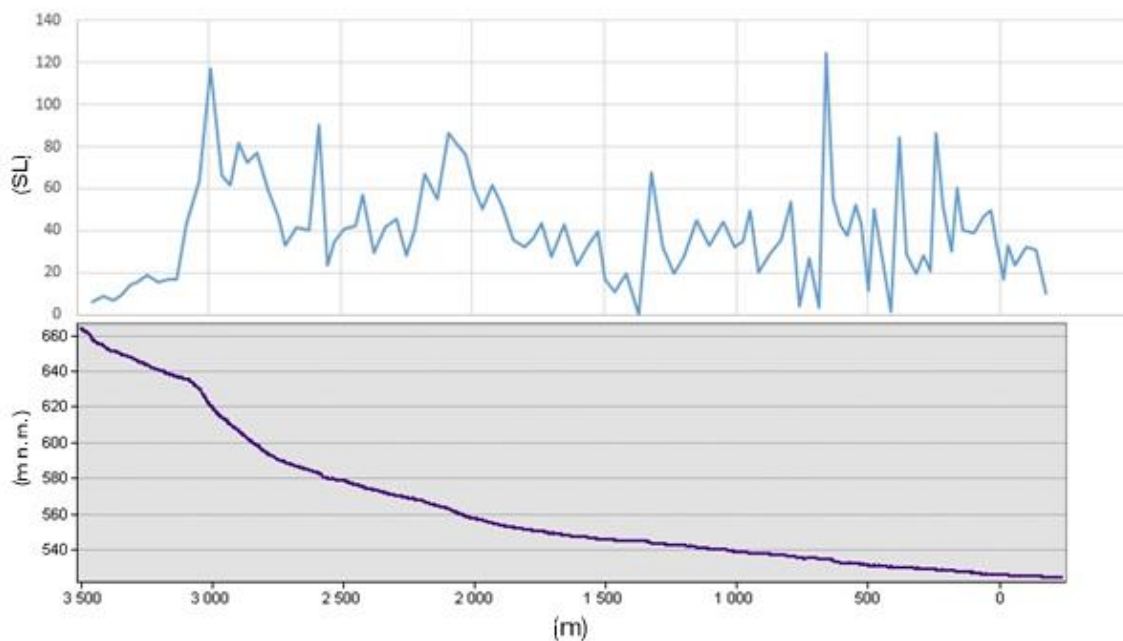
Na obr. 26 byla pro výpočet SL indexu použita data z naměřených výšek hladin, čili jako h (změna výšky) byla využita právě data z naměřených výšek hladin.

Na obr. 27 byla pro výpočet SL indexu použita data z naměřených výšek sedimentů.



Obr. 28: SL index pro Mrtvý potok od pramene po soutok s Kateřinským potokem 1, zkoumaná část zobrazena na obr. 12

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat GIS (2015)



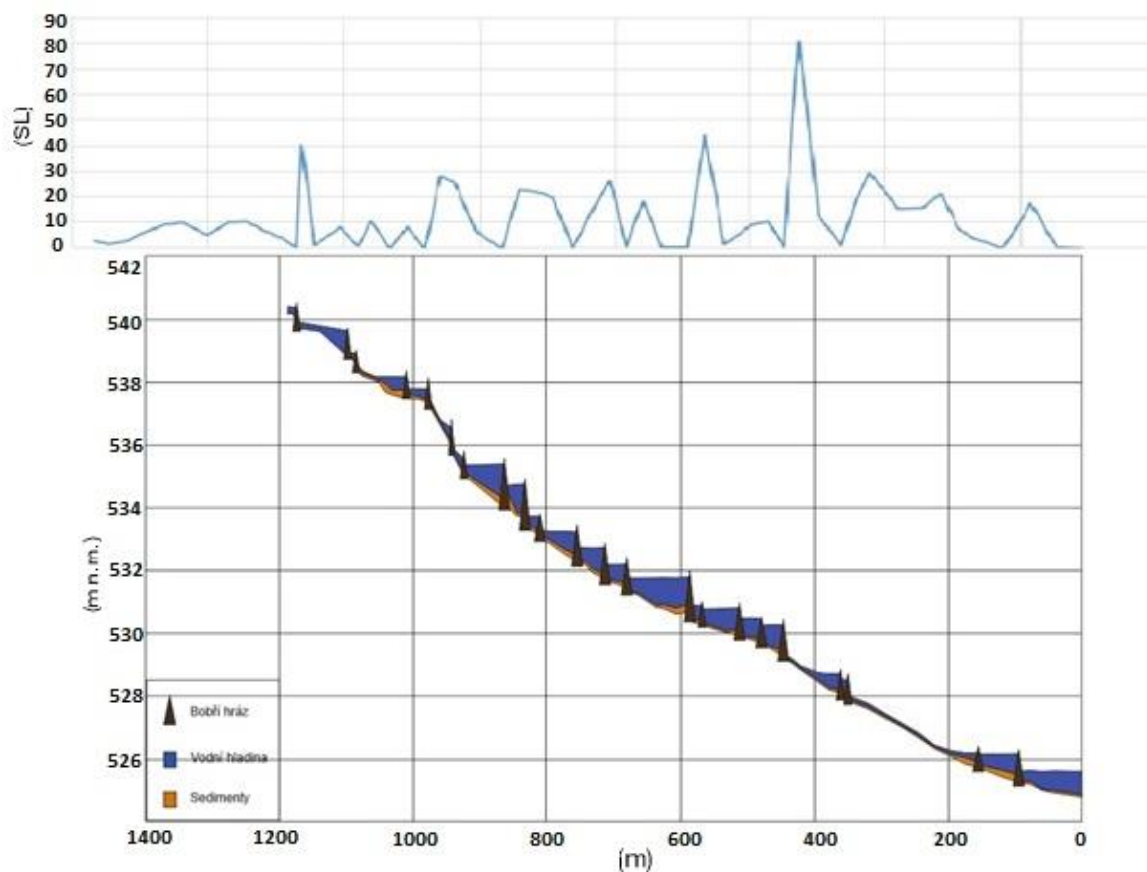
Obr. 29: SL index pro Mrtvý potok od pramene po soutok s Kateřinským potokem 2, zkoumaná část zobrazena na obr. 12

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat GIS (2015)

Na obr. 28 a obr. 29 jsou znázorněny v horní části obrázků SL indexy, ve spodní části je poté vygenerován podélný profil z prostředí GIS za využití dat z DMR4G a příslušných nástrojů. V tomto případě se jedná o data pro celý vodní tok Mrtvého potoka. Od pramene po první změřená data při terénním výzkumu byla využita lidarová data, dále pak byla využita vlastní naměřená data. Na obrázcích 28 a 29 jsou terénně naměřená data od 2 800 m. Na obr. 28 byla pro výpočet SL indexu použita data z naměřených výšek hladin, čili jako h (změna výšky) byla využita právě data z naměřených výšek hladin.

Na obr. 29 byla pro výpočet SL indexu použita data z naměřených výšek sedimentů. Oba dva SL indexy přehledně znázorňují náhlou změnu výšky ve vodním toku zvýšením a opětovným snížením hodnoty SL (osa y).

V tomto případě (měření od pramene po soutok) znázorňuje SL index přehledně výskyt bobřích hrází za využití změny výšky hladin.



Obr. 30: SL index vypočítaný s podélným profilem

Zdroj: *Vlastní zpracování dle dat GIS (2015)*

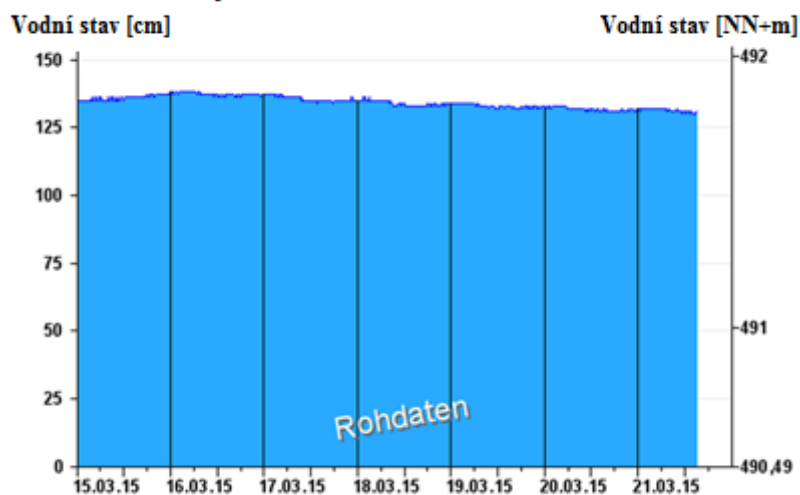
Na obr. 30 je v horní části znázorněn SL index vypočítaný z výšek hladin, ve spodní části je znázorněn podélný profil části Mrtvého potoka z března 2015. SL index přehledně znázorňuje změnu výšky hladiny, a tak informuje o možném výskytu bobří hráze. Nezahrnuje v sobě však další ukazatele a parametry, takže hráze, které zadrží nejvíce vody (velké naplnění vodní hladiny), nejvíce sedimentů, nemusí v tomto měření SL indexu na základě změny výšky vodní hladiny vynikat.

6.5 Hydrologické poměry

Hydrologická stanice Pfrentsch / Pfreimd

V obrázcích pojem Rohdaten znamená surová (hrubá) data.

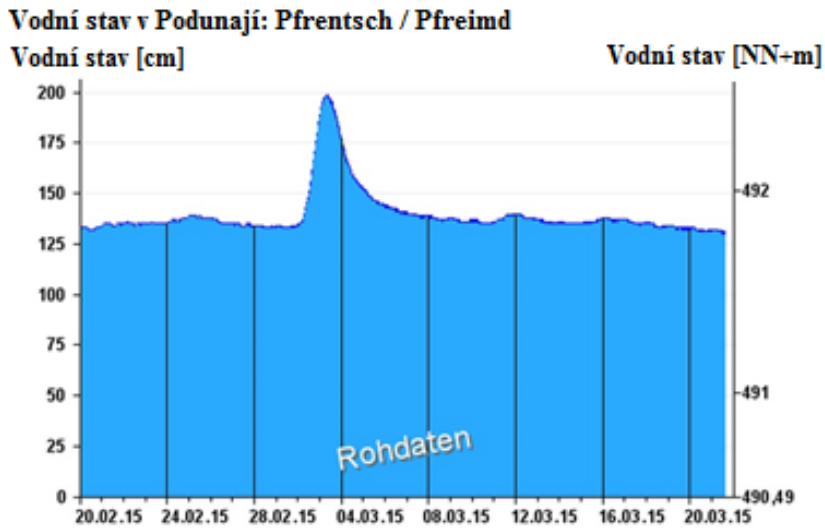
Vodní stav v Podunají: Pfrentsch / Pfreimd



Obr. 31: Vodní stav v jednom sledovaném týdnu, poslední čtení 21. 3. 2015 v 15:00 činí 131 cm

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat HND.BAYERN.DE (2015)

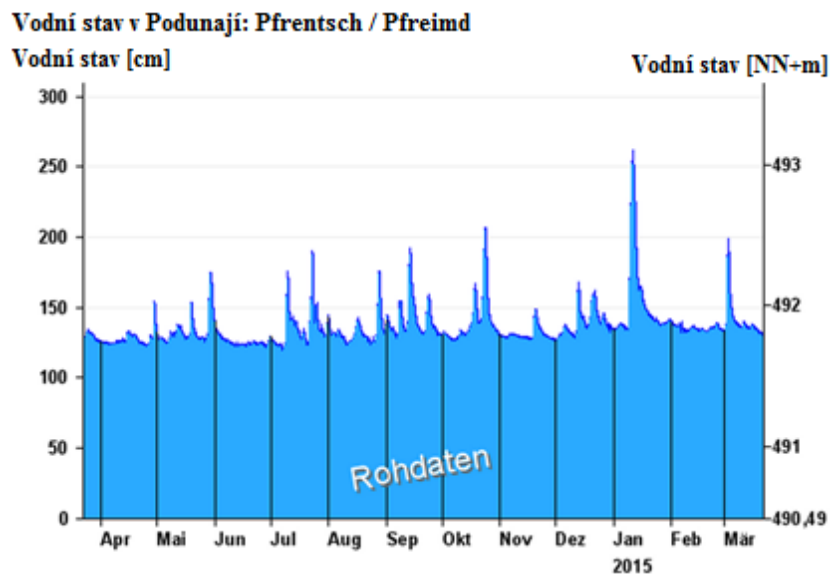
Ve sledovaném týdnu nebyla zaznamenána žádná výrazná změna (výkyv) vodního stavu. Za takového stavu pravděpodobně dochází k normálnímu chodu sedimentů.



