

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny

Revitalizace Kohoutovického potoka
Bakalářská práce

2015/2016

Eva Shmurai

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: Revitalizace Kohoutovického potoka zpracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací. Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona. Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne: 2.5.2016..... podpis studenta

ABSTRAKT

Eva Shmurai

Revitalizace Kohoutovického potoka

Bakalářská práce zpracována na téma „*Revitalizace Kohoutovického potoka*“ se zabývá návrhem revitalizačních opatření pro vybraný úsek potoka.

V textové části práce je vypracována písemná dokumentace projektu, a to průvodní zpráva, technická zpráva a hydrotechnické výpočty. V průvodní zprávě se popisují základní údaje o Kohoutovickém potoku a zároveň je zde seznámení s danou lokalitou. Technická zpráva nás seznamuje s aktuálním stavem vodního toku a popisuje návrhy revitalizačních zásahů. Veškeré nutné výpočty jsou uvedeny v kapitole Hydrotechnické výpočty.

Přílohami dané bakalářské práce je výkresová dokumentace toku a jednotlivých revitalizačních zásahů.

Klíčová slova: Kohoutovický potok, revitalizace, vodní tok, kaskáda, přehrážka

Eva Shmurai

Revitalization of Kohoutovice stream

Bachelor thesis is elaborated on the theme „*Revitalization of Kohoutovice stream*“ and it is focused on proposal for revitalization of this stream.

In the thesis there is a text documentation, which consists of accompanying report, technical report and hydro-technical calculations. In the accompanying report basic data about Kohoutovice stream are described and a chapter which will familiarize you with the locality. Technical report informs us about the current status of the stream and describes suggestions for the revitalization interventions. All the necessary calculations are given in the chapter hydro-technical calculations. Annexes of the bachelor thesis are drawing documentations of the stream and revitalizations of individual interventions.

Key words: Kohoutovice stream, revitalization, stream, cascade, damming

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	PRŮVODNÍ ZPRÁVA	9
2.1	Správní orientace	9
2.2	Geodetické podklady	10
2.3	Hydrologické podklady	10
2.4	Geologické údaje	11
2.5	Požadavky na odběry	12
2.6	Čistota vod	12
2.7	Průmysl	13
2.8	Zemědělství	13
2.9	Lesnictví	13
2.10	Myslivost	14
2.11	Rybářství	14
2.12	Rekreační využití	15
2.13	Splavnost toku	15
2.14	Současný stav životního prostředí	16
3	TECHNICKÁ ZPRAVA	18
3.1	Správní orientace	18
3.2	Úvodní část	19
3.3	Popis stávajícího stavu	19
3.3.1	Břehová linie	19
3.3.2	Hydrotechnické objekty na toku	20
3.3.2.1	Přehrážka č. 1	20
3.3.2.2	Hospodářský most	21
3.3.2.3	Přehrážka č. 2	22
3.3.2.4	Přehrážka č. 3	23
3.3.2.5	Trubní propust	24
3.3.3	Příčný řez	25

3.3.4	Podélný sklon	25
3.3.5	Velikost efektivního zrna	26
3.4	Vlastní návrh úpravy toku	26
3.4.1	Návrh příčného řezu	26
3.4.2	Podélný sklon	26
3.4.3	Návrh trasy	26
3.4.4	Stabilita koryta	26
3.4.5	Opevnění	27
3.4.6	Návrh objektů na toku	27
3.4.6.1	Rekonstrukce přehrážky č. 3	27
3.4.6.2	Návrh stavby kaskády	27
3.4.7	Návrh vegetačního doprovodu, zavázání stavby do terénu	27
3.4.8	Technickoekonomické hodnocení, výsledky hodnocení vlivu na ŽP	28
4	Hydrotechnické výpočty	29
4.1	Stanovení kapacity starého, původního koryta	29
5	ZÁVĚR	34
6	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	35
7	SEZNAM PŘÍLOH	36

1 ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá problematikou revitalizace Kohoutovického potoka s návrhem revitalizačních prvků. Daný tok se nachází v katastrálním území Pisárky v okrese Brno – město.

Hlavní účel revitalizace je obnovení ekologické funkce vodního toku. Revitalizační opatření se týkají spíše nevhodných úprav a regulace toku v minulosti. V řešeném území byla provedena analýza stávajícího stavu údolí potoka a navrhnutá opatření tak, že řeší problematiku nejen na vybraném úseku, ale v celém ekosystému.

Horní část toku je zvláště chráněné území (ZCHÚ) a zásahy do koryta jsou zakázány. Při větší vodě, se mohou volně ležící kmeny stromů uvolnit, a s velkou rychlostí narazí na přehrážky, ve střední části koryta, a s tím poškodí tyto stavby a břehovou linii. Naším zájmem je zpomalit chod sedimentů a plovoucích kmenů před hydrotechnickými stavbami daného toku. Objekty na toku slouží k zachycování sedimentů a k zmenšení rychlosti proudění, protože v minulosti často docházelo k ucpávání trubní propusti pod křižovatkou na ulici Antonína Procházky a rozlévání potoka na silnici.

Dvě přehrážky ze třech se nachází na území přírodní památky Údolí Kohoutovického potoka a nejsou začleněny do krajiny. Revitalizační opatření se budou provádět v tomto místě z ekologických a estetických důvodů.

2 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

2.1 Správní orientace

Jméno akce: Revitalizace Kohoutovického potoka v rámci Bakalářské práce

Lokalizace: Kohoutovický potok, délka zájmového úseku je 273 m, katastrální území Pisárky, obec Brno, okres Brno – město, kraj Jihomoravský

Investor: Lesy ČR, s. p.

Projektant: Shmurai Eva

Provozovatel: Lesy ČR, s. p

Předpokládaný termín zahájení, dokončení stavebních prací: 7. listopadu 2016, 9. prosince 2016; předpokládané termíny zahájení a dokončení stavebních prací se můžou změnit.

