



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV VODNÍCH STAVEB**

INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

**REVITALIZACE VYBRANÉHO ÚSEKU TOKU HARTMANICKÉHO  
POTOKA**

REVITALIZATION OF THE SELECTED SECTION OF RIVER "HARTMANICKÝ POTOK"

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

DIPLOMA THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Bc. Aneta Samková

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

prof. Dr. Ing. MILOSLAV ŠLEZINGR

**BRNO 2017**



## VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
PRACOVISŤE	Ústav vodních staveb

### ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Aneta Samková
NÁZEV	Revitalizace vybraného úseku toku Hartmanického potoka
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezinger
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

.....

prof. Ing. Jan Šulc, CSc.

Vedoucí ústavu

.....

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA

Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

Just, T. Vodohospodářské revitalizace, Praha 2005  
Patočka, C., Macura, L. Úpravy toků, Praha 1989  
Raplík, M a kol. Úpravy tokov, Bratislava 1989  
Šlezinger, M. Říční typy, CERM Brno 2007  
Šlezinger, M., Úradníček, L., Vegetační doprovod toků, Brno 2009  
Šlezinger, M. Revitalizace toků, VUTIUM 2010, 210s.  
Výbora, P. Úpravy toků, VUT Brno 1988

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

- Výčet možných revitalizačních prvků - základní souhrn
- Důvody revitalizací
- Návrh revitalizace toku (textové části, dle konkrétního zadání)
- Hydrotechnické výpočty
- Výkresová dokumentace:  
Situace 1:50 000  
Situace 1:2000 (1000)  
Podélný a příčné řezy tokem (1:1000/100, 1:100)  
Návrhy úprav - zakresleno v příčných řezech
- Doklady

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....  
prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezinger

Vedoucí diplomové práce

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá revitalizací Hartmanického potoka v okrese Svitavy. Zájmový úsek se nachází v ř. km 0,400 – 1,234. Součástí práce je také posouzení stávajícího stavu toku a jeho vegetačního doprovodu. Posouzení bylo provedeno na základě vlastní obchůzky, vlastního zaměření toku a pořízené fotodokumentace. V diplomové práci bylo navrženo několik revitalizačních opatření: stabilizace dna pomocí dřevěných prahů a stabilizace svahů s využitím vrbových plůtků, oživených srubových stěn či srubů z podélně položených kulatin. V části řešeného úseku byla navržena úplná změna trasy toku. Posouzení stávající kapacity a kapacity upraveného toku bylo provedeno v programu HEC-RAS.

## **Abstract**

Diploma thesis deal with revitalization Hartmanice river in district Svitavy. Section of interest is on 0,400 – 1,234 of river km. Part of this thesis is also rating current condition of stream and his vegetation accompaniment. Rating was made on base of reconnaissance terrain, my own measurement and photo documentation. In diploma thesis was design some revitalization steps: stabilization sink with wooden sills and stabilization slopes by using willow fences and similar precautions. There was designed total change of flow trend. Rating of current condition and condition of modified stream was made in software HEC-RAS.

## **Klíčová slova**

revitalizace vodního toku, revitalizační opatření, posouzení stavu, vegetační doprovod, stabilizace, Hartmanický potok, kapacita koryta, HEC-RAS

## **Keywords**

revitalization of the watercourse, restoration measures, condition assessment, vegetation accompaniment, stabilization, Hartmanice river, channel capacity HEC - RAS

### **Bibliografická citace VŠKP**

Aneta Samková *Revitalizace vybraného úseku toku Hartmanického potoka*. Brno, 2017. 72 s., 110 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezinger

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2017

.....  
podpis autora

Bc. Aneta Samková

## **Poděkování**

V první řadě bych chtěla poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce prof. Dr. Ing. Miloslavu Šlezingrovi, za odborné vedení, cenné rady a čas, který mi věnoval. Můj velký dík patří i mé rodině za podporu při studiu a naděje, které do mě vkládají.

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>POPIS ÚZEMÍ.....</b>	<b>12</b>
2.1	SPRÁVNÍ ORIENTACE .....	12
2.2	POPIS TOKU .....	13
2.3	GEOLOGICKÉ ÚDAJE .....	14
2.4	PEDOLOGICKÉ POMĚRY .....	16
2.5	HYDROLOGICKÉ POMĚRY .....	17
2.6	KLIMATICKÉ POMĚRY .....	18
2.7	ČISTOTA VODY .....	19
2.8	ENERGETICKÉ VYUŽITÍ TOKU.....	19
2.9	POŽADAVKY NA ODBĚRY .....	20
2.10	SPLAVNOST TOKU .....	20
2.11	ZEMĚDĚLSTVÍ.....	20
2.12	PRŮMYSL .....	21
2.13	LESNICTVÍ.....	21
2.14	REKREAČNÍ VYUŽITÍ .....	21
2.15	ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ.....	21
<b>3</b>	<b>POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU ŘEŠENÉHO ÚSEKU .....</b>	<b>22</b>
3.1	ÚSEK Č. 1: Ř. KM 0,400-0,841 .....	23
3.1.1	<i>Příčný profil.....</i>	23
3.1.2	<i>Podélný sklon.....</i>	24
3.1.3	<i>Objekty.....</i>	24
3.1.4	<i>Vegetační doprovod.....</i>	25
3.2	ÚSEK Č. 2: Ř. KM 0,841-0,861 .....	26
3.2.1	<i>Příčný profil.....</i>	26
3.2.2	<i>Podélný profil.....</i>	26
3.2.3	<i>Objekty.....</i>	26
3.2.4	<i>Břehový doprovod.....</i>	27
3.3	ÚSEK Č. 3: Ř. KM 0,861-1,124 .....	27
3.3.1	<i>Příčný profil.....</i>	27
3.3.2	<i>Podélný profil.....</i>	28
3.3.3	<i>Objekty.....</i>	29
3.3.4	<i>Vegetační doprovod.....</i>	29
3.4	ÚSEK Č. 4: Ř. KM 1,124 – 1,145.....	30
3.4.1	<i>Příčný profil.....</i>	30
3.4.2	<i>Podélný profil.....</i>	30

3.4.3	Objekty.....	31
3.4.4	Vegetační doprovod.....	31
3.5	ÚSEK Č. 5: Ř. KM 1,145 – 1,209.....	32
3.5.1	Příčný profil.....	32
3.5.2	Podélný profil.....	32
3.5.3	Objekty.....	33
3.5.4	Vegetační doprovod.....	33
3.6	ÚSEK Č. 6: Ř. KM 1,209 – 1,234.....	34
3.6.1	Příčný profil.....	34
3.6.2	Podélný profil.....	35
3.6.3	Objekty.....	35
3.6.4	Vegetační doprovod.....	35
<b>4</b>	<b>HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING TOKU.....</b>	<b>37</b>
4.1	ÚVOD.....	37
4.2	PRINCIP MAPOVÁNÍ.....	37
4.3	MONITOROVANÉ UKAZATELE.....	38
4.4	VLASTNÍ HODNOCENÍ.....	39
<b>5</b>	<b>HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY.....</b>	<b>40</b>
5.1	VÝPOČET PRŮTOKŮ.....	40
5.1.1	Metoda podle Čerkašina.....	40
5.1.2	Metoda dle Sokolovského.....	42
5.1.3	Přepočet průtoků.....	42
5.2	PROGRAM HEC-RAS 4.1.0.....	43
5.2.1	Postup výpočtu.....	43
5.2.2	Vstupní data.....	46
5.2.3	Výstupní data.....	47
<b>6</b>	<b>REVITALIZAČNÍ OPATŘENÍ.....</b>	<b>48</b>
6.1	ÚVOD.....	48
6.2	ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU ŘEŠENÉHO ÚSEKU.....	48
6.3	REVITALIZACE A TEORETICKÉ VARIANTY ŘEŠENÍ.....	48
6.3.1	Obecné zásady návrhu revitalizací.....	48
6.3.2	Revitalizační opatření.....	50
6.3.3	Biotechnická opatření při revitalizaci.....	53
6.4	VLASTNÍ ŘEŠENÍ.....	56
6.4.1	Návrh revitalizačních opatření.....	56
6.4.2	Detailní popis revitalizovaných úseků.....	58
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>63</b>

<b>8</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>	<b>64</b>
8.1	INTERNETOVÉ ZDROJE.....	64
8.2	LITERATURA.....	64
<b>9</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK .....</b>	<b>66</b>
9.1	OBRÁZKY .....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
9.2	TABULKY.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
<b>10</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....</b>	<b>69</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>72</b>

# 1 ÚVOD

Cílem diplomové práce je revitalizace části toku Hartmanického potoka na území okresu Svitavy. Řešený úsek se nachází v ř. km 0,400 – 0,841. Byla provedena důkladná rekognoskace terénu spolu s fotodokumentací a s podrobným zaměřením lokality pomocí nivelačního přístroje. Zaměření bude důležitým podkladem pro výpočet kapacity koryta, zhodnocení současného stavu koryta a návrh úpravy řešené části toku. Posouzení stavu vegetačního doprovodu bude provedeno dle Metodiky hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu toku s následným zařazením do příslušné skupiny.