Obr. 32: Vodní stav za jeden sledovaný měsíc

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat HND.BAYERN.DE (2015).

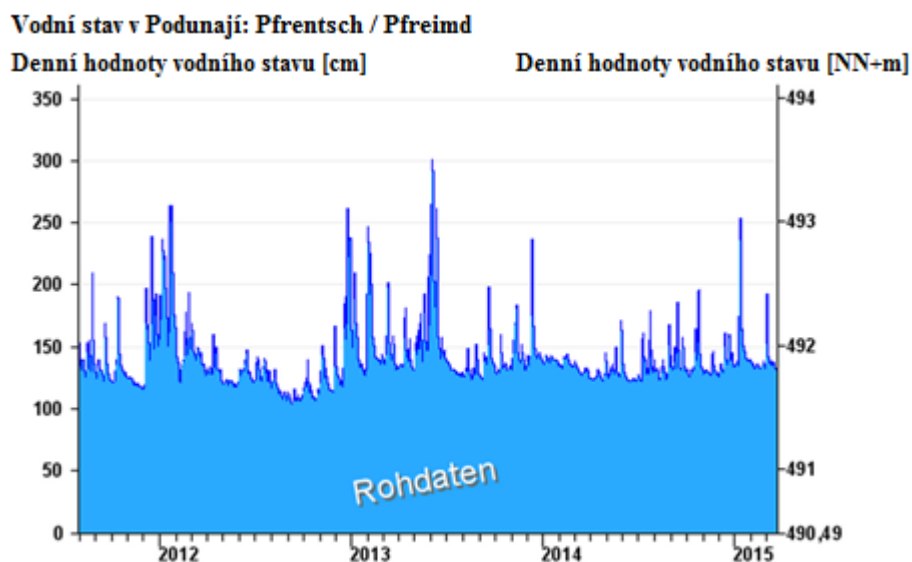
Na obr. 32 je patný výkyv vodního stavu na přelomu února a března roku 2015. Příčinou bylo zřejmě zvýšení teplot a tání sněhu, které zapříčinilo zvýšení vodního stavu.



Obr. 33: Vodní stav od posledního měření rok zpětně

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat HND.BAYERN.DE (2015).

Na obr. 33 je několik znatelných výkyvů, největší na začátku ledna (Jan) 2015. Lze předpokládat, že se v tomto případě jedná o větší míru tání napadaného sněhu, a tím zvýšení vodního stavu. Ten byl několik dní i dvakrát větší než za stavu normálního.



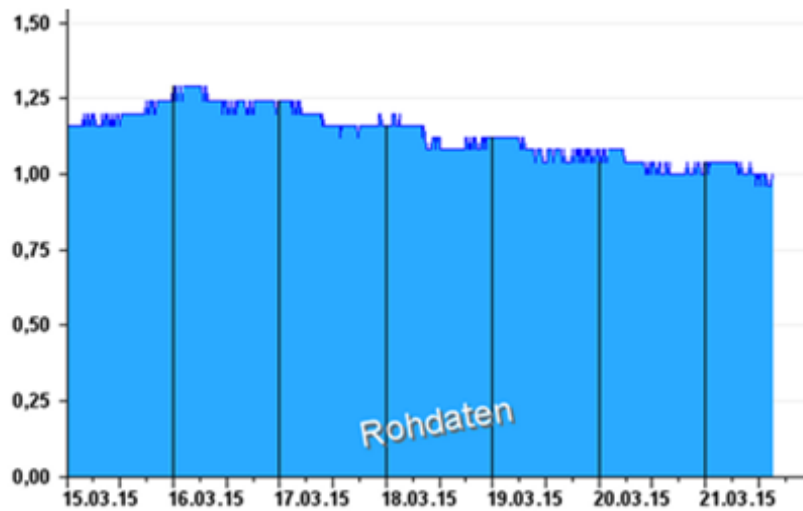
Obr. 34: Vodní stav za celé dostupné sledované období

Zdroj: *Vlastní zpracování dle dat HND.BAYERN.DE (2015).*

Na obr. 34 jsou patrná období enormního zvýšení vodního stavu krátkého časového trvání, především v období konce zimy daného roku.

Vodní stav v Podunají: Pfremsch / Pfreimd

Průtok [m^3/s]



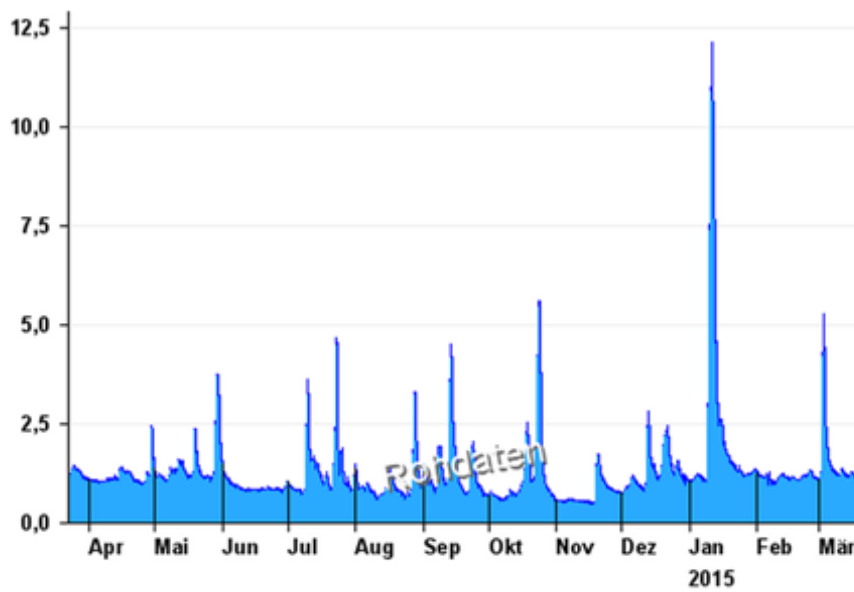
Obr. 35: Průtok vody v metrech krychlových za vteřinu v jednom sledovaném týdnu

Zdroj: *Vlastní zpracování dle dat HND.BAYERN.DE (2015).*

Průtok vody vyjádřen m^3/s v sobě zahrnuje veličinu rychlost. Hodnoty průtoku vody informují, jaký objem vody za určitý čas protekl měřicím úsekem dané hydrologické stanice. Ve sledovaném týdnu průtok vody mírně klesal, nejednalo se však o žádné výrazné změny a neobvyklé chování.

Vodní stav v Podunají: Pfrentsch / Pfreimd

Průtok [m³/s]



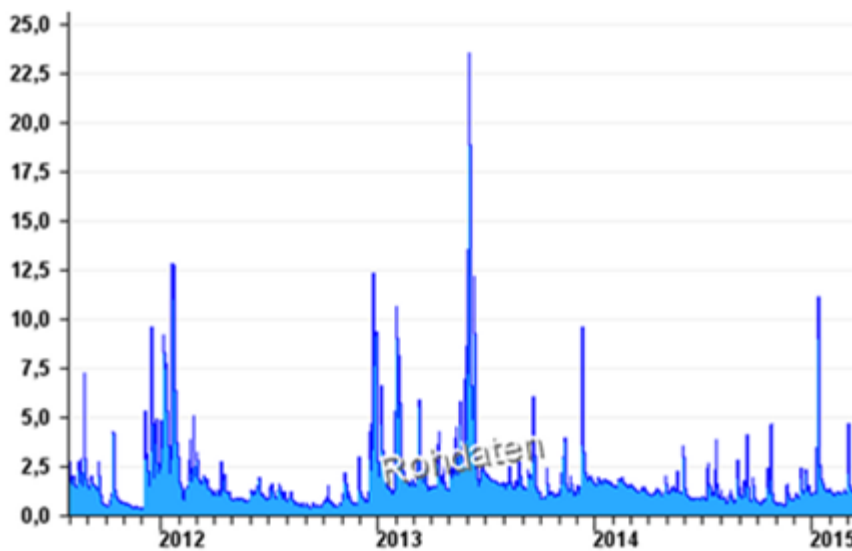
Obr. 36: Průtok vody v metrech krychlových za vteřinu za poslední rok

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat HND.BAYERN.DE (2015).

Zvýšené hodnoty na obr. 36 představují především náhlé zvýšení průtoku vody zapříčiněné zásahem člověka nebo změnou počasí (intenzita srážek, tání sněhu ad.).

Vodní stav v Podunají: Pfrentsch / Pfreimd

Denní hodnoty průtoku [m^3/s]



Obr. 37: Průtok vody v metrech krychlových za vteřinu za celé dostupné sledované období

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat HND.BAYERN.DE (2015).

Na obr. 37 jsou patrné extrémní hodnoty v květnu v roce 2013. Tento extrémní výkyv lze spojit s velkými povodněmi v Čechách, které přišly po několikadenním dešti.

Všechny výše vložené obrázky mohou dopomoci k tvorbě uceleného obrazu o chování a změnách vodního toku Mrtvého potoka. Především extrémní hodnoty vymykající se normálu jsou pro sledování důležité a lze je brát jako potenciální zkreslující činitele při zkoumání bobřích hrází či usazování sedimentů ve vodním toku. Data o vodní hladině a průtoku vody měřené v hydrologické stanici informují o změnách počasí, ale také o zásahu člověka, například vypuštěním přehrady či rybníka.

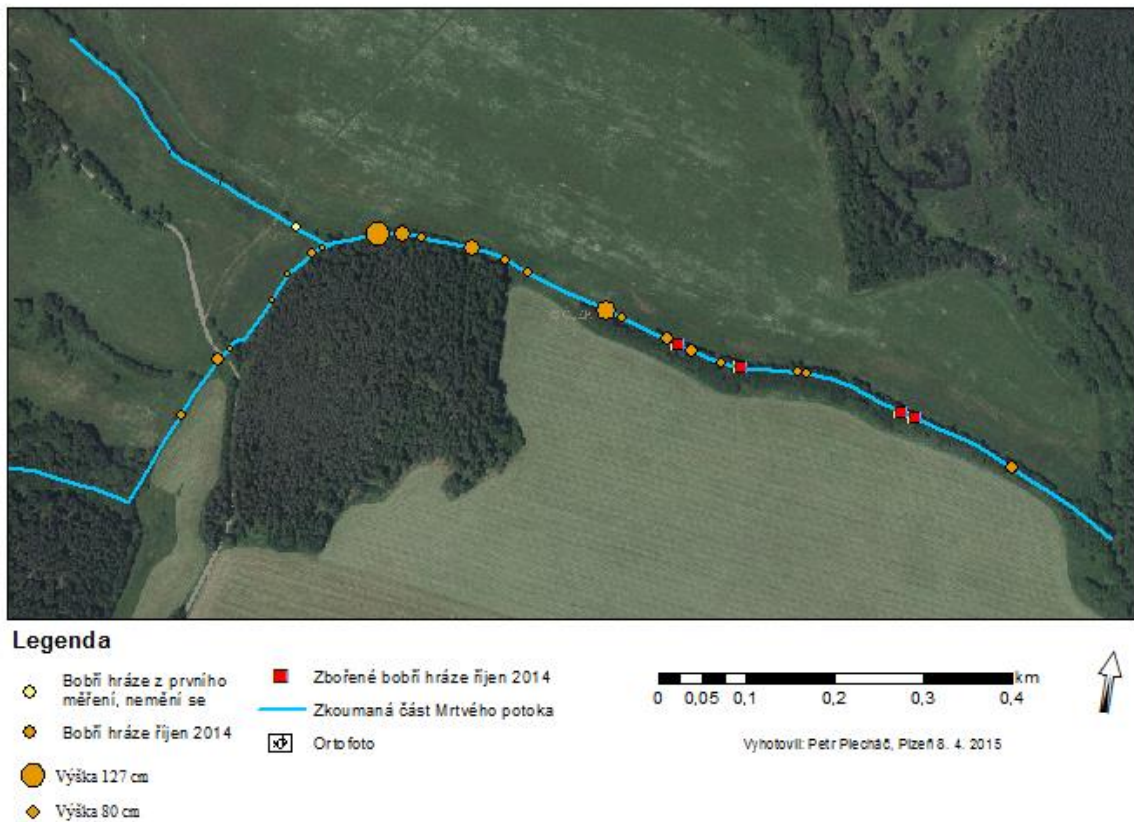
Sedimentární režim je nejvíce ovlivněn právě vodou. Každá změna charakteru toku ovlivňuje chod sedimentů.