2.2 Geodetické podklady

Magistrát města Brna poskytl dokumentace z roku 1982, kdy proběhla stavba přehrázek z drátokamenných košů. Mezi tyto dokumenty patří situace v měřítku 1 : 2 880, podélný a příčný řez přehrázkami v kilometru 0,693 a 0,742 v měřítku 1 : 100 a podélný profil od kilometru 0,523 do 0,742 v délkovém měřítku 1 : 1 000 a výškovém měřítku 1 : 100. Výkresy a plán byl poskytnut v analogové podobě. Dále byla poskytnuta, vedoucím práce, situace v měřítku 1 : 500 z diplomové práce Úprava Kohoutovického potoka z roku 2006, v analogové podobě, která pak byla přepracovaná a slouží jako hlavní geodetický podklad k vypracování práce.

2.3 Hydrologické podklady

Odtokové poměry na toku nejsou k dispozici, proto byly příčné profily vykresleny podle situaci 1 : 500 a na jejich základě byl vypočítán bezeškodný průtok na toku, viz kapitola Hydrotechnické výpočty.

„Klimaticky území údolí Kohoutovického potoka patří do teplé klimatické oblasti T 2 (Quitt 1975), která tvoří přechod mezi nejteplejší a nejsušší oblastí T 4, zaujímající Dyjsko-svratecký úval a mezi mírně teplou oblastí MT 11, do níž náleží vyšší polohy Brněnské vrchoviny. Je zde dlouhé, teplé a suché léto, dnů s průměrnou teplotou 10°C a větší je 160-170, letních dnů je 50-60, mrazových 100-110, ledových 30-40. Průměrná teplota v lednu je -2 až -3°C, v červenci 18-19°C, průměrná roční teplota je 8 / 9°C. Území má krátkou, mírně teplou a suchou zimou a krátké mírně teplé jaro a podzim. Vegetační doba je zde poměrně dlouhá. Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více je 90-100, srážkový úhrn ve vegetačním období je 350-400 mm, v zimním období 200-300 mm. Makroklimatická charakteristika svědčí o teplém a suchém charakteru území. Mezoklima ZCHÚ je výrazně ovlivňováno polohou přírodní památky v dolní části zaříznutého údolí s příznivými podmínkami pro vznik inverzních situací. Strmé svahy ZCHÚ jsou výrazně ovlivňovány stékáním chladného vzduchu na dno údolí, takže ve vegetačním období je zde mezoklima vlhčí a chladnější, než by odpovídalo makroklimatické charakteristice širší oblasti.“ (Ing. P.Straka, 2010)

2.4 Geologické údaje

„Území spadá do provincie Česká vysočina, soustavy Česko-moravské, podsoustavy Brněnská vrchovina a leží na východním okraji geomorfologického celku Bobrovská vrchovina, a to v okrsku Kohoutovická vrchovina, v místech jejího přechodu do Pisárecké kotliny. Okraje Kohoutovické vrchoviny jsou rozřezány údolními vodních toků a kryogenními tvary. Údolí Kohoutovického potoka má hluboce zaříznuté dno tvaru písmene “V” orientované ve směru západ-východ a nachází se v nadmořské výšce 230 – 305 m. Tekoucí voda Kohoutovického potoka unáší drobný i větší materiál, který obrušuje a splavuje do nižších částí toku, čímž dochází k erozi a zahlubování dna potoka do geologického podloží.

Geologický podklad tvoří žuly, granodiority a diority brněnského masivu, na nichž spočívají spodnědevonské pískovce, miocenní a čtvrtohorní usazeniny. Podloží zájmového území tvoří leukotonality a diority brněnského masivu, které místy vystupují na povrch v erodovaném korytě potoka, kde vytváří drobné stupně. Na bázích svahu je geologické podloží místy překryto svahovinami. V závislosti na poloze ve svahové katéně a na tvaru svahu se vyvinula škála půdních typů: rankry, kambizemě rankrové a převládající typické kambizemě. Jedna se převážně o půdy zrnitostně lehčí, mělké až středně hluboké dobře propustné, mírně až středně kyselé, minerálně málo až středně zásobené, obvykle s vyšším obsahem skeletu.“ (Ing. P.Straka, 2010)



Obr. 1: Diorit brněnského masivu

2.5 Požadavky na odběry

V zájmové lokalitě se neodebírá voda pro závlahy, malou vodní elektrárnu, pro plavbu, pitnou vodu apod. Vedle Kohoutovického potoka se nachází silnice, která má odvodnění stékající přímo do toku.

2.6 Čistota vod

Kvalita vody v toce se nehodnotila. Tok je silně zatěžován odpadními vodami, které do něj pronikají z kanalizace Kohoutovic a kohoutovického sídliště. Také zdrojem zmenšení kvality vody mohou být silnice a antropogenní činnost. Intravilán, který se nachází nad tokem, je představen rodinnými domky se zahrádkami. Podle dnešního trendu jsou zahrádky vybetonovány (snížení retenční schopnosti povrchu) nebo zatravněné (chemický postřik pesticidy může pronikat do podzemních vod a dále do potoka), čímž negativně ovlivňuje kvalitu vody. Přívalový déšť splachuje těžké kovy ze silnice, s nulovou retenční schopností, a levým strnitým svahem, spolu se sedimenty, zvětšuje průtok Kohoutovického potoka. Tím zvětšuje erozi a hrozí ucpávání propusti (na ulici Antonína Procházky je tok zatrubněn a teče pod povrchem). Horní část koryta (nad ZCHÚ) je také zatrubněna. Pravým svahem údolí vede stezka, která je oblíbeným místem venčení psů a je navštěvována cyklisty. Po celé délce toku jsou k vidění plastové lahve, pneumatiky, tenisové míčky atd. Voda bývá silně zakalená a páchne.



Obr. 2: Voda v místě vtékání přítoku

2.7 Průmysl

V blízkosti Kohoutovického potoka neprobíhá žádná průmyslová činnost. Nejbližší podnik je ve vzdálenosti cca 7 km.

2.8 Zemědělství

V blízkosti Kohoutovického potoka se nenachází žádné zemědělské pozemky.

2.9 Lesnictví



Obr. 3: Lesní porost (Wikipedie 2010)

„Lesní porosty v údolí Kohoutovického potoka byly dříve obhospodařovány standardním způsobem. Díky citlivému přístupu zdejších lesníků a ohleduplnému chování veřejnosti podařilo se zde zachovat neporušený segment starého listnatého lesa s přírodě blízkou druhovou skladbou a výskytem řady chráněných či vzácných druhů rostlin. Kromě ochrany přírody (kategorizace 32a) slouží les na území PP rovněž k rekreačnímu vyžití obyvatel města Brna. Pro tento účel je zařazen mezi tzv. příměstské lesy (kategorizace 32c). ZCHÚ představují porostní skupiny 223 C8 a 223 C14. Na svazích nad pravým břehem Kohoutovického potoka převládá v zastoupení dřevin BK, méně pak DBZ, HB, LP, LPV. Ve svahu nad druhým břehem je v převaze JV v nižším zastoupení pak BK, HB, LP, BB a geograficky nepůvodní AK. V údolním dně jsou zastoupeny především JS, OL, TPC a OS. Příměst porostů tvoří dále JLH, TR, JŘ, po

místně i keře brslen bradavičnatý (*Euonymus verrucosa*), brslen evropský (*Euonymus europaea*), klokoč zpeřený (*Staphylea pinnata*), ojedinele bez černý (*Sambucus nigra*), svída krvavá (*Cornus sanguinea*), líska obecná (*Corylus avellana*), hloh obecný (*Crataegus laevigata*), kalina obecná (*Viburnum opulus*) a vrba křehká (*Salix fragilis*).“ (Ing. P.Straka, 2010)

2.10 Myslivost

„Pozemky v ZCHÚ nejsou honebními pozemky (bezprostřední blízkost města), to znamená, že na nich nelze provádět výkon práva myslivosti. Případnou redukcí zvěře odlovem může být pověřen vlastník sousední honitby s nejdelší společnou hranicí. Vyšší stavy srnčí i zaječí zvěře mohou vést k nepřiměřenému poškozování náletu dřevin přirozené skladby a do značné míry tak ovlivnit žádoucí obnovu porostů (prostorová výstavba, druhová skladba). V případě nutné obnovy některých částí lesa musí být proto nálet, nárost či umělé výsadby individuálně chráněny (repelentní nátěr, ochranné tubusy).

Pokud by někdy v budoucnu byly pozemky na území přírodní památky přiřazeny k některé ze sousedních honiteb, pak by zde nebylo možné zavádět intenzivní chovy zvěře, stejně tak jako zřizovat myslivecká zařízení všeho druhu (především zásypy, seníky, krmelce, krmeliště, slaniska, újediště a vnadiště), a to zejména z toho důvodu, že v takových místech pak dochází k shromažďování zvěře, sešlapávání nejbližšího okolí, ruderalizaci a nitrifikaci dotčených stanovišť a vnášení dalších nepůvodních druhů rostlin (např. kaštiny, obiloviny, plevele aj.).“ (Ing. P.Straka, 2010)

2.11 Rybářství

„Celým chráněným územím prochází v délce cca 1,2 km Kohoutovický potok, který má zčásti přírodní charakter, zčásti je regulovaný kamennými přehrázkami. Správcem toku jsou Lesy České republiky, s.p. Kohoutovický potok je součástí rybářského revíru Svratka 3 (kód 461139), obhospodařovaného Moravským rybářským svazem – místní organizací Brno. Jedná se o kaprové vody. S ohledem na nepravidelnost toku a přítok splaškových vod zde není výkon rybářského práva prakticky myslitelný a jako takový nemůže mít na předměty ochrany žádný vliv.“ (Ing. P.Straka, 2010)

2.12 Rekreační využití

„Lesní část ZCHÚ v údolí Kohoutovického potoka je v průběhu roku značně dotčena sportovně-rekreačními aktivitami, které vyplývají z bezprostřední blízkosti městské aglomerace. Jedná se především o pěší turistiku (procházky, venčení psů, houbaření apod.), ale i o cykloturistiku, které jsou realizovány především na pěšině (cestě) vedoucí jižním až jihovýchodním okrajem ZCHÚ. V této souvislosti zde dochází k narušování biotopu zvláště chráněných druhů rostlin. Vysokou návštěvností, narušováním bylinného podrostu a sešlapem trpí zejména silně ohrožená okrotice červená (*Cephalanthera rubra*), která se nalézá v několika drobných skupinkách právě poblíž intenzivně využívané lesní stezky. Za účelem rekreačního využití jsou zdejší lesy zařazeny do kategorie lesa zvláštního určení subkategorie 32c – lesy příměstské a další lesy se zvýšenou rekreační funkcí.“ (Ing. P.Straka, 2010)



Obr. 4: Rekreační využití PP (P. Samuel)

2.13 Splavnost toku

„Kohoutovický potok ústí v Pisárkách do řeky Svratky. Při déle trvajících suchých obdobích vysychá. Ve spodní třetině (nejníže po toku) jsou vybudovány dvě drátokamenné přehrážky (stupně), kde dochází k akumulaci transportovaného materiálu a potok se zde mírně rozlévá. Což neumožňuje splavnost toku.“ (Ing. P.Straka, 2010)

2.14 Současný stav životního prostředí

„Podle regionálně fytogeografického členění České republiky (Skalický in Hejný at Slavík, 1988) patří území do fytogeografické oblasti termofytika, obvodu Panonské termofytikum (Pannonicum), na přechodu mezi fytogeografickými okresy 16 Znojensko-brněnská pahorkatina a 18 Jihomoravský úval, s podokresem 18a Dyjsko-svratecký úval. Dle biogeografického členění připadá PP Údolí Kohoutovického potoka do podprovincie hercynské, provincie střeoevropských listnatých lesů a do 1.24 brněnského biogeografického regionu. (Culek, 1996). Biogeograficky je území významné tím, že jedná o výjimečně zachovaný segment lesních geobiocenóz s převahou buku, dokumentující přirozenou dřevinnou skladbu. Biogeograficky je významný i výskyt demontánních druhů podrostu, zvláště všenky nachové ve velmi malé nadmořské výšce.

Na základě geobiocenologické diferenciacce byly ve zvláště chráněném území zjištěny 3 významné typy skupin geobiocénů:

3B3: typické dubové bučiny - *Querci-fageta typica*

3BC3: javorové dubové bučiny - *Querci-fageta aceris*

3C3: lipové javořiny - *Tili-acereta*

Ostrůvkovitě na malých plochách se vyskytují následující geobiocény:

2AB2: zakrslé bukové doubravy - *Fagi-querceta humilia*

2-3 BC-C 4-5: jasanové olšiny - *Fraxini-alneta*

V ZCHÚ byl zjištěn výskyt 121 druhů vyšších rostlin (viz Botanický inventarizační průzkum pro PP Údolí Kohoutovického potoka, Ing. J. Bučková, Brno 2006). Z toho 18 druhů stromů a 10 druhů keřů. Dle vyhlášky MŤP č.395/1992 Sb., k zákonu ČNR 114/1992 Sb. jsou zvláště chráněny 4 druhy a 9 druhů je zařazeno do Červeného seznamu ohrožených druhů rostlin ČR. Zoologický průzkum nebyl prozatím v lokalitě prováděn.“ (Ing. P.Straka, 2010)



Obr. 5: *Lathrea Squamaria* L. – podbílek šupinatý

3 TECHNICKÁ ZPRAVA

3.1 Správní orientace

Jméno akce: Revitalizace Kohoutovického potoka v rámci Bakalářské práce

Lokalizace: Kohoutovický potok, délka zájmového úseku je 273 m, katastrální území Pisárky, obec Brno, okres Brno – město, kraj Jihomoravský

Investor: Lesy ČR, s. p.

Projektant: Shmurai Eva

Provozovatel: Lesy ČR, s. p.

Předpokládaný termín zahájení, dokončení stavebních prací: 7. listopadu 2016, 9. prosince 2016; předpokládané termíny zahájení a dokončení stavebních prací se můžou změnit.

3.2 Úvodní část

Úkolem daného projektu je zlepšit stávající stav v korytě potoka a zajistit vhodný vegetační doprovod za účelem zlepšení kvality životního prostředí a zvýšení ekologické stability krajiny. Tím pádem bych navrhla variantu návratu do přírodní podoby úseku na území ZCHÚ a zbývající část by měla zajistit konečné zachycování sedimentu.

Přístup k říčnímu korytu a vodohospodářským stavbám Kohoutovického potoka zajišťuje hospodářský most v 0,74890 km.

Hlavním podkladem pro návrh revitalizaci byla vybraná situace 1 : 500, která znázorňuje rozmístění dílčích objektů v terénu. Při návrhu nového podélného sklonu dna se budeme řídit podélným profilem, který je vykreslen na základě příčných profilů. Příčné profily jsou odečtené ze situace 1 : 500. Dále budeme používat fotodokumentaci, která byla získaná při analýze stávajícího stavu toku.

3.3 Popis stávajícího stavu

3.3.1 Břehová linie

Významný krajinný prvek je začleněn do městské krajiny. Potok je hranicí mezi intravilánem a přírodě blízkým lesem a proto je levý břeh opěrná zeď a pravý břeh je strnitý svah s vegetací. Opěrná zeď je kolmá a je vybudována z betonu. Slouží pro zpevnění svahu, nad kterým je vedena silnice. Na druhou stranu od silnice je městská část Kohoutovice, kde jsou rodinné domky. Vegetační doprovod se nachází na pravém svahu a v korytě potoka. Svah říčního koryta ve vybraném úseku pro revitalizaci je porostlý javorem mleč, lípou velkolistou, lípou malolistou a občas potkáme víceleté stromy buku lesního a dubu zimního. Za stezkou pokračuje hospodářský les. V říčním korytě se vyskytuje vrba křehká a křídlatka japonská, a také kopřiva a pampeliška, kvůli kterým drsnost dna nabyde větší hodnoty.



Obr. 6: Levý a pravý svah říčního koryta

3.3.2 Hydrotechnické objekty na toku

3.3.2.1 Přehrážka č. 1

Objekt se nachází v 0,71875 km. Přehrážka je sestavena z drátokamenných košů o velikosti 1,5 x 1,0 x 0,5 m. Spodní tři vrstvy košů jsou uloženy kolmo na těleso přehrážek, další vrstvy jsou uloženy ve směru tělesa přehrážek. Výška přepadové hrany je 3,0 m nad nejnižším bodem koryta. Šířka přepadové sekce je 4,5 m. Těleso koryta je zajištěno záhozem z lomového kamene, se spádovaným na délku 2,5 m v poměru 1 : 2 a na dalších 8,0 m v poměru 1 : 5. Kamenný zához je zpevněn úroňovým dřevěným prahem. (Ing. Jálecký, 1982) Sedimenty za přehrážkou byly vytěženy v roce 2010, stejně jako oprava přehrážky a kamenného záhozu za ní.



Obr. 7: Přehrážka v 0,71875 km

3.3.2.2 *Hospodářský most*

Jediný hospodářský most přes potok v dané lokalitě je v 0,75930 km. Byl nově vybudovaný v roce 2003. Zajišťuje přístup aut a návštěvníků k vodohospodářským stavbám na daném toce. Další informace o parametrech mostu nejsou k dispozici.



Obr. 8: Hospodářský most v 0,75930 km

3.3.2.3 Přehrážka č. 2

Stavba je v 0,77002 km a je sestavena z gabiónů o velikosti 1,5 x 1,0 x 0,5 m. Spodní tři vrstvy košů jsou uloženy kolmo na těleso přehrážek, další vrstvy jsou uloženy ve směru tělesa přehrážek. Výška přepadové hrany je 3,0 m nad nejnižším bodem koryta. Šířka přepadové sekce je 4,5 m. Těleso koryta je zajištěno záhozem z lomového kamene, se spádovaným na délku 2,5 m v poměru 1 : 2 a na dalších 8,0 m v poměru 1 : 5. Kamenný zához je zpevněn úrovnovým dřevěným prahem. (Ing. Jálecký, 1982)



Obr. 9: Přehrážka v 0,77002 km

3.3.2.4 Přehrážka č. 3

V místě, kde se mění podélný sklon dna z mírného na strmý se nachází přehrážka, je to kilometr 0,86519. Stavba je ve špatném stavu. Svrchní řada drátokamenných košů je vyvrácena ve směru toku vody. Gabióny jsou ve velikosti 1,5 x 1,0 x 0,5 m. Těleso přehrážky je zajištěno záhozem z lomového kameniva. Další základní parametry nejsou známe.



Obr. 10: Přehrážka v 0,86519 km

3.3.2.5 Trubní propust

Trubní propust se nachází v 0,95500 km. Vede vodu přítoku z Libušina údolí pod ulici Šárka. Je vyroben z železo-betonových prefabrikátů s trubní nosnou konstrukcí kruhového tvaru vnitřního průřezu.



Obr. 11: Trubní propust

3.3.3 Příčný řez

V dané lokalitě a u daného typu toku je obtížné změřit velký příčný profil koryta, kvůli špatné dostupnosti lomových bodů. Byly zaměřeny malé příčné profily koryta a velké byly odečteny ze situace 1: 500, z nichž byl vypracován synoptický řez, viz příloha 14.

Levý svah je kolmý na dno koryto a má výšku 3,5 m. Dno je vodorovné do osy toku a po délce 4,5 m, poté se příčný sklon dna mírně zvyšuje a je v poměru 1 : 6 na délce 8 m a dále pokračuje ve svahu v poměru 1 : 1. Hloubka koryta je 3,5 m, šířka v nejširší části koryta je 14,8 m a jejich poměr se rovná 4,23 m.

3.3.4 Podélný sklon

Podélný sklon dna byl určen pomocí vykreslení podélného profilu (viz příloha 15) na základě příčných profilů. Minimální podélný sklon dna je 0,09 v úseku mezi druhou a třetí přehrázkou. Maximální sklon dna je 0,26 a to hned po překročení překážky č. 3 v kilometru 0,86519. Průměrný sklon dna v úseku návrhu revitalizace je 0,06, viz kap. Hydrotechnické výpočty.

3.3.5 Velikost efektivního zrna

Velikost efektivního zrna na daném toce se neurčovala. V rámci dané práce se odběry a laboratorní rozborů neprováděly.

3.4 Vlastní návrh úpravy toku

3.4.1 Návrh příčného řezu

Návrh příčného řezu v daném úseku se neprovádí kvůli skalnímu podloží, mělkým půdám a typu potoka, pro který je charakteristický tvar koryta „V“.

3.4.2 Podélný sklon

Podélný sklon byl měněn v minulosti za pomoci příčných staveb – přehrážek. Vzdálenosti mezi nimi jsou malé 50 – 100 m. Pro zmenšení rychlosti, a s tím spojenou vymílací schopnost, navrhuji stavbu kaskády v místě největšího podélného sklonu dna (viz příloha 16).

3.4.3 Návrh trasy

Ohledně malé šířky koryta toku navrhuji změnu trasy toku přirozenými procesy. Mezi druhou a třetí přehrážkou se udělá ve třech místech násyp s výškou 0,5 m z vytěžených sedimentů pohrabáky. Je předpokládáno, že za rok bude tok meandrovat mezi násypy porostlé vegetací (viz příloha 3 a 4). Na dalších úsecích se trasa toku nebude ovlivňovat kvůli příliš úzké šířce koryta a stupně ochrany údolí potoka.

3.4.4 Stabilita koryta

Při větších povodních není koryto toku stabilní. Voda přináší sebou sedimenty z horní části potoka. Kmeny stromů a balvany strhávají přehrážky, pokud jsou zanesené. Pro větší stabilitu navrhuji pravidelné vytěžování sedimentu za přehrážkami 1 a 2.

V místě vtékání trubní propusti je výmol, který se zvětšuje kvůli velké rychlosti proudu v propusti. Navrhuji vyčistit výmol od odpadů, zasypat lomovým kamenivem o průměru 0,5 m, viz příloha 17.

3.4.5 Opevnění

Levý svah je zpevněn opřenou zdí, která je v dobrém stavu. Zpevnění pravého svahu není potřeba. Budou zpevněny násypy sedimentů mezi druhou a třetí přehrážkou vrbou křehkou (*Salix fragilis*), která se již vyskytuje v říčním korytě (na povolení organu ochrany přírody). Umístění vegetace je znázorněno v příloze 4.

3.4.6 Návrh objektů na toku

3.4.6.1 Rekonstrukce přehrážky č. 3

Hlavní funkcí přehrážky je zachycování sedimentu a jejich usazování. Přehrážka v 0,86519 km je ve špatném stavu a pouští sedimenty dál a tím narušuje koryto toku. Navrhují prohrábkou vytěžit sedimenty před přehrážkou. Svrchní vrstvu drátokamenných košů vyměnit za nové ve velikosti 1,5 x 1,0 x 0,5 m a spojit je drátem s vrstvou gabiónů pod nimi. Podrobnosti objektu jsou znázorněny v příloze 18.

3.4.6.2 Návrh stavby kaskády

Pro větší stabilitu dna a zmenšení rychlosti proudění navrhují vybudování kaskády za přehrážkou č. 3. Jako základ budeme používat existující betonové bloky. Jejich výška je velká a proto uděláme mezi nimi další schod. Lomové kamenivo ve frakci 0,3 – 0,8 m umístíme tak, aby vznikl miskovitý tvar koryta. Kamenivo prolijeme betonem pro větší stabilitu dna. Výšky a popis objektu je uveden v příloze 19.

3.4.7 Návrh vegetačního doprovodu, zavázání stavby do terénu

Zajištění vegetačního doprovodu v dané lokalitě je obtížné kvůli způsobu ochrany dané lokality. Jak je patrné z průvodní zprávy, část území se nachází v ZCHÚ. Hlavním cílem ochrany je zachovat přírodě blízké lesy. V korytě bych navrhla vysadit vrbu křehkou (*Salix fragilis*) řízkovou metodou na násypy sedimentů, pro jejich zpevnění. Tím bychom umožnili přirozeně změnit trasu toku za pomoci biologické metody. Tady je však potřeba vyjádření organu ochrany přírody. Podrobnosti jsou uvedeny v příloze 4.

Za hospodářským mostem, po pravé straně, bych navrhla vysadit vrbu křehkou (*Salix fragilis*). Návrh výsadby je navrhnut z estetických parametrů. V této části je tok osvětlen, vrba je rychle rostoucí dřevina a je ekonomicky výhodná.

3.4.8 Technickoekonomické hodnocení, výsledky hodnocení vlivu na ŽP

Jelikož daná práce je studentský projekt, nemusíme tady uvádět celkový přehled technickoekonomického hodnocení projektu, tj. rozpočtu. Pro vyhodnocení jsem vybrala provedení prohrábky a vytvoření násypu, viz tabulka 1.

Tab. 1: Ceník půjčovního za minibagr

Položka	Cena
Půjčovné stroje za 1 kalendářní den (bez obsluhy)	1 500,- Kč
Půjčovné s obsluhou za hodinu	390,- Kč
Přivezení a odvezení stroje	250,- Kč
Vratná kauce	2 000,- Kč
Pronájem kontejneru za den	60,- Kč

Stroj potřebujeme na dva dny. První den se bude provádět prohrábka a druhý vytvoření násypu.

$$1\,500 \times 2 = 3\,000,- \text{ Kč}$$

$$16 \times 390 = 6\,240,- \text{ Kč}$$

$$250,- \text{ Kč}$$

$$60 \times 2 = 120,- \text{ Kč}$$

$$2\,000,- \text{ Kč}$$

Za půjčení a za práci zaplatíme 11 610,- Kč, z toho 2 000,- vratná kauce.

Daný projekt má pozitivní následky na ŽP. Zvětšením drsnosti dna zvětšujeme samočisticí schopnost koryta. Změnou trasy zadržujeme vodu v krajině, tento problém je aktuální v období sucha. Stavba kaskády zmírní rychlost toku a bude pomáhat čištění vody. Veškeré zemní práce naruší biotop, ale po jejich skončení se ekosystém rychle vrátí do původního stavu.

4 Hydrotechnické výpočty

Hydrologické údaje o Kohoutovickém potoku nejsou k dispozici. Veškerá informace o n-letých průtocích (Q_n) a tabulkách m-denních průtoků (Q_m) byla ztracena při předávání dokumentů novému správci toku – Lesy ČR, s. p..

4.1 Stanovení kapacity starého, původního koryta

Pro stanovení průměrných hodnot sklonu svahu, rychlosti proudění, výšky hladiny vody a kapacity toku vyneseme typické příčné řezy pro koryto potoka.

Pro vykreslování příčných profilů byla použita situace 1 : 500, která je přílohou 2 této práce. Příčný profil 1 se nachází v nejnižším bodě zájmového úseku a je začátkem úpravy. Na levém břehu je rodinný domek, který stojí na opěrné zdi s výškou 0,5 m. Pravý svah je strmý a porostlý stromy. Příčné profily 2 a 3 jsou vedeny přehrážkami v 0,7187 km a 0,7702 km. Levým břehem je opěrná zeď a pravým je strmý svah lesa. Příčné profily 4 a 5 jsou v rozšířené části potoka. Tekoucí voda má k dispozici koryto s šířkou 8 – 11,5 m, kde se rozlévá a snižuje svou rychlost. Příčný profil 6 je v místě překážky v 0,8652 km. Překážka je ve špatném stavu. Příčný profil 7 je nejširší, šířka ve dně je 15 m, ale potok protéká vedle levého břehu, kterým je opěrná zeď. V pravé části koryta jsou sedimenty porostlé dřevinnou vegetací. Příčný profil 8 se nachází v místě průsečíku Kohoutovického potoka a jeho přítoku. V levé části koryta, vedle opěrné zdi, se koryto vymývá a v pravé se usazují sedimenty.

Synoptický řez byl vykreslen na základě klasifikovaného odhadu průměrných hodnot, a byl vykreslen do na sebe naložených všech příčných profilů, viz příloha 14. Slouží k odhadu a posouzení středních charakteristik potoka.

Stupeň drsnost daného toku je stanovena podle Ven Te Chowa pro celý průtočný profil. Koryto toku jsem zařadila do vytěžených a vyhloubených kanálů ve skalních materiálech s nerovnými a nepravidelnými svahy ($n = 0,050$) a do vytěžených a vyhloubených kanálů, které jsou neudržované a zaplevelené s hustou trávou na celou výšku profilu ($n = 0,050$). (M. Šlezinger, 2010).

Průměrný podélný sklon dna koryta spočítáme tak, že rozdíl mezi nadmořskými výškami vydělíme délkou zájmového úseku:

$$I = \frac{240,21 - 224,35}{261,8} = 0,06 \quad (1)$$

Kapacita daného potoka není měřena, a proto ji musíme spočítat. Na začátku spočítáme kapacitu bezeškodného průtoku v příčném profilu 1, který má nejmenší průtočnou plochu. Budeme vycházet ze Chézyho rovnice a rovnice spojitosti proudu.

Prvním krokem byly změřeny průtočná plocha a omočený obvod:

$$S = 5,65 \text{ m}^2, S - \text{průtočná plocha}$$

$$O = 6,75 \text{ m}^2, O - \text{omočený obvod}$$

Hloubka h je rovna 1,38 m.

Spočítáme hydraulický poloměr R :

$$R = \frac{S}{O} = \frac{5,65}{6,75} = 0,837 \text{ m} \quad (2)$$

kde R – hydraulický poloměr

O – omočený obvod

S – průtočná plocha

Pro výpočet Chézyho rychlostního součinitele použijeme vzorec Pavlovského:

$$c = \frac{1}{n} R^y = \frac{1}{0,05} 0,837^{0,344} = 18,8125 \text{ m}^{0,5}/\text{s} \quad (3)$$

kde c – Chézyho rychlostní součinitel

n – drsnost dna a břehu

R – hydraulický poloměr

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,11) =$$

$$2,5\sqrt{0,05} - 0,13 - 0,75\sqrt{0,837}(\sqrt{0,05} - 0,11) = 0,344$$

(4)

Na závěr vypočítáme průtočné množství pro kynetu pomocí Chézyho rovnici (5) a rovnice spojitosti proudu (6).

$$v = c\sqrt{RI} = 18,8125\sqrt{0,837 * 0,117} = 5,887 \text{ m/s} \quad (5)$$

kde v – rychlost proudění

c – Chézyho součinitel

R – hydraulický poloměr

I – podélný sklon dna

Podélný sklon dna I určíme z podélného profilu pro daný úsek potoka (viz příloha 15), $I = 0,116$.

$$Q = v * S = 5,887 * 5,65 = 33,262 \text{ m}^3/\text{s} \quad (6)$$

kde Q - průtok
 v - rychlost proudění
 S - průtočná plocha

Bezeškodný průtok pro revitalizovaný úsek toku se rovna $33,262 \text{ m}^3/\text{s}$. Ale to však není průtok, se kterým bychom měli počítat, protože kapacita potrubí, do kterého je potok zatruběn pod křižovatkou Antonína Procházky, je menší. Při jeho výpočtu používáme hodnoty ze situace 1 : 500 a stejný postup výpočtu jako u příčného profilu 1.

$S = 3,1 \text{ m}^2$, S - průtočná plocha
 $O = 5,1 \text{ m}^2$, O - omočený obvod
 $h = 1,55 \text{ m}$, h - hloubka koryta

Z toho spočítáme hydraulický poloměr R :

$$R = \frac{S}{O} = \frac{3,1}{5,1} = 0,608 \text{ m} \quad (7)$$

kde R - hydraulický poloměr
 O - omočený obvod
 S - průtočná plocha

Pro výpočet Chézyho rychlostního součinitele použijeme vzorec Pavlovského:

$$c = \frac{1}{n} R^y = \frac{1}{0,016} 0,608^{0,1707} = 57,41 \text{ m}^{0,5}/\text{s} \quad (8)$$

kde c - Chézyho rychlostní součinitel
 n - drsnost dna a břehu, $n = 0,016$ - betonové dno a opěrné zdi po obou stranách (dle Ven Te Chowa)

$$R - \text{hydraulický poloměr}$$

$$y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,11) =$$

$$2,5\sqrt{0,016} - 0,13 - 0,75\sqrt{0,608}(\sqrt{0,016} - 0,11) = 0,1707 \quad (9)$$

Na závěr vypočítáme průtočné množství pro kynetu pomocí Chézyho rovnici (10) a rovnice spjitosti proudu (11).

$$v = c\sqrt{RI} = 57,41\sqrt{0,608 * 0,036} = 8,494 \text{ m/s} \quad (10)$$

kde v – rychlost proudění
 c – Chézyho součinitel
 R – hydraulický poloměr
 I – podélný sklon dna

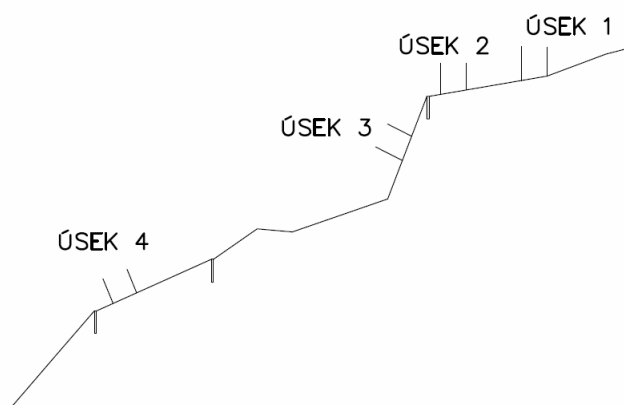
Podélný sklon dna I určíme ze situace 1 : 500 ve vybetonovaném korytě (Příloha 2), $I = 0,116$.

$$Q = v * S = 3,1 * 8,494 = 26,33 \text{ m}^3/\text{s} \quad (11)$$

kde Q - průtok
 v – rychlost proudění
 S – průtočná plocha

Tím pádem bezeškodný průtok pro Kohoutovický potok je $26,33 \text{ m}^3/\text{s}$.

Rychlosti proudění se počítaly podle Hessle, Stricklera, Chézyho rovnice, ale výsledné hodnoty měly velké rozdíly na stejný příčný řez. Proto bylo rozhodnuto změřit aktuální rychlost v toce. Měření se provádělo plovákovou metodou v několika úsecích revitalizované části, viz obrázek 12.



Obr. 11: Umístění úseku měření

Na 1. úseku se měřilo na 7 m a časy, za které plovák dosáhl cíle, jsou 20,5 s, 19,1 s, 18,9 s, 18,9 s.

$$\frac{20,5 + 19,1 + 18,9 + 18,9}{4} = 19,35 \text{ s}$$

$$\frac{7 \text{ m}}{19,35 \text{ s}} = 0,36 \text{ m/s}$$

V 2. místě měření je vybrána délka pro měření 6 m. Stopované časy jsou 25,3 s, 22,5 s, 23,6 s.

$$\frac{25,3 + 22,5 + 23,6}{3} = 23,8 \text{ s}$$

$$\frac{6 \text{ m}}{23,8 \text{ s}} = 0,252 \text{ m/s}$$

Na 3. lokalitě se čas zjišťoval 3 krát na délce 1 m, kvůli výskytu kamenů v korytě potoka. Časy jsou 2,53 s, 2,56 s a 2,51 s.

$$\frac{2,53 + 2,56 + 2,51}{3} = 2,5 \text{ s}$$

$$\frac{1 \text{ m}}{2,5 \text{ s}} = 0,4 \text{ m/s}$$

Na úseku 4 bylo měřeno 4 krát v délce 6,5 m. Časy jsou 18 s, 21,1 s, 21,2s, 18,5 s.

$$\frac{18,0 + 21,1 + 21,2 + 18,5}{4} = 19,7 \text{ s}$$

$$\frac{6,5 \text{ m}}{19,7 \text{ s}} = 0,3299 \text{ m/s}$$

Průměrná aktuální rychlost na toce je 0,336 m/s.

5 ZÁVĚR

Stavby v říčním korytě, které zmírňují podélný sklon dna a zachycují sedimenty, jsou nápadné a nejsou začleněny do krajiny. Proto hlavním cílem dané bakalářské práce je navrhnout vhodné revitalizační opatření.

Byl vymezen úsek pro revitalizaci, kde jsou navrženy a popsány zásahy v říčním korytě. Proběhne úprava dna koryta, sanace výmolu a prohrábka mezi přehrázkou v 0,86519 km a kilometrem 0,955. Přehrážka č. 3 projde částečnou úpravou, aby mohla plnit svou funkci záchytu hrubých sedimentů. Za ní bude postavena kaskáda z již existujících betonových bloků a lomového kameniva. Dále po směru toku vody se bude nacházet kamenný zához přecházející do mírně meandrujícího koryta. Trasu toku zajistí násypy sedimentů a výsadba vegetace.

Výše uvedené opatření pomohou Kohoutovickému potoku k samočištění, podpoří autoregulaci beze škod v intravilánu a vzhled potoka bude příjemnější pro návštěvníky dané lokality.

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] STRAKA, Petr. Plán péče o Přírodní památku Údolí Kohoutovického potoka. In: . Brno, 2010.
- [2] ING. JÁLECKÝ. Technická zpráva. Brno, 1982.
- [3] ŠLEZINGR, Miloslav. Říční typy I - horní tok: Úvod do problematiky úprav toků. První. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010. ISBN 978-80-7375-460-0.
- [4] ŠLEZINGR, Miloslav. Základy projektové činnosti - obrazový přehled návrhu stabilizace břehu pomocí břehové armatury. První. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013. ISBN 987-807375-833-2.
- [5] ŠLEZINGR, Miloslav. Revitalizace toků: příspěvek k problematice úprav vodních toků. Brno: VUTIUM, 2010. ISBN 978-80-214-3942-9.
- [6] KRÁLOVÁ, Helena (ed.). Řeky pro život: revitalizace řek a péče o nivní biotopy. Brno: Veronica, 2001. ISBN 80-238-8939-7.
- [7] Údolí Kohoutovického potoka. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/%C3%9Adol%C3%AD_Kohoutovick%C3%A9ho_potoka
- [8] Volné místo Údolí Kohoutovického potoka - přírodní památka. Turistika.cz [online]. <http://www.turistika.cz/>: Turistika.cz s.r.o., ©2007-2016 [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <http://www.turistika.cz/fotogalerie/84172/volne-misto-udoli-kohoutovickeho-potoka-prirodni-pamatka>
- [9] ČERNÁ, Lenka. Návrh úpravy Kohoutovického potoka. Brno, 2007. Diplomová práce. VUT FAST BRNO. Vedoucí práce Doc.

7 SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1. Situace 1 : 100 000
- Příloha 2. Situace 1 : 500
- Příloha 3. Návrh vegetačního doprovodu 1 : 500
- Příloha 4. Objekty na toku 1 : 500
- Příloha 5. Příčný profil 1 1 : 100
- Příloha 6. Příčný profil 2 1 : 100
- Příloha 7. Příčný profil 3 1 : 100
- Příloha 8. Příčný profil 4 1 : 100
- Příloha 9. Příčný profil 5 1 : 100
- Příloha 10. Příčný profil 6 1 : 100
- Příloha 11. Příčný profil 7 1 : 100
- Příloha 12. Příčný profil 8 1 : 100
- Příloha 13. Příčný profil 9 1 : 100
- Příloha 14. Synoptický příčný řez 1 : 100
- Příloha 15. Podélný profil 1 : 1000/100
- Příloha 16. Návrh podélného profilu 1 : 1000/100
- Příloha 17. Asanace výmolu 1 : 40
- Příloha 18. Návrh úpravy přehráčky č. 3 1 : 100
- Příloha 19. Podélný řez kaskádou 1 : 100
- Příloha 20. Čelní pohled na kaskádu 1 : 100