Posouzení toku je podloženo hydrotechnickými výpočty. Z důvodu absence hydrologických dat, budou tyto data vypočteny dle Čerkašina a Sokolovského.

Na základě posouzení současného stavu toku, vegetačního doprovodu a kapacity toku, bude navrženo několik revitalizačních opatření. Pro stabilizaci dna je navržena soustava dřevěných prahů a pro stabilizaci svahů zápleťových plůtků a oživených srubových stěn. V jednom úseku je také navržena možná úprava úplnou změnou trasy toku.

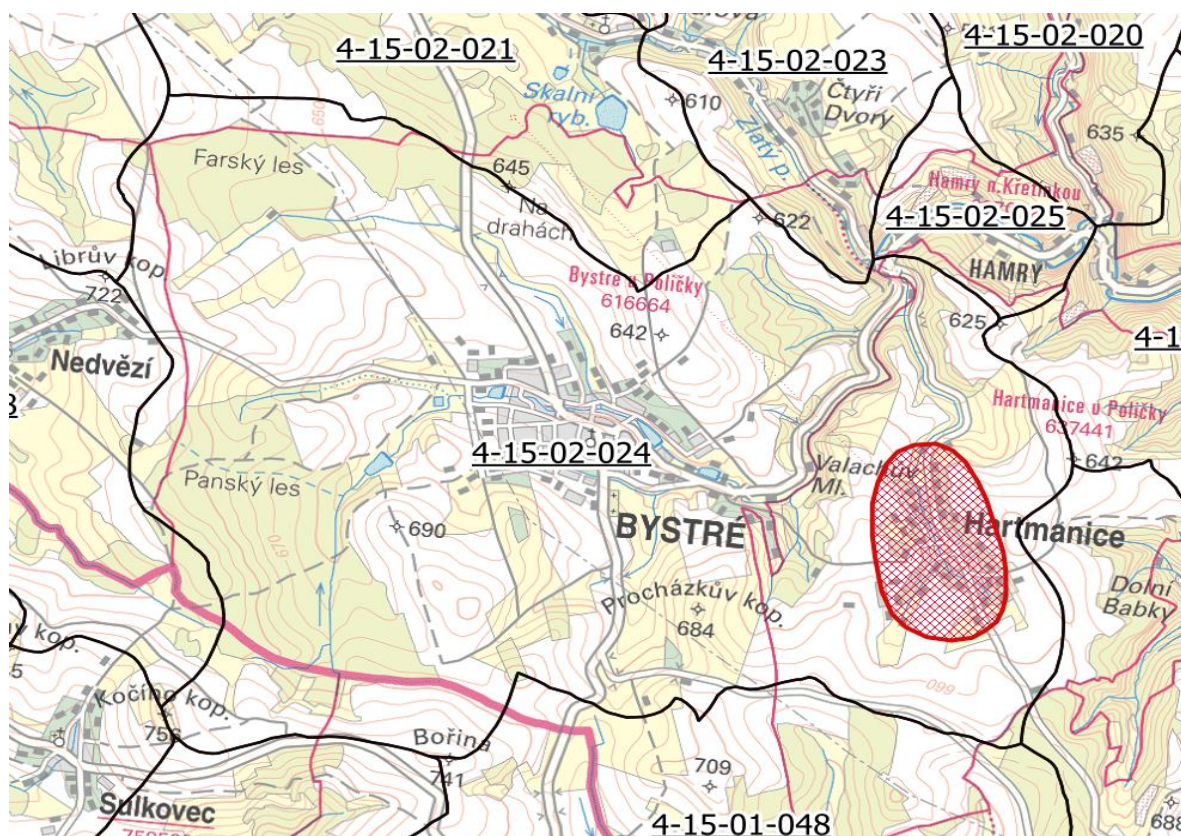
Posouzení současné kapacity toku i kapacity po provedení úprav je provedeno pomocí programu HEC-RAS 4.1. Návrh úpravy toku je podložen výkresovou dokumentací vytvořenou v programu AutoCAD.

## 2 POPIS ÚZEMÍ

### 2.1 Správní orientace

Hartmanický potok se nachází v obci Hartmanice v nejnižším výběžku Pardubického kraje, na území okresu Svitavy, kde sousedí s Jihomoravským krajem a Vysočinou. Obec spadá pod katastrální území Hartmanice u Poličky. Tok spravují Lesy České Republiky. Povodí potoka spadá pod povodí Dyje, náležícímu hlavnímu povodí Moravy.

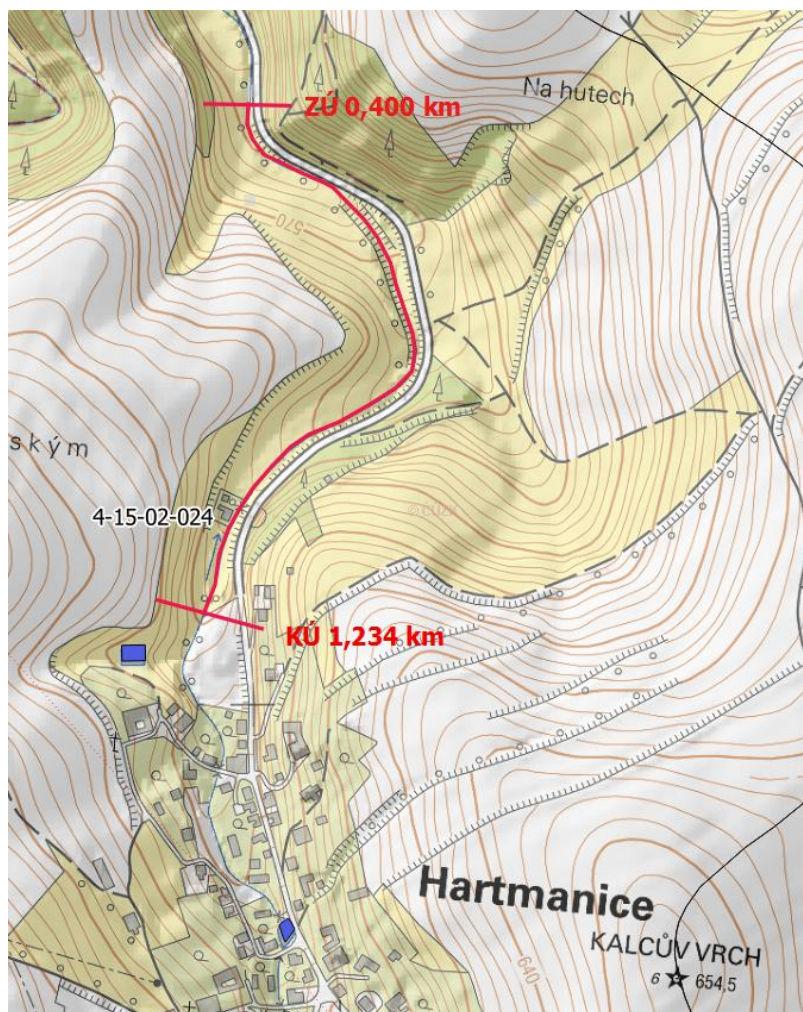
- Katastrální území: Hartmanice u Poličky
- Správce toku: Lesy České republiky s. p.  
Přemyslova 1106, 501 68 Hradec Králové
- Zájmový úsek: 0,400-1,234 km
- Číslo vodohospodářské mapy: 24-12.
- Číslo hydrologického pořadí: 4-15-02-024.
- Dílčí SVP: XXII Svratka.