Extrémní hodnoty jsou zobrazeny především na začátku roku, zřejmě z důvodu tání napadlého sněhu. Sníh, který taje ve vyšších nadmořských výškách až později, na přelomu března – dubna, se ve zkoumaném území výrazně neprojevil.

Největší naměřený průtok vody ve sledovaném období byl zaznamenán v polovině ledna 2015. Průtok dosahoval přibližně 5 krát větší hodnoty než obvykle.

6.6 Mapování bobřích staveb

Mapa zkoumaného území a mapování bobřích hrází říjen 2014

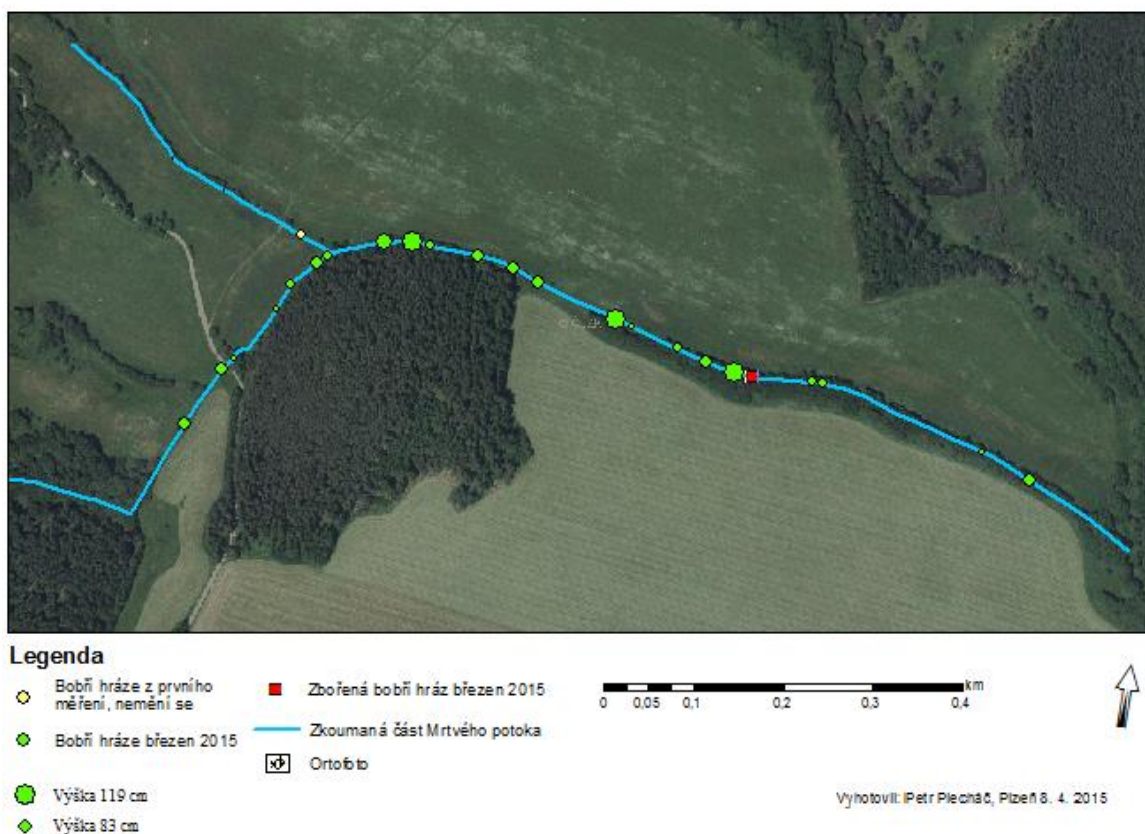


Obr. 38: Mapa bobřích hrází říjen 2014

Zdroj: Vlastní zpracování v ArcGis 10.2. na základě dat ČÚZK (2015)

Na obr. 38 byly zaznamenány 4 zničené hráze. Na těchto bobřích stavbách nebyla měřena výška, a proto jsou na obrázku zobrazeny se statickou velikostí, u ostatních bobřích hrází značené kolečkem odpovídá velikost značky výšce hráze. Od jediného přítoku směrem nahoru do vyšších nadmořských výšek jsou zobrazeny 3 bobří stavby, které pro svou velikost a pozici nebyly do výsledné práce nijak zahrnuty. Významná je zde první hráz od soustoku směrem po proudu, největší hráz, ve které byly později zkoumány sedimenty.

Mapa zkoumaného území a mapování bobřích hrází březem 2015



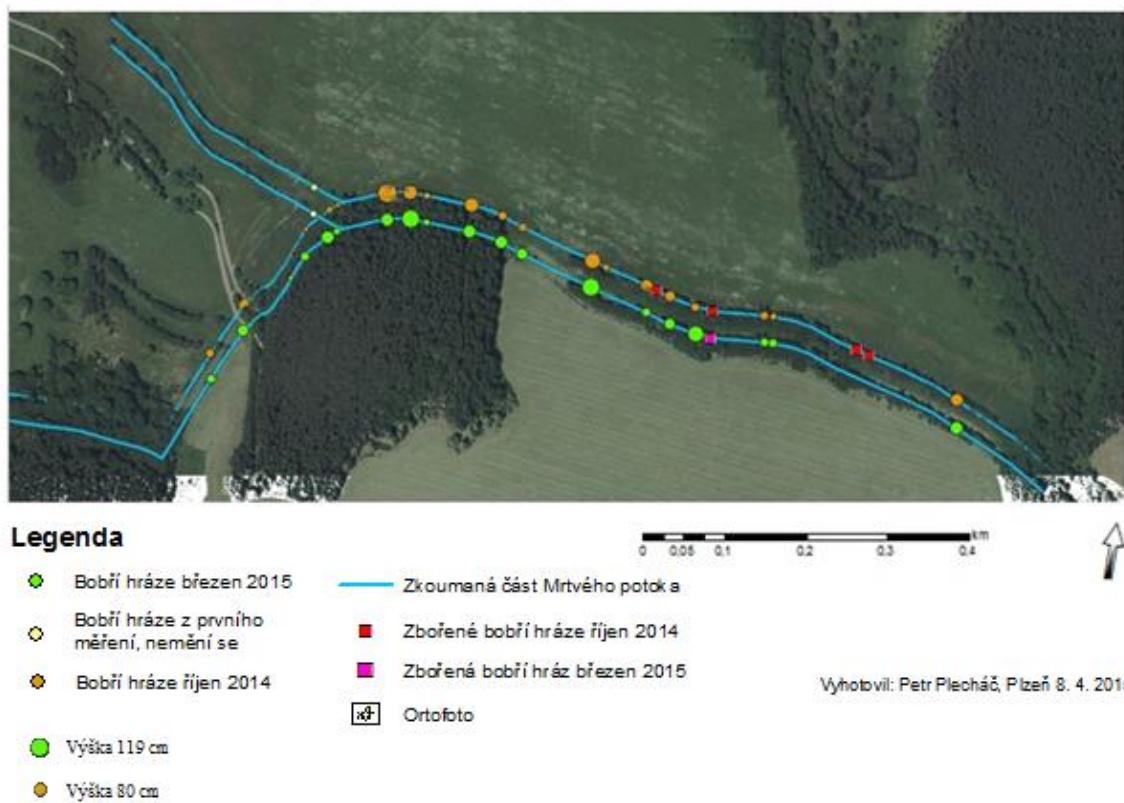
Obr. 39: Mapa bobřích hrází březem 2015

Zdroj: Vlastní zpracování v ArcGis 10.2. na základě dat ČÚZK (2015)

Na obr. 39 byla zaznamenána pouze jedna zničená hráz, u které nebyla měřena výška a velikost její značky je statická. U ostatních bobřích hrází značené kolečkem odpovídá velikost značky výšce hráze.

Velikosti jednotlivých hrází se změnily, největší hráz již netvoří první hráz od přítoku zprava, ale hráz druhá. Velikosti jednotlivých značek jsou vypočteny pouze z hodnoty výšky hráze, nikoli však kolik sedimentů daná hráz zadrží nebo jaký rozliv vody do okolí způsobí.

Mapa proložení dvou mapování bobřích hrází



Obr. 40: Proložení obrázků 38 a 39

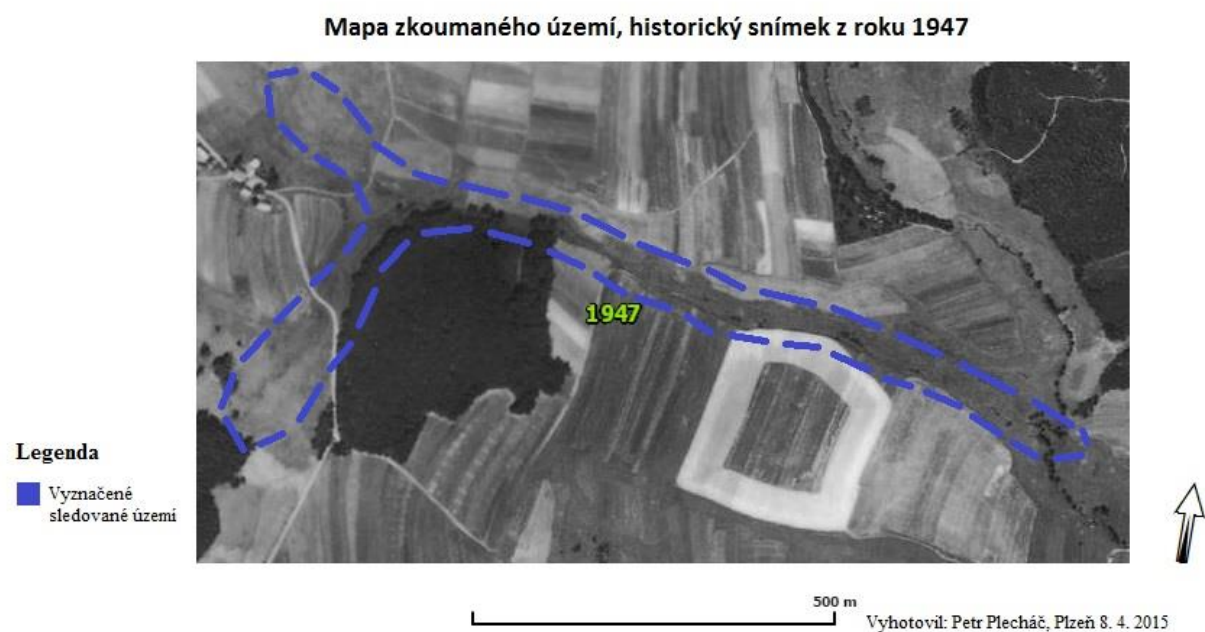
Zdroj: Vlastní zpracování v ArcGis 10.2. na základě dat ČÚZK (2015)

6.7 Analýza mapových děl



Obr. 41: Letecký snímek z roku 2011

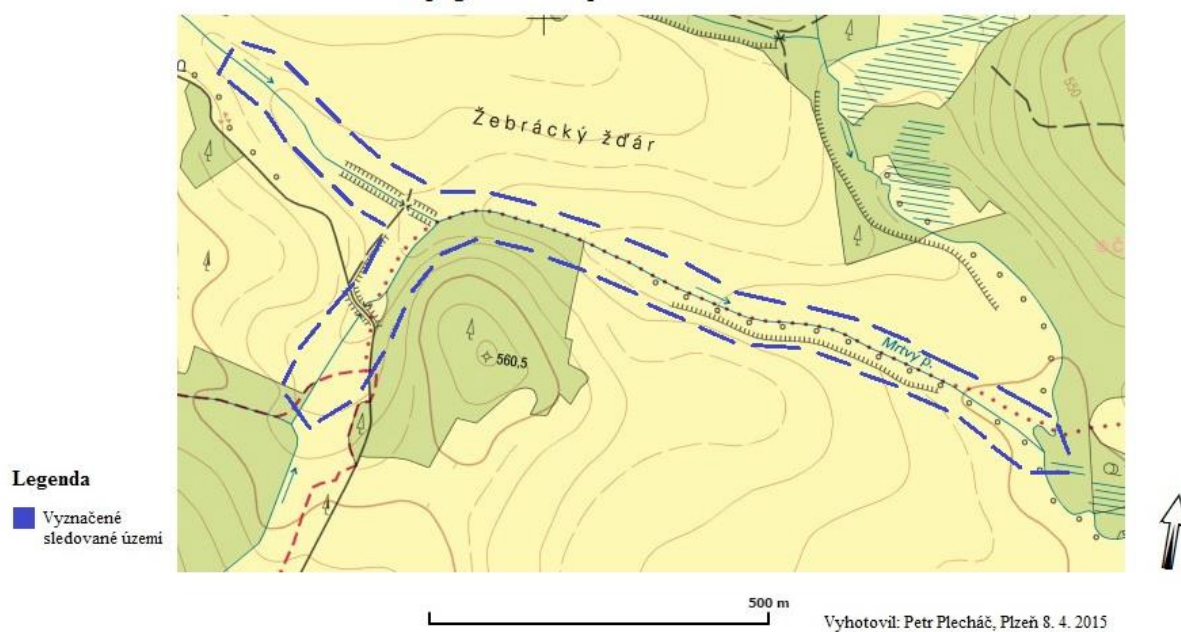
Zdroj: Vlastní zpracování dle dat Cenia (2015)



Obr. 42: Historický snímek z roku 1947

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat Cenia (2015)

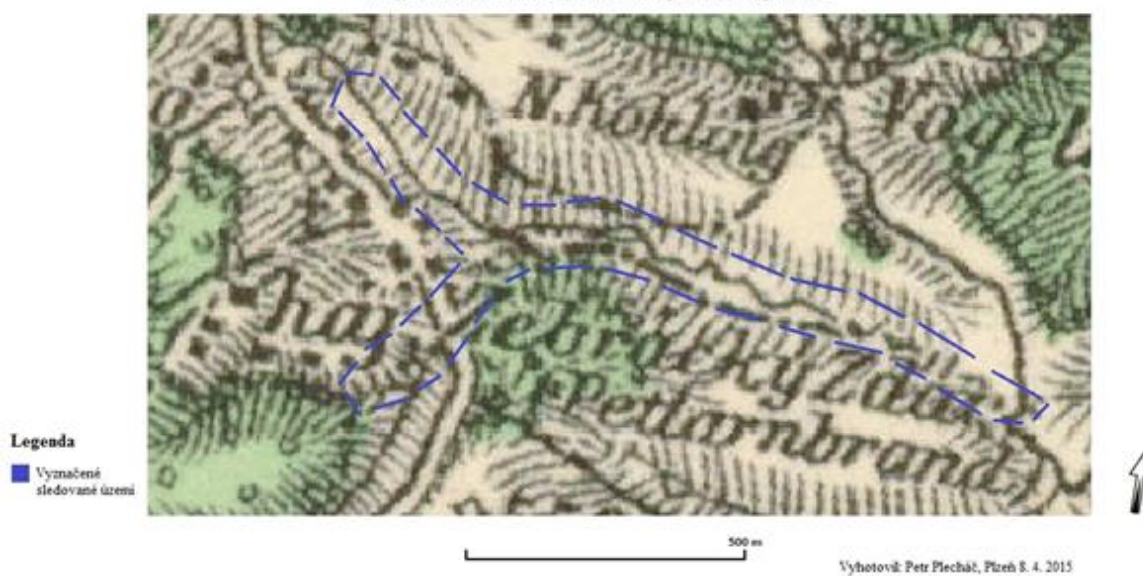
Topografická mapa zkoumaného území



Obr. 43: Topografická mapa

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat Cenia (2015)

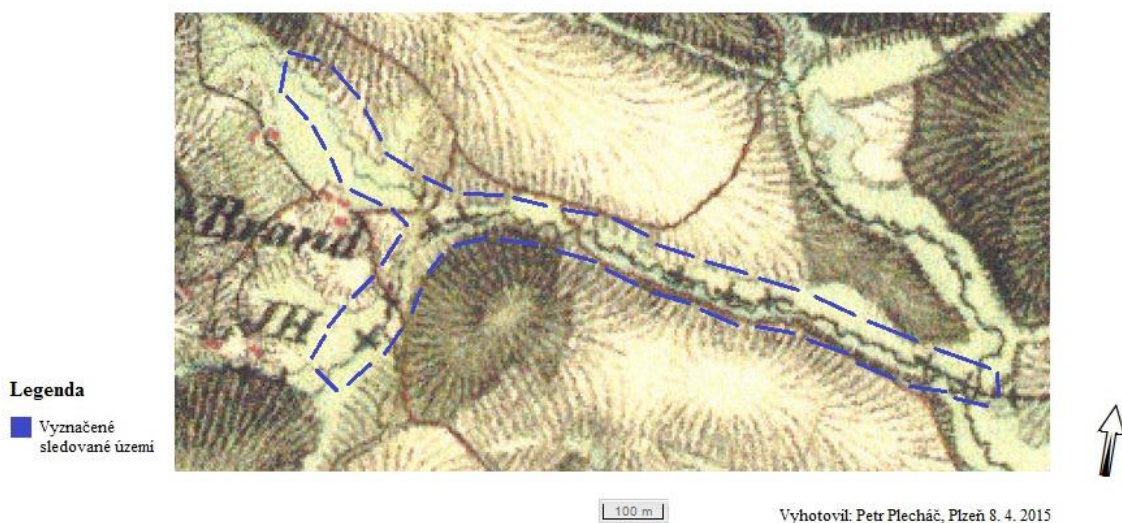
Mapa zkoumaného území, III. vojenské mapování



Obr. 44: III. vojenské mapování

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat Cenia (2015)

Mapa zkoumaného území, II. vojenské mapování



Obr. 45: II. vojenské mapování

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat Geoportál.Gov (2015)

6.8 Objem zadržovaných sedimentů bobřími hrázemi

Nad velkou hrází na 860 m při měření 2. podélného profilu bylo zjištěno, že daná hráz zadržuje v délce 63 m celkem $14,18 \text{ m}^3$ sedimentů. Délka 63 m byla zvolena z důvodu toho, že v této vzdálenosti byla naměřena mocnost sedimentů 4 cm a končilo zde nalepšení vodní hladiny způsobené bobří hrází.

Nad hrází na 360 m při měření 2. podélného profilu bylo zjištěno, že daná hráz zadržuje v délce 35 m celkem $1,83 \text{ m}^3$ sedimentů. Délka 35 m byla zvolena z důvodu toho, že v této vzdálenosti byla naměřena mocnost sedimentů 0,5 cm.

Velkých hrází se na Mrtvém potoce nachází 7, malých hrází 15.

Objem zadržovaného sedimentu 7 velkými hrázemi je $99,29 \text{ m}^3$.

Objem zadržovaného sedimentu 15 malými hrázemi je $27,49 \text{ m}^3$.

Celkový odhadovaný mokrý objem zadržovaných sedimentů bobřími hrázemi na Mrtvém potoce je $126,78 \text{ m}^3$.

7 Diskuze výsledků

7.1 Použitá literatura

Výsledky jsou komentovány, diskutovány a vztahovány především k výzkumu provedeném v potoce Odell Creek, Centennial Valley, Montana, USA. Tento článek (výzkum), zabývající se bobřími přehradami a dynamikou sedimentů v potoce, odpovídal svými parametry zadání této bakalářské práce, a proto z něj bylo čerpáno značné množství dat.

V USA se především vyskytuje bobr kanadský, stejně jako bobr evropský byl v tamním prostředí téměř vyhuben a později došlo k reintrodukci (Levine a Meyer, 2013).

Bobří přehrady prokazatelně ovlivňují vodní tok a pozměňují jeho charakteristiku. Především se jedná o zvyšování dna koryta toku usazováním sedimentů, které jsou zadržovány díky bobřím hrázím. Zvyšování dna koryta toku usazováním sedimentů může vést i ke zmírnění gradientu toku. Změny jsou takové, že šířka a hloubka toku se zvětšuje, naproti tomu sklon a rychlost toku se snižuje (Levine a Meyer, 2013). Hloubka toku se zvětšuje díky bobřím hrázím a nalepšením vodní hladiny. Změny se projevují také na kvalitě vody a rozmanitosti vegetace (Butler a Malanson, 1995). Bobří jsou jako stabilizační činitel reintrodukováni především tam, kde došlo k velkému zaříznutí toku a k přílišnému prohloubení koryta toku (Levine a Meyer, 2013). Mrtvý potok, v dolní části vydlážděný a tím uměle napřímený, je dokonalou oblastí na zkoumání ukládání sedimentů vlivem bobřích hrází. K vydláždění došlo pravděpodobně v období 70. – 80. let minulého století, kdy byly v území prováděny meliorace státními statky (Košnář, 2015).

Dnes lze na zkoumaném území nalézt začínající meandrování zkoumaného toku i velké množství usazených sedimentů. Vlivem bobřích hrází se postupně začíná měnit okolní vegetace, bobří jezírka využívají i jiní živočichové (například žáby ke kladení vajíček), kteří by v napřímeném, rychle tekoucím toku takovou možnost neměli.



Obr. 46: Žabí vajíčka v bobřím jezírku pořízena na sousedním Kateřinském potoce

Autor fotografie: Petr Kunc

Bobří hráze se vlivem počasí, stáří nebo vlivem člověka mohou zborstit. Během měření se naskytla možnost zkoumání vlivu zborzení hráze na sediment před (nad) ní. Dle terénního měření se zjistilo, že zborzení hráze nemá za důsledek úplné vymizení již usazeného materiálu. Stejného závěru došli i výzkumníci z Odell Creek (Levine a Meyer, 2013). Není ovšem vyloučené, že protržení enormně velké hráze nemůže mít za důsledek sled dalších protržení a způsobení dominového efektu, nahromadění vysokého objemu vody a následně zvýšený odnos sedimentů (i hrubého materiálu). Ve výzkumu Butlera a Melansona (2004) v Severní Americe, Montaně, bylo od roku 1984 zaznamenáno vlivem protržení bobřích hrází 13 případů lidského úmrtí a mnoho případů zranění. Na Mrtvém potoce se nevyskytují nadměrně (> 1,5 m) vysoké hráze, které by mohly podobnou destrukci způsobit, a proto i po zborzení některé hráze bylo možné sledovat, jak sediment, nacházející se v minulosti nad (před) ní, zůstal povětšinou na místě (nejjemnější materiál byl pravděpodobně odnesen).



Obr. 47: Obrázek zničené bobří hráze a pozůstatek sedimentů, 11. 10. 2014

Situace na obr. 47, kdy po protržení hráze zůstávají některé sedimenty na místě.

Podle provedených měření bobr evropský své hráze udržuje, především pak ty, které má v blízkosti svého bobřího hradu. Nové kusy dřeva na takovýchto hrázích byly zaznamenány při každém měření od dubna 2014 do března 2015.



Obr. 48: První bobří hráz pod bobřím hradem, 28. 7. 2014



Obr. 49: První bobří hráze pod bobřím hradem s vyznačením nového materiálu, 28. 9. 2014



Obr. 50: První hráze pod bobřím hradem s vyznačením nového materiálu, 14. 3. 2015

Sedimenty byly měřeny opakovaně před (nad) i za (pod) hrází, a v pravidelných úsecích mezi hrázemi. Mocnost sedimentů se během tohoto období měnila v řádech centimetrů. Graficky jsou změny vidět při porovnání prvního podélného profilu z října 2014 a druhého podélného profilu z března 2015 (obr. 23 a obr. 24). Výrazná změna v množství zadržovaných sedimentů bobřími hrázemi v Mrtvém potoce může pravděpodobně vzniknout především kvůli náhlým zásahům, ať už se jedná o zvýšení vodní hladiny a průtoku vlivem tání sněhu, či vypouštěním přehrad a rybníků spadajících do povodí Mrtvého potoka, popřípadě zásahem člověka v podobě ničení hrází a škozením bobrům, což je v České republice zakázáno. Butler a Melanson citují ve svém článku výzkumníky Devita a Dillona (1993),

kteří změřili rychlost usazování 0,35 – 0,6 cm za rok. Sami provedli výzkum a naměřili hodnoty 3 – 6,5 cm za rok (Butler a Melanson, 2004). Jestliže se bobr prokazatelně usídlil ve zkoumaném území v roce 1990 a u nejstarší a zároveň největší hráze byla naměřena (2 m nad (před) korunou hráze) mocnost sedimentů 50 cm, přírůstek za rok by znamenal 2 cm. Tímto bychom se blížili spíše výzkumu vedeném Butlerem a Melansonem (2004). Ve vzdálenosti 3 m od koruny hráze byla naměřena mocnost sedimentů 22 cm, tím bychom se dostali na hodnotu 0,88 cm/rok. Do provedeného výpočtu vstupuje několik nejasností. Bylo provedeno pouze zjištění relativního stáří bobřích hrází a není jisté, jak přesně dlouho zde daná hráz stojí. S každým přidaným nebo odebraným rokem by se vypočtená rychlost sedimentace změnila. Dá se však předpokládat, že daná bobří hráz je spíše mladší než 25 let a nestojí zde již od roku 1990, kdy se bobr evropský na zkoumaném území prokazatelně usídlil. Do výpočtu vstupují i další faktory, jako například již usazený materiál na dně koryta toku ještě před příchodem bobra. Z terénního měření je zjištěno, že v úsecích toku Mrtvého potoka bez bobří hráze s vydlážděným dnem se nachází minimum sedimentů (do 2 cm).

Z přečtených článků se nepodařilo zjistit, přesně v jaké vzdálenosti od koruny hráze výzkumníci měřili mocnost sedimentů. Ovšem jev, kdy se největší mocnost sedimentů nachází těsně nad (před) hrází, je všude stejný.

7.2 Zachycení sedimentů bobří hrází

Z měření vyplývá, že bobří hráze dokážou zachytit prach + jíl, písek a štěrky, starší hráze vykazují vyšší míru zachycených sedimentů a díky tvorbě bobřích jezírek se ukládá i nejmenší materiál (Levine a Meyer, 2013). Nejvíce materiálu je zadržováno bezprostředně nad (před) bobří hrází, dále proti proudu záleží především na sklonu vodního toku a velikosti jezírka. Pod hrází se ve většině případů nachází minimum usazených sedimentů. Výjimkou byla hráz, ve které se odebíral vzorek sedimentů BH. Pod touto hrází bylo nahromaděno vysoké množství sedimentů (mocnost až 40 cm). Příčinou mohlo být v minulosti zboření takto velké hráze nebo nahromadění sedimentů v důsledku obtékání ve větší míře bobří hráze a dotací materiálu ze zemědělské půdy. Tyto situace jsou zobrazeny na obrázcích 51 – 55. Voda, která obtéká hráz, může okamžitě za hrází natéct zpět do koryta toku a odnést ze zemědělské půdy materiál, kterým může dotovat sedimenty v toku. Ty se po většinou projeví až dále v toku, u další bobří hráze. Vylitá voda při zvýšených vodních

stavech či nenadálých situacích, které vedou ke zvýšení výšky vodní hladiny, může zůstat delší dobu mimo koryto toku a zaplavovat tak okolní břehy. I vlivem tohoto chodu vodního toku může docházet k erozi břehů.



Obr. 51: Bobří hráze a obtékání vody přes zemědělskou půdu 1, 4. 4. 2014

Autor fotografie: RNDr. Václav Stacke, Ph.D.

Na obr. 51 je šipkou značeno obtékání hráze přes zemědělskou půdu, kolečkem je značeno místo, kde eroduje břeh a šipkou je značeno místo, kde dochází k akumulaci hrubého materiálu.



Petr Plecháč, 7. 9. 2014

Obr. 52: Bobří hráz a obtékání vody přes zemědělskou půdu 2, 7. 9. 2014



Petr Plecháč, 7. 9. 2014

Obr. 53: Bobří hráz a obtékání vody přes zemědělskou půdu 3, 7. 9. 2014



Petr Plecháč, 14. 3. 2015

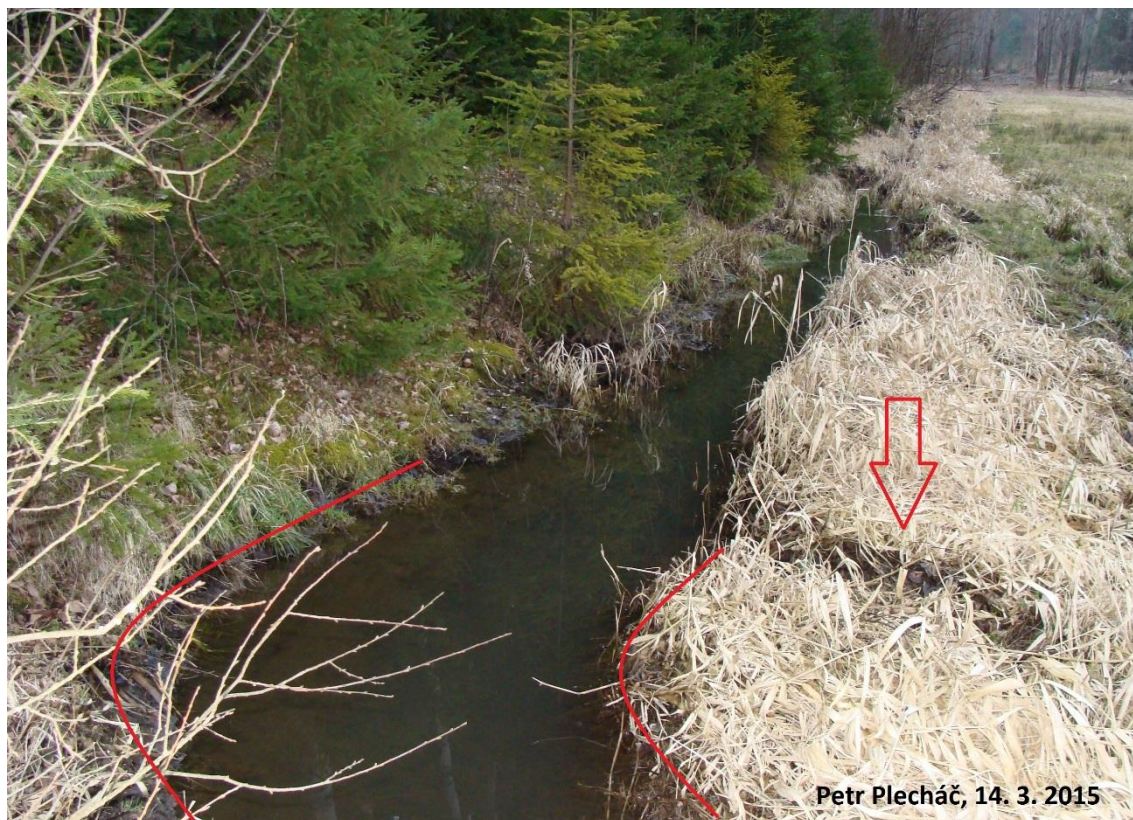
Obr. 54: Bobří hráz a obtékání vody přes zemědělskou půdu 4, 14. 3. 2015



Petr Plecháč, 14. 3. 2015

Obr. 55: Bobří hráz a obtékání vody přes zemědělskou půdu 5, 14. 3. 2015

Sedimenty uložené v bobřích jezírkách mohou vznikat také snahou bobra vyhrabat či upravit vodní kanál (Butler a Malanson, 1995). Po zboření hráze lze vidět na obrázku 53 vymleté břehy, které mohly být způsobené činností bobra. Ten při stavění bobřích hrází nevyužívá jen dřevo, ale v některých případech i bahno. Další možnou dotací sedimentů jsou skluzavky bobra evropského, kterými se dostává z koryta toku ven nebo obráceně. Ty jsou k vidění na mnoha místech na březích toku, příkladem obr. 56 a 58. Vodní tok nemá pouze transportační a akumulaciční vlastnosti, ale sám eroduje, a to zařezáváním do dna koryta nebo rozšiřováním koryta boční erozí. Boční eroze jsou patrné na některých částech toku vznikajícím meandrováním, v tomto stádiu spíše zákruty toku. Tento jev může také zapříčinit dotování sedimentů v toku (obr. 56).



Obr. 56: Vyznačené zákruty na Mrtvém potoce a vyhloubená bobří skluzavka

Při porovnání obrázků 41 a 42 je patrný příbytek lesního porostu. Při odlesňování vystavíme více půdu účinkům zvětrávání, zvětralý materiál se může dostat do chodu sedimentů v toku (Chábera, 1996). Ve zkoumaném území je situace minimálně od roku 1947 dle snímkování opačná.



Obr. 57: Místo zbořené bobří hráze, 11. 10. 2014



Obr. 58: Viditelné cestičky bobra evropského, 14. 3. 2015

Výzkum v USA prokázal, že uprostřed bobřích jezírek je více jemného materiálu a u hráze je materiál hrubší (Butler a Malanson, 1995). To by značilo unášecí sílu toku a schopnost bobří hráze tento sediment zachytit. Vlivem téměř stojaté vody se poté začíná jemnější materiál usazovat v bobřím jezírku. Bobřími hrázemi velmi často protéká voda, a proto může být jemnější materiál odplaven touto cestou.

Na podélném profilu (obr. 23, obr. 24) je v úseku přibližně 370 – 170 m patrné, že absence bobřích hrází způsobuje téměř nulové usazování sedimentů, zrychluje proud toku a zmenšuje výšku vodní hladiny.

Překvapivě veliké množství sedimentů se nachází pod hrází na 860 m (obr. 25), tento stav je spíše atypický. Pravděpodobně byla daná hráz na nějaký čas zničena a sedimenty byly splaveny níže.

7.3 Objem zadržovaných sedimentů bobřími hrázemi

Bobří hráze zadržují nejvíce sedimentů těsně nad (před) hrází, se vzdáleností od hráze mocnost sedimentů klesá. Zvolená měřená hráz byla pro lepší vypovídající hodnotu rozdělena na několik úseků dle provedených terénních měření. Dno koryta toku bylo stejně jako hladina toku proměnlivé, při výpočtech byla použita průměrná fixní hodnota 1 m šíře dna koryta toku dle měření v terénu.

Průměrná výška hráze při měření 2. podélného profilu toku byla 69,14 cm.

Zvolený limit pro rozdělení hrází na velké hráze a malé hráze tak vychází z průměrné výšky všech hrází a výškou hráze (85 cm), nad (před) kterou probíhal výpočet objemu zadržovaných sedimentů.

Průměrná výška hráze 69,14 cm byla ovlivněna vyšším počtem nižších hrází.

Změřená velká hráz zadržuje téměř 8 krát více sedimentů než změřená malá hráz. Hodnoty zadržovaného objemu mokrého sedimentu uvedené v kapitole 6.8 mohou být ovlivněny nepřesností ve výpočtu příčného řezu bobřího jezírka a průměrováním naměřených a vypočítaných hodnot. Objem mokrého sedimentu se svou velikostí značně liší od objemu suchého sedimentu. Zrnitostní složení odebraného sedimentárního jádra, kde byl vypočten objem zadržovaného mokrého sedimentu, je zobrazeno na obr. 18 (vzorek BH).

7.4 Sedimentologická analýza

Vzorek BH, odebraný v bobřím jezírku na Mrtvém potoce i vzorek BH2 odebraný v Kateřinském potoce, obsahuje vysoký podíl písku, méně šterku a nejméně prachu + jílu. Tento předpokládaný scénář byl podložen zahraničním výzkumem provedeným vědci Bigler, Butler a Dixon (2013), kde nebyli schopni nalézt žádnou zákonitost v zrnitostním složení sedimentů ve vztahu se stářím bobřích hrází ani poloze hrází. Stejně jako autory článku i touto prací bylo potvrzeno, že starší hráze zadržují více sedimentů.

7.5 Mapování bobřích staveb

Na zkoumané území se bobr evropský dostal z Německa přes Kateřinský potok (v Německu Pfreimd – Katharinabach). Mrtvý potok byl zmapován od pramene po soutok s Kateřinským potokem a byly vyznačeny všechny bobří hráze. Bobr postavil veškeré své hráze na Mrtvém potoce do 1 km vzdušnou čarou od soutoku s Kateřinským potokem. Převážně pak poblíž stavebního materiálu (dřeva), jak si lze všimnout na obr. 38 a 39 se zobrazenými bobřími hrázemi. Bobr byl schopen využít v jednom případě i velký balvan, který doplnil dřevem a bahnem. Balvan tam pravděpodobně sám nedopravil. Bobří hráze dosahovaly výšky od 16 do 127 cm. Bobří v průběhu měření jejich velikost měnili přidáváním materiálu a tím je zvětšovali. Některé hráze z neznámých důvodů chátraly a nebyly opravovány. Stáří hrází nebylo datováno, byly provedeny pouze odhady na základě vizuální stránky hráze, obsahu zadržených sedimentů a porostu na hrázích. Z výsledků měření této práce nelze prohlásit, že bobr staví hráze po pravidelných úsecích.

Ze srovnání obr. 38 a obr. 39 v obr. 40 vyplývá, že bobr mezi jednotlivými měřeními stavěl nové hráze. Ty byly následně při druhém měření ohodnoceny nebo byly neznámou dobu před tím zničeny. Nelze prohlásit, že bobří stavby mají tendenci se zmenšovat (snižovat) nebo naopak zvětšovat (zvyšovat). Zajímavá je především změna největší bobří hráze ze 127 cm na 87 cm od paty po korunu hráze.

7.6 Změna koryta toku

I když uložené sedimenty nemusí mít stálé trvání (především jemné sedimenty), bobří činností může být tok ovlivněn na delší časové období (Levine a Meyer, 2013). Vodní tok s bobřími hrázemi, se zmenšenou rychlostí proudu a sklonu může a ve většině případů začíná meandrovat. Meandry se časem mohou tzv. „zaškrtit“ a vznikají slepá ramena (Chábera, 1996). Levine a Meyer (2013) na Odell Creek zaznamenal i tvorbu více vláknenného kanálu, kdy byl vodní tok nucen najít si nové přesbřehové kanály při obtékání některých hrází. Tento úkaz je velmi podobný úseku Mrtvého potoka na obr. 59 v období března 2015. Zde k tvorbě více vláknenného kanálu nedošlo z důvodu malého sklonu terénu.



Obr. 59: Vylití potoka z koryta, 14. 3. 2015

Při obtékání hráze může na tomto území docházet i k ukládání jemného materiálu.

7.7 Hydrologické poměry

Do rozvodí Kateřinského potoka spadá několik rybníků. Jedním z nich je Žebrácký rybník. Po konzultaci s tachovskými rybáři bylo zjištěno, že Žebrácký rybník je vypouštěn každý rok nebo jednou za dva roky. Tento jev může zapříčinit náhlé výkyvy v chodu toku, ty jsou poté změřeny hydrologickou stanicí ve městě Pfrentsch.

Z hodnot vodního stavu lze s určitou přesností rozpoznat období sucha, či období s nadměrným množstvím srážek.

V teplých měsících je v korytu toku méně vody vlivem vypařování i menšího množství srážek, tento stav se odráží i na chodu sedimentů v toku. Tok nemá takovou unášecí sílu a sedimenty se mohou lépe usazovat. Naopak za zvýšeného vodního stavu či průtoku vody se snadněji sedimenty rozvíří a dochází spíše k erozi a transportu materiálu, než k jeho sedimentaci.

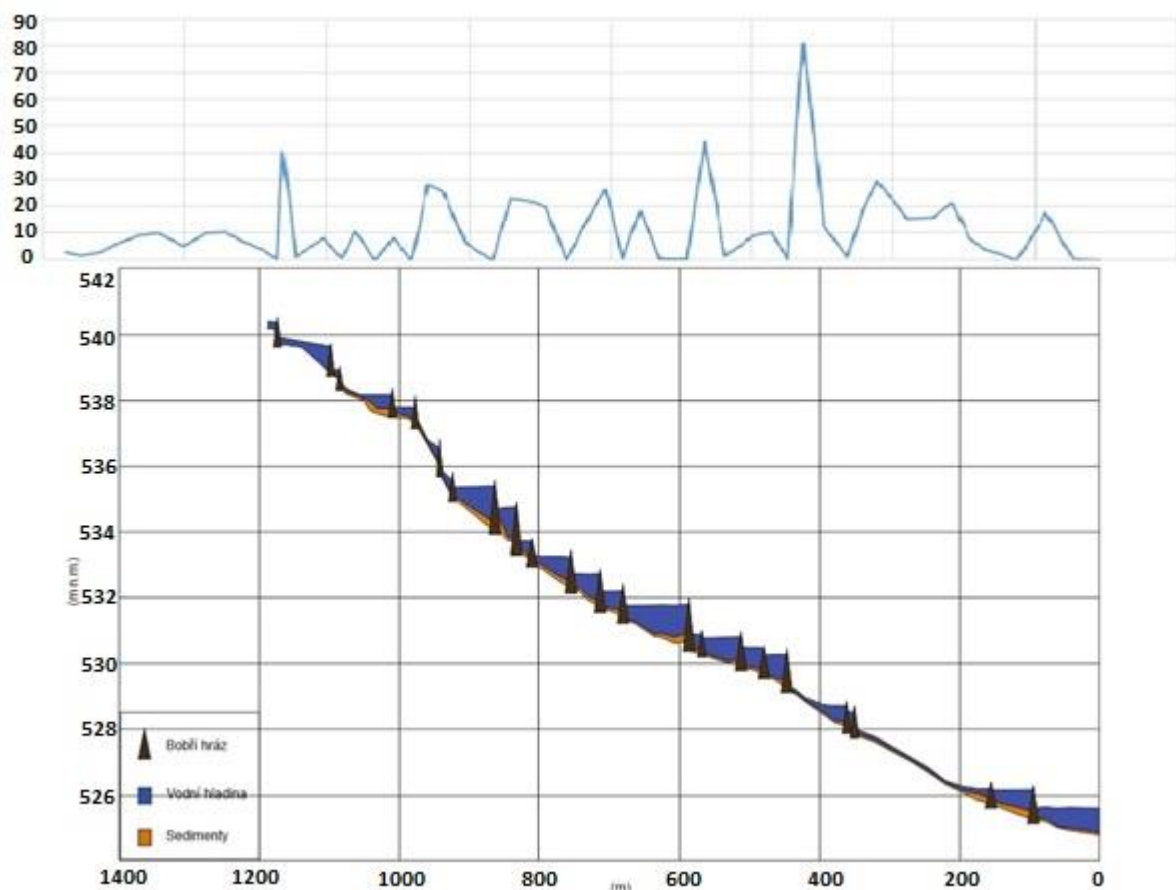
Největší naměřený průtok vody ve sledovaném období (obr. 33) byl pravděpodobně zapříčiněn změnou počasí, konkrétně táním sněhu. Tento zvýšený průtok vody mohl způsobit škody na bobřích hrázích, rozvířit sedimenty a zasáhnout tak do jejich přirozeného chodu.

7.8 Analýza mapových děl

Mezi obr. 11 a obr. 12, tedy mezi snímky z let 2011 a 1947, je nejvíce patrná změna týkající se porostu podél vodního toku. Toto zjištění ukazuje, že příchod bobra evropského ve druhé polovině 20. století ovlivnil biodiverzitu a množství porostu podél vodního toku. Ze snímku 12 je však patrné, že v roce 1947 bylo mnoho plochy využíváno zemědělsky jako orná půda, proto mohly být porosty podél toku záměrně káceny a jinak upravovány. Při větším přiblížení je bohužel historický snímek nečitelný a neposkytne více informací.

7.9 SL index

SL index ukáže prudkou změnu výšky (h) ve vodním toku a vyznačí ji náhlým vzrůstem hodnoty SL (osa y) a jejím opětovným poklesem. SL index vypočtený z vodní hladiny (obr. 28) vykazuje hodnotově větší změny než druhý SL index (obr. 29) vypočtený z výšky sedimentů. To je dáno velkou změnou mezi měřeními před (nad) hrází a za (pod) hrází, kde výška vodní hladiny může klesnout i o výšku celé hráze (ta může mít i kolem 127 cm). Druhý SL index (obr. 29) vypovídá o výskytu možné bobří hráze zvýšením sedimentů nahromaděných před (nad) hrází a následným poklesem za (pod) hrází. Jedná-li se o vydlážděnou část Mrtvého potoka, pak výkyvy zobrazené SL indexem na obrázku 29 jsou pravděpodobně zapříčiněné zvyšujícím se ukládáním sedimentů před (nad) hrází.



Obr. 60: SL index vypočítaný s podélným profilem

Zdroj: *Vlastní zpracování dle dat GIS (2015)*

Na obr. 60 je v horní části znázorněn SL index vypočítaný z výšek hladin, ve spodní části je znázorněn podélný profil části Mrtvého potoka z března 2015. SL index přehledně znázorňuje změnu výšky hladiny, a tak informuje o možném výskytu bobří hráze. Nezahrnuje v sobě však další ukazatele a parametry, takže hráze, které zadrží nejvíce vody (velké naplnění vodní hladiny) a nejvíce sedimentů, nemusí v tomto měření SL indexu na základě změny výšky vodní hladiny vynikat.

8 Závěr

Monitoring oblasti probíhal od dubna roku 2014 do března roku 2015. Během sedmi měření byla zaznamenána lokace a výška bobřích hrází, mocnost sedimentů zadržených nad bobřími hrázemi, výška hladiny v korytu toku i zajímavé poznatky o chování bobra evropského. Tyto údaje, rozprostřené v čase, posloužily k pochopení jeho vlivu na krajinu, především na charakter vodního toku. Pro terénní i laboratorní výzkum byly použity odborné nástroje pro terénní výzkum (komorový a pístový vzorkovač, nivelační přístroj, laserový dálkoměr), laboratorní výzkum a zpracování dat (GIS, GRADISTAT). Dá se předpokládat, že ve sledovaném úseku působila pouze jedna rodina s neurčitým počtem členů. Dle výzkumu Markové (2014) přibližně 5.

Přesným zaměřením podélného profilu bylo dokázáno nalepšení vodní hladiny a snížení sklonu toku vlivem bobřích hrází.

Sedimentologickou analýzou byla zjištěna shoda se zahraničními výzkumy ve složení sedimentů a jejich diferenciaci v toku a bobřím jezírku. Sedimenty zůstávají ve větší míře na svém místě po zboření hráze, nejedná se tedy o pouze dočasně zadržené sedimenty. Vzorek BH2, odebraný na Kateřinském potoce, který sloužil pro porovnání chodu sedimentů se vzorkem BH odebraným na Mrtvém potoce, svým složením podpořil sedimentologickou analýzu vzorku ze sledovaného území. Průměr procentuálního zastoupení tří sledovaných složek z obou vzorků je: 7 % prachu + jílu, 72,3 % písku a 20,7 % šterku.

Mapováním a měřením bobřích staveb bylo zjištěno, že bobra své stavby opravuje, po zbourání staví hráze nové, velmi blízko té zbourané. Výška hrází se mění vinou jejich chátrání (zmenšování) či jejich opravou a přidáváním nového materiálu (zvyšování). Počty hrází se mění, při posledním měření 14. 3. 2015 bylo na Mrtvém potoce zaznamenáno 25 funkčních hrází.

Celkový odhadovaný mokrý objem zadržených sedimentů bobřími hrázemi na Mrtvém potoce je 126,78 m³.

Laserovou granulometrii a ztrátu žíháním se ve vymezeném čase nepodařilo provést.

9 Souhrn

Cílem práce bylo zkoumání dynamiky sedimentů v bobří aktivitou ovlivněném segmentu Kateřinského potoka. Monitoring se později zúžil na segment Mrtvého potoka, kde bylo možné sledovat změny charakteru toku vlivem působení bobra evropského a provádět dílčí výzkumy od dubna roku 2014 do března roku 2015. Bobří hráze se nacházely převážně na úseku Mrtvého potoka do 1 km vzdušnou čarou (1 230 m po vodním toku) od soutoku s Kateřinským potokem. Jejich počet se v průběhu času měnil, při každém měření bylo zaznamenáno přibližně 20 hrází různých délek, výšek, stáří a funkčnosti. Bobří populace byla aktivní ve všech ročních obdobích, při každém měření byly zaregistrovány nové okusy dřeva pro tvorbu či opravu stávajících hrází, nebo na potravu.

Výsledky sedimentologické analýzy byly porovnány s měřeními na Kateřinském potoce i s měřeními publikovanými v podobě zahraničních odborných článků.

V období bezprostředně před zahájením terénního měření byla studována cizojazyčná literatura s danou problematikou.

V okolí Mrtvého potoka se vyskytuje aktivní populace bobra evropského a dochází k zadržování a usazování sedimentů. Důsledkem toho se plní koryto toku sedimenty (převážně v úsecích nad bobřími hrázemi), dochází k vylévání toku z koryta a jejímu následnému vracení zpět, přičemž jistou měrou dochází k erozi břehu a ovlivnění dynamiky sedimentů.

Klíčová slova: bobra evropský, CHKO Český les, dynamika sedimentů, Kateřinský potok, Mrtvý potok

10 Summary

The aim of the work was to examine the sediment dynamics in the segment of the Kateřinský stream influenced by beaver activity. Monitoring was later limited to the segment of the Mrtvý stream area where it was possible to monitor the changes in the flow caused by the influence of European Beaver and carry out partial research from April 2014 to March 2015. Beaver dams were found mainly in the section of Mrtvý stream up to 1 kilometre air distance (1230 m on the water bed) from the confluence with Kateřinský stream. Their number was changing during the course of time, and at each measurement approximately 20 dams were recorded of various length, height, age and functionality. Beaver population was active in all seasons, at every measurement new wood cutting were noticed for building or repairing the existing dams or for food provision.

The results of sediment analysis were compared to the measurements on the Kateřinský stream as well as with measurements published in articles in foreign journals.

In the period preceding the field measurements foreign literature was studied dealing with the given topic.

In the surroundings of the Mrtvý stream active population of European beaver can be found and retaining and embedding of sediments occur. As a result the stream bed is filled with sediments (mainly in the sections above beaver dams), spillways and passage ways change, which causes certain bank erosion and changes in sediment dynamics.

Key words: European beaver, protected landscape area Český les, sediment dynamics, Kateřinský stream, Mrtvý stream

11 Seznam použité literatury

- 1) Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky: *Správa CHKO Český les*. [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://ceskyles.ochranaprirody.cz/zakladni-udaje-o-chko/geomorfologie/>
- 2) Antonín Košnář. *E-mail* [online]. 12 března 2015; 07:30 [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: Internet.
- 3) Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky: *Správa CHKO Český les*. [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://ceskyles.ochranaprirody.cz/zakladni-udaje-o-chko/fauna/>
- 4) BEIER, Paul a BARRETT. *Beaver habitat use and impact in truckee river basin, California*. 1987, s. 794 - 799.
- 5) BIGLER, Wendy, David R. BUTLER a Richard W. DIXON. *Beaver pond sequence morphology and sedimentation in northwestern Montana*. Taylor & Francis. 2013, s. 531 - 540.
- 6) BURCHSTED, D., DANIELS, M.D., 2014. *Classification of the alterations of beaver dams to headwater streams in northeastern Connecticut, U.S.A.*. *Geomorphology* 205, s. 36-50.
- 7) BUTLER, D.R., MALANSON, G.P., 1995. *Sedimentation rates and patterns in beaver ponds in a mountain environment*. *Geomorphology* 13 (1-4), s. 255-269.
- 8) BUTLER, D.R., MALANSON, G.P., 2005. *The geomorphic influences of beaver dams and failures of beaver dams*. *Geomorphology* 71 (1-2), s. 48-60.
- 9) BUTLER, D.R., 2006. *Human-induced changes in animal populations and distributions, and the subsequent effects on fluvial systems*. *Geomorphology* 79 (3-4), s. 448-459.
- 10) CELHÁRIKOVÁ P. (2010): *Bobr evropský (Castor fiber) v západních Čechách*. In: Brabec J. (ed.): *Přírodní fenomény a zajímavosti západních Čech*. Občanské sdružení Mezi lesy, Prostiboř, s. 111 – 127.
- 11) ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA. *Geologická mapa 1: 50 000* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: http://mapy.geology.cz/geocr_50/
- 12) ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA. *Hydrogeologická rajonizace* [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: http://mapy.geology.cz/hydro_rajony/

- 13) Český hydrometeorologický ústav: *Meteorologická stanice Přimda*. In: [online]. 2010, 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z:<http://pr-asv.chmi.cz/opssapp/stanice.php?ukazatel=primda>
- 14) Český rybářský svaz: *MO Tachov*. [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://cesky-rybarsky-svaz-tachov.sluzby.cz/>
- 15) DEVITO, K.J. and DILLON, P.J., 1993. *Importance of runoff and winter anoxia to the P and N dynamics of a beaver pond*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 50: s. 2222-2234.
- 16) Elektronický taxonomický klasifikační systém půd ČR. [online]. [cit. 2015-04-04]. Dostupné z:<http://klasifikace.pedologie.cz/>
- 17) ESRI. 2010. ArcGIS 10.2 for Desktop
- 18) Geomorfologické celky: *Lexikon tvarů reliéfu České republiky*. [online]. 2010 [cit. 2015-04-03]. Dostupné z:<http://geography.upol.cz/soubory/studium/eucebnice/Smolova-2010/lexikon/fluvialni/meandr.html>
- 19) Geoportál: *Mapy*. [online]. 2015. [cit. 2013-04-03]. Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map?q=Brni%C5%A1t%C4%9B>
- 20) Geoportál ČÚZK, Základní mapa ČR 1 : 10 000/barevná bežešvá. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(5wxw1ewudssl0v32txxdguwx\)\)/Default.aspx?head_tab=sekce-01-gp&mode=Mapa&menu=11&news=yes&side=prohlizet#](http://geoportal.cuzk.cz/(S(5wxw1ewudssl0v32txxdguwx))/Default.aspx?head_tab=sekce-01-gp&mode=Mapa&menu=11&news=yes&side=prohlizet#)
- 21) GOOGLE. *Maps*. [online]. 2015. [cit. 2015-04-03]. Dostupné z:<https://www.google.cz/maps/@49.6680449,12.5717668,12z?hl=cs>
- 22) CHÁBERA, Stanislav. *Geomorfologie*. Vyd. 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1996, s. 151 ISBN 80-7040-208-3.
- 23) CHLUPÁČ, Ivo. *Geologická minulost České republiky*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2002, s. 436 ISBN 80-200-0914-0.
- 24) KRAFT, Jaroslav. *Základy geologie pro geografy*. Vyd. 1. Plzeň: Vydavatelství ZČU, 1996, s. 125 ISBN 80-7082-298-8.
- 25) KRAFT, Jaroslav. *Základy geologie pro geografy*. Vyd. 1. Plzeň: Vydavatelství ZČU, 1996, s. 125. ISBN 80-7082-298-8.
- 26) KRAJSKÝ ÚŘAD PLZEŇSKÉHO KRAJE. *Český les – jih*, analytická část. 2009, s. 117. Dostupné z: <http://www.plzensky-kraj.cz/cs/article/uzemni-studie-cesky-les-jih>

- 27) KUKAL, Zdeněk a REICHMANN, František. *Horninové prostředí České republiky. Jeho stav a ochrana*. Vyd. 1. Praha: Český geologický ústav, 2000, s. 192. ISBN 80-7075-413-00
- 28) Kontaminace: Cenia. NIKM. [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://kontaminace.cenia.cz/>
- 29) KOSTKAN V. (2000): *Ekologická nika bobra evropského (Castor fiber L.) v CHKO Litovelské Pomoraví*. Katedra ekologie, PŘF UP Olomouc. Disertační práce, nepubl.: s. 1 – 100.
- 30) KVĚTOŇ, V., ZAHRADNÍČEK, J., ŽÁK, M., 2004. *Kontrola kvality a digitalizace ombrogramů v Českém hydrometeorologickém ústavu*. Meteorologické Zprávy, roč. 57, 4. 2, s. 47 – 52.
- 31) LEVINE, R., MEYER, G.A., 2014. *Beaver dams and channel sediment dynamics on Odell Creek, Centennial Valley, Montana, USA*. *Geomorphology* 205, s. 51-64.
- 32) LOŽEK, Vojen. *Zrcadlo minulosti. Česká a slovenská krajina v kvartéru*. Vyd. 2. Praha: Dokořán, 2007, s. 198. ISBN 978-80-7363-340-0.
- 33) MARKOVÁ, Kateřina. *Populace bobra evropského (Castor fiber) v CHKO Český les*. České Budějovice, 2014. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.
- 34) MEENTEMEYER, R. K., BUTLER, D.R., 1999, *Hydrogeomorphic effects of beaver dams in Glacier National Park, Montana*. *Physical Geography* 20, s. 436 – 446.
- 35) Miall, A.D., 2006. *The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis and petroleum geology*. Springer-Verlag, Berlin. s. 582.
- 36) NYSSSEN, J., J. PONTZEELE a P. BILLI. *Effect of beaver dams on the hydrology of small mountain streams: :Example from the Chevrail in the Ourthe Orientale basin, Ardennes, Belgium*. *Geomorphology* 205. 2011, s. 92 - 102.
- 37) PAUK, František a Vladimír HABĚTÍN. *Geologie pro zeměpisce*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, n. p., v Praze, 1979, s. 224
- 38) Pegel im Donaugebiet: Pfrentsch / Pfreimd. HND BAYERN. [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupné z:http://www.hnd.bayern.de/pegel/stammdaten/pegel_stammdaten.php?pgnr=14361206&standalone=
- 39) PETRÁNEK, Jan. *Geologická encyklopedie: On-line*. In: [online]. 2007 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z:<http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?krystalinikum>

- 40) SEZNAM. *Mapy*. [online]. 2015. [cit. 2015-04-03]. Dostupné z:
<http://www.mapy.cz/zakladni?x=12.5688744&y=49.6708497&z=13&q=ho%C5%A1%C5%A5ka>
- 41) STACKE, Václav. *Holocenní vývoj údolních niv v předpolí Západních Beskyd: na příkladu řeky Bečvy*. Ostrava, 2013. Disertační práce. Ostravská univerzita v Ostravě. Vedoucí práce doc. RNDr. Tomáš Pánek, PhD.
- 42) ŠAFÁŘ, J. (2002): Novodobé rozšíření bobra evropského (*Castor fiber* L., 1758) v České republice. *Příroda (AOPK ČR)* 13: s. 161 – 19.
- 43) TOLASZ, Radim. *Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia*. Vyd. 1. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007, s. 255. ISBN 978-80-86690-26-1.
- 44) TROIANI, Francesco, Jorge P. GALVE, Daniela PIACENTINI, Marta Della SETA a Jesús GUERRERO. Spatial analysis of stream length-gradient (SL) index for detecting hillslope processes: A case of the Gállego River headwaters (Central Pyrenees, Spain). *Geomorphology*. 2014, s. 183 - 197.
- 45) TRUPL, J., 1958. *Intenzity krátkodobých dešťů v povodí Labe, Odry a Moravy*. Práce a studie, seš. 97. Praha: VÚV. s. 76
- 46) VANĚČKOVÁ, Lenka. *Vliv bobřích hrází na hydromorfologické podmínky toků Kateřinské kotliny*. Plzeň, 2012. Bakalářská práce. ZČU v Plzni. Vedoucí práce RNDr. Jan Kopp, Ph. D.
- 47) VLČEK, V. 1984. *Vodní toky a nádrže*. Zeměpisný lexikon ČSR, 1. vyd. Praha: Academia. s. 316
- 48) VOREL, A., BARTÁK, V., ŠÍMOVÁ, P., KORBELOVÁ, J., HAMŠÍKOVÁ, L. (2011): Kolik se k nám vejde bobrů? - potenciální kapacita populace bobra evropského v ČR. In: Sborn. Zoologické dny, Brno 2011. Sborník abstraktů z konference 17. – 18. února 2011, s. 250.
- 49) VOREL, A., ŠÍMA, J., UHLÍKOVÁ, J., PELTÁNOVÁ, A., MINÁRIKOVÁ, T., ŠVANYGA, J. (2013): Program péče o bobra evropského v České republice. AOPK a MŽP ve spolupráci s ČZU v Praze Fakulta životního prostředí, nepubl.
- 50) ZAJÍČEK, Roman a VLAŠÍN, Mojmír. *Návrat bobrů*. Brno: EkoCentrum, 1992, s. 23
- 51) Záchrané programy ohrožených druhů: *Bobr evropský (castor fiber)*. [online]. 2007 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.zachraneprogramy.cz/index.php?docId=6811&parentId=6806&spec=zivocichove>

- 52) Zeměměřičský úřad vojenský, geografický a hydrometeorologický úřad. *Technická zpráva k digitálnímu modelu reliéfu 4. generace (DMR 4G)*. [online]. 2010, 2012 [cit. 2015-04-08]. Dostupné z: http://geoportal.cuzk.cz/Dokumenty/TECHNICKA_ZPRAVA_DMR_4G_15012_012.pdf
- 53) ZÍTEK, J. *Hydrologické poměry ČSSR: Díl I*. Text. Praha: HMÚ, 1965, s. 414
- 54) ZÍTEK, J. *Hydrologické poměry ČSSR: Díl II*. Text. Praha: HMÚ, 1967, s. 558
- 55) II. vojenské mapování: Františkovo. *Laboratoř geoinformatiky* [online]. [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: http://oldmaps.geolab.cz/map_root.pl?z_height=70&lang=cs&z_width=0&z_new_win=0&map_root=2vm

12 Datové zdroje

1. Prohlížeč služba WMS – Ortofoto. Geoportál. ČÚZK
2. Prohlížeč služba WMS – ZM 10. Geoportál ČÚZK
3. ArcČR500. Geoportál. ČÚZK

13 Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1: Mapa území s vyznačením Mrtvého potoka a jeho pravostranného přítoku.....	14
Obr. 2: Mapa České republiky s vymezeným územím a Mrtvým potokem.....	15
Obr. 3: Mapa znázorňující vlévání Mrtvého potoka do potoka Kateřinského. Ten v Německu pod názvem Pfreimd protéká hydrologickou stanicí.....	16
Obr. 4: Meteorologická stanice Přimda.....	18
Obr. 5: Graf intenzity srážek s trváním do 40 minut.....	20
Obr. 6: Průhledná mapa zájmového území a CORINE Land Cover z roku 2006.....	21
Obr. 7: Metoda měření výšky hrází, měřeno 14. 3. 2015.....	23
Obr. 8: Použité nářadí při odběru sedimentů (komorový a pístový vzorkovač, kladivo a kovová tyč).....	26
Obr. 9: Sedimentární jádro, součást vzorku BH2.....	26
Obr. 10: Retch AS200 Basic v laboratorních prostorách ZČU v Plzni.....	28
Obr. 11: Mapa zkoumaného území s barevným zvýrazněním roku aktualizace.....	30
Obr. 12: Mapa zkoumaného území s vyznačením Mrtvého potoka pro měření SL indexu 1.....	33
Obr. 13: Mapa zkoumaného území s vyznačením Mrtvého potoka pro měření SL indexu 2.....	34
Obr. 14: Grafické znázornění 1, příčný řez korytem potoka (vzor).....	35
Obr. 15: Grafické znázornění 2, půdorysný řez měřeného úseku (vzor).....	36
Obr. 16: Grafické znázornění 3, podélný řez měřeného úseku (vzor).....	36
Obr. 17: Grafické znázornění 4, schematický podélný řez sedimenty a bobří hrází (vzor).....	37
Obr. 18: Profily zrnitosti dvou odebraných sedimentárních jader.....	40
Obr. 19: Mapa zkoumaného území s vyznačenými místy odběrů.....	41
Obr. 20: Granulometrická analýza vzorků BH a BH2.....	42
Obr. 21: Granulometrická analýza jednotlivých částí vzorků BH a BH2.....	42
Obr. 22: Značení částí sedimentárního vzorku BH2.....	43
Obr. 23: Podélný profil vybrané části Mrtvého potoka v období říjen 2014.....	45
Obr. 24: Podélný profil vybrané části Mrtvého potoka v období březen 2015.....	46
Obr. 25: Podélný profil vybraného úseku Mrtvého potoka.....	47
Obr. 26: SL index pro část Mrtvého potoka 1, zkoumaná část zobrazena na obr. 13.....	48
Obr. 27: SL index pro část Mrtvého potoka 2, zkoumaná část zobrazena na obr. 13.....	48

Obr. 28: SL index pro Mrtvý potok od pramene po soutok s Kateřinským potokem 1, zkoumaná část zobrazena na obr. 12	49
Obr. 29: SL index pro Mrtvý potok od pramene po soutok s Kateřinským potokem 2, zkoumaná část zobrazena na obr. 12	50
Obr. 30: SL index vypočítaný s podélným profilem	51
Obr. 31: Vodní stav v jednom sledovaném týdnu, poslední čtení 21. 3. 2015 v 15:00 činí 131 cm	52
Obr. 32: Vodní stav za jeden sledovaný měsíc.....	53
Obr. 33: Vodní stav od posledního měření rok zpětně.....	53
Obr. 34: Vodní stav za celé dostupné sledované období.....	54
Obr. 35: Průtok vody v metrech krychlových za vteřinu v jednom sledovaném týdnu	55
Obr. 36: Průtok vody v metrech krychlových za vteřinu za poslední rok.....	56
Obr. 37: Průtok vody v metrech krychlových za vteřinu za celé dostupné sledované období	57
Obr. 38: Mapa bobřích hrází říjen 2014	58
Obr. 39: Mapa bobřích hrází březen 2015.....	59
Obr. 40: Proložení obrázků 38 a 39.....	60
Obr. 41: Letecký snímek z roku 2011	61
Obr. 42: Historický snímek z roku 1947	61
Obr. 43: Topografická mapa.....	62
Obr. 44: III. vojenské mapování.....	62
Obr. 45: II. vojenské mapování	63
Obr. 46: Žabí vajíčka v bobřím jezírku pořízena na sousedním Kateřinském potoce.....	65
Obr. 47: Obrázek zničené bobří hráze a pozůstatek sedimentů, 11. 10. 2014.....	66
Obr. 48: První bobří hráz pod bobřím hradem, 28. 7. 2014	66
Obr. 49: První bobří hráz pod bobřím hradem s vyznačením nového materiálu, 28. 9. 2014	67
Obr. 50: První hráz pod bobřím hradem s vyznačením nového materiálu, 14. 3. 2015	67
Obr. 51: Bobří hráz a obtékání vody přes zemědělskou půdu 1, 4. 4. 2014.....	69
Obr. 52: Bobří hráz a obtékání vody přes zemědělskou půdu 2, 7. 9. 2014.....	70
Obr. 53: Bobří hráz a obtékání vody přes zemědělskou půdu 3, 7. 9. 2014.....	70
Obr. 54: Bobří hráz a obtékání vody přes zemědělskou půdu 4, 14. 3. 2015.....	71
Obr. 55: Bobří hráz a obtékání vody přes zemědělskou půdu 5, 14. 3. 2015.....	71
Obr. 56: Vyznačené zákruty na Mrtvém potoce a vyhloubená bobří skluzavka.....	72

Obr. 57: Místo zbořené bobří hráze, 11. 10. 2014.....	73
Obr. 58: Viditelné cestičky bobra evropského, 14. 3. 2015	73
Obr. 59: Vylití potoka z koryta, 14. 3. 2015.....	76
Obr. 60: SL index vypočítaný s podélným profilem	78
Tabulka 1: Data z meteorologické stanice Přimda	19
Tabulka 2: Charakteristika klimatické oblasti MW4 dle Quittovy klasifikace (1975).....	20

14 Přílohy



Obr 1: Největší hráz, 28. 7. 2014



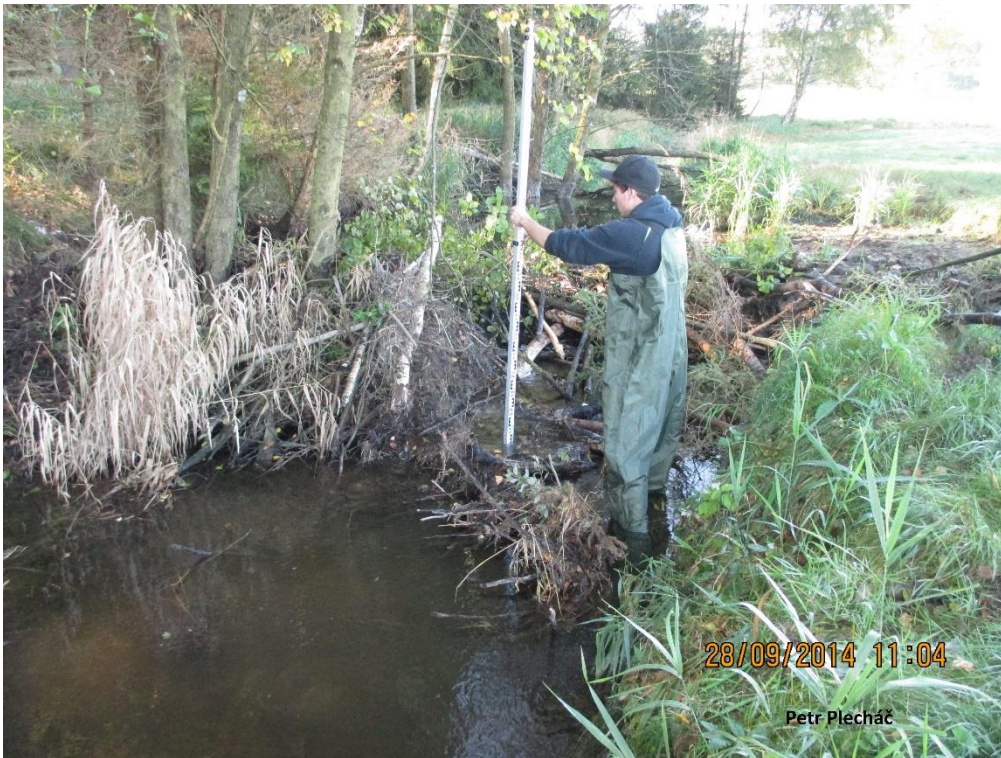
Obr. 2: Vedoucí práce RNDr. Václav Stacke, Ph.D. a první hráz pod mostkem, 28. 7. 2014



Obr. 3: Velká bobří hráz, kde probíhal 22. 12. 2014 odběr vzorku BH, 7. 9. 2014



Obr. 4: Velká bobří hráz, kde probíhal 22. 12. 2014 odběr vzorku BH, 28. 9. 2014



Obr. 5: Měření pod „Velkou bobří hrází“, 28. 9. 2014



Obr. 6: Nedokonalé okusy, 28. 9. 2014



Obr. 7: Mostek a referenční bod, 28. 9. 2014



Obr. 8: Pokácený strom, dokonalý okus, 28. 9. 2014



Obr. 9: Lokální pramen Mrtvého potoka, autor práce, 28. 9. 2014



Obr. 10: Nivelační přístroj a natažení pásma, 10. 11. 2014



Obr. 11: Bobří hrad, 14. 3. 2015



Obr. 12: Velká bobří hráz, kde probíhal 22. 12. 2014 odběr vzorku BH, 14. 3. 2015



Obr. 13: Velká bobří hráz, kde probíhal 22. 12. 2014 odběr vzorku BH, 14. 3. 2015 (2)



Obr. 14: První hráz pod mostkem s referenčním bodem, 14. 3. 2015



Obr. 15: Aktivita bobra, 14. 3. 2015



Obr. 16: Bobrem dokonale zpracovaný velký kus dřeva, 14. 3. 2015



Obr. 17: Vydlážděná část toku bez bobří hráze, 14. 3. 2015