

**Mendelova univerzita v Brně**

**Lesnická a dřevařská fakulta**

**Ústav inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny**



**Lesnická  
a dřevařská  
fakulta**

**Návrh revitalizace horního toku Svratky cca KM 8,00 - 9,00**

Diplomová práce

Brno 2015

Bc. Martin HELD



## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: Návrh revitalizace horního toku Svratky cca KM 8,00 - 9,00 zpracoval 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 nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:.....

Podpis studenta:.....

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat své vedoucí diplomové práce Ing. Janě Markové Ph.D. z Ústav inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny za vedení, odborný dozor, za poskytnutí materiálů a důležitých informací a v neposlední řadě za čas při psaní diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat kamarádovi Michalu Šejnohovi za pomoc při pracích v terénu a za jeho podporu.

A také bych chtěl samozřejmě poděkovat svojí rodině, za jejich podporu, za to, že mě dovedli vždy povzbudit a stáli při mně.

## ABSTRAKT

Jméno: Bc. Martin Held

Téma: Návrh revitalizace horního toku Svratky cca KM 8,00 - 9,00

Tato diplomová práce se zabývá návrhem revitalizačních opatření na horním toku Svratky, konkrétně u obce Herálec. Dále tato práce obsahuje informace o dané lokalitě, bioregionu a povodí Svratky

Hlavní část práce zkoumá upravený úsek Svratky. Úkolem této práce je zhodnotit současný stav a následně navrhnout taková opatření, která by měla za následek opětovné navrácení toku do přírodě blízkého stavu. Při vypracování práce bylo využito i hydrologických programů HEC-RAS a ATLAS DMT.

Klíčová slova: vodní tok, koryto, revitalizace, hydrotechnické úpravy, HEC-RAS, Atlas DMT

## THE ABSTRAKT

Name: Bc. Martin Held

Theme: The design of revitalization of the upper stream of Svatka KM 8,00 - 9,00

This thesis deals with the study of revitalization measures on upstream of the Svatka River, specifically near the village Herálec. The thesis also contains information about locality, bioregion and basin of Svatka River

The main part of the paper examines the modified section Svatka. The goal of this work is to evaluate the current situation and then propose measures that would lead to the revitalization of Svatka River.

When drafting work was also used hydrological program HEC-RAS and ATLAS DMT.

Key words: flow, river bed, revitalization, hydro technical treatment, HEC-RAS, Atlas DMT

## OBSAH

1.0 ÚVOD.....	9
2.0 MOTIVY A CÍLE PRÁCE.....	10
3.0 LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	11
3.1 Historie a současnost revitalizačních opatření .....	11
3.2 Vývoj způsobů a metod revitalizací .....	12
3.2.1 První generace realizace revitalizačních opatření .....	12
3.2.2 Druhá generace realizace revitalizačních opatření .....	12
3.2.3 Třetí generace realizace revitalizačních opatření .....	13
3.3 Historické etapy ve vývoji revitalizací.....	13
3.3.1 1. etapa (1985-1995).....	13
3.3.2 2. etapa (1995-2002).....	14
3.3.3 3. etapa (cca od 2002).....	14
3.4 Cíle revitalizace.....	15
3.5 Charakteristika přirozeného vodního toku .....	15
3.6 Důsledky úprav drobných vodních toků .....	16
3.7 Zásady revitalizačního návrhu .....	17
3.8 Stručný popis systému HEC-RAS .....	19
3.8.1 Úvodní informace .....	19
3.8.2 Základní výpočetní schémata .....	19
3.8.3 Odporů koryta, profily s proměnlivou drsností .....	20
3.8.4 Objekty na toku .....	20
3.8.5 Organizace vstupních dat, databáze časových řad, vazby na GIS.....	21
3.8.6 Prezentace výsledků .....	22
3.8 Stručný popis systému ATLAS DMT .....	23
3.8.3 Obecné informace.....	23
3.8.2 ATLAS DMT TOKY .....	23
4.0 BIOGEOGRAFICKÁ POLOHA A PŘÍRODNÍ POMĚRY .....	25
4.1 Fytogeografické zařazení .....	25
4.2 Geologické poměry .....	26
4.3 Geomorfologické poměry .....	26
4.4 Pedologické poměry.....	27
4.5 Klimatické poměry.....	28
4.6 Hydrologické poměry.....	29

4.7 Antropogenní a hospodářské poměry.....	31
4.8 Biota .....	31
4.8.1 V4B – Makrofytní vegetace vodních toků .....	31
4.8.2 T1.5 – Vlhké pcháčové louky.....	32
4.8.3 T1.3 – Poháňkové pastviny .....	33
4.8.3 M1.7 – vegetace vysokých ostřic .....	33
5.0 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O LOKALITĚ .....	35
6.0 CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO ÚSEKU .....	36
6.1 Obecná charakteristika studovaného úseku .....	36
6.2 Podrobná charakteristika studovaného úseku .....	37
9.0 DATA ZABAGED .....	43
10.0 TVORBA DIGITÁLNÍHO MODELU TERÉNU A PRÁCE V PROGRAMU ATLAS DMT.....	44
11.0 VYTVOŘENÍ HYDRAULICKÉHO MODELU V PROGRAMU HEC-RAS.....	46
12.0 STANOVENÍ ZRNITOSTI.....	47
12.1 Síťový rozbor .....	47
12.2 Výsledky.....	50
13.0 ÚPRAVA TOKU.....	51
14.0 NÁVRH DOPROVODNÉ VEGETACE.....	54
14.1 Užití a funkce .....	54
14.2 Návrh doprovodné vegetace .....	56
14.3 Navrhovaná dřevinná skladba .....	57
15.0 POROVNÁNÍ V ROZLIVŮ V PŮVODNÍM A NOVĚ NAVRŽENÉM KORYTĚ .....	59
16.0 NÁVRH MOŽNÝCH ZDROJŮ FINANCOVÁNÍ NAVRŽENÝCH ÚPRAV.....	60
16.1. Podpora přirozených funkcí krajiny.....	60
16.2. Podprogram 115 164 – Podpora adaptace vodních ekosystémů.....	61
16.3. Financování zakládání a obnovy břehových porostů.....	63
16.4. Program péče o krajinu .....	63
16.3. Podprogram pro zlepšování dochovaného přírodního a krajinného prostředí ...	64
17.0 DISKUSE.....	65
18.0 ZÁVĚR .....	67
19.0 SUMMARY.....	68
20.0 SEZNAM LITERATURY .....	69
21.0 SEZNAM PŘÍLOH.....	72



## 1.0 ÚVOD

Voda v krajině je pro nás od pradávna nesmírně důležitá. Voda je zdroj života a to jak od malých potůčků až po velké řeky a vodní nádrže. Člověk chová k vodě od nepaměti velký respekt a úctu. Možná právě to vede člověka k touze si vodu podmanit. Bohužel se tak stává i na úkor ekologické rovnováhy, která bývá vlivem hospodářských úprav narušována a mnohdy i zcela zničena.

V minulosti byly prováděny úpravy, které nebyly k přírodě příliš šetrné. Nicméně i přes tyto nevhodné zásahy můžeme vidět, jak si voda najde svoji cestu. I na upravených tocích můžeme vidět, jak se koryto pomalu navrácí do přírodě blízkého stavu, jak se na břehy začíná vracet vegetace a s ní i celá řada živočichů. Nicméně tato cesta vyžaduje svůj čas a trpělivost. Proto je někdy potřeba opět zásahu člověka, aby se negativní jevy na toku odstranily. Přece jenom je to hlavně vinou člověka, že se na řadě míst staly z dříve čistých řek pouze mrtvé stoky bez života. Z tohoto důvodu bychom v první řadě neměli zasahovat do přirozené trasy potoků a řek a respektovat tak jejich přírodní principy. Nebo bychom tyto zásahy měli provádět velice citlivě s ohledem na ekologickou rovnováhu a stabilitu.

Bohužel až postupem času jsme začali zjišťovat, že zásahem do přirozeného vodního toku rovněž ovlivňujeme nejenom samotnou řeku, ale i její okolí, což má za následek, že tyto úpravy obracejí proti nám. Jedním z hlavních důsledků jsou povodně, které jsou v poslední době čím dál ničivější. Naproti tomu se setkáváme i s dalším extrémem, kterým jsou sucha. Je to paradoxní, ale jak záplavy, tak sucha mají stejnou příčinu a tou je právě narovnání trasy koryta a tím urychlení odvádění vody z povodí.

Díky revitalizacím, tak člověk může toku navrátit jeho přírodě blízký stav a zajistit tak plnění všech důležitých funkcí, které jsou důležité nejenom pro samotného člověka, ale i pro celou krajinu.

## 2.0 MOTIVY A CÍLE PRÁCE

Tato práce navazuje na bakalářskou práci Studie revitalizačních opatření na horním toku Svratky (HELD, 2013) a pojednává o cca 1 km dlouhém úseku řeky Svratky u obce Herálec, který byl v minulosti vlivem nevhodných úprav narovnan. Vlivem tohoto narovnaní došlo i k výraznému ovlivnění nejenom poměrů směrových, ale také poměrů spádových o čemž svědčí příčné prahy ve dně. Do koryta také ústí odvodňovací kanály, které zde odvádějí vodu z často zamokřených polí v okolí toku.

Dále můžeme říct, že doprovodná vegetace zde není v optimálním stavu. Stromy jsou zde zastoupeny velmi řídko a okolí toku tvoří travinné porosty. Z toho vyplývá, že ani vodní ptáci, či další živočichové zde nemají přirozené útočiště.

Cílem této práce je navrhnout taková opatření, která by měla za následek zlepšení podmínek na studovaném úseku. A to zejména zlepšení morfologie upravené části toku. Můžeme předpokládat, že zlepšením morfologie můžeme výrazně přispět nejenom k zlepšení toku samotného, ale také ke zlepšení jeho okolí. Práce předpokládá návrh nového koryta toku, tak aby se v případě vyšších průtoků přebytečná voda rozlila do přilehlé nivy. Rovněž nový návrh předpokládá, že trasa nového koryta bude z hlediska majetko-právních důvodů vedena pozemky, které jsou v současné době ve vlastnictví podniku Povodí Moravy a tudíž tak nedojde ke konfliktu s vlastníky ostatních pozemků. Další část revitalizace spočívá v obnovení břehových porostů, které se budou podílet na biodiverzitě a poskytovat tak přirozené prostředí pro celou řadu živočichů.

V poslední řadě je cílem práce stanovit vhodné zdroje financování těchto revitalizačních opatření.

## 3.0 LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 3.1 Historie a současnost revitalizačních opatření

Již od středověku probíhaly vodohospodářské zásahy v údolích potoků a řek, a to hlavně v souvislosti s budováním mlýnů, pil a hamrů. Doba největších technických zásahů do vodního prostředí pak nastala ke konci 19. století. Těmto zásahům vycházeli vstříc nové technické možnosti. Katastrofální povodně v 90 letech 19. století významně přispěly k rozvoji protipovodňových úprav vodních toků (JUST, 2003).

V posledních cca 50. letech je cílem úprav vodních toků především „ovládnutí a podmanění vodního živlu“. Tyto snahy se radikalizovaly s dostupností stále výkonnější mechanizace a prefabrikace. Cílem úprav potočných koryt tak bylo dosažení co nejvyšší protipovodňové ochrany, rychlé odvedení vody z území a zajištění hloubky pro gravitační vyústění systémů plošného odvodnění (VRÁNA, 2004).

Hluboké a celoplošné změny vodního prostředí v naší krajině postupně přesáhly únosnou míru. Nastalé problémy začaly vyvolávat potřebu revitalizací.

Vodohospodářské revitalizace se v pokročilých zemích rozvíjejí zhruba od 70. let 20. století. Jako součást snah o rekonstrukci a obnovení jejího přírodně blízkého stavu probíhají v Británii a v USA (...). Nám nejbližší a do našich podmínek nejlépe přenosné příklady nacházíme v Německu, Rakousku a Švýcarsku.

V Čechách se začaly revitalizace rozvíjet po roce 1990. Jejich hlavním nástrojem jsou krajinotvorné programy Ministerstva životního prostředí. I přes dosud přetrvávající převahu revitalizační výstavby malých vodních nádrží již i u nás proběhla řada dobrých revitalizací koryt a niv, které poskytly cenné zkušenosti a potvrdily rámcovou správnost revitalizačních snah (JUST, 2003).

### 3.2 Vývoj způsobů a metod revitalizací

Vrána (2004) uvádí: Od roku 1992 je možno vymezit přibližně 3 vývojové fáze, které však nelze přesně časově ani věcně ohraničit. Každá z těchto fází je však dána určitým stupněm poznání problematiky a vnějšími podmínkami, které vymezovaly v dané době možnosti pro volbu způsobu daného typu revitalizačních opatření,

#### 3.2.1 První generace realizace revitalizačních opatření

První generace navrhování a realizace revitalizačních akcí spočívala v úplné zachování původního koryta, a to z hlediska trasy, průtočného profilu, opevnění a zpravidla i příbřežní vegetace. „Revitalizační efekt“ byl dosahován vkládáním kamenných a dřevěných prahů, jízků, přehrázek a tůní do původního profilu koryta. Idea revitalizace spočívala ve snížení průtočné rychlosti ve zdržích nad vzdouvacími objekty, a tím možnosti ukládání sedimentu v těchto prostorách.

Akce byla zpravidla doprovázena též výsadbou břehové vegetace, umístěné však většinou liniově na břehovou hranu, méně často do pat svahů a břehů koryta (VRÁNA, 2004).

#### 3.2.2 Druhá generace realizace revitalizačních opatření

Druhá generace realizace revitalizačních akcí již znamenala kvalitativní posun v řešení problému. Řešení vycházelo ze skutečnosti, že revitalizační efekt může splnit pouze koryto, které bude mít při nízkých průtocích dostatečnou hloubku pro zajištění života a migrace organismů, zajistí různorodost rychlostí v příčném i podélném profilu, umožní kontakt vody v toku s okolním prostředím a koryto nebude současně zničeno při zvýšených průtocích (VRÁNA, 2004).

### 3.2.3 Třetí generace realizace revitalizačních opatření

Revitalizace spočívá zejména ve volbě nové trasy koryta, v zásadní změně hloubky dna (menší zahloubení) a ve výrazně menším průtočném profilu. Koryto je dimenzováno tak, aby bez vybřežení provedlo pouze průtok např. půlletý nebo jednodenní. Při těchto průtocích je průtočná rychlost dostatečně malá, aby nedošlo k zásadnímu poškození neopevňeného nebo jen lokálně opevňeného koryta, při větších průtocích voda vybřeží a protéká celou údolní nivou.

Nová trasa může být navržena s případným větvením koryta, zachováním slepých ramen, na novém korytě s vytvořením tůní nebo mokřadních ploch (VRÁNA, 2004).

### 3.3 Historické etapy ve vývoji revitalizací

Revitalizace jsou poměrně mladou disciplínou, která se do jisté míry vymyká dosavadní technické praxi. Zatímco v historii bylo cílem „spoutání a pokoření“ přírody, dnes se snažíme o její obnovení a zavedení „přírodních pořádků“ zpět do krajiny.

Podle základních charakteristik je možno v uplynulé historii vývoje revitalizací drobných vodních toků u nás do dnešní doby identifikovat tři vývojové etapy (JUST, 2003).

#### 3.3.1 1. etapa (1985-1995)

Tato etapa je charakterizována faktickou nemožností zasahovat do realizovaných úprav toků a tedy pouze snahou vkládat do již upravených koryt nejrůznější objekty.

V této etapě byla u toků respektována původní trasa, příčné i podélné profily koryta a rovněž jeho opevnění. Revitalizační snahy se tedy omezovaly pouze na vkládání objektů do koryta při plném respektování jeho parametrů. Rovněž se objevovala velká snaha o typizaci, která vedla ve vydávání směrnic a metodik, doporučující revitalizační objekty vhodné do upravených koryt. Velkým pozitivem těchto akcí byla jejich finanční nenáročnost a bezproblémovost z hlediska majetkoprávních vztahů, jelikož tyto úpravy neprobíhaly mimo říční koryto. Z dnešního pohledu však převažují především negativa. Mezi ně patří jen velmi omezené splnění požadavků na revitalizaci. Zpravidla se nepodařilo snížit průtočné rychlosti ani zvýšit hloubky. Tyto objekty rovněž byly velice problematické z hlediska migrační prostupnosti toku. Dalším negativem byla jejich nepříliš dlouhá životnost (JUST, 2003).

### 3.3.2 2. etapa (1995-2002)

Tato etapa je charakteristická opět zachováním původní trasy, nivelety dna i opevnění. Dochází zde však k úpravě příčného profilu koryta a k optickému rozvolnění břehových hran. Výhodou tohoto typu opatření je jejich nízká náročnost, zpravidla jednoduché řešení majetkoprávních otázek, jelikož opět se revitalizace provádí ve stávajícím korytě, nebo v jeho velmi blízkém okolí. Značnou nevýhodou naopak je, že kapacita koryta je dokonce větší, než býval výchozí stav, je nutné řešit vlastnické vztahy (i když většinou je řešení poměrně snadné) a hladina vody zůstává hluboko zakleslá (JUST, 2003).

### 3.3.3 3. etapa (cca od 2002)

Tato etapa je charakteristická úplným opuštěním upravené trasy, profilu i nivelety, příčný profil koryta je většinou nepravidelný a mělký, jeho kapacita je výrazně snížena a původní opevnění je odstraněno. Součástí revitalizace jsou ve vhodných úsecích průtočné nebo boční tůně. Předností tohoto typu revitalizace při jejich zdařilém návrhu a provedení je vysoký revitalizační efekt, zajištění diverzifikovaných podmínek v korytě, zvýšení hladiny vody v nivě a díky malé hloubce a kapacitě koryta i nutnost jen lehčího, případně jen lokálního opevňování. Naopak zjevnou finanční nevýhodou je oproti předcházejícím etapám její vysoká finanční náročnost a řešení majetkoprávních vztahů, protože úpravy se týkají širokého pásu nivy. Kromě toho je třeba v souladu s legislativou se vypořádat s likvidací původního technického díla a jeho zbytkovou hodnotu účetně odepsat (JUST, 2003).

### 3.4 Cíle revitalizace

Cílem revitalizace je posun krajiny do stavu blízkému stavu přirozenému, ne však jeho úplné dosažení. To by v praxi znamenalo v podstatě eliminaci lidské existence, což je v podmínkách střední Evropy jen těžko přijatelné.

Kritériem pro revitalizaci by mělo být zvýšení biodiverzity prostředí. Pro zvýšení biodiverzity prostředí je třeba znát potenciální stav klimaxu. Pokud nebudeme stav klimaxu brát v úvahu, může dojít k tomu, že vytvořená lokalita bude splňovat humánní chápání přírody, v důsledku se však bude jednat o úpravu parkovou, která bude z hlediska stability ve stejném stavu nebo dokonce i horším, než lokalita původní (DOSTÁL, 2008).

### 3.5 Charakteristika přirozeného vodního toku

Dle Dostála (2008) můžeme říci, že nalezení přirozeného stavu vodního toku je velice problematické, jelikož se tento stav liší lokalitu od lokality. Proto, je potřeba najít kritéria, která jsou platná pro všechny pro všechny případy bez ohledu na jeho podmínky.

Můžeme tedy konstatovat, že přirozený stav vodního toku je charakterizován vysokou diverzitou. A to jak diverzitou v osídlení, tak diverzitou v podmínkách. Dalším obecným kritériem pro úspěšnou revitalizaci je její samovolné oživení, resp. Vysazení reintrodukovaných druhů. Důležité kritérium však je, aby tyto organizmy byli pro tuto lokalitu původní. Pokud vysadíme druhy a organizmy, pouze z estetických důvodů, bude se jednat spíše o úpravu parkovou a pro danou lokalitu a podmínky netypickou.

Přirozený vodní tok můžeme tedy charakterizovat následujícími kritérii:

Přirozené dno – vzniklé a přetvářené prouděním, se zrnitostní skladbou, které bude odpovídat místním podmínkám a charakteru proudění

Diverzita v hloubkách – střídání úseku mělkých s vyšší rychlostí a úseků s tůněmi, které slouží jako útočiště pro vodní organizmy

Diverzita v režimech proudění – střídání úseku s větší rychlostí proudění, vysokou turbulencí a peřejemi s úseky klidně plynoucími s malými rychlostmi.

Vegetační doprovod – různorodost v druhovém, věkovém složení i prostorovým uspořádáním. Vegetace by měla poskytnout možnost získání potravy, možnost odpočinku i reprodukce

Oživení – oživení původními druhy organismů je nejspolehlivějším indikátorem úspěšné revitalizace

Migrační prostupnost – tok by měl být v dané době prostupný pro určitý druh či typ organismu, u kterého je reálný předpoklad, že by se v dané lokalitě měl a mohl vyskytovat.

### 3.6 Důsledky úprav drobných vodních toků

Každá úprava vodního toku je prováděna s cílem získání určitého užitku. Je třeba brát v úvahu, že každá úprava sebou nese také celou řadu vedlejších efektů. Pokud tyto vedlejší efekty a především jejich negativní dopady na krajinu převáží je možno mluvit o necitlivých úpravách. Do této kategorie je možno zařadit nezanedbatelnou část úprav prováděných v období socialismu a kolektivního zemědělského hospodaření (DOSTÁL, 2008).

#### Mezi hlavní negativní vlivy na vodní toky patří:

Zkrácení trasy – zkrácení trasy dochází ke zvýšení podélné sklony koryta, což sebou nese zvýšení jeho kapacity a nárůst rychlosti proudění.

Zahloubení dna – zahloubení koryta způsobuje snížení hladiny podzemní vody v jeho okolí, současně však i zvětšení příčného profilu a následně kapacity koryta

Těžší opevnění – nezbytnost návrhu těžšího opevnění souvisí se zvětšením rychlostí proudění. Často se používá hladší opevnění, což prakticky eliminuje možnost ukládání sedimentu a tak tvorby přirozeného dna.

Rychlé odvedení vody z povodí – díky kapacitnějšímu korytu a větší rychlosti průtoku vody v něm dochází k rychlému odvedení povrchové vody z povodí. To má za následek větší rozkolísanost průtokového režimu díky nižší retenční kapacitě povodí.



### 3.7 Zásady revitalizačního návrhu

Jak bylo řečeno výše, účelem revitalizace je hlavně znovuoživení vodního toku. Jedná se o znovuoživení organizmy, které by měli tvořit přirozenou část vodního prostředí náležícím k danému charakteru toku. Velice důležité je také obnova, nebo úprava břehových i doprovodných porostů a dle charakteru toku také porostů rákosin, travin a vodních rostlin (ŠLEZINGR, 2010).

Kromě mnohdy nezbytných počátečních nápravných antropogenních zásahů do údolní nivy, nebo alespoň její části, je také důležitá podpora procesů samočištění. Jedná se především o vyrovnanou kyslíkovou bilanci. Té můžeme dosáhnout především členitostí dna i břehu, úpravami vyvolávající peřejnatý průtok, maximální členitostí omočeného obvodu (ŠLEZINGR, 2010).

Je důležité vědět, že základem samočisticích procesů jsou organizmy, které ulpívají na ponořených předmětech, na částech vegetace rostoucí v toku a v břehové zóně (ŠLEZINGR, 2010).

K zásadám, jimiž se při revitalizaci toku řídíme, je nutnost zajištění prostupnosti toku a to nejenom pro rybí osádku, ale pokud možno pro všechny, nebo alespoň velkou většinu organismů v toku žijících. Problém s prostupností vodního toku nastává především při použití příčných staveb v rámci revitalizací (ŠLEZINGR, 2010).

Dalším zásadním bodem při úpravách říčního koryta je problematika vedení trasy. Nutné je dodržení základních atributů úpravy vodního toku. - střídání protisměrných oblouků, minimalizace napřímení, maximální využití stávaních vhodných úseků a při návrhu celkové revitalizace toku zvážení návratu do původní trasy toku (ŠLEZINGR, 2010).

Návrh podélného profilu má odpovídat požadavkům na vodní biotop koryta. Plynulý průběh nivelety dna je nevhodný. U delších úseků je nutné rozčlenit koryto změnami podélného sklonu vložení úseků s účinnou drsností, převýšených prahů, spádových objektů spolu s prohlubněmi, tůněmi a brody a ti v souladu s hydrotechnickým posouzením (ŠLEZINGR, 2010).

Velmi důležitým bodem při návrhu revitalizace vodního toku je vegetační doprovod. Základem je vitální, druhově pestrý, prostorově stabilizovaný břehový

porost. Na břehový porost navazuje porost doprovodný. U menších a středních toků mnohdy břehové a doprovodné porosty splývají (ŠLEZINGR, 2010).

U návrhu příčného profilu koryta je nutné vyhnout se geometricky pravidelného příčného řezu. Naopak navrhujeme koryto nepravidelné, členitě důležitá je zóna hlubší vody, zóna mělčin., zóna přejezdných úseků apod. V tomto případě koryto nereprezentuje jeden vzorový příčný řez (ŠLEZINGR, 2010).

Dalším problémem, jehož řešení se mnohdy při návrzích úprav nevyhneme, je transport splavenin. Je velmi důležité vědět, že hlavně v horských a podhorských oblastech je právě transport splavenin základní korytotvorný proces. Vybudování stavby vzdouvajících objektů na toku zásadně ovlivní splaveninovou bilanci. Ochudí níže ležící koryto řeky a o přirozené splaveniny a mnohdy má zásadní vliv na dlouhodobou stabilitu především říčního koryta. Ochrana toku před smyvy z okolních pozemků je také velice důležitá. Tyto smyvy obohacují vodní tok především o organický materiál, půdní částice, přebytky hnojiv a přispívají k eutrofizaci toku (ŠLEZINGR, 2010).

Pokud je to možné, nezaměřujeme se v rámci revitalizace říčních systémů pouze na vodní tok, ale měli bychom se zaměřit i na širší okolí toku, kterou je údolní niva. Možné je znovuoživení odstavených ramen, základní a podpora vodního režimu mokřadů, tůní, obnova porostů v širším břehovém pásmu (ŠLEZINGR, 2010).

Důležitým úkolem revitalizace, který je zároveň i ukazatelem úspěšné revitalizace je zvýšení ekologické stability vodního toku a přilehlé údolní nivy. To se mimo jiné projeví bohatší rybí osádkou v toku. Právě četnost a rozmanitost rybí osádky vypovídá mnohé o kvalitě vody a celého potravního řetězce ve vodním prostředí (ŠLEZINGR, 2010).

Vitální vegetační doprovod s rozmanitými druhy a věkovou skladbou je stabilní krajinný prvek, který slouží jako základ pro vybudování územního systému ekologické stability v krajině (ŠLEZINGR, 2010).

## 3.8 Stručný popis systému HEC-RAS

### 3.8.1 Úvodní informace

Základní verze modelu hladinového režimu v otevřených korytech HEC-RAS, (River Analysis System) je jedním z produktů, které v oblasti hydrologie a hydrauliky vyvinul Hydrologic Engineering Center US Army Corps of Engineers. Model umožňuje řešení stromových i okružních sítí přirozených otevřených koryt včetně příčných a podélných objektů na toku.

Program HEC-RAS umožňuje výpočet nerovnoměrného proudění v otevřených korytech, v ustáleném i v neustáleném režimu. Je integrovaným prostředkem, který umožňuje interaktivní provoz, obsahuje moduly hydraulické analýzy, obsluhy datové báze, vizualizaci vstupních dat i výsledků. Významné jsou jeho možnosti výpočtu objektů na toku, příčných i podélných staveb. Umožňuje numerickou simulaci stromových sítí, bifurkací a okružních říčních systémů. Jako produkt federálního rozsahu, je standardním prostředkem pro plánování, návrh a protipovodňovou ochranu ve Spojených státech.

Je třeba připomenout, že výsledky hydraulických simulací modelu HEC-RAS je možné využít jako vstupy do dalších produktů vývojářské dílny HEC, např. do programu HEC-FDA (Flood Damage Analysis). Jak již název naznačuje, jedná se o program řešící odhad potenciálních povodňových škod.

Důležitou skutečností je, že distribuce systémů HEC byla uvolněna z kompetence federální organizace Army Corps of Engineers, která již neposkytuje další uživatelskou podporu a prodejní práva byla předána jiným distributorům. V některých případech jsou k dispozici i zdrojové programy a produkty jsou oficiálně k dispozici za minimální ceny. Seznam dealerů lze nalézt v referencích z výše uvedené URL adresy, ceny se pohybují řádově v několika stech USD (ZEZULÁK, 2010).

### 3.8.2 Základní výpočetní schémata

Základní výpočetní schéma ustáleného proudění je založeno na výpočtu nerovnoměrného proudění vody v neprizmatických korytech metodou po úsecích. Hlavní předností programu je rozdělení profilu na vlastní koryto (tzv. efektivní, účinná oblast proudění) a levou či pravou inundaci. V případě řešení průběhu hladin a dalších

veličin v zakřivených tratích program umožňuje počítat s různými vzdálenostmi mezi těmito částmi dvou sousedních údolních profilů.

Pro výpočet neustáleného proudění využívá program HEC-RAS modifikované verze původního modelu UNET (Unsteady NETwork model). V zájmu zachování kompatibility výsledků se schématem využitým při výpočtu ustáleného nerovnoměrného proudění je implicitní numerické schéma řešení St. Venantova systému odvozeno z původního schématu Preismana (box-scheme) a doplněno o výpočet podélného rozdělení rychlostí (ZEZULKÁK, 2010).

### 3.8.3 Odpor koryta, profily s proměnlivou drsností

Odpor koryta jsou do řešení zahrnuty buď Manningovým součinitelem drsnosti, nebo v případě koryt s hrubozrnným dnem lze využít i parametr zrnitostního složení materiálu dna  $k$ . Obě hodnoty lze zadávat v různých bodech příčného profilu, daná hodnota pak platí až k bodu další změny hodnoty parametru  $n$  nebo  $k$ . V tomto případě nabízí program dva výpočetní postupy. Podle základního přístupu se počítají moduly průtoku pro pásy příčného profilu mezi místy změn hodnot zadávaných drsností, druhý postup počítá automaticky s moduly průtoku pro pásy danými zadanými body příčného profilu. Z dílčích hodnot modulů průtoku získává program hodnoty modulů průtoku pro levou a pravou inundaci. Tyto hodnoty potom přičítá k modulu průtoku vlastního koryta.

Kromě tohoto základního členění je možné řešit rozdělení průtoků v dílčích pásech jak vlastního koryta tak i obou inundací včetně stanovení rozdělení rychlostí. Model tedy poskytne, kromě dalších hydraulických charakteristik i charakteristiky rychlostního pole v hlavním korytě i v inundacích (ZEZULÁK, 2010).

### 3.8.4 Objekty na toku

Program HEC-RAS umožňuje několik metod řešení hydraulické funkce mostních a jezových objektů při různých scénářích hydraulického režimu proudění: volná hladina, zatopený vtok a volný výtok, tlakové proudění mostním profilem a přelévání mostního objektu. V případě proudění s volnou hladinou jsou k dispozici 4 výpočetní postupy: řešení vycházející z Bernoulliho rovnice (energetické), z rovnice hybnosti (momentové), empirická rovnice Yarnellova a metoda WSPRO. Druhá a třetí metoda dávají možnost zahrnout do řešení vliv pilířů zasahujících do průtočného

profilu. Rovnice momentová umožňuje navíc modelovat i vliv úhlu mezi směrem proudnice a profilem mostu.

Model HEC-RAS řeší další hydraulické problémy spojené s funkcí mostních objektů. Lze například vyjádřit vliv nápěchů v mostním profilu příplavovanými překážkami. Cenným nástrojem je programový modul, který řeší potenciální tvorbu výmolů ve dně mostního profilu, u břehových i středních pilířů.

Široké možnosti nabízí rovněž výpočet propustků a jezových objektů. Program nabízí možnost výpočtu propustku kruhového, polokruhového, obdélníkového, eliptického a nebo tvořeného různými typy oblouků, výpočet jezových objektů, a to jak pevných jezů, tak i jezů pohyblivých (ZEZULÁK, 2010).

#### 3.8.5. Organizace vstupních dat, databáze časových řad, vazby na GIS

Program HEC-RAS nabízí několik způsobů vkládání geodetických dat. Jednou z možností je import geodetických dat z textového souboru. Další předností programu je jeho kompatibilita s dalšími aplikacemi MS Windows. Již zmíněná nadstavba HEC-GeoRAS, která je extensí ArcView nebo ArcInfo vytváří z digitálního modelu terénu geometrický model terénu pro hydraulický model HEC-RAS. Program HEC-RAS nabízí i možnost exportu do programů typů CAD a/nebo vykreslení zátopových ploch jako průnik vypočtené hladiny s digitálním modelem terénu.

Kromě základních dat určujících údolní či příčný profil (dvojice bodů vodorovné a svislé souřadnice) je možné vložit i polygonové body profilu v souřadném systému JTSK stejně tak jako polygon osy koryta v řešeném úseku. V tomto případě je program schopen stanovit i rozsah zátopového území v zadaných údolních profilech v souřadném systému JTSK.

Velké možnosti nabízí jak z pohledu uživatelského tak i hydraulického editace dat příčného profilu. Cennou funkcí je možnost vkládání neaktivních ploch (program v dané části průtočného profilu vykreslí případnou hladinu ale nepočítá s průtočnou plochou ve výpočtu), hrází (pokud hladina nepřevyší úroveň hráze, hladina se v níže ležící části příčného profilu neobjeví a průtočná plocha je dána jen částí profilu před hrází), vkládání překážek do průtočného profilu, modelování horní krycí desky a proudění pod ledovou pokrývkou. Grafický editor usnadňuje provádění potřebných úprav příčného profilu.

Cenným nástrojem pro projektanty řešícími úpravy toků je funkce Channel modification. Ta umožňuje vycházet ze stávajícího reliéfu dna a inundace a do tohoto podkladu navrhnout nový tvar koryta (obdélník, lichoběžník, složený lichoběžník s kynetou či ohrázování koryta). Součástí výstupu je v tomto případě i odhad výměr potřebných zemních prací (ZEZULÁK, 2010).

### 3.8.6 Prezentace výsledků

Program HEC-RAS nabízí mimořádné možnosti prezentace výsledků řešení. Kromě standardních formátů výstupních tabulek podélného profilu, si může řešitel sám tabulkovou sestavu nadefinovat. Může při tom vybírat z více než 200 možných parametrů, které chce prezentovat. Tabulky lze přímo tisknout z programu nebo je přenášet do jiných programových produktů (např. MS Word, MS Excel). Dále lze snadno prohlížet výsledky hydraulické funkce objektů na toku (mosty, propustky či jezy).

Z grafických výstupů se nabízí vykreslení příčných a podélných profilů, v případě modelu neustáleného proudění i hydrogramů v ve vybraných říčních profilech. Rovněž v tomto případě má uživatel široké možnosti volby zobrazených stavových veličin (hladina, čára mechanické energie, pozorovaná úroveň hladiny, kritická hloubka, neaktivní část průtočné plochy, hráze, překážky a další). Lze snadno měnit barvu, tloušťku, typ čáry, typ značky symbolů atp. Stanovení aktivních a pasivních zón v záplavové oblasti je usnadněno zobrazením rychlostního pole ve svislicích příčného profilu (ZEZULÁK, 2010).

## 3.8 Stručný popis systému ATLAS DMT

### 3.8.3 Obecné informace

Hlavním účelem programu Atlas DMT je tvorba, upravování digitálních modelů terénu (DMT) a vytváření grafických výstupů nad nimi. Jeho použití je však širší. V programu pracujeme s grafickými dokumenty (výkresy) obsahujícími vektorovou i rastrovou kresbu. Základním stavebním prvkem dokumentu je objekt, který nese grafickou informaci. Některé typy objektů mohou obsahovat i negrafické informace. Objekty lze přitom v jednom dokumentu rozmisťovat na několik listů.

### 3.8.2 ATLAS DMT TOKY

Programový produkt TOKY řeší problematiku propojení situace, podélných a příčných profilů pro řešení úprav a údržby vodních toků, zakreslení hladin n-letých povodní, návrhy rybníků, atd. Nyní je možné využít i výhodu tvorby řezů online 3D ploch DMT (digitálním modelem terénu). Tato nadstavba umožňuje racionálně a efektivně přenášet výsledky ze situace do obou typů řezů i mezi řezy navzájem. V praxi to znamená, že ze zadané hladiny několika charakteristickými body v podélném profilu se tyto výšky dle staniční mohou automaticky promítnout do příčných řezů, kde se tato skutečnost projeví vykreslením hladiny včetně jejího výškového okótování. Obdobná vazba platí pro čáru nivelety nového stavu dna koryta, resp hráze rybníka.

Po zadání tvaru NS (nového stavu) v příčných řezech lze vypočítat objemy a plochy potřebné k vytvoření výkazu výměr pro tvorbu rozpočtu. Vazba na situaci je prozatím řešena formou importu a exportu. Body řezů se standardně načítají ve 3 souřadnicích Y,X,Z (geodetické zaměření) a tudíž lze výsledky exportovat také ve 3 souřadnicích (např. průsečíky vodních hladin v příčných řezech pro n-leté průtoky). Pro jednoduché vykreslení řezů lze využít i zadání 2D, tj. Staničení a Z, ale pak je potřeba vazbu na situaci vyřešit jinak. Vytváření těchto řezů se osvědčilo při projektování úprav vodních toků, vykreslování hydrotechnických výpočtů s několika vodními hladinami n-letých i m-denních průtoků.

Díky pokroku ve vývoji editoru KRES, lze tento SW využívat na úrovni běžného 2D CADu. Od univerzálních CADů se ovšem liší svojí revoluční objektovou stromovou architekturou, kde si všechny grafické objekty mohou přebírat parametry z objektů hlavních, na které byly vloženy.



## 4.0 BIOGEOGRAFICKÁ POLOHA A PŘÍRODNÍ POMĚRY

Z biogeografického hlediska oblast náleží do Hercynské podprovincie a do Ždárského bioregionu. Region se nachází na pomezí jižní Moravy a východních Čech, zabírá převážnou část geomorfologického podcelku Ždárské vrchy, okraje Železných hor a Křižanovské vrchoviny. Plocha bioregionu je 762 km<sup>2</sup> (CULEK, 1996).

### 4.1 Fytogeografické zařazení

Lokalita se nachází v centrální části hercynské biogeografické podprovincie. V regionálně fytogeografickém členění patří do fytogeografického obvodu České oreofytikum, fytogeografického okresu 91. Ždárské vrchy, s okrajovým zastoupením fytogeografických okresů Českomoravského mezofytika, z nichž od severozápadu zasahují Železné hory podokresem 69b. Sečská vrchovina, od jihovýchodu 67. Českomoravská vrchovina a od západu 66. Hornosázavská pahorkatina.

Díky převládajícímu minerálně chudému geologickému podloží a drsnějšímu klimatu lze chráněnou krajinnou oblast charakterizovat jako nepříliš vegetačně pestrou a floristicky poměrně chudou. Oproti okolním fytochorionům se zde významně uplatňují některé druhy montánní, submontánní a tyrfofilní. Těmito choroindikačními druhy jsou např. čípek objímavý (*Streptopus amplexifolius*), pěrnatec horský (*Thelypteris limbosperma*), ptačinec dlouholistý (*Stellaria longifolia*), pcháč různolistý (*Cirsium heterophyllum*), mléčivec alpský (*Cicerbita alpina*), na rašelinných půdách suchopýr pochvatý (*Eriophorum vaginatum*), suchopýrek alpský (*Trichophorum alpinum*), kyhanka sivolistá (*Andromeda polifolia*), klikva bahenní (*Vaccinium oxycoccos*), vlochyně bahenní (*Vaccinium uliginosum*), ostřice šlahounovitá (*Carex chordorrhiza*) aj. Početná je zde skupina druhů, které z oreofytika přesahují do chladnějších částí mezofytika např. sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*), žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*), třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), čarovník alpský (*Circaea alpina*), vranec jedlový (*Huperzia selago*), plavuň pučivá (*Lycopodium annotinum*), rosnatka okrouhlolistá (*Drosera rotundifolia*) aj. (CULEK, 1995).

#### 4.2 Geologické poměry

V okolí horního toku Svatky se nachází především nivní sedimenty (hlína, písek, štěrk). Tyto sedimenty můžeme zařadit do Kvartéru českého masivu a Karpat.

Dále se zde vyskytují svahové sedimenty, především hlína a písek. Tyto sedimenty můžeme také zařadit do Kvartéru českého masivu a Karpat.

Na pravém břehu toku se potom vyskytují metamorfity, především ortorula, jejíž stáří můžeme datovat do období svrchního proterozoika až spodního paleozoika. Spadá pod geologický region kutnohorsko-svratecký.

V menší míře se také na pravém břehu vyskytuje svor. Jeho stáří můžeme datovat do období svrchního proterozoika až spodního paleozoika. Spadá pod geologický region kutnohorsko-svratecký.

#### 4.3 Geomorfologické poměry

Systém: Hercynský

Provincie: Česká vysočina

Subprovincie: Česko-moravská soustava

Oblast: Českomoravská vrchovina

Celek: Železné hory

Podcelek: Sečenská vrchovina

Sečenská vrchovina – jihovýchodní část Železných hor, členitá vrchovina s povrchem skloněným k severovýchodu, pestrého geologického složení. Rozloha činní 611 km<sup>2</sup> a střední výška je 520,8 m n. m. Jádrem tvoří vyvřeliny nasavrckého masivu (žuly, granodiority, gabra až diority) obklopené zvrásněnými proterozoickými a paleozoickými horninami kutnohorského krystalinika /rulami, ostrůvky křídových usazenin. Jihozápadní hranici tvoří složený zlomový svah Dlouhé meze, hlavní odvodňovací osu tvoří údolí Chrudimky (DEMEK, 1985).

#### 4.4 Pedologické poměry

Na vybraném území se nachází převážně gleje, které se vyskytují v bezprostřední blízkosti toku. Gleje jsou charakterizované reduktomorfním glejovým diagnostickým horizontem a zrašeliněnými horizonty akumulace organických látek. Podle relace mocnosti a hloubky výskytu výrazně redukovaného horizontu Gr, glejových horizontů s oxidovanými partiemi a event. znaků hydroeluviování, dále pak podle vývoje hydrogenních až holorganických hydrogenních horizontů identifikujeme rozdíly ve vodním režimu, ke kterému vývoj půdy dospěl. Podle znaků tohoto vývoje rozeznáváme subtypy.

Dále od toku jsou kambizemě, které jsou typické kambickým hnědým (braunifikovaným) horizontem, vyvinutém převážně v hlavním souvrství svahovin magmatických, metamorfických a sedimentárních hornin, ale i jim odpovídajících souvrstvích, např. v nezpevněných lehčích až středně těžkých sedimentech. I výrazněji vyvinuté pedy v kambickém horizontu postrádají jílové povlaky – argilany.

Půdy se vytvářejí hlavně ve svažitých podmínkách pahorkatin, vrchovin a hornatin, v menší míře (sytké substráty) v rovinatém reliéfu. Vznik těchto půd z tak pestrého spektra substrátů podmiňuje jejich velkou rozmanitost z hlediska trofismu, zrnitosti a skeletovitosti, při uplatnění více či méně výrazného profilového zvrstvení zrnitosti, skeletovitosti, jakož i chemických (biogenní prvky, stopové potenciálně rizikové prvky) a fyzikálních vlastností (ulehlost bazálního souvrství, ovlivňující laterální pohyb vody v krajině). V hlavním souvrství dochází obecně k posunu zrnitostního složení do střední kategorie v relaci k bazálnímu souvrství, k čemuž přispívá i jejich obohacení prachem.

#### 4.5 Klimatické poměry

Z meteorologického hlediska lze definovat podnebí jako režim počasí v dané oblasti. K jeho charakteristice je třeba dlouhodobých časových řad měření meteorologických a klimatických stanic. Jedná se především o dlouhodobé průměry meteorologických veličin a rovněž o záznamy jejich extrémních hodnot.

Podle Quita (1975) leží lokalita v klimatické oblasti MT2

##### Charakteristiky oblasti:

- Počet letních dnů: 20 - 30
- Počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více: 140 - 160
- Počet mrazových dnů: 110 - 130
- Počet ledových dnů: 40 - 50
- Průměrná teplota v lednu: -3 - -4
- Průměrná teplota v červenci: 16 - 17
- Průměrná teplota v dubnu: 6 - 7
- Průměrná teplota v říjnu: 6 - 7
- Průměrný počet dnů se srážkami 1mm a více: 120 - 130
- Srážkový úhrn ve vegetačním období: 450 - 600
- Počet dnů se sněhovou pokrývkou: 80 - 100
- Počet dnů zamračených: 150 - 160
- Počet dnů jasných: 40 – 50

##### Průměrné měsíční teploty vzduchu (°C) (meteorologická stanice Svratouch)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-2,0	-6,7	4,1	6,6	13,0	15,5	17,0	17,4	12,5	6,6	2,5	0

Tabulka č.1 - Průměrné měsíční teploty vzduchu

### Průměrné měsíční úhrny srážek (mm) (meteorologická stanice Svratouch)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
85,2	30,8	16,7	44,0	83,1	63,7	120,7	99,4	60,4	60,8	58,3	50,2

Tabulka č.2 – Průměrné měsíční úhrny srážek

#### 4.6 Hydrologické poměry

Povodí Svratky - plocha povodí je 7 118,7 km<sup>2</sup> a délka toku je 173,9 km. Průměrný průtok u ústí je 27,24 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>. Pramení a v nejhornější části svého toku teče na území Žďárských vrchů. Postupně protéká Nedvědicou vrchovinou, Tišnovskou kotlinou, okrajovou částí Bítešské vrchoviny a Oslavanské brázdy. Chráněný úsek: horní část toku na území CHKO Žďárské vrchy (VLČEK, 1984).

Hydrologický rajón – krystalinikum

Průměrný specifický základní odtok – 2,0 – 2,99 l/km<sup>2</sup>

Časový výskyt průměrných měsíčních stavů podzemní vody a vydatnosti pramenů

- nejvyšší – květen, červen
- nejnižší – prosinec, únor – s přechodným poklesem v červenci nebo srpnu
- průměrný specifický odtok podzemní vody - 1,01 – 1,50 l/km<sup>2</sup>

Srážky	735 mm
Odtok	376 mm
Průměrný průtok	1,53 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>355d</sub>	0,20 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>1</sub>	21 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>2</sub>	30 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>5</sub>	56 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>10</sub>	73 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>20</sub>	86 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>50</sub>	98 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>100</sub>	105 m <sup>3</sup> /s

Tabulka č.3 – Hydrologické charakteristiky (Zjišťováno na stanici LG Borovnice)

Sledované území se z hlediska hydrografických regionů nachází v oblasti II C 3 b 7 (KOLEJKA, 2006), z čehož vyplývají následující charakteristiky:

- celkový odtok – nízký
- odtok podzemních vod – střední
- retenční schopnost – nízká
- rozkolísanost odtoku – slabě rozkolísaná
- koeficient odtoku - střední

#### 4.7 Antropogenní a hospodářské poměry

Osídlení v této oblasti je relativně mladého data, a to od raného středověku. Přirozené lesy byly vykáceny a místo nich byly vytvořeny lignikultury. V minulosti měli nelesní plochy charakter luk, pastvin nebo rybníků. Rybníky jsou v dnešní době silně poškozeny eutrofizací.

Ačkoliv je oblast Žďárských vrchů nejméně vhodná k zemědělství, jelikož je zde chladné a vlhké klima, představuje zde zemědělství tradiční odvětví. Podíl zaměstnaných v primárním sektoru je zde velmi vysoký. Zemědělská půda tvoří více než 60% celkové rozlohy kraje Vysočina. Nejvíce je zde zastoupena bramborářská výrobní oblast (92%)

V kraji se uplatňují dřevozpracující, sklářský, strojnický, kovodělný, textilní, nábytkářský a potravinářský průmysl.

#### 4.8 Biota

Na studované lokalitě se nacházejí 4 typy biotopů. Jedná se o biotopy T1.5 – Vlhké pcháčové louky, T1.3 – Poháňkové pastviny, M1.7 – Vegetace vysokých ostřic a V4B – Makrofytní vegetace vodních toků.

##### 4.8.1 V4B – Makrofytní vegetace vodních toků

Jednovrstevné až dvouvrstevné, druhově chudé porosty ponořených nebo vzplývavých vodních rostlin kořenujících ve dně. Horizontální rozložení vegetace je závislé na síle a směru vodního proudu. Reliéf břehu, charakter říčního koryta a síla vodního proudu do značné míry určují i druhové složení porostů. Na horních a středních tocích řek s kamenitým korytem se vyskytuje jen několik druhů, jejichž vegetativní orgány jsou velmi odolné vůči účinkům proudící vody. Patří k nim zejména lakušník vzplývavý (*Batrachium fluitans*), stolístek střídavolistý (*Myriophyllum alterniflorum*), některé vodní mechorosty (*Fontinalis antipyretica*, *F. squamosa*, *Rhynchosygium riparioides* a *Scapania undulata*) a řasy (*Batrachospermum moniliforme*, *Lemanea fluviatilis* a *Hildebrandia rivularis*). V menších tocích obvykle převažuje hvězdoš háčkatý (*Callitriche hamulata*), lokálně také rdest rdesnolistý (*Potamogeton polygonifolius*). V mírně tekoucích vodách dolních toků řek i v klidnějších úsecích

středních toků převažují rostliny s listy plovoucími na hladině nebo nehluboko pod hladinou, např. rdest uzlinatý (*Potamogeton nodosus*) a vzplývavé formy některých bahenních bylin, např. šmel okoličnatý (*Butomus umbellatus*), šípatka vodní (*Sagittaria sagittifolia*) a zevar jednoduchý (*Sparganium emersum*). Místy přirozená vegetace ustoupila při invazi vodního moru kanadského (*Elodea canadensis*).

#### 4.8.2 T1.5 – Vlhké pcháčové louky

Tato luční vegetace se vyskytuje od nížin do hor a je ovlivněna vodním režimem, především hladinou podzemní vody. Stanoviště nikdy zcela neprosychají, ale nejsou ani trvale přeplavená, během vegetačního období se hladina podzemní vody udržuje do několika desítek centimetrů pod půdním povrchem. Půdním typem je většinou glej, a půdy mohou být bohaté či chudé na minerály (např. vápník). Porosty můžeme najít na svahových prameništích a jsou typické pro potoční nivy středních a vyšších poloh.

Vlhké pcháčové louky představují bohatá luční společenstva, v nichž dominují pcháče (*Cirsium palustre*, *C. oleraceum*, *C. rivulare* a vzácněji i *C. canum* a *C. heterophyllum*) a trávy a rostliny trávovitého vzhledu (*Festuca spp.*, *Holcus lanatus*, *Poa spp.*, *Juncus spp.*, *Scirpus sylvaticus*, aj.). Barevný aspekt dotváří druhy jako *Bistorta major*, *Caltha palustris*, *Lychnis flos-cuculi*, případně *Dactylorhiza majalis* a jiné. Na nesečených loukách je struktura odlišná, porosty jsou husté a druhově chudé, dominuje zde především *Filipendula ulmaria*. Mechové patro je většinou silně zastoupeno a pokud mají příhodné podmínky, mohou se zde objevit druhy rašelinné či slatinné.



#### 4.8.3 T1.3 – Poháňkové pastviny

Nejčastěji plochý, mírně zvlněný terén v pahorkatinách až horách. Vedle rozsáhlejších pastvin to jsou i okraje cest (polní a lesní cesty), sešlapávaná místa v obcích, v okolí budov a na rekreačních místech (hřiště apod.). Půdy jsou přirozeně úživné s mírně kyselou až neutrální reakcí. Stanoviště bývají osluněná i mírně zastíněná, nebývají příliš vyschlá ani zamokřená.

Trvalé pastviny typu krátkostébelných až středně vysokých porostů. Biomasa je tvořena druhy snášejícími okus a sešlap, mj. druhy s plazivým vzrůstem (*Trifolium repens*), druhy tvořícími přízemní růžice (*Leontodon autumnalis*, *Plantago major*, *Taraxacum sect. Ruderalia*) či trávami (*Agrostis capillaris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Lolium perenne*, *Poa annua*). Na kyselejších půdách se více uplatňují *Nardus stricta* a *Thymus pulegioides*. Na živiny bohatší pastviny osidlují druhy jako *Trifolium repens*, vlhčí místa *Deschampsia caespitosa*. Rozvolněné porosty kromě rostlinných druhů (*Carlina acaulis*, *Prunella vulgaris*) obsahují také mechorosty (*Scleropodium purum*)

#### 4.8.3 M1.7 – vegetace vysokých ostřic

Jednovrstevné až dvouvrstevné porosty s převahou vysokých ostřic. Podle růstové formy dominantního druhu má vegetace buď mozaikovitý, nebo homogenní charakter. Trsnaté ostřice, např. *Carex appropinquata*, *C. elata* a *C. paniculata*, vytvářejí mohutné, kompaktní, až 1 m vysoké trsy neboli buly. Na volných místech mezi buly, v tzv. šlencích, rostou obvykle bažinné byliny vyššího vzrůstu, např. *Iris pseudacorus*, *Lysimachia thyrsiflora*, *Lythrum salicaria*, *Peucedanum palustre*, *Ranunculus lingua*, *Senecio paludosus* a *Stachys palustris*. Ve větších tůňkách mezi řídko roztroušenými trsy ostřic se často vyskytují i byliny poléhavého růstu, např. *Menyanthes trifoliata* a *Potentilla palustris*, nebo bublinatky (*Utricularia spp.*)

Na bultech ostřic, zvláště pokud jejich starší části odumírají, se mohou uchytit byliny menšího vzrůstu, např. *Galium palustre s. lat.* a *Stellaria palustris*. Naopak porosty s převahou výběžkatých netrsnatých ostřic, např. *Carex acuta*, *C. acutiformis*, *C. riparia*, *C. rostrata* a *C. vesicaria*, jsou homogennější. Jejich struktura je dána výškou a zápojem dominantní ostřice.

V hustě zapojených porostech ostřice pobřežní (*Carex riparia*) je nižší bylinné patro vyvinuto velmi slabě. Podobný charakter mají i porosty s chrasticí rákosovitou

(*Phalaris arundinacea*) nebo třtinou šedavou (*Calamagrostis canescens*), rovněž řazené do této podjednotky. Druhově bohatší jsou porosty s převahou ostřice dvouřadé (*Carex disticha*) nebo ostřic tvořících rozvolněné trsy, např. *Carex vulpina*. Mechové patro bývá vyvinuto slabě nebo chybí.

Významná fauna – Savci: ježek západní, hraboš mokřadní, rejsek horský, netopýr severní. Ptáci: tetřívek obecný, sýc rousný, lejsek malý, hýl rudý, ořešník kropenatý. Obojživelníci: mlok skvrnitý, kuňka žlutobřichá. Plazi: ještěrka živorodá, zmije obecná. Hmyz: okáči, žluťásek borůvkový, modrásek stříbroskvrný (CULEK, 1996).

## 5.0 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O LOKALITĚ

Lokalita se nachází v kraji Vysočina, konkrétně spadá do dvou katastrálních území a to do území obce Herálec a obce Svratka. Zvolená lokalita se nachází v Českomoravské vrchovině a její průměrná nadmořská výška je 670 m n. m.

Touto lokalitou protéká řeka Svratka, respektive její horní tok. Tato část toku je předmětem diplomové práce, neboť její stav je nevyhovující. Koryto je zde narovnané a z hydrologického hlediska nesplňuje svoji funkci. Cílem této práce je navrhnout potřebná opatření, díky kterým by se tok vrátil do přírodě blízkého stavu.

Mnou studovaný úsek protéká především mezi poli, jedná se o úsek, který se na toku nachází od KM 8,00 – 9,00, jeho délka je tedy 1 km. Stav toku se posléze začíná navracet do přírodě blízkého stavu. Již od KM 9,00, kdy tok vtéká do lesního porostu, můžeme pozorovat postupné rozvolňování koryta.

## 6.0 CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO ÚSEKU

### 6.1 Obecná charakteristika studovaného úseku

Jak bylo řečeno výše, tok je ve studované části narovnaný. I přes tuto úpravu, však můžeme vidět, jak se tok přirozeně navrácí do původního stavu. Na několika místech je vidět rozvolňování trasy. Toto rozvolnění se projevuje vytvářením zářezů ve břehu.

Na studovaném úseku se nachází podélné stavby (břehové opevnění). Nádrže se zde nenacházejí. Z příčných staveb se zde nachází brod pro zemědělskou techniku, který však není ve vyhovujícím stavu. Opevnění dna je již značně poškozené. Stejně tak není ve vyhovujícím stavu napojení brodu na přilehlé pozemky. V tomto případě je potřeba také zpevnit povrch brodu a stabilizovat svahy.

Dalšími příčnými stavbami, které se nachází na stanoveném úseku, jsou dřevěné stupně (prahy). Tyto prahy nepřesahují výšku 0,3 m. Mají poměrně pravidelné rozestupy od 20 do 30 m. Tyto prahy měly přispět ke zvýšení stability dna a svahů a zlepšení života v toku. Jejich stav také není vyhovující, navíc se před těmito prahy hromadí dnové splaveniny. Můžeme však pozorovat, že za většinou prahů je dno prohloubené a i koryto se zde lehce rozšiřuje. Tvoří se zde tedy přirozené tůňe, které mají průměrně délku 8m a mívají hloubku až o 0,5 m větší, než má zbytek toku.

Přibližně od 1/3 úseku je možné pozorovat náznak berem složeného lichoběžníkového koryta. Tyto bermy se však postupně stávají neznatelné a z koryta se stává koryto jednoduché.

Opevnění koryta tvoří pouze travinná vegetace, která po celé délce koryta zabraňuje (nebo výrazně zpomaluje) erozivní účinek tekoucí vody.

Struktura dna se po délce úseku nepravidelně mění. Největší zastoupení zde má písek a štěrk, avšak místy je dno tvořeno kameny a balvany. Dále zde můžeme pozorovat, že se struktura dna mění i napříč korytem. Ve středu se vyskytují frakce menší, ale směrem ke břehům se frakce mění a vyskytují se zde kameny a balvany, které zde tvoří přirozené opevnění.

Okolí úseku je tvořeno především zemědělskou půdou. Tato půda bývá však často podmáčená - hlavně při vyšších srážkách a v období jarního tání sněhu.

V okolí řeky se téměř nenachází dřevinná vegetace, jsou zde pouze solitérní dřeviny. Směrem k lesu se jejich počet zvyšuje a doprovodná vegetace je tvořena především smrkem ztepilým (*Picea abies*), borovicí lesní (*Pinus silvestris*), olší lepkavou (*Alnus glutinosa*) a vrbou bílou (*Salix alba*). Keřovou vegetaci zde tvoří jediný jedinec vrby trojmůžné (*Salix triandra*). Z bylinného patra zde mají největší zastoupení drnová společenstva.

## 6.2 Podrobná charakteristika studovaného úseku

KM 0,00 – kamenný stupeň. Stupeň je vysoký 0,3 m a hloubka na stupni je 0,15 m.

KM 0,02 – dochází k zúžení koryta o 1 m, hloubka je 0,7 m.

KM 0,03 – dřevěný práh s hloubkou vody 0,3 m. K rozšíření koryta zde dochází již v úrovni prahu. A to o 0,5 m na každé straně. Před prahem se nachází tůň, která je ohraničená tímto prahem a dalším prahem, který je vzdálený 10 m. Rozšíření zde dosahuje až 2,5 m a hloubka tůně je 0,7 m.

KM 0,04 – na pravém břehu končí souvislý porost *Picea abies*, který trvá od začátku studovaného úseku. Ve dně se nachází kamenný práh s hloubkou vody 0,2 m. Před prahem hloubka dosahuje 0,6 m. Rovněž zde dochází k mírnému rozšíření koryta o 0,5 m na pravém břehu se nachází *Picea abies*. Na levém břehu *Salix alba* a *Pinus silvestris*.

KM 0,05 – hloubka vody dosahuje 0,5 m. Šířka koryta se navrácí do původního stavu.

KM 0,07 – ve dně je umístěný příčný dřevěný práh. Hloubka vody na prahu je 0,25 m. Rozšíření před prahem je celkově 1,5 m a hloubka vody 0,7 m.

KM 0,09 – na levém břehu se vyskytuje *Pinus silvestris*. Na levém pravém břehu se nachází jedinec *Salix alba*.

KM 0,10 – na pravém břehu se nachází *Picea abies*. Z převážně písčitého dna se mění na kamenité dno. Hloubka vody je 0,5 m.

KM 0,11 – příčný dřevěný práh. Hloubka vody na prahu dosahuje 0,35 m. Dochází zde ke změně charakteru dna. Charakter dna se mění opět na písčité.

KM 0,12 – na levém břehu se nachází *Picea abies*. Hloubka vody v korytě je zde 0,5m.

KM 0,15 – na levém břehu *Salix alba*. Ve dně je umístěn dřevěný příčný práh s hloubkou vody 0,25 m. Před prahem se hloubka vody zvětšuje na 0,6 m. Není zde patrné rozšíření koryta.

KM 0,15 – 0,18 – korytu toku je bez rozšíření s hloubkou 0,5 m.

KM 0,19 – dřevěný práh s hloubkou vody 0,3 m. Před tímto prahem dochází k velice významnému rozšíření a to celkově o 2,5 m. Hloubka vody zde dosahuje 0,9 m. Na pravém břehu se vyskytují dva jedinci *Picea abies* a jeden jedinec *Pinus silvestris*.

KM 0,19 – 0,22 – postupné snižování hloubky až na 0,3 m.

KM 0,22 – příčný dřevěný práh. Hloubka vody 0,03 m. Před prahem dochází k velmi mírnému rozšíření koryta. Hloubka vody před prahem dosahuje 0,75 m.

KM 0,22 – 0,24 – hloubka vody se zmenšuje na 0,6 m a koryto se postupně rozšiřuje

KM 0,25 – dřevěný práh. Hloubka vody na prahu dosahuje 0,3 m. Před prahem se koryto prohoubuje a hloubka vody zde dosahuje 0,3 m. Rovněž dochází k rozšíření koryta o 0,5 m na každé straně.

KM 0,29 – dřevěný příčný práh s hloubkou vody 0,3 m. Před prahem dochází k prohloubení koryta na 0,8 m. Od KM 0,25 dochází k postupnému snižování hloubky z 0,8 m na 0,3 m. V tomto místě můžeme pozorovat výraznější změnu směru koryta toku, kterou zde vytváří mírná pravotočivá zatáčka. Na pravém břehu se nachází *Salix alba*.

KM 0,30 – vyústění odvodňovacího příkopu na pravém břehu.

KM 0,31 – dřevěný příčný práh. Hloubka vody zde dosahuje 0,3 m. Před prahem nedochází k rozšíření. Hloubka vody před prahem 0,4 m.

KM 0,33 – začátek rozšíření a hloubka, koryto se zde začíná prohlubovat až na 0,8 m.

KM 0,34 – příčný dřevěný práh. Hloubka vody 0,25 m. Rozšíření koryta toku před prahem o 1 m, a to především na pravém břehu. Hloubka vody rozšíření je 0,8 m

KM 0,37 - dřevěný práh. Hloubka je zde 0,2 m. Před prahem nedochází k rozšíření. Koryto se zde ale prohlubuje a hloubka vody je 0,6 m.

KM 0,40 – dřevěný práh. Hloubka vody na prahu je 0,25 m. Před prahem rozšíření dna o 0,5 m rovnoměrně na obou březích. Hloubka zde dosahuje 0,8 m. Můžeme zde rovněž

pozorovat výrazné zvýšení rychlosti toku a zmenšení hloubky na 0,3 – 0,5 m. Od tohoto prahu se také mění charakter dna na převážně kamenitý.

KM 0,42 – 0,43 – Oproti předešlému úseku, zde tok vlivem prohloubení dna opět zpomaluje na rychlost, kterou můžeme pozorovat na většině studovaného úseku.

KM 0,43- vyústění odvodňovacího příkopu na levém břehu.

KM 0,44 – balvanitý skluz, před kterým je umístěn kamenný práh. Balvanitý skluz je 1 m dlouhý a hloubka vody zde dosahuje 0,3 m.

KM 0,44 – 0,45 – dochází k celkovému rozšíření toku a to o 0,25 m na každé straně. Hloubka vody se zde průměrně pohybuje okolo 0,6 m bez výrazných změn

KM 0,46 – příčný dřevěný práh. Hloubka vody na prahu je 0,4 m. Před ním dochází k mírnému rozšíření koryta na levém břehu a to o 0,5 m. Hloubka vody v rozšíření je 0,7 m.

KM 0,49 – příčný dřevěný práh. Hloubka vody 0,4 m. Před prahem jsou nahromaděné písčité sedimenty o délce 10 m, kde se nachází další dřevěný práh. Před prahem hloubka vody dosahuje 0,6 m.

KM 0,49 – 0,51 – úsek koryta bez výrazných změn. Hloubka 0,6 m.

KM 0,53 – příčný kamenný práh. Hloubka vody na prahu je 0,2 m. Před prahem rozšíření o 1,5 m na každé straně a prohloubení koryta na 0,5 m.

KM 0,54 – dochází k velmi mírnému rozšíření, a to o 0,25 m na každé straně. Hloubka za dosahuje 0,6 m.

KM 0,55 – dřevěný příčný práh. Tento práh je výrazně zanesený pískem, který se ukládá za prahem. Hloubka je zde 0,2 m. Hloubka vody před prahem je 0,2 m.

KM 0,55 – 0,59 – průběh koryta je bez znatelných změn. Hloubka koryta se průměrně pohybuje okolo 0,5 m. Nedochozí zde k žádným významným změnám hloubky, nebo směru koryta.

KM 0,59 – dřevěný příčný práh s hloubkou 0,2 m. Před prahem dochází pouze k prohloubení koryta. Hloubka zde dosahuje 0,9 m. Rozšíření neznatelné.

KM 0,59 – 0,64 – průběh koryta bez znatelných změn. Hloubka je zde konstantní 0,6 m.

KM 0,64 – na toku se nachází brod pro zemědělskou techniku. Brod je hluboký 0,2 m. Jeho šířka dosahuje 3,5 m. Dno brodu je zpevněno kamennou dlažbou. Ta ale není v optimálním stavu.

KM 0,65 – začíná zde rozšíření. Hloubka vody postupně stoupá na 0,8 m.

KM 0,66 – dřevěný příčný práh. Hloubka vody na prahu dosahuje 0,25 m. Před prahem dochází k velmi výraznému rozšíření a to o 1 m na každém břehu. Průměrná hloubka vody v rozšíření je 0,8 m.

KM 0,69 – dřevěný příčný práh s hloubkou vody 0,3 m. Před prahem není znatelné rozšíření. A prohloubení koryta je zde mírnější. Hloubka vody zde dosahuje 0,5 m.

KM 0,70 – v blízkosti levého břehu se vytvořil znatelný nános písčitých splavenin. Hloubka vody je zde 0,1 m. Dochází zde k mírné změně směru proudění, což vede k boční erozi na pravém břehu.

KM 0,71 – začíná zde rozšíření. Hloubka vody postupně stoupá na 0,8 m.

KM 0,73 – dřevěný práh. Hloubka vody zde dosahuje 0,35 m. Před prahem se vyskytuje znatelné rozšíření a to především na levém břehu a tvoří zde náznak začínajícího rozvolňování toku. Hloubka vody před prahem je 0,8 m.

KM 0,76 - ve dně se nachází dřevěný příčný práh. Hloubka vody na prahu je 0,4 m. Před prahem rovněž dochází vytvoření tůň. V tomto případě bez výrazného rozšíření. K prohloubení koryta zde ale dochází a hloubka vody zde dosahuje 0,7 m.

KM 0,78 – Koryto se zde rozšiřuje o 0,5 m na každém břehu koryta. Na levém břehu se nachází *Alnus glutinosa*.

KM 0,79 – ve dně se nachází příčný dřevěný práh. Hloubka vody na prahu sahá do 0,35 m. Před prahem opět dochází prohloubení a rozšířením koryta a vytvoření tůň. Na pravém břehu se nachází stromová vrba *Salix alba*.

KM 0,80 – rozšíření koryta a to o 0,25 m na každém břehu.

KM 0,82 – ve dně se nachází příčný dřevěný práh. Hloubka vody na prahu činí 0,3 m. Před příčným prahem vzniká tůň a to do vzdálenosti 3 m.

KM 0,85 – Na levém břehu se nachází keřová vrba *Salix pentadra*. Dno je zde písčité a hloubka koryta dosahuje 0,5 m



## 7.0 METODIKA

Práci předcházela terénní průzkum lokality, sběr vzorků pro zrnitostní rozbor, sběr dat a podkladů. Popis přírodních charakteristik lokality byl zpracován z dostupné literatury a pramenů.

Po terénním průzkumu následoval sběr geodetických dat přímo na studované lokalitě. Tyto data byla posléze použita pro vypracování digitálního modelu, kdy byla data zaměřená zkombinována s daty ZABAGED pro zachycení širšího území okolo vodního toku.

V programu ATLAS byla navržena nová trasa toku, příčný profil a podélný profil. Tyto výkresy byly následně upravovány v programu AutoCAD 2014, aby splňovaly všechny předpoklady pro technické výkresy.

V programu HEC-RAS byly vytvořeny modely průtoků v jednotlivých profilech a to pro  $Q_{355}$ ,  $Q_1$  a  $Q_5$ . A následně byly porovnány rozlivy nově navrženého koryta s rozlivy v korytě původním.

Dle dostupné literatury a pramenů byla navržena doprovodná vegetace a to včetně jejího umístění, které bylo provedeno rovněž v programu AutoCAD 2014.

Pro návrh dostupných zdrojů financování jsem kontaktován Státní fond ochrany životního prostředí ČR a na základě poskytnutých informací a materiálů byl vypracován návrh finančních zdrojů.

Pro zpracování výkresové, mapové a tabulkové části byly použity následující programy:

- AutoCAD 2014
- Atlas DMT
- HEC-RAS
- Microsoft Excel 2014
- Microsoft Word 2014

## 8.0 GEODETICKÉ ZAMĚŘENÍ KORYTA TOKU

K zaměření koryta toku byla k dispozici GPS (Trimble GEO7x), která byla zapůjčena z Ústavu geoinformačních technologií.

Zaměřování probíhalo od začátku úseku a postupovalo se po směru toku. Počátek úseku byl zvolen přibližně 100 m od konce zastavěné části obce. Konec úseku se nachází v místě, kde tok vstupuje do lesní vegetace.

Byly zaměřovány jednotlivé příčné profily toku, které byly voleny cca po 20 m, nebo v místech, kde se charakter koryta měnil. Rovněž byly zdokumentovány i stávající dřevěné prahy v korytě.

Příčné profily, ve kterých se nenacházely příčné prahy, byly zaměřovány následujícími 7 body: terén na levém břehu (cca 10 m od břehové hrany), břehová hrana na levém břehu, patou svahu na levém břehu, středem koryta, patou svahu na pravém břehu, břehovou hranou na pravém břehu a terénem pravého břehu. Pokud byly v terénu pozorovány elevace, byla zaměřena i hrana těchto terénních změn.

Pokud se v příčném profilu nacházely příční prahy, byl navíc zaměřen bod pod příčným prahem a bod, kde se dno koryta vrátilo do původního stavu.

Postup pro zaměřování je následující:

- V uživatelském rozhraní GPS otevřít program TerraSync software
- Vytvoření nového projektu
- Vybere se zaměřování bodů
- Zadá se pojmenování zaměřovaného bodu
- Vyčkání, dokud není přesnost co nejvyšší
- Potvrzení

Tento postup je třeba opakovat u každého zaměřovaného bodu. Výsledkem zaměřování je síť 3D bodů. Přístroj nabízí export v celé řadě formátů, pro tuto práci byl zvolen formát DXF, jelikož se s daty bude pracovat v programu Altas DMT.

## 9.0 DATA ZABAGED

Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED) je digitální geografický model území České republiky (ČR). ZABAGED je součástí informačního systému zeměměřictví a patří mezi informační systémy veřejné správy. Je vedena v podobě bezešvé databáze pro celé území ČR, v centralizovaném informačním systému spravovaném Zeměměřickým úřadem.

Pro vytvoření digitálního modelu terénu byl objednáno polohopis a výškopis v rozsahu 4 mapových listů, na kterých se rozkládá studované území a jeho okolí.

Polohopisná část ZABAGED obsahuje dvourozměrně vedené (2D) prostorové informace a popisné informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci a povrchu, terénním reliéfu. Její součástí jsou i vybrané údaje o geodetických bodech na území ČR.

Výškopisná část ZABAGED® obsahuje trojrozměrně vedené (3D) prvky terénního reliéfu a je reprezentována 3D souborem vrstevnic. Na základě potřeb uživatelů je obsah ZABAGED® postupně rozšiřován.

Proces tvorby ZABAGED započal v roce 1995 vektorizací tiskových podkladů ZM 10. V celém rozsahu území ČR a nadefinovaných objektů byla ZABAGED® naplněna v roce 2004. V letech 2000 až 2005 byla s využitím fotogrammetrických metod a terénního šetření provedena první aktualizace a současně zpřesnění polohy objektů. V letech 2006 až 2009 proběhl druhý cyklus aktualizace a zahájen byl cyklus třetí. Perioda aktualizace byla postupně zkrácena na tříletou, jsou maximálně využity letecké měřické snímky a barevná ortofota každoročně vytvářena pro jednu třetinu území ČR. Některé významné objekty (silnice, správní hranice a další) jsou celoplošně aktualizované častěji, minimálně jednou ročně, na základě získaných změnových informací od jejich správců. V roce 2009 byla na celém území ČR ukončena fotogrammetrickými metodami kontrola a aktualizace 3D vrstevnic výškopisné části ZABAGED současně s doplněním významných terénních hran. Nově byl pro celé území ČR vytvořen digitální model reliéfu v podobě pravidelné mříže (10 x 10 m) trojrozměrně vedených (3D) bodů.

## 10.0 TVORBA DIGITÁLNÍHO MODELU TERÉNU A PRÁCE V PROGRAMU ATLAS DMT

V programu Atlas DMT se spustí program „Generace sítě“. Pojmenuje se výstupní model terénu. Dále se vloží do programu body, které byly získány ze zaměrování v terénu pomocí GPS. Tyto data jsou ve formátu .dxf. Tento program byl zvolen z důvodu, že má širší použití a lze jej využít například i v programech AutoCAD, nebo Civil 3D. Po vložení zaměřených bodů se spustí program a vygeneruje se digitální model terénu, který je potřeba pro další práci v programu Atlas DMT.

Dále se vygeneruje digitální model terénu z dat ZABAGED. Postup je stejný jako u generování digitálního modelu ze zaměřených bodů. Jakmile jsou vygenerovány digitální modely, sloučí se do jednoho modelu, tak aby bylo možné zároveň pracovat s oblastí v těsné blízkosti koryta toku, tak i s jeho širším okolím (to nám zajistí data ZABAGED).

Po vytvoření sloučeného digitálního modelu terénu se vynese osa stávajícího koryta. Pod všechny lomové body v ose koryta je potřeba vložit oblouky, tak je docíleno plynulých změn směrových poměrů. V dalším kroku je vynesena první příčný profil, který má staničení KM 0,00. Po vynesení prvního příčného profilu je možné vkládat další profily a to tak, aby co nejlépe zachytili průběh koryta toku. Proto se profily vkládají do začátku, středu a konce směrového oblouku. V přímých úsecích se profily vynášejí po 20 m.

Po vynesení všech profilů, se může spustit generace podélného profilu a profilů příčných. Atlas DMT vynesou tyto profily na nové listy. Při generaci podélného profilu je zvoleno převýšení 10x a to proto, aby lépe vynikly výškové změny v ose koryta.

Dále je vynesena osa nově navrženého koryta. Jelikož je osa nově navrženého koryta členitá, jsou vyneseny do situace pouze ty profily, které co nejlépe zachytí průběh koryta toku. U vynášení profilů se postupuje stejně, jako u vynášení profilů do stávajícího koryta. Rovněž je vygenerován podélný profil s převýšením. Příčné profily jsou vygenerovány tak, aby jeden příčný profil zobrazoval jak osu původního koryta, tak osu nově navrženého koryta. V příčných profilech je vynesena nová stav koryta a vodní hladina.

Nyní se všechny listy (situace, podélný profily, příčné profily) vyexportují do formátu DWG a v programu Autodesk AutoCAD se dále upraví tak, aby měly všechny náležitosti technického výkresu.

## 11.0 VYTVOŘENÍ HYDRAULICKÉHO MODELU V PROGRAMU HEC-RAS

Do programu HEC-RAS je možné naimportovat souřadnice příčných profilů z programu ATLAS DMT. Tím se ulehčí práce, jelikož nemusíme vkládat jednotlivé body příčných profilů ručně.

Nejdříve jsou do programu vloženy data, které reprezentují staré koryto. Po vložení jednotlivých příčných profilů jsou v programu určeny břehové hrany, zvoleny požadované drsnosti břehů, nadefinován požadovaný průtok, reálný sklon koryta a následně je zpuštěna simulace požadovaného průtoku korytem.

Po vytvoření hydraulického modelu stávajícího koryta je vytvořen hydraulický model nově navrženého koryta, aby bylo možné porovnat případné rozdíly v rozlivech stanoveného průtoku. Postup je obdobný, s tou výjimkou, že při importování dat z programu Atlas DMT jsou zvolena data, která reprezentují nově navržené koryto.

Dále jsou v programu HEC-RAS zvoleny požadované drsnosti břehů a dna koryta, sklon koryta a průtok pro který si přejeme vytvořit hydraulický model.

Porovnání rozlivů jak ve starém korytě, tak v korytě nově navrženém viz kapitola (14.0)

## 12.0 STANOVENÍ ZRNITOSTI

Dle Weiglové (2005) zrnitost nebo-li granulometrické složení, udává podíl určitých velikostních skupin zrn na celkové složení zeminy.

Granulometrické složení zemin se znázorňuje graficky křivkou zrnitosti. Zrnitostní křivka se vynáší do souřadnicového systému, kde na vodorovné ose jsou v logaritmické stupnici průměry zrn, na svislé ose v lineární stupnici procentuální podíly vysušené zeminy. Průměry zrn se vynášejí v logaritmické stupnici proto, že menší zrna mají na vlastnosti zemin jako celku podstatně větší vliv než zrna velká.

Pro zjištění granulometrické složení volíme nejčastěji tyto metody:

- síťový rozbor pro nesoudržné zeminy
- areometrickou zkoušku pro zeminy soudržné

Tyto dvě metody se velmi často pro široké zastoupení zrn v zemině kombinují.

Stanovíme tzv. ekvivalentní průměry. Předpokládáme, že bez ohledu na tvar zrn mají všechna propadlá zrna stejný průměr jako otvory v sítích. U areometrické zkoušky, kterou vyhodnocujeme na základě Stokesova zákona, předpokládáme kulatý tvar zrn.

Jelikož zjišťujeme velikosti zrn u nesoudržné zeminy, použijeme síťový rozbor.

### 12.1 Síťový rozbor

Zrnitost nesoudržných materiálů (šterku, písku) zjišťujeme proséváním přes sadu sít s vhodně zvolenými otvory. Nejmenší síto je 0,06 mm.

Pokud sítím o průměru 0,06 mm propadlo více jak 10% z celkové hmotnosti navážky, je nutné provést další zrnitostní rozbor areometrickou zkouškou pro zjištění velikosti jemnějších frakcí

Podle charakteru křivky zrnitosti můžeme usuzovat na vlastnosti zeminy.

Rozhodujícím kvalitativním znakem nesoudržných zemin je číslo nestejnorodosti  $C_u$  které charakterizuje sklon střední části křivky zrnitosti a je definováno:

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

Kde:  $d_{10}$  – je velikost zrn při 10% propadu

$d_{60}$  – je velikost zrn při 60 % propadu

Podle velikosti  $C_u$  označujeme zeminu jako:

- stejnozrnnou  $C_u < 5$
- středně nestejnozrnnou  $C_u = 5 - 15$
- nestejnozrnnou  $C_u > 15$

Číslo křivosti  $C_c$  charakterizuje přibližně tvar křivky zrnitosti

$$C_c = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \times d_{60}}$$

Číslo křivosti  $C_c$  je pomocná hodnota v klasifikaci zemin. Zeminy  $C_c$  1 až 3 považujeme za dobře zrněné a mají plynulé křivky zrnitosti.

Hodnoty nižší a vyšší patří zeminám s chybějícími frakcemi. Zeminy s chybějícími frakcemi mohou mít nepříznivé vlastnosti.

Dobře zrněné zeminy (symbol W) musí mít číslo nestejnorodosti  $C_u > 4$  pro štěrky a  $C_u > 6$  pro písky a číslo křivosti  $C_c$  musí být v rozsahu 1 -3



Pojmenování a popis zemin podle ČSN EN ISO 14688-1

skupiny zemin	frakce	značka	velikost zrn v mm
velmi hrubozrnná zemina	velký balvan	LBo	od 630
	balvan	Bo	od 200 do 630 včetně
	valoun	Co	od 63 do 200 včetně
hrubozrnná zemina	štěrk	Gr	od 2,0 do 63 včetně
	hrubozrnný štěrka	CGr	od 20 do 63 včetně
	střednězrnný štěrka	MGr	od 6,3 do 20 včetně
	jemnozrnný štěrka	FGr	od 2,0 do 6,3 včetně
	písek	Sa	od 0,036 do 2,0 včetně
	hrubozrnný písek střednězrnný písek jemnozrnný písek	CSa MSa FSa	od 0,63 do 2,0 včetně od 0,2 do 0,63 včetně od 0,063 do 2,0 včetně
jemnozrnná zemina	prach	Si	od 0,002 do 0,063 včetně
	hrubozrnný prach	CSi	od 0,02 do 0,063 včetně
	střednězrnný prach	MSi	od 0,0063 do 0,02 včetně
	jemnozrnný prach	FSi	od 0,002 do 0,0063 včetně
	jíl	Cl	do 0,002 včetně

Tabulka č. 4 – Pojmenování a popis zemin

## 12.2 Výsledky

### Vzorek č. 1

V tomto vzorku se částice nad 60 mm nevyskytovaly. Po vyhodnocení křivky zrnitosti byl vzorek klasifikován podle trojúhelníkového diagramu jako štěrk. ( viz. Příloha Křivka zrnitosti pro vzorek č. 1)

### Vzorek č. 2

V tomto vzorku je podíl částic větších než 60 mm 24,5 % (371,25g). Podle trojúhelníkové diagramu byl vzorek vyhodnocen jako štěrk s příměsí velmi hrubého kameniva. (viz. Příloha Křivka zrnitosti pro vzorek č. 2)

### Vzorek č. 3

V tomto vzorku je podíl částic větších než 60 mm 31,6 % (472,38 g). Podle trojúhelníkové diagramu byl vzorek vyhodnocen jako štěrk s příměsí velmi hrubého kameniva. (viz. Příloha č. Křivka zrnitosti pro vzorek č. 3)

## 13.0 ÚPRAVA TOKU

Při stanovení návrhového průtoku musíme brát v úvahu, jakým územím vodní tok protéká. Vzhledem k tomu, že studovaný úsek toku protéká v celé jeho délce extravilánem obce, můžeme zde počítat s návrhovým průtokem menším, než je  $Q_{100}$ , jelikož zde nebude docházet ke škodám na majetku v takové míře, jako tomu může docházet v intravilánu obce.

Hlavním parametrem, který je třeba změnit je trasa toku. Jak bylo zmíněno výše, tok byl v minulosti nevhodně narovnan a tím se značně snížila je ekologická stabilita a biodiverzita v okolí toku. Návrhové parametry nového koryta navrhuji dle koryta starého, s tím rozdílem, že sklon svahů v nově navrženém korytě bude 1:2. Je také vhodné, aby poměr hloubky a šířky koryta v hladině byl od 1:4 až 1:10. V tomto případě je poměr 1:10. Hloubka koryta činí 0,5 m. Díky tomuto tvaru dochází především k boční erozi, což má za následek ještě větší přiblížení koryta do přírodě blízkého stavu a nedochází naopak k jeho prohlubování.

Koryto dimenzuji na průtok  $Q = 3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Předpokládá se, že především v období jarního tání sněhu a v období vydatnějších srážek bude průtok několásobně větší, zde však bude docházet k rozlivu nadbytečné vody do okolní nivy. Parametry nově navrženého koryta zajistí, že bude zachována dostatečná hloubka pro vodní živočichy i v suchších obdobích. Vzorový příčný profil nově navrženého koryta viz. příloha C1.

. Rychlost vody v korytě byla stanovena na základě zrnitostního rozboru na 1,5 m/s. Což je rychlost odpovídající nevymílací rychlosti pro materiál, který je klasifikován jako štěrk s příměsí hrubého kameniva.

Je však vhodné, aby byl tvar koryta po délce toku proměnlivý a navrhovaný tvar by měl být tedy pouze „orientační pomůckou“.

Změnou trasy koryta dojde i ke změně podélného sklonu dna koryta.. Návrh podélného profilu nového vedení je odvozen od podélného profilu současného stavu. Respektuje nadmořskou výšku napojení a vyústění nového koryta. Podélný profil původního a nově navrženého koryta viz příloha C4. a C5.

Opevnění koryta je vhodné volit kamennými pohozy a záhozy v kombinaci s rostlou zeminou. Patu svahu navrhuji zpevnit patkou z kamenného záhozu o tloušťce 0,250 m. Břehy budou do tloušťky 0,1 m ohumusovány a osety travní směsí. Materiál by měl geologicky odpovídat dané lokalitě.

Z katastrální mapy je dobře patrné, že podnik Povodí Moravy předpokládá do budoucna revitalizaci toho úseku toku, jelikož můžeme vidět, že má ve vlastnictví pozemky, které vytvářejí novou trasu koryta (viz. příloha B3.) Z důvodu předejití konfliktu s majiteli jiných pozemků, povede trasa nového koryta pozemky, které jsou ve vlastnictví podniku Povodí Moravy. Jedná se o trasu koryta, která ve velké míře neodbočuje od původního koryta, ale v určitých místech tvoří výrazné meandry.

Také navrhuji vybudování tůní. A to jak průtočných, tak oddělených od nově navrženého koryta. Tůně, které nebudou spojeny s nově navrženým korytem, budou závislé na hladině podzemní vody a rovněž budou plněny vodou v obdobích výrazných srážek, nebo jarního tání sněhu, kde kapacita nově navrženého koryta nebude schopna pojmout celkovou kapacitu průtoku. Umístění tůní viz. příloha C3.

V okolí tůní navrhuji vysázet porost, který bude bránit rychlému vysušování tůní a rovněž poskytne dostatečné útočiště pro vodní živočichy a ptactvo. Návrh břehových a doprovodných porostů viz. příloha C3.

Původní koryto, v němž nepovede trasa nová a ve kterém se nenacházejí tůně, navrhuji zasypat zeminou, která bude vykopána při tvorbě nového koryta toku. Při tvorbě nového koryta bude vykopáno 15 278 m<sup>3</sup> zeminy. Na zasypání koryta původního se spotřebuje 9 376 m<sup>3</sup> zeminy. Přebytek ( 5 902 m<sup>3</sup>) zeminy bude odvezen na skládku ve Žďáře nad Sázavou, která je od lokality vzdálena 17 km.

## Návrh tůní

Ve starém korytě navrhuji vybudování 5 tůní. Jejich délku v hladině navrhuji v rozmezí 5 – 10 m a její šířku v hladině v rozmezí 2,5- 5 m. Hloubka tůní byla stanovena na 0,5 m – 1 m. Sklon svahů tůně navrhuji v mírném sklonu 1:3. Tři tůně navrhuji jako oddělené od nově navrženého koryta. Hladina vody v tůni bude odvislá od hladiny podzemní, případně od rozlivů vody z koryta. Opevnění svahů tůní bude řešeno biologicky ve stejném druhu, jako budou řešeny rovné úseky toku. Zbylé dvě tůně navrhuji jako průtočné. Odtok z tůně a dno tůně bude opevněno kamenným záhozem 150/200 proti vymílání při výplachu tůní za zvýšených jarních průtoků. Přesné umístění tůní a jejich vegetační doprovod viz. příloha C3.

Na základě výše uvedených informací navrhuji koryto miskovitého tvaru s těmito charakteristikami:

<b>h</b>	<b>b</b>	<b>B</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>R</b>	<b>y</b>	<b>c</b>	<b>v</b>	<b>Q</b>
0,50	3,00	5,00	2,00	5,24	0,38	0,28	21,81	1,48	2,95

Tabulka č. 5 – Návrhové parametry nového koryta

kde:

b – šířka koryta ve dně (m)

h – hloubka koryta (m)

O – omočený obvod (m)

S – průtočná plocha (m<sup>2</sup>)

R – hydraulický poloměr (m)

y – součinitel dle Pavlovského

n – drsností součinitel

C – Chézyho rychlostní součinitel

v – střední průtočná rychlost

Q – průtočné množství

B – šířka koryta v hladině

Návrh příčné profilu – viz. Příloha C1.

Návrh trasy koryta – viz. Příloha C3.

## 14.0 NÁVRH DOPROVODNÉ VEGETACE

### 14.1 Užití a funkce

Vegetační doprovod vodních toků a nádrží je součástí ekologicky vyvážené krajiny, jednou z forem rozptýlené zeleně ucelené mimo ucelené lesní komplexy. Je tvořen dřevinnými a bylinnými společenstvy v okolí vodních toků. V souvislosti s úpravami vodních toků, budováním liniových staveb podél vodních toků se začal negativně projevovat úbytek doprovodné vegetace. Teprve až s tímto úbytkem si začínáme více uvědomovat jeho důležitost a nepostradatelnost v krajině (ŠLEZINGR, ÚRADNÍČEK 2012).

Dle Šlezingra a Úradníčka (2012) může plnit doprovodná vegetace tyto funkce:

- Funkce protierozní, protiabrazní
- Funkce protideflační
- Funkce ochranná
- Funkce kvality vody
- Funkce útočiště fauny
- Funkce estetická
- Funkce produkční
- Funkce tvorby přirozeného biokoridoru
- Funkce rekreační
- Funkce hygienická

Výsadba stromů a keřů podél koryt toků by neměla být stereotypní, se stejnými spony sazenic a v uniformním druhovém složení po celé délce výsadby. Vhodnější je vysazovat stromy a keře do skupin, s vynecháním určitých úseků bez vegetace a u vodních toků střídát výsadbu na jednom a druhém břehu.

Délka výsadeb by měla být asi 60 až 70 % celkové délky toku. Také je třeba zohlednit budoucí rozvolnění trasy toku. Do břehových porostů by měly být vybírány druhy dobře kořenící a tedy zpevňující koryto.

Doprovodné porosty jsou porosty údolní nivy navazující na břehové porosty. V dolních úsecích větších řek jsou tyto porosty součástí lužních lesů. V oblasti pahorkatin tvoří méně rozsáhlé luhové porosty. V podhorských oblastech a horských údolích jsou to jen úzké porostní útvary kolem bystřin, nebo přímo navazují na zalesněné svahy. Doprovodné porosty mají různé druhové složení a hospodářský tvar podle přírodních podmínek a civilizačních vlivů. Obecně můžeme konstatovat, že převážná část doprovodných porostů byla vlivem člověka, jeho činností změněna (technické úpravy toků, těžební i pěstební zásahy v porostech). Porosty přirozené druhové skladby a původního hospodářského tvaru se zachovaly jen ve zbytcích. Fragmenty přírodních porostů jsou převážně součástí přírodních rezervací (ŠIMÁČEK, 1999).

Popisovaná lokalita se nachází v průměrné nadmořské výšce 670 m n. m. Pro tuto nadmořskou výšku jsou typické doprovodné porosty jasanových olšin (*Fraxineto-Alnetum*) Tvoří nejrozsáhlejší skupinu doprovodných porostů bystřinných toků. Značná část jasanových olšin byla civilizačními vlivy a lidskou činností značně pozměněna. V současné době jsou to převážně olšové porosty velmi často obhospodařované jako pařeziny s různou příměsí jasanu ztepilého, javorů, vrb, nepůvodních topolů a dalších dřevin. Porosty jasanových olšin nemají jednotný charakter. Jejich rozdílnost spočívá v druhové skladbě, hospodářském tvaru, zapojení porostu a kvalitě způsobené růzností stanovištních podmínek (ŠIMÁČEK, 1999).

Jak bylo popisováno v kapitole 6.2 Podrobná charakteristika úseku, na studovaném úseku se břehový porost prakticky nevyskytuje. Z přirozené druhové skladby dřevin zde můžeme pozorovat olši lepkavou (*Alnus glutinosa*) a vrbu bílou (*Salix alba*). Z keřů se zde vyskytuje pouze vrba trojmužná (*Salix triandra*). Z dalších dřevin se na lokalitě vyskytuje smrk ztepilý (*Picea abies*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*).

## 14.2 Návrh doprovodné vegetace

Pro výsadbu břehových a doprovodných porostů navrhuji porosty jasanových olšin (Fraxineto-Alnetum). Jelikož se typicky vyskytují v pahorkatinách, jejichž nadmořská výška je v rozmezí 300-700 m n. m. Rozšířeny jsou na celém území České republiky. Nevyskytují se v nížinách ani ve vyšších horských polohách. Tvoří podstatnou část břehových a doprovodných porostů bystřinných toků.

Hlavní funkce doprovodného porostu by měla být funkce protierozní. Vegetace by měla zpevňovat břehy a zabránit tak vytváření erozních rýh, které mají negativní vliv na stabilitu břehů. Dále by vegetace měla plnit funkci jako útočiště pro živočichy, vyskytující se v okolí vodního toku. V neposlední řadě by porost měl plnit i funkci estetickou, jelikož se tato část toku nachází v blízkosti obce

Jelikož je stávající porost v okolí toku minimální, navrhuji zde tyto dřeviny ponechat.

Pro samotnou výsadbu nových dřevin navrhuji použít balové sazenice ve velikosti poloodrostků (51-120 cm). Pro keře navrhuji také balové sazenice o velikost 60-75 cm. Balové sazenice v těchto velikostech jsou sice dražší, ale lépe se však ujímají. Výsadbu doporučuji na začátku jara a to jamkovým způsobem. Rozměry jamky u výsadby keřů budou v rozpětí 35 -50 cm a u poloodrostků stromů 50-80 cm.

Dřeviny navrhuji vysadit tak, aby tvořily menší bioskupiny. Výsadbu navrhuji bez konkrétního sponu a umístění dřevin bude takové, aby co nejlépe odpovídalo konkrétním podmínkám. Návrh rozmístění dřevinné vegetace je tedy pouze orientační. Návrh břehových a doprovodných porostů viz. příloha C3.

Jako ochranu proti okusu zvěří navrhuji individuální mechanickou ochranu ve formě pletiva. Dále je důležité, aby byla v počáteční fázi růstu zajištěná zálivka v období letních přísušků, stejně tak aby byl minimálně jednou ročně proveden zásah proti nežádoucímu vlivu buřeně.



### 14.3 Navrhovaná dřevinná skladba

#### Stromové patro

##### **Olše lepkavá – *Alnus glutinosa***

Tato dřevina je klimaticky odolná a tolerantní k imisím. Vhodná pro zajištění stability břehů. Je jednou ze základních dřevin využívaných pro vegetační úpravy toků (ŠLEZINGR, ÚRADNÍČEK, 2012).

Působí jako dřevina meliorační, kdy zlepšuje půdu svým opadem nebo přispívá k vysoušení zamokřených půd, močálů neb rybníků. S velkou tradicí a úspěšně se používá při zakládání břehových a doprovodných porostů a při výsadbách k ochraně vodních toků a děl.

Olše lepkavá je vhodný k zabezpečení menších toků o hloubce do 0,8 m s menším sklonem bez význačné erozní činnosti (ŠIMÁČEK, 1999).

##### **Jasan ztepilý – *Fraxinus excelsior***

Vhodný pro doprovodné porosty od nížin po horské oblasti. Můžeme rozlišit jeho tři ekotypy – lužní, vápencový a horský. Pro náš záměr volíme lužní ekotyp. Nejlépe se hodí pro zpevňování břehů (Šlezinger, Úradníček 2012).

Vodohospodářský význam jasanu ztepilého je velmi význačný. Je dřevinou s rozsáhlými a bohatě rozvětvenými kořeny. Podle průzkumů kořenových systémů vyplývá, že účinné zpevnění břehů vodních toků kořen se začíná projevoovat ve stáří asi 15 let, kdy kořeny prorůstají svah a pevně se v něm stabilizují.

Jasan je rovněž významný spotřebitel vody. Ve vegetačním období spotřebuje až 200l vody denně (ŠIMÁČEK, 1999).

##### **Vrba bílá – *Salix alba***

Jedna z nejvhodnějších dřevin pro vegetační doprovod. Snáší i dlouhodobé záplavy (až 100 dní). Využitelná zejména pro krajinářské úpravy a v lužních lesích (Šlezinger, Úradníček 2012).

Vrba bílá přečkává dlouhé zatopení vodou vytvoření nových kořenů na kmeni, které po dobu záplavy vyživují strom a zásobují ho kyslíkem.

Vrba bílá má velký význam pro vodní hospodářství jako jedna z hlavních dřevin břehových a doprovodných porostů lužních oblastí. Je vhodná ke stabilizaci břehů vodotečí a v kombinaci s ostatními dřevinami daného ekotopu může při správném použití zajistit jejich dokonalou ochranu. Je přitom prvkem levným, přirozeným i krajino tvorným s velkým estetickým účinkem (ŠIMÁČEK, 1999).

### Keřové patro

#### **Vrba trojmužná – *Salix triandra***

Vhodná ke zpevňování břehů od nížin po pahorkatiny. Význam vrby trojmužné spočívá v její ochranné funkci při vegetačních úpravách břehů vodních toků. Optimální oblastí jejího využití je pásmo nížin a pahorkatin. Je vhodná pro profilová zpevnění jak větších potoků a řek tak i menších a úzkých toků, u těch je však potřeba častější údržba, jelikož má rychlejší růst (ŠIMÁČEK, 1999).

#### **Zimolez obecný – *Lonicera xylosteum***

Zimolez obecný je zastoupen v doprovodných porostech provázející vodní toky, kde spolu s dalšími dřevinami vytváří podrost nebo porostní okraje. Má mělký kořenový systém. Nevylučuje se jeho použití ve vhodné kombinaci na břehy vodotečí. Je zcela odolný vůči mrazu (ŠIMÁČEK, 1999).

#### **Krušina olšová – *Frangula alnus***

Tvoří podrost lesních, ale i břehových a doprovodných porostů. Vyskytuje se všude kolem vod, ve všech typech doprovodných porostů od nejnižších lužních poloh až vysoko do horských údolí. Krušina olšová snáší půdy oglejené i glejové s vysokou hladinou podzemní vody. K dalším vodohospodářsky významným vlastnostem patří silná pařezová a kořenová výmladkovost, dobrá regenerace po zranění nebo poškození štěrky, odolnost k zaplavení a zanesení sutí (ŠIMÁČEK, 1999).

## 15.0 POROVNÁNÍ V ROZLIVŮ V PŮVODNÍM A NOVĚ NAVRŽENÉM KORYTĚ

Pro porovnání rozlivů v původním a nově navrženém korytě jsem použil program HEC-RAS, do kterého jsem vložil příčné profily z programu ATLAS DMT (viz. kapitola 11.0).

Pro porovnání rozlivů jsem využil data z monitorovací stanice Borovnice, která je vzdálená přibližně 20,5 km od zájmového úseku. Bohužel, ani správce toku mi neposkytl konkrétní data pro můj úsek toku. Z toho důvodu jsou modelované průtoky vyšší, než by za normálních okolností byly v zájmovém území. Rozlivy jsem porovnával ve 3 profilech, které byly umístěny na začátku, ve středu a na konci studovaného úseku.

Při porovnání rozlivů můžeme vidět, že v nově navrženém korytě bude docházet k menším rozlivům, než v korytě původním. To je způsobeno snížením podélného sklonu vlivem prodloužením trasy toku. Dalším důvodem je úprava břehů toku do sklonu 1:2, tudíž nově navržené koryta má mírně větší kapacitu, než koryto původní. Menší rozlivy tak zajistí potřebnou vodu pro zajištění stanovištních podmínek pro doprovodnou vegetaci toku a současně se sníží možnost ohrožení zemědělské půdy.

Jednotlivé hydraulické modely viz příloha D4.

## 16.0 NÁVRH MOŽNÝCH ZDROJŮ FINANCOVÁNÍ NAVRŽENÝCH ÚPRAV

Za účelem obnovy ekologické stability jsou od počátku devadesátých let realizována v krajině opatření v rámci tzv. krajinotvorných programů, jejichž cílem je ekologická optimalizace a revitalizace krajiny za účelem dosažení takového stavu harmonické kulturní krajiny, v níž plochy člověkem narušených ekosystémů budou vyváženy vhodně rozloženými plochami ekologicky stabilnějších přirozených a přírodě blízkých ekosystémů.

### 16.1. Podpora přirozených funkcí krajiny

Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny (POPFK) je národní dotační program MŽP podporující investiční i neinvestiční záměry realizující adaptační opatření zmírňující dopady klimatické změny na vodní, lesní i mimolesní ekosystémy, dále Agentuře ochrany přírody a krajiny České republiky a správám národních parků umožňuje realizovat opatření vyplývající z plánů péče o zvláště chráněná území, ze souhrnu doporučených opatření pro ptačí oblasti, záchranných programů a programů péče pro zvláště chráněné druhy rostlin a živočichů. V neposlední řadě slouží k financování monitoringu a podkladových materiálů.

Na jednoleté i víceleté realizace je poskytována dotace až do výše 100% celkových nákladů akce. V rámci programu se počítá s rozdělením řádově desítek milionů korun ročně.

#### Podporované činnosti:

Náklady na stavební práce (likvidace nevhodného opevnění, zasypání regulovaného koryta, vytvoření nového přírodě blízkého koryta, podélné a příčné rozčlenění koryta apod.), náklady na doprovodné výsadby dřevin související s realizací opatření a náklady na přípravu akce a výkup pozemků související s přípravou akce.

## 16.2. Podprogram 115 164 – Podpora adaptace vodních ekosystémů

Přesný název: Adaptační opatření pro zmírnění dopadů klimatické změny na vodní ekosystémy

Podle scénářů změny klimatu bude docházet k celoročnímu zvyšování teploty vzduchu, zároveň dojde ke změně ročního chodu srážek, v letním období srážky poklesnou, v zimě vzrostou. Poklesne průměrná zásoba vody v půdě, průměrná délka období s nedostatkem půdní vody se prodlouží.

Tyto změny, zejména současné zvýšení teplot a pokles srážek v letním období, budou mít negativní vliv na vodní režim krajiny a vodních toků, zejména v teplých oblastech s dlouhodobými nízkými úhrny srážek. Podle výsledků získaných z výstupů různých klimatických scénářů může kolem roku 2085 na velkých tocích poklesnout průměrný odtok vody o 10 - 40%. Pokles minimálních průtoků v letních a podzimních měsících je ještě významnější. Menší vodní toky mohou dokonce v období hydrologického sucha vyschnout a stát se občasnými vodními toky. Pokles odtoku povrchové vody bude doprovázet i pokles hladiny podzemní vody, a to i v hydrogeologických strukturách s velkou zásobní kapacitou.

Změny hydrologické bilance způsobené oteplením a změnou sezónního rozložení srážek budou mít podstatný vliv na krajinu, ekosystémy v ní žijící i na činnost člověka v krajině. V letních a podzimních obdobích klesne zásoba vody v půdě, zvýší se četnost i intenzita

zemědělského i hydrologického sucha. Poklesnou hladiny podzemní vody, klesne vydatnost vodních zdrojů, v některých oblastech bude nedostatek kvalitní pitné vody. Pokles celkového odtoku a drastický pokles minimálních průtoků povede k tomu, že v tocích nebudou zachovány minimální ekologické průtoky. Pokles výšky hladiny podzemní vody přispěje k vysušování krajiny. V údolních nivách bude pokles hladiny v tocích spojen s poklesem výšky hladiny podzemní vody, zmenší se dotace vláh v půdě vztlínáním podzemní vody.

Z ekosystémového hlediska je potřebné v rámci adaptace na tyto změny upřednostňovat široce diverzifikovaná, přírodě blízká opatření k zpomalení odtoku srážkové vody z krajiny, zlepšení infiltrace vody do podzemních kolektorů i k omezení negativních dopadů zvýšeného výskytu extrémních klimatických jevů. Jedná se např. o

obnovu hydrologického režimu v minulosti odvodněných rašelinišť a jiných mokřadů, revitalizace upravených vodních toků, obnovu a tvorbu tůní aj. V případě mokřadů (a zejména rašelinišť) je z hlediska adaptace na klimatické změny významný rovněž fakt, že se jedná o velmi efektivní a dlouhodobé kolektory uhlíku, a jejich obnova tak není jen následnou reakcí na probíhající změny, ale přispívá zároveň přímo i k jejich omezení nebo zpomalení.

Kromě adaptačních opatření v krajině obecně je nezbytné se specificky věnovat vodním tokům a dopadům klimatických změn na jejich biologickou složku. Předpokládané výrazné změny v množství a intenzitách průtoků vody v tocích, teplotní změny aj. mohou mít zásadní vliv na složení rybích společenstev i dalších organismů v tocích, což kromě dopadů na strukturu a funkci ekosystémů může přinést i dopady socioekonomické. Jedním z opatření umožňujícím omezit tato rizika je obnova hydromorfologického kontinua toků (výstavbou rybích přechodů, odstraňováním nadbytečných technických překážek na tocích atp.).

Podporu lze poskytnout na realizaci opatření:

- opatření přispívající ke zlepšování přirozených funkcí vodních toků, včetně obnovy jejich migrační propustnosti,
- obnova nebo tvorba mokřadů a tůní, výstavba, obnova nebo rekonstrukce vodních nádrží přírodě blízkého charakteru s cílem zlepšení retenční schopnosti krajiny a podpory biodiverzity
- zakládání a revitalizace prvků systému ekologické stability vázaných na vodní režim.

### 16.3. Financování zakládání a obnovy břehových porostů

Břehové a doprovodné porosty jsou výrazným prvkem posilující a udržující ekosystémovou diverzitu nejen u vodních toků a v jejich nivách, ale i u mokřad, rybníků a jezer, kde mohou navazovat na litorální pásmo. Kvalitní břehový porost poskytuje životní prostor, možnost úkrytu a často i možnost obživy mnoha specifickým druhům, často vázaným na vodní prostředí.

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK ČR) dlouhodobě podporuje obnovu a zakládání břehových a doprovodných porostů vodních toků prostřednictvím dotačních programů. Cílem je především posílení biodiverzity a dále podpora dalších funkcí břehových a doprovodných porostů – vodohospodářská (zpevnění hrany břehu), protierozní (především v případě křovin nebo vrbových porostů), rekreační.

Proto jsou v současné době podporována opatření směřující k obměně poškozených nebo odumřelých dřevin či křovin za místně původní druhy nebo výsadby zcela nových porostů na příhodných lokalitách. Nutné u zakládání nových porostů je, aby splňovali tzv. udržitelnost projektu u některých dotačních zdrojů, proto je třeba věnovat se dostatečně následné péči o dřeviny.

### 16.4. Program péče o krajinu

Dotační program vyhlášený Ministerstvem životního prostředí poskytuje neinvestiční prostředky až do výše 100 % vynaložených nákladů na vlastní realizaci opatření, přičemž se předpokládá postupné naplňování a realizaci opatření, která povedou k udržení a systematickému zvyšování biologické rozmanitosti. Program je zaměřen na provádění drobného managementu a dělí se na tři samostatné podprogramy lišící se vzájemně způsobem financování a rozsahem prováděných opatření.

### 16.3. Podprogram pro zlepšování dochovaného přírodního a krajinného prostředí

„Podprogram pro zlepšování dochovaného přírodního a krajinného prostředí“ (PPK volná krajina), v rámci Programu péče o krajinu (PPK), slouží pro zajištění drobného managementu a dalších drobných neinvestičních jednoletých opatření. Řízení a garanci programu zajišťuje Ministerstvo životního prostředí ČR (MŽP ČR) a jeho realizací je pověřena Agentura ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK ČR) prostřednictvím svých krajských středisek. Jednotlivá krajská střediska posuzují všechny přijaté žádosti pro území své působnosti a následně doporučují opatření vhodná k realizaci. AOPK ČR vydává žadateli

Část podprogramu se zabývá i zakládáním a obnovou břehových porostů z geneticky původních druhů v zájmu ochrany přírody v místech, kde dlouhodobě neexistuje břehový porost původních druhů dřevin.



## 17.0 DISKUSE

Cílem diplomové práce bylo navržení revitalizačních úprav na horním toku řeky Svratky, konkrétně v katastru obce Herálec. Jelikož návrh revitalizačních opatření je komplexní záležitostí je důležité zmapovat celou lokalitu z hlediska přírodních poměrů.

Jelikož se studovaný úsek nachází v extravilánu obce, můžeme k úpravě koryta a jeho okolí přistupovat odlišně oproti situaci, kdy vodní toku prochází intravilánem. V tomto konkrétním případě to znamená, že návrh revitalizace počítá i s rozlivem vody do okolní nivy, což by v intravilánu nebylo možné, jelikož by mohlo docházet ke škodám a to jak na majetku, tak na zdraví obyvatel.

Návrhové parametry nově navrženého koryta jsem ponechal obdobné, jako u koryta stávajícího a to z toho důvodu, že jsem ani v letních měsících nezaznamenal snížení vodní hladiny na tolik, aby zde byly narušeny podmínky pro život. Zásadnější změna oproti původnímu korytu je nový sklon břehů, který jsem navrhnul na 1:2. Původní sklon nebyl vyhovující, jelikož byl příliš strmý a břehy tak byly velice náchylné k působení vodní eroze.

Profil koryta byl navrhnut na průtočné množství  $Q = 3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Jak již bylo řečeno výše, u vyšších průtoků se počítá s rozlivem vody na přilehlé nivy toku. Jelikož se v okolí nachází pouze zemědělská půda, nebude zde docházet ke škodám. Půda v nejbližším okolí toku navíc není ve většině případů využívána, jelikož je často zaplavována, což výrazně zhoršuje podmínky pro pěstování zemědělských plodin.

Z katastrální mapy je patrné, že se v okolí toku nacházejí pozemky, které jsou ve vlastnictví podniku Povodí Moravy. Tyto pozemky odpovídají trase, která by byla vhodná pro revitalizované koryto a můžeme tak konstatovat, že i Povodí Moravy počítá do budoucna na tomto úseku s revitalizací, to mi potvrdil i ředitel Povodí Moravy Ing. Jan Moronga. Proto byla trasa koryta zvolena právě tak, aby se nacházela na těchto pozemcích, čímž se z části zamezí případným majetkoprávními sporům. Tuto skutečnost považuji za velice významnou, jelikož jsou to právě spory s vlastníky pozemků, které brání realizaci celé řady projektů.

Vlivem změny trasy koryta došlo ke snížení podélného sklonu koryta. Vlivem tohoto snížení můžeme počítat s většími rozlivy vody z koryta. Dalším důsledkem snížené podélného sklonu může být zanášení vodního toku, což povede k jeho renaturaci.

Můžeme předpokládat, že kdyby se koryto ponechalo v takovém stavu, v jakém se nyní nachází, postupem času by se z velké části navrátilo do přírodního stavu. V malé míře můžeme tuto renaturaci pozorovat již nyní. Každým dnem postupuje zanášení a zarůstání nebo naopak vymílání technicky upravených koryt toků, samovolná destrukce nevhodných technických opevnění a rozpad zbytečných technických objektů. Za povodní tyto procesy postupují skokově.

Se změnou trasy a členitosti koryta také souvisí změna situace při případných povodních. Revitalizace většinou vždy znamená snížení míry povodňové ochrany v místě revitalizačního zásahu, představuje ale pozitivní efekt jednak ve snížení kulminačního průtoku pod úpravou a jednak ve zpomalení koncentrace odtoku z povodí. Jelikož se revitalizovaný úsek vodního toku nenachází v intravilánu, nebudou zde případné rozlivy vody do okolní nivy představovat takový problém, jako v zástavbě.

Jeden z důležitých aspektů pro vývěr dřevin pro břehovou a doprovodnou vegetaci byl, ale vybrané druhy dobře snášeli vyšší hladinu podzemní vody a případné dlouhodobější zatopení. Proto byly do bezprostřední blízkosti tok vybrány vrba bílá (*Salix alba*) a vrba trojmužná (*Salix triandra*), které nejlépe snášejí vlhké a podmáčené prostředí. Dřeviny také byly vybrány na základě jejich klimatických podmínek a rovněž za účelem zvýšení biodiverzity v okolí toku. Z tohoto důvodu byly zvoleny obdobné dřeviny, které se nacházejí na zachovalém úseku toku v PR Meandry Svatky u Milov.

## 18.0 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo navrhnout taková revitalizační opatření, která by navrátily koryto k přirozeným poměrům, které by nastaly, kdyby nebylo v minulosti vlivem lidské činnosti pozměněno.

Celé zájmové území jsem nejprve prostudoval z hlediska přírodních podmínek. V kapitole 5.0 jsem popsal geologické, geomorfologické, klimatické a hydrologické podmínky. Rovněž jsem se zabýval biotou a antropogenním ovlivnění celé oblasti. Následně jsem provedl pochůzku zájmového území. Dále pak pochůzku v přírodní rezervaci Meandry Svatky u Milov abych zhodnotil, jaké jsou parametry přírodě blízkého koryta a jakém směrem bych se měl při návrhu revitalizačních opatření ubírat. Dále byl stanoven zrnitostní rozbor na základě, kterého jsem určil vymílací rychlost pro nově navržené koryto. Byly odebrány tři vzorky. Na začátku, uprostřed a na konci studovaného úseku.

Příčný profil nově navrženého koryta byl navrhnout na průtočné množství  $Q = 3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Voda při tomto průtoku bude dosahovat výšky 0,5 m. Parametry koryta jsem ponechal podobné, jako u koryta stávajícího. Rovněž jsem navrhl i nový sklon břehů, které jsou nyní téměř kolmé. Nově navržený poměr je 1:2. Rychlost vody v korytě byla navržena na 1,5 m/s. Zpevnění paty koryta jsem navrhl z kamenné rovnaniny na sucho a tloušťce 0,250 m a zkosením rohů v poměru 1 :1. Břehy budou do tloušťky 0,1 m odhumusovány a osety travní směsí. Trasu nové koryta byla navržena tak, aby se nacházela na pozemcích, které vlastní podnik Povodí Moravy. Délka nově navrženého koryta se prodloužila oproti stávajícímu korytu téměř o 400 m. V pozůstatcích starého koryta navrhuji vytvořené 3 tůně. Z toho dvě tůně budou závislé na hladině podzemní vody, na rozlivech vody z koryta. Další tůně, jsem navrhl jako průtočné. Tůně budou sloužit jako útočiště pro vodní živočichy.

Návrh doprovodné vegetace byl vytvořen především na základě klimatických podmínek a vhodnosti dřevin pro tuto konkrétní revitalizaci. Bylo by vhodné, aby tyto dřeviny nebyly vysázené liniově, ale aby výsadba byla skupinové. Měly by se střídát místa s vegetací s místy bez vegetace.

## 19.0 SUMMARY

The aim of this work was to design the revitalization measures, which would have returned to a natural trough ratios that would arise if it were not in the past due to human activities altered.

The whole area of interest, I first studied in terms of natural conditions. In section 5.0, I described the geological, geomorphological, climatic and hydrological conditions. I also dealt biota and anthropogenic influence throughout the region. Then I carried walk area of interest. Then walk in a nature reserve near Milov Meanders Svratky to evaluate what the parameters are close to nature riverbed and what direction I should be in the design of revitalization measures. There was also a mechanical analysis based on whom I have chosen bran rate for newly designed trough.

The transverse profile of the newly proposed channel was designed for a flow rate  $Q = 3 \text{ m}^3 / \text{s}$ . The water in this flow will reach a height of 0.5 m. I left channel parameters similar to the existing channel. I also designed a new tendency of banks, which are now almost perpendicular. The newly proposed ratio is 1: 2. The speed of the water in the trough have been proposed to 1.5 m / s. Heel counter trough I designed the stone rockfill dry thickness of 0.250 m and chamfering corners in the ratio of 1: 1 The straight sections will shores to a thickness of 0.1 m dehumused and sown grass mixtures. In directional curves I suggest banks reinforcement alivly rockfill stone quarried stone with a thickness of 0.2 m. The rockfill will be gravel subbase thickness of 0.1 m.

Route of the new channel was designed to be located on land owned company Povodí Moravy. The length of the newly proposed channel is extended from the current trough almost 400 m. The remains of the old riverbed proposes the creation of three ponds. Two ponds will depend on the groundwater level on the water overflow from the canal. Other ponds, as I design as depend on flow. The ponds will serve as a refuge for aquatic animals.

The design accompanying vegetation was created primarily based on climatic conditions and suitability of trees for this particular revitalization. It would be appropriate that these trees were planted linearly, but that the trees were planted in groups. They should alternate sites with vegetation with places without vegetation.

## 20.0 SEZNAM LITERATURY

1. AOPK ČR , Finanční nástroje péče o přírodu a krajinu [online]. 2014. cit. [cit. 2014-09. 12]. Dostupné z <http://www.dotace.nature.cz/ppk-volna-krajina-programy.html>
2. AOPK ČR , Správa CHKO Žďárské Vrchy [online]. 2014 [cit. 2014-08-17]. Dostupné z <http://zdarskevrchy.ochranaprirody.cz/zakladni-udaje-ochko/charakteristika-oblasti>
3. AOPK ČR, Programový dokument Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny – AOPK ČR – 2009 – 19 str.
4. ATLAS, spol. s r.o. Manuál k programu ATLAS DMT verze 6.5 [online] Dostupné z [http://www.atlasld.cz/\\_\\_\\_files/upload/content/krescom\\_6\\_5-a4.pdf](http://www.atlasld.cz/___files/upload/content/krescom_6_5-a4.pdf)
5. ATLAS, spol. s r.o. Manuál k programu ATLAS DMT verze 6.5 pro nastavbu TOKY [online] Dostupné z [http://www.atlasld.cz/\\_\\_\\_files/upload/content/toky6.pdf](http://www.atlasld.cz/___files/upload/content/toky6.pdf)
6. BAROŠ A., 2013, Břehové porosty vodních toků, Sborník ze semináře, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví , 92 str.
7. CULEK, M., a kol., 1995. Biogeografické členění ČR, Praha, Enigma
8. ČESKÁ AGENTRUA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, Národní geoporál INSPIRE 2010 [cit. 2012-11-02]. <http://geoportal.gov.cz/web/guest/home>
9. ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA [online]. 2002 [cit. 2014-11-02]. Dostupné z [www.geology.cz](http://www.geology.cz)
10. ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘIČSKÝ A KATASTRÁLNÍ. [online]. 2011-04-01 [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: <http://www.cuzk.cz/>
11. ČUZK [online]. 2010 [cit. 2014-12-20]. Dostupné z [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(m4v1utvqsl10d33agwkwy5ug\)\)/default.aspx?mode=TextMeta&text=dSady\\_zabaged&side=zabaged&menu=24](http://geoportal.cuzk.cz/(S(m4v1utvqsl10d33agwkwy5ug))/default.aspx?mode=TextMeta&text=dSady_zabaged&side=zabaged&menu=24)
12. DEMEK, J., a kol., 1987. Hory a nížiny, Zeměpisný lexikon ČSR, Praha, Academia

13. DOSTÁL – Zásady revitalizace drobných vodotečí – české vysoké učení technické v praze 22 str. 2008
14. HEC-RAS RIVER ANALYSIS SYSTEM, 2010 Stručný manuál k programu, Praha, ČVUT, Katedra hydrauliky a hydrologie, str. 56
15. HELD, M., Studie revitalizačních opatření na horním toku Svratky, MENDELU, Brno 2014, 44 str.
16. CHYTRÝ M. a kol, Katalog biotopů České republiky, AOPK ČR, Praha 2001, 307 str.
17. JUST, T., a kol., 2003. Revitalizace vodního prostředí, Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.
18. JUST, T., a kol., 2003. Revitalizace vodního prostředí, Praha, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.
19. KOLEJKA, Jaromír., 2006. Atlas krajiny České republiky – současný stav . Bulletin CZ – IALE, Praha: Česká asociace pro krajinnou ekologii.
20. KOŘÍNEK, R. Mechanika hornin a zemin [online]. 2012. [cit. 2013-04-05]. Dostupné z <http://fast10.vsb.cz/korinek/MHZ/MHZ-03.pdf>
21. KRÁLOVÁ, H., editorka, 2001. Řeky pro život, Brno, ZO ČSOP Veronica
22. KRAVKA, M., MARKOVÁ, J., DOMOKOŠOVÁ, K., FIALOVÁ, J., VYSKOT, I., 2009. Základy lesnické a krajinářské hydrologie a hydrauliky. 1. vyd. Brno: MZLU v Brně, ISBN 978-80-7375-338-2.
23. MAREK P., 2013 Finanční nástroje péče o břehové porosty z pohledu ochrany přírody, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví , 92 str.
24. MAREŠ, K., 1997 Úpravy toku. Navrhování koryt. Praha, ČVUT
25. PORTÁL ČESKÉ FLÓRY [online]. 2015 [cit. 2015-02-15]. Dostupné z <http://flora.upol.cz/>

26. QUITT, E., 1975. Klimatické oblasti ČSR, Brno, Geografický ústav ČSAV  
Brno, 1 : 500000
27. ŠIMÍČEK V., 1999 Břehové a doprovodné porosty vodních toků, Agrospoj  
Těšnov 199, PRAHA, 102 str.
28. ŠLEZINGR M. Vysoké učení technické v Brně – nakladatelství VUTIUM, 2010  
255 str.
29. ŠLEZINGR M., 2014 Podklady k předmětu Úprava vodních toků a hrazení  
bystřin, 2014 Brno
30. ŠLEZINGR M., ÚRADNÍČEK, L., 2002 Vegetační doprovod vodních toků a  
nádrží, 2. doplněné vydání, Brno, Akademické nakladatelství CERM, s.r.o.
31. TAXONOMICKÝ KLASIFIKAČNÍ SYSTÉM PŮD ČR [online]. 2015 [cit.  
2014-09-22]. Dostupné z  
<http://klasifikace.pedologie.czu.cz/index.php?action=showPudniKategorie>
32. VLČEK, V. a kol., 184 Vodní toky a nádrže. Praha, Academia
33. VRÁNA K. a kol. Česká komora autorizovaných techniků – 1998 – 200 str.
34. VRÁNA, K., editor, 2004. Revitalizace malých vodních toků – součást péče o  
krajinu, pro Ministerstvo životního prostředí vydal © Consult
35. WEIGLOVÁ, K., 2005 Mechanika zemin. Brno, FAST
36. ZEZULÁK J., KŘOVÁK F., HYBÁŠEK J., 2005 Generel Litovicko-Šareckého  
potoka a jeho přítoků, Praha 2005, 31 str.

## 21.0 SEZNAM PŘÍLOH

### SEZNAM MAPOVÝCH PŘÍLOH

- B1. PŘEHLEDNÁ MAPA ÚZEMÍ 1:50 000
- B2. PŘEHLEDNÁ SITUACE 1:10 000
- B3. MAPA MAJETKOVÝ POMĚRŮ 1:4 000

### SEZNAM VÝKRESOVÝCH PŘÍLOH

- C1. VZOROVÝ PŘÍČNÝ PROFIL KORYTA 1:50
- C2. KOORDINAČNÍ SITUACE PŮVODNÍHO KORYTA 1:500  
(C2.1 – C2.3)
- C3. KOORDINAČNÍ SITUACE NOVĚ NAVRŽENÉHO KORYTA  
1:500  
(C3.1 – C3.3)
- C4. PODÉLNÝ PROFIL PŮVODNÍHO KORYTA  
1: 100/1000  
(C4.1 – C4.2)
- C5. PODÉLNÝ PROFIL NOVĚ NAVRŽENÉHO KORYTA  
1:100/1000  
(C5.1 – C5.3)
- C6. PŘÍČNÉ PROFILY PŮVODNÍHO KORYTA 1:100  
(C6.1 – C6.6)
- C7. PŘÍČNÉ PROFILY NOVĚ NAVRŽENÉHO KORYTA 1:100  
(C7.1 – C7.4)

### SEZNAM OSTATNÍCH PŘÍLOH

- D1. KŘIVKA ZRNITOSTI PRO VZOREK Č. 1
- D2. KŘIVKA ZRNITOSTI PRO VZOREK Č. 2
- D3. KŘIVKA ZRNITOSTI PRO VZOREK Č. 3
- D4. POROVNÁNÍ ROZLIVŮ VE STÁVAJÍCÍM A NOVĚ  
NAVRŽENÉM KORYTĚ
- D5. FOTODOKUMENTACE 20013-2015