Obr. 2.1 Povodí Hartmanického potoka [1]

## 2.2 Popis toku

Povodí toku se nachází na jihovýchodě Pardubického kraje. Hartmanický potok je pravostranný přítok Bysterského potoka, ten se vlévá do řeky Křetínky a ta dále do Svitavy. Potok vzniká odtokem z meliorovaných oblastí z kopců na jihu Hartmanic. První oblastí jsou kopce Pod Horním lesem ve výšce 633 m n. m. a Štěrbův kopec. Druhou oblastí odtoku většího množství vod jsou mokřady nacházející se na úpatí kopců ve výšce 627 m n. m. Začátek staničení Hartmanického potoka je na soutoku s Bysterským potokem. Celková délka toku činí 2,205 km. Po ř. km 1,365 je ve dně toku soustava značně porušených, dřevěných spádových stupňů. Pod intravilánem byl břeh jednostranně opevněn podélně položenými dřevěnými kulatinami, které jsou zajištěny pilotami z téhož materiálu. Opevnění je již značně porušeno. Ve třech místech, v blízkosti propustků a mostů je tok opevněn kamenem položeným do betonu. V roce 1965 byla od staničení 1,365 km provedena soustavná technická úprava toku v intravilánu Hartmanic, především z důvodu ochrany před povodněmi. V rámci technické úpravy došlo k navýšení kapacity toku, opevnění dna a svahů. Dále zde byly vytvořeny kamenné spádové stupně ve dně. Došlo tak ke značnému snížení podélného sklonu koryta. V toku se nachází propustek, množství mostů a lávek. V ř. km 1,662 je požární nádrž. Část od ř. km 0,000 – 1,365 je neupravená, koryto má nepravidelný tvar a při větších průtocích zde dochází k jeho vymílání. Průměrný sklon toku se pohybuje okolo 33,9 ‰. Od ř. km 1,365 po požární nádrž v ř. km 1,662 je tok upraven. Koryto má pravidelný lichoběžníkový tvar. Dno i svahy koryta jsou opevněny uložením kamene do betonu. Sklon svahů se pohybuje mezi 1:1 -1:1,5. Průměrný sklon toku v intravilánu je 17,5 ‰.



Obr. 2.2. : Zájmový úsek Hartmanického potoka [1]

## 2.3 Geologické údaje

Reliéf svitavského okresu je z geologického hlediska velice různorodý. Svitavsko patří k Českému masivu a tvoří tyto geologické celky: Hornosvratecká vrchovina, Svitavská pahorkatina a Podorlická pahorkatina. Území Poličska se skládá především ze starohorních (proterozoikum) a křídlových hornin.

Proterozoikum tvoří svratecká klenba, tektonicky složitá struktura, která se táhne od obce Svojanov dále k jihu až na hranici okresu. Svrchní částí svratecké klenby je olešnická skupina, která se skládá z hnědošedých a tmavošedých, jemnozrnných biotitických popřípadě dvojslídňých pararul, často granátických. Na Svitavsku se ruly nacházejí na území severně od obce Trpín, směrem na jih převládají svory. V pararulách i ve svorech se objevují polohy krystalických vápenců, dolomitů, filitů, kvarcitů a nahloučeninami čistého grafitu. Ve svrchních patrech se vyskytují hojně tmavošedé až zelenošedé amfibolity. Nejlepší výchozy

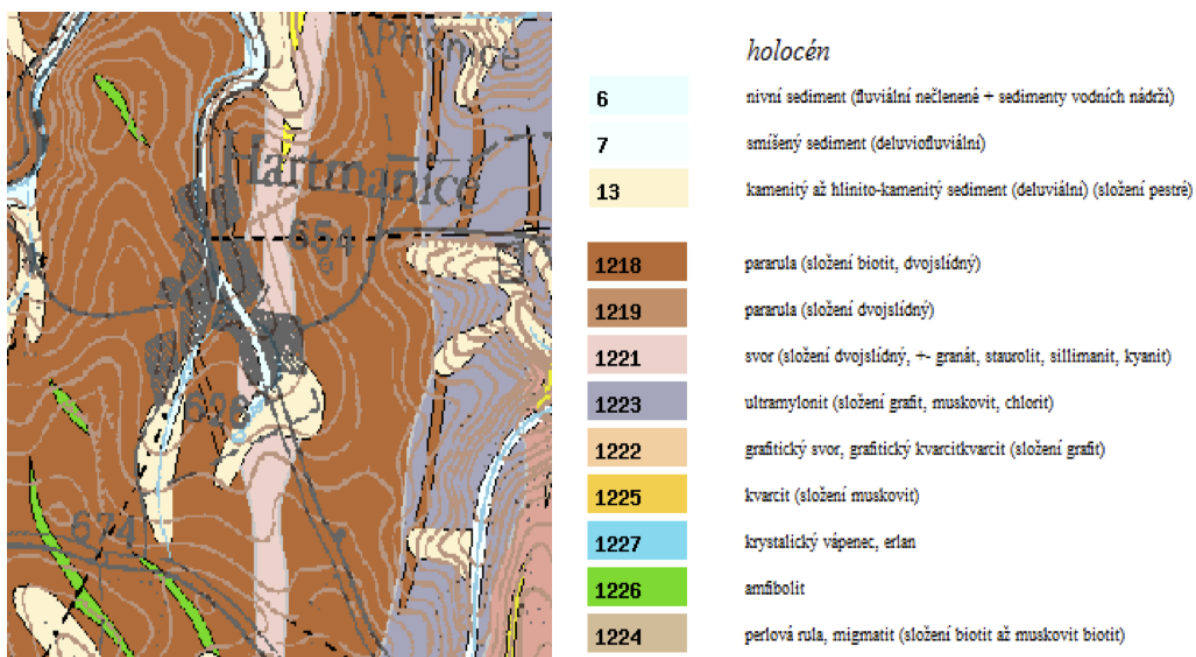
krystalických hornin olešnické skupiny se nachází na jih od obce Svojanov v údolí říčky Křetíny.

Další jednotkou proterozoika je letovické krystalinikum, které se nachází v jižní části okrasu Svitavy v pásu táhnoucím se od Trpína na sever ke Svojenovu až po Rozhoznou a odtud k jihovýchodu k Bohuňovu. Tato jednotka se noří směrem k severu a východu pod sedimenty svrchní křídly a na západě je tektonicky oddělena od poličského a svrateckého krystalinika Bojanovským mylonitovým pásem. Letovické krystalinikum se podle typů hornin dělí na skupinu monotónní a ofiolitovou. Pro monotónní skupinu jsou základním typem tmavošedé, až hnědošedé granátické, muskovit-biotitické svory, které lokálně obsahují staurolit. Dále se v této skupině objevují tenké polohy křemenců, grafitických kvarcitů a krystalických vápenců. Ve východní části letovického krystalinika, v pruhu situovaném mezi Rohoznou a Bohuňov, se vyskytují tělesa červených, na křemen bohatých muskovit – biotitických ortorul. Tyto ortoruly jsou hrubozrnné a mají charakteristickou „okitou“ texturu. Horniny monotónní skupiny jsou dobře patrné v údolí řeky Křetíny u Svojanova.[2]

Poličské krystalinikum sousedí na jihozápadě se svrateckým krystalinikem, na severu a severovýchodě se podsouvá pod usazeniny svrchní křídly a na východě se podél svojanovského mylonitového pásma stýká s letovickým krystalinikem. Základními horninami této jednotky jsou šedé až hnědošedé středně až jemně zrnité pararuly, které obsahují biotit, muskovit a sodnovápenaté živce. Pararuly poličského krystalinika mají celkem vysoký obsah křemene. Hrubozrnné svory v této jednotce se skládají ze slid-biotitu, muskovitu a sericitu, dále z křemene, sodnovápenatých živců, granátu a turmalínu. Kromě metamorfovaných hornin tvoří značnou část poličského krystalinika magmatické horniny, biotitické granodiority a křemenné diority.

Na území Poličska se nachází tektonický zlom svojanovské mylonitové pásmo. Táhne se severojižním směrem od Svojanova do severozápadního okolí obce Rozhozná, kde se noří pod usazeniny svrchní křídly. [2]

V okolí Hartmanického potoka jsou smíšené, kamenité až hlinitokamenité sedimenty. V blízkém okolí se nacházejí krystalické horniny vrchovin a pahorkatin, především ruly, pararuly a svor. Od západu k jihu se objevují stopy amfibolitu. Na východě je převládající množství ultramylonitu.

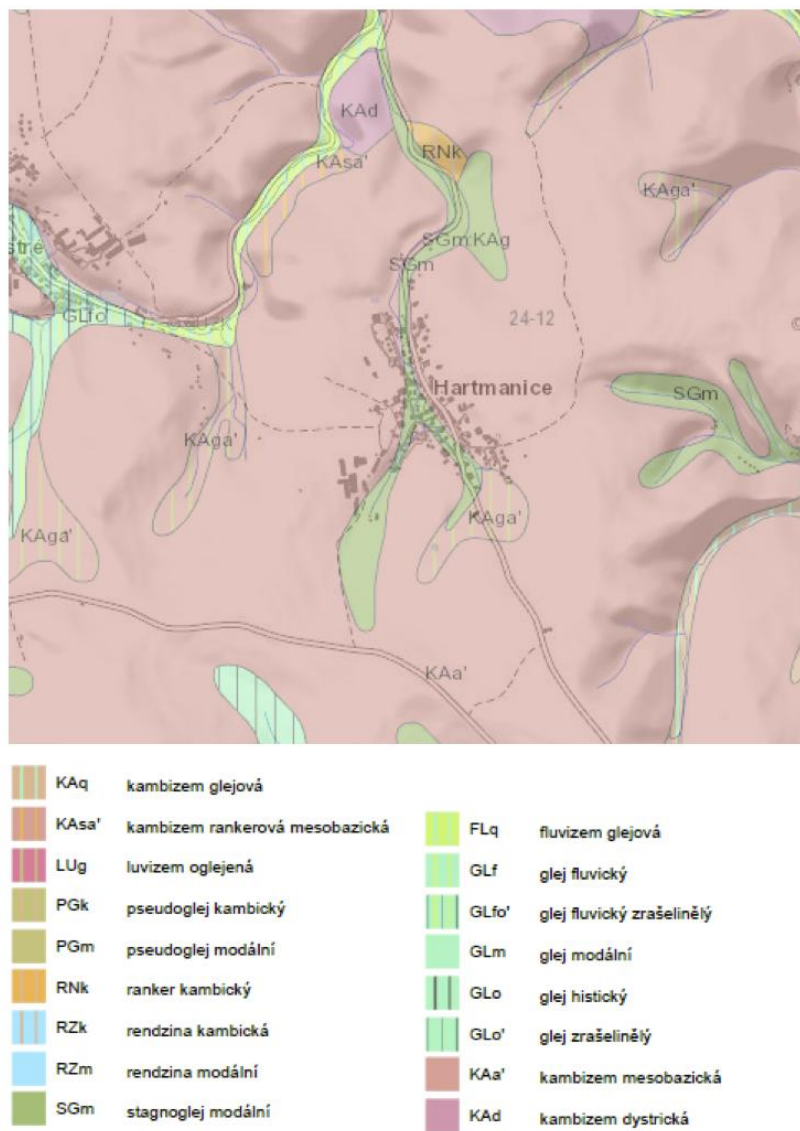


Obr. 2.3 Mapa geologická [3]

## 2.4 Pedologické poměry

Celá oblast Poličska je z velké části tvořena kambizemí. Tento typ půd je typický pro vrchovinné oblasti, pahorkatiny i hory. Hnědé půdy jsou vázány na členitý terén a vyskytují se ve výškách 450-900 m n. m.

V povodí Hartmanického potoka převažuje typ půdy kambizem mesobazická. Pouze v okolí toků a meliorovaných oblastí se nachází stagnolej modální, ranker kambický a glej povrchový. Jedná se úrodné půdy, proto je v okolí rozvinuté zemědělství.

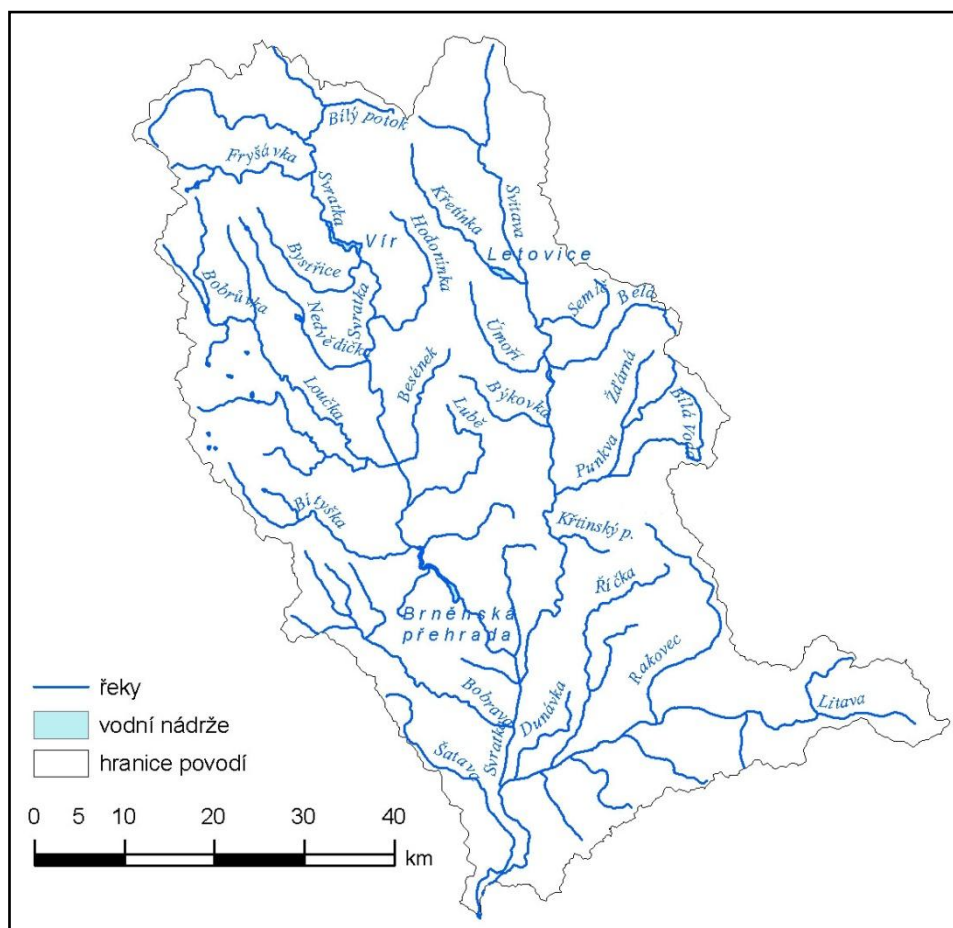


Obr. 2.4: Pedologické poměry [4]

## 2.5 Hydrologické poměry

Hydrologické poměry jsou velmi ovlivněny polohou okresu na Hlavním Evropském rozvodí, které jej protíná ve směru od východu k západu. Rozvodí zde tvoří hřbety kopců směřující na sever a severozápad od Poličky. Menší část území patří k úmoří Severního moře (Labe) a větší část k úmoří Černého moře (Dunaj). Do Severního moře odvádí vodu Jalový potok pramenící nad Širokým dolem, který teče do Loučné. Do Černého moře odvádějí vodu řeky Svratka a její přítok Svitava, které jsou napájeny všemi ostatními potoky poličského systému. V jihovýchodní části v zaříznutých údolích teče další z větších toků Křetínka, přítok Svitavy. Osu celého území v okolí Poličky tvoří Bílý potok, do kterého přitékají potoky Baldecký, Jánský, Černý a další bezejmenné přítoky. Na jihu se pak Bílý potok vlévá do Svratky.

Území je rezervoárem spodní pitné vody – pramenná oblast řeky Svitavy, která je současně vyhlášenou chráněnou oblastí přirozené akumulace vod CHOPAV Východočeská křída. Jedná se o vzácné území s přebytky kvalitní pitné vody. Důsledkem toho je poměrně intenzivní využití této vody jako zdroje pro zásobování veřejných vodovodů v této oblasti. Jihozápadní část je součástí CHOPAV Žďárské vrchy. [5]



Obr. 2.5: Mapa povodí řeky Svratky a Svitavy [5]

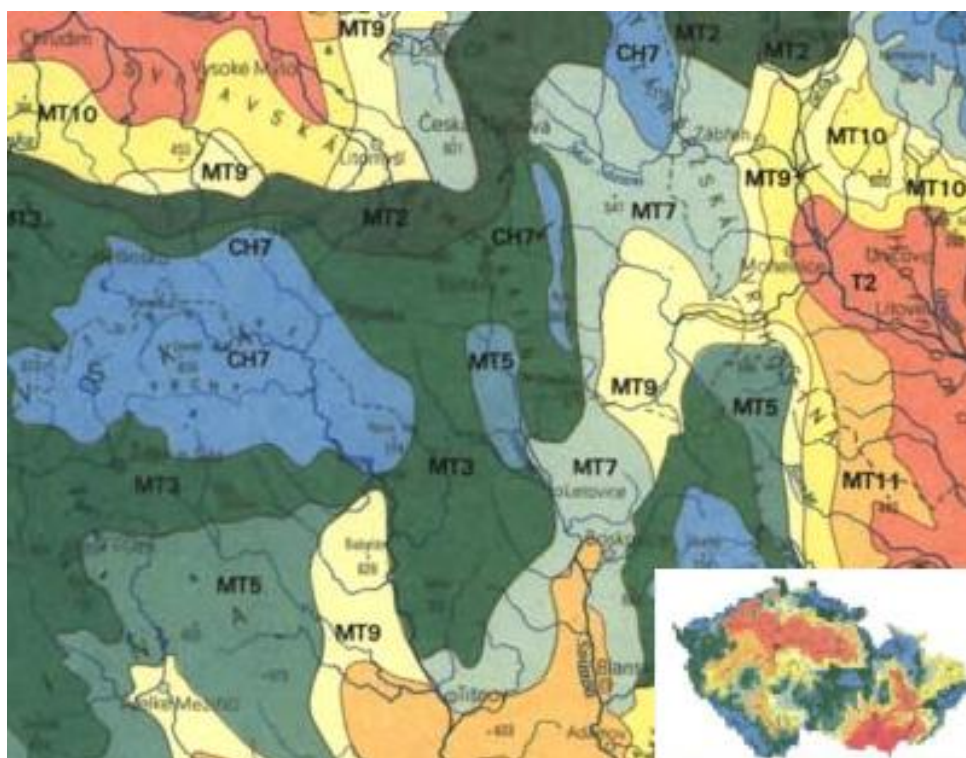
## 2.6 Klimatické poměry

Klimatické poměry jsou na území Poličska poměrně rozdílné, především díky vyšší poloze a převládajícím západním a severním větrům. Zatímco severovýchod a jihovýchod má průměrnou roční teplotu vyšší než 7 °C a průměrný úhrn srážek pod 600 mm, je centrální část území chladnější a vlhčí s průměrnou teplotou 6 °C.

Na základě regionálního hodnocení klimatu dle Quittovy klimatické klasifikace spadá řešené území do dvou klimatických oblastí. A to mezi mírně teplé – MT3 a chladné CH7. Linie klimatického rozhraní je téměř shodná s geomorfologickým rozhraním subprovincií Česká tabule a Českomoravská vrchovina.

V chladné oblasti CH7 je krátké léto (srážky až 720-780mm/rok), které je mírně chladné a vlhké. Přechodné období je velmi dlouhé s mírně chladným jarem a podzimem. Zima je dlouhá, mírně vlhká a nižší úrovní sněhové pokrývky a s teplotami v průměru místy až pod 6 °C. Území se nachází na závětrné straně Českomoravské vrchoviny, proto jsou zde nižší srážky.

V mírně teplé oblasti MT3 je krátké léto, které je mírné až mírně chladné. Přechodné období je normální až dlouhé, s mírným jarem a mírným podzimem. Zima je průměrně dlouhá, středně chladná s normálním až krátkým trváním sněhové pokrývky.[6]



Obr. 2.6: Mapa klimatických poměrů [7]

## 2.7 Čistota vody

Řešený úsek toku se nachází nedaleko od pramene a tak se nepředpokládá velké znečištění. Znečištění by mohlo být způsobeno smyvem ze zemědělsky obhospodařovaných půd a polí v okolí toku.

## 2.8 Energetické využití toku

Aby bylo možné energetické využití toku, je většinou nutné uměle vytvořit výškový rozdíl hladin a zabezpečit ustálenost průtoků. Z důvodu malých průtoků po většinu roku se zde o stavbě MVE neuvažuje.

## 2.9 Požadavky na odběry

V zájmovém úseku nejsou žádné zaznamenané odběry vody pro průmysl ani pro zemědělskou činnost. Ojedinele zde můžeme najít odběry pro soukromou zahrádkářskou činnost. V intravilánu lze nalézt množství výustí, které však nemají legální původ a měly by být odstraněny.

## 2.10 Splavnost toku

Zájmový úsek není splavný a s jeho splavněním není počítáno ani do budoucna. Hlavním důvodem jsou malé rozměry koryta a malá hloubka vody.

## 2.11 Zemědělství

V blízkém okolí Hartmanic výroba zahrnuje klasickou rostlinnou výrobu se zaměřením na pěstování obilovin, olejnin a technických plodin. Na jihu Hartmanic na Štěrbově kopci a Pod horním lesem jde především o pěstování máku, kukuřice a brambor. V živočišné výrobě se jedná o chov dojného českého skotu a prasat. Na obhospodařovaných pozemcích je uplatňováno konvenční zpracování půdy s orbou a kvalitním zapravením rostlinných zbytků, případně chlévského hnoje. Zemědělskou půdu v Hartmanicích a jeho okolí obhospodařují především soukromí zemědělci a firma Agro vysočina Bystré a.s..



Obr. 2.7: Zemědělské plochy v okolí Hartmanic [8]

## 2.12 Průmysl

Potravinářský průmysl vždy úzce souvisel s výrobou piva, masných a mléčných výrobků. Dominantní je masný průmysl, ZŘUD - Masokombinát Polička a.s.. Zaměřen je především na porážku vepřového a hovězího dobytka, jeho zpracování a přípravou masných výrobků. Významný je také podnik AGRICOL s.r.o., jenž se specializuje na zpracování vajec a mléka.

Strojírenský průmysl reprezentují Poličské strojírný a.s., zabývají se například výrobou mobilních pneumatických systémů, technologií pro měření a čerpání tekutin a také výrobou munice a trhací techniky. K místním strojírenským podnikům se řadí také továrna na hasící techniku, THT s.r.o., jenž vyrábí například čerpadla, kulové ventily či nádrže.

K dřevozpracujícímu průmyslu můžeme uvést Dřevozávod Pražan, s.r.o..

## 2.13 Lesnictví

K Hartmanicím přímo nepřiléhá žádný velký lesnický celek, ale v okolí se nachází rozsáhlé zalesněné území.

Rozsáhlé lesy se nachází na sever od Hartmanic v okolí obce Hamry a na východě až jihovýchodě v okolí Svojanova. Ve struktuře lesního porostů je významná převaha jehličnatých dřevin, jako smrk, jedle a borovice – až 84%. Převažují lesy hospodářské - asi 99% porostové plochy. Ve věkové struktuře převládají dospívající porosty v 7. až 9. věkovém stupni.

## 2.14 Rekreační využití

Tok není určen k rekreačnímu využití. V okolí lze ale v průběhu roku provozovat spoustu rekreačních činností. V modelovém území reprezentována běžčeským lyžováním, turistikou a cykloturistikou. Nejvýznamnějšími turistickými cíly je město Polička, hrad Svojanov a zámek Bystré. Rozšířené je zde také houbaření a sběr lesních plodů. Velmi rozšířeným způsobem trávení volného času je zde chataření.

## 2.15 Životní prostředí

V intravilánu obce byla mezi lety 1963-1968 provedena technická úprava toku z důvodu ochrany obce před povodněmi, které obec pravidelně zasahovaly. Úpravou bylo koryto toku zkapacitněno, byly opevněny svahy i dno koryta, takže již nedochází k jeho vymílání a porušení při povodni. Úpravou toku nebylo nijak poškozeno životní prostředí.

Dlouho zde hygienu životního prostředí znehodnocovala absence likvidace odpadních vod. V roce 2016 zde byla vybudována nová kanalizace spotu s čistírnou odpadních vod.

### 3 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU ŘEŠENÉHO ÚSEKU

Součástí této práce je zhodnocení současného stavu Hartmanického potoka v říčním kilometru 0,400-1,234 a návrh úpravy tohoto úseku. Účelem úpravy je revitalizace a stabilizace koryta toku a v případě potřeby úprava příčného profilu toku za účelem zkapacitnění. Nedílnou součástí práce je také zhodnocení stavu vegetačního doprovodu toku a jeho případná náprava.

Zhodnocení stavu toku, jeho vegetačního doprovodu, výpočet sklonu svahů a podélného sklonu je provedeno na základě vlastní prohlídky a vlastním podrobném zaměření lokality. Jiné podklady nebylo možné zajistit.

Kvůli přehlednosti je řešený úsek rozdělen na 6 úseků. Rozdělení je provedeno s ohledem na stav vegetačního doprovodu, tvar a případnou úpravu příčného profilu. Šířku v hladině udáváme při průtoku odpovídající Q1, tedy 0,57 m<sup>3</sup>/s.

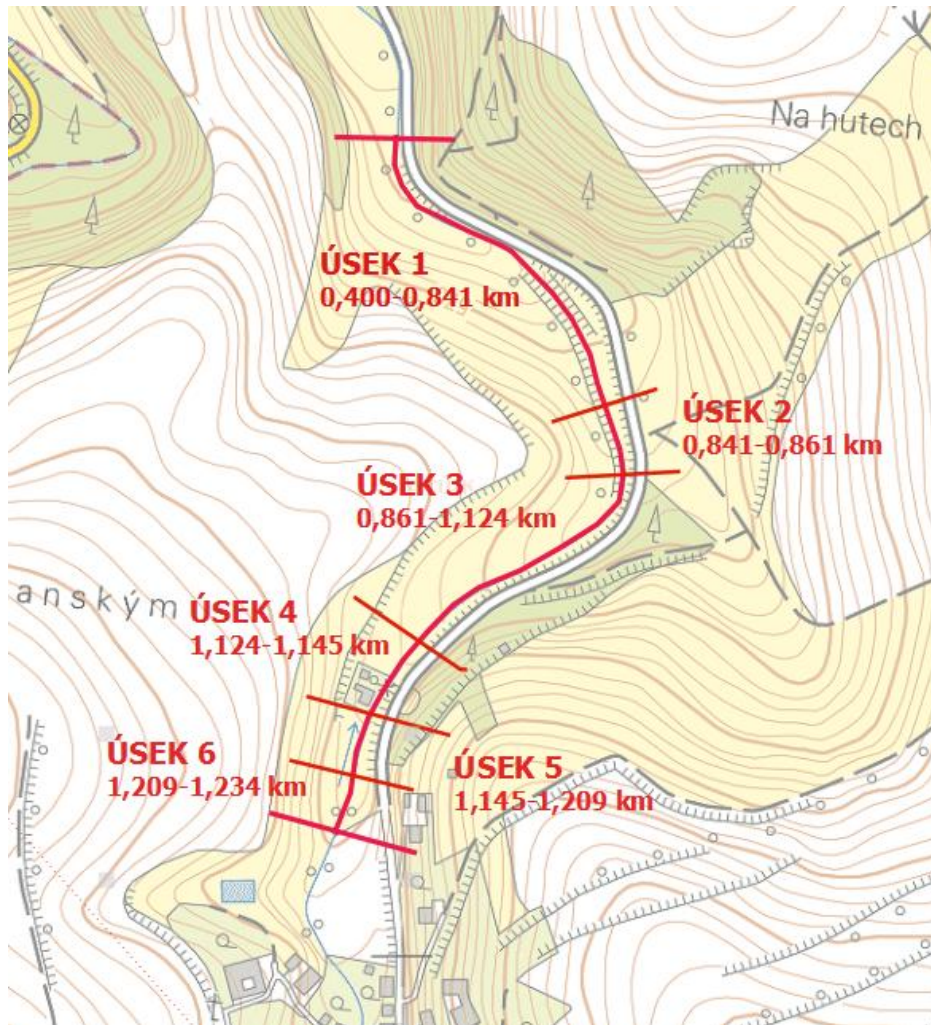
Vegetační doprovod toku je hodnocen dle „Metodiky hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu toku“ (Tab. 3.1). V této metodice je každý břeh posuzován zvlášť. Hodnocení dílčích úseků vychází z obodování jednotlivých kritérií (1= nejlepší stav, 3= nejhorší stav) a následného zařazení úseků do jedné ze tří možných skupin. Tyto skupiny pak ukazují jaký je současný stav vegetačního doprovodu. [9]

Tab. 3.1 Metoda hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu

Kritérium hodnocení			Počet bodů
A	% poškozených, či nevhodných dřevin	do 30%	1
		do 60%	2
		nad 60%	3
B	Počet vegetačních pater	1 vegetační patro	3
		2 vegetační patra	2
		3 vegetační patra	1
C	Šířka vegetačního pásma	do 7 m	3
		7 - 10 m	2
		nad 10 m	1
D	Druhová rozmanitost dřevin	do 3 druhů	3
		4 - 6 druhů	2
		7 a více druhů	1
E	Relativní hustota porostů	souvislý porost s místními průhledy na hladinu	1
		střední a velké skupiny porostů	2
		bez porostů, malé skupiny, solitery	3

Hodnocený úsek zatřídíme dle součtu získaných bodů do kategorií [9]:

5 – 6 bodů	vegetační doprovod v dobrém stavu	skupina A
7 – 8 bodů	v úseku jsou nutné úpravy, dosadby	skupina B
≥ 9 bodů	nutné rozsáhlé zásahy, případně obnova	skupina C



Obr. 3.1: Situace hodnocených úseků [1]

### 3.1 Úsek č. 1: ř. km 0,400-0,841

#### 3.1.1 Příčný profil

V tomto úseku se příčný profil Hartmanického potoka neustále mění. Koryto zde má převážně tvar nepravidelného lichoběžníku. Sklon svahů je v rozmezí od 1:0,5- 1:3. Šířka ve dně se pohybuje v intervalu 0,6 – 2,5m. Šířka v hladině je od 1m do 2,4 m. Břehy jsou v mnoha místech nestabilní, dochází zde k podemílání a sesuvům. Koryto zde není nijak

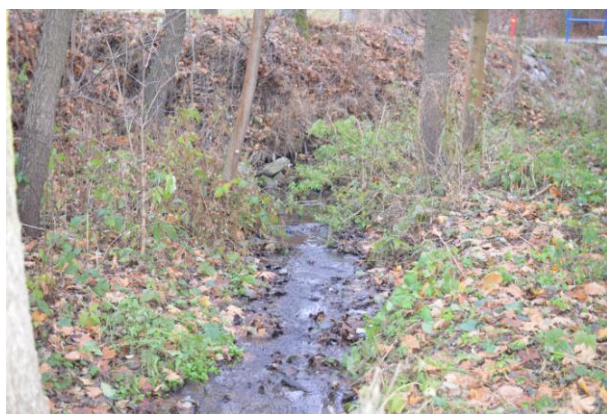
opevněno ani jinak upraveno. Dochází k vymílání dna, zahlubování koryta a zanášení toku naplaveným dřevem.



Obr. 3.2 Příčný profil v úseku č.1 [15]



Obr. 3.4 Příčný profil v úseku č.1 [15]



Obr. 3.3 Příčný profil v úseku č.1 [15]



Obr. 3.5 Podemletí břehu [15]

### 3.1.2 Podélný sklon

V úseku č. 1 je průměrný podélný sklon dna 33,20 %. Dno toku nebylo nikdy opevněno, ani jinak upraveno a dochází k jeho vymílání.

Tab. 3.2 Hodnoty podélného sklonu v úseku č. 1

ÚSEK Č. 1					
ř.km	0,400 - 0,841	kóta dna dolního profilu	557,96 m n. m.	výška	14,64 m
délka	441m	kóta dna horního profilu	572,60 m n. m.	sklon	33,20 ‰

### 3.1.3 Objekty

V úseku č.1 se nenachází žádné objekty.

### 3.1.4 Vegetační doprovod

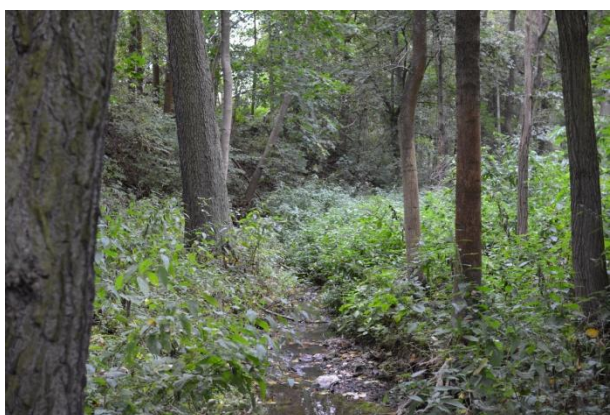
Koryto toku je místy hustě zarostlé keři a travinami. Množství vzrostlých stromů je nevhodně umístěno v průtočném profilu koryta. Snižuje se tak kapacita toku a je ohrožena stabilita břehů.



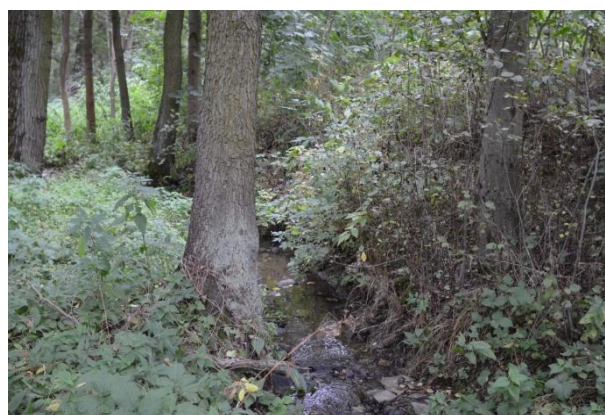
Obr. 3.6: Vegetační doprovod v úseku č. 1 [15]



Obr. 3.8: Nevhodně umístěný strom [15]



Obr. 3.7: Vegetační doprovod v úseku č. 1 [15]



Obr. 3.9: Nevhodně umístěný strom [15]

Tab. 3.3 Hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu v úseku č. 1

Kritérium hodnocení		body LB	body PB
A	% poškozených, či nevhodných dřevin	1	2
B	Počet vegetačních pater	1	1
C	Šířka vegetačního pásma	2	2
D	Druhovú rozmanitost dřevin	2	2
E	Relativní hustota porostů	1	1
$\Sigma$		7	8

Součet získaných bodů je na levém břehu 7 a na pravém břehu 8. Oba břehy tedy spadají do skupiny B a jsou nutné úpravy či dosadby.

## 3.2 Úsek č. 2: ř. km 0,841-0,861

### 3.2.1 Příčný profil

V tomto úseku má příčný profil tvar pravidelného lichoběžníku. Sklon svahů je v poměru 1:0,8-1,2. Šířka ve dně se pohybuje v intervalu 1,45-1,6 m. Šířka v hladině 2,3 – 2,4 m. Koryto je opevněno kamenem položeným do betonového lože. Koryto zarůstá vegetací, což by mohlo v budoucnu způsobit jeho porušení.



Obr. 3.10: Příčný profil úseku č. 2[15]



Obr. 3.11: Příčný profil úseku č. 2[15]

### 3.2.2 Podélný profil

Průměrný sklon úseku je 22,5‰. Dno je opevněno kamenem uloženým do betonu.

Tab. 3.4 Hodnoty podélného skonu v úseku č. 2

ÚSEK Č. 2					
ř.km	0,841-0,861	kóta dna dolního profilu	572,60 m n. m.	výška	0,45 m
délka	20 m	kóta dna horního profilu	573,05 m n. m.	sklon	22,5 ‰

### 3.2.3 Objekty

Most M1 v ř. km 0,854 slouží jako přístupový most k nově vybudované ČOV. Proudění přes most je zajištěno skrz propustek obdélníkového tvaru o výšce 1,4 m a šířce 1,5 m. Spodní hrana mostovky o výšce 0,5 m je ve výšce 574,21 m n. m. Šířka mostu je 7,5 m. Kapacitní průtok je 3,2 m<sup>3</sup>/s, což odpovídá průtoku při Q20.



Obr. 3.12 Most M1 s propustkem [15]



Obr. 3.13: Výpusť V1 [15]

Výpusť V1 v ř. km 0,843 slouží k vypouštění vyčištěných odpadních vod z přilehlé ČOV.

### 3.2.4 Břehový doprovod

V úseku č. 2, břehový doprovod, kromě zatravnění, úplně chybí. Bylo by zde zapotřebí doplnění keřového i stromového pásma. Absence vegetačního doprovodu je znatelná na Obr. 3.10.

Tab. 3.5 Hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu v úseku č. 2

Kritérium hodnocení		body LB	body PB
A	% poškozených, či nevhodných dřevin	1	1
B	Počet vegetačních pater	3	3
C	Šířka vegetačního pásma	3	3
D	Druhovú rozmanitost dřevin	3	3
E	Relativní hustota porostů	3	3
$\Sigma$		<b>13</b>	<b>13</b>

Součet získaných bodů je na levém i pravém břehu 13. Spadají tedy do skupiny C a potřebují rozsáhlé zásahy či celkovou obnovu.

## 3.3 Úsek č. 3: ř. km 0,861-1,124

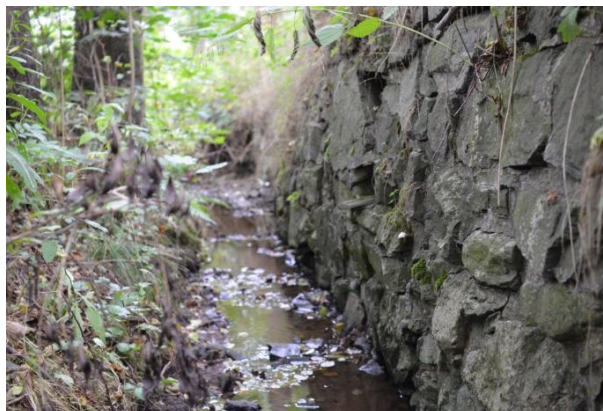
### 3.3.1 Příčný profil

V tomto úseku je příčný profil velice proměnlivý. Má tvar nepravidelného lichoběžníku se sklony svahů od 1: 0,1- 1:3,1. Šířka ve dně se pohybuje od 0,8- 2,9 m. Šířka v hladině 1,16 – 2,3 m. V ř. km 0,987-0,999 tvoří pravý svah koryta téměř kolmá, kamenem opevněná stěna. Stěnou místy prorůstají dřeviny, způsobující uvolnění a vypadávání jednotlivých kamenů opevnění. To by mohlo v budoucnu ohrozit stabilizační funkci opevnění

a ohrožit i stabilitu přiléhající vozovky. Jinak není koryto nijak upraveno ani opevněno. I zde dochází z podemílání břehů a zanášení toku naplaveným dřevem.



Obr. 3.14: Příčný profil úseku č. 3 [15]



Obr. 3.15: Kamenné opevnění [15]



Obr. 3.16: Příčný profil úseku 3 [15]



Obr. 3.18: Podemletí břehu [15]



Obr. 3.17: Podemletí břehu, zanesení koryta [15]



Obr. 3.19: Sesuv břehu [15]

### 3.3.2 Podélný profil

Na úseku se nenachází žádné spádové stupně. Podélný sklon je 42,02%.

**Tab. 3.6 Hodnoty podélného skonu v úseku č. 3**

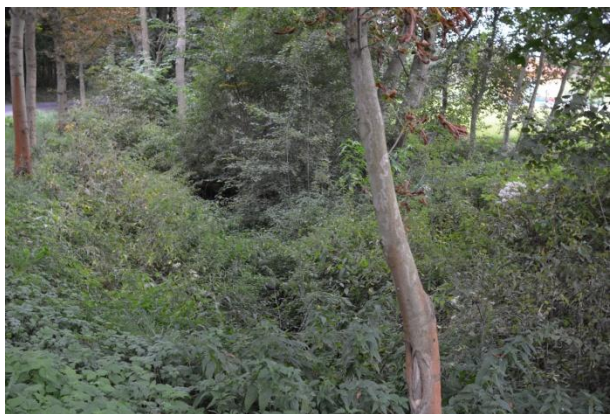
ÚSEK Č. 3					
ř.km	0,861-1,124	kóta dna dolního profilu	573,05 m n. m.	výška	11,05 m
délka	263 m	kóta dna horního profilu	584,10 m n. m.	sklon	42,02 ‰

### 3.3.3 Objekty

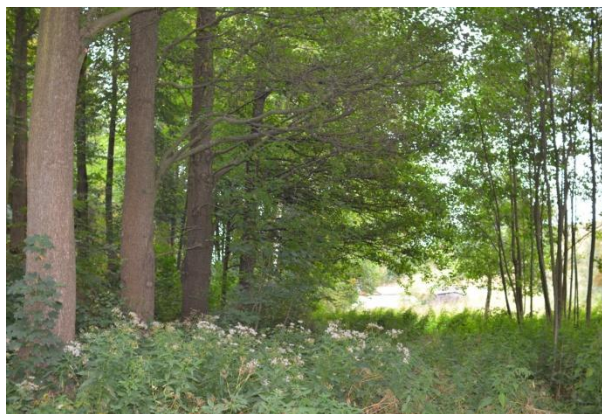
V úseku č. 3 nejsou žádné objekty.

### 3.3.4 Vegetační doprovod

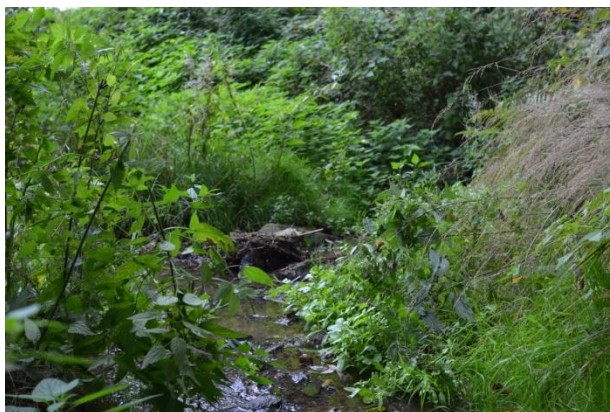
Břehový doprovod je zde tvořen převážně náletovými dřevinami, kterými zarostlo téměř celé koryto toku. Celkově je průchodnost kolem toku značně problematická. Je zde mnoho nevhodně umístěných dřevin jenž ohrožují stabilitu břehů.



**Obr. 3.20 Koryto zarostlé nálety [15]**



**Obr. 3.21 Koryto zarostlé nálety [15]**



**Obr. 3.21: Koryto zarostlé nálety [15]**



**Obr. 3.22: Koryto zarostlé nálety [15]**

**Tab. 3.7** Hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu v úseku č. 3

Kritérium hodnocení		body LB	body PB
<b>A</b>	% poškozených, či nevhodných dřevin	1	1
<b>B</b>	Počet vegetačních pater	1	1
<b>C</b>	Šířka vegetačního pásma	3	3
<b>D</b>	Druhová rozmanitost dřevin	2	2
<b>E</b>	Relativní hustota porostů	2	2
$\Sigma$		<b>9</b>	<b>9</b>

Součet bodů na levém i pravém břehu je 9. Úsek spadá do skupiny C a potřebuje rozsáhlou úpravu či obnovu.

### 3.4 Úsek č. 4: ř. km 1,124 – 1,145

#### 3.4.1 Příčný profil

Tvar koryta zde postupně přechází z obdélníku do tvaru nepravidelného lichoběžníku s jednostranným zešikmením břehu ve sklonu 1:1,5. Šířka ve dně je 2,0 m. Šířka v hladině 1,50 – 2,5 m. Koryto je opevněno pomocí kamene položeného do betonu. Místy je opevnění porušeno a uvolňují se z něj jednotlivé kameny. Opevnění začíná zarůstat vegetací, což by mohlo v budoucnu způsobit jeho značné porušení.



Obr. 3.23: Příčný profil úseku 4 [15]



Obr. 3.24: Příčný profil úseku 4 [15]

#### 3.4.2 Podélný profil

Ani v této části toku se nenachází žádné stupně. Podélný sklon úseku činí 31,90‰.

**Tab. 3.8** Hodnoty podélného sklonu v úseku č.4

ÚSEK Č. 4					
ř.km	1,124 - 1,145	kóta dna dolního profilu	584,10 m n. m.	výška	0,67 m
délka	21 m	kóta dna horního profilu	584,77 m n. m.	sklon	31,90 ‰

### 3.4.3 Objekty

Most M2 v ř. km 1,1283 je prvním mostem v řešeném úseku. Slouží jako most pro silniční dopravu. Spodní hrana betonové mostovky je na pravém břehu ve výšce 591,91 m n. m. a na levém břehu ve výšce 591,89 m n. m., mostovka má výšku 20 cm. Šířka mostovky je 3,5m. Kapacitní průtok mostu je 4,2 m<sup>3</sup>/s.

Lávka pro pěší M3 v ř. km 1,137 má mostovku šířky 7 cm na pravé straně břehu ve výšce 592,03 m n. m., na levé straně břehu ve výšce 591,89. Šířka mostu 0,6m. Kapacitní průtok lávky je 4,3 m<sup>3</sup>/s.



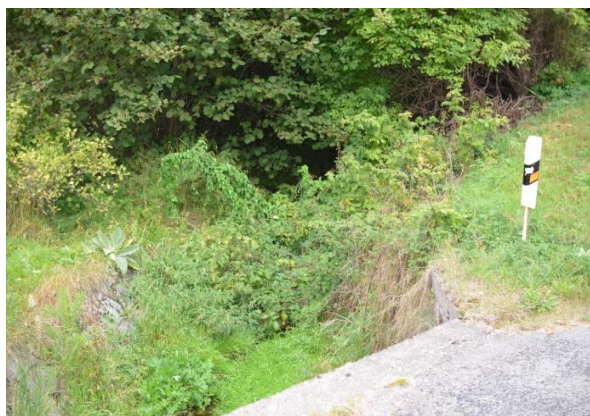
Obr. 3.25: Most M2 [15]



Obr. 3.26: Most M3 [15]

### 3.4.4 Vegetační doprovod

Vegetační doprovod je nedostatečný. Z druhové skladby zde najdeme tůje západní (*Thuja occidentalis*), růži šípkovou (*Rosa canina*) či vrbu košíkářskou (*Salix viminalis*).



Obr. 3.27: Zarostlý tok a opevnění [15]



Obr. 3.28: Břehový doprovod v úseku č.4 [15]

Tab. 3.9 Hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu v úseku č. 4

Kritérium hodnocení		body LB	body PB
A	% poškozených, či nevhodných dřevin	1	2
B	Počet vegetačních pater	3	1
C	Šířka vegetačního pásma	3	3
D	Druhovú rozmanitost dřevin	3	2
E	Relativní hustota porostů	3	2
$\Sigma$		13	10

Součet bodů je na levém břehu 13 a na pravém 10. Úsek tedy spadá do skupiny C a potřebuje rozsáhlou úpravu či obnovu.

### 3.5 Úsek č. 5: ř. km 1,145 – 1,209

#### 3.5.1 Příčný profil

Příčný profil má v úseku č. 5 tvar lichoběžníku a svahů v poměru 1:1,6 – 1:1,9. Šířka ve dně je mezi 1,1-1,3 m. Šířka v hladině činí 1,50 – 2,15 m. Koryto zde není nijak upraveno ani opevněno.



Obr. 3.29: Příčný profil úseku č.5 [15]



Obr. 3.30: Prosekaný příčný profil úseku č.5 [15]

#### 3.5.2 Podélný profil

V úseku č. 5 se nachází 3 dřevěné spádové stupně. Podélný sklon se mezi jednotlivými stupni liší.

1. stupně S1 - S2, podélný sklon 18,66%,
2. stupně S2 - S3, podélný sklon 5,00%

3. stupeň S3 - konec úseku, podélný sklon 41,76‰.

Průměrný podélný sklon v úseku činí 30,31‰.

**Tab. 3.10** Hodnoty podélného sklonu v úseku č. 5

ÚSEK Č. 5					
PRŮMĚRNÝ SKLON					
ř.km	1,145-1,209	kóta dna dolního profilu	584,77 m n. m.	výška	2,40 m
délka	64 m	kóta dna horního profilu	587,17 m n. m.	sklon	37,50 ‰
DÍLČÍ SKLON 1					
ř.km	1,145-1,188	kóta dna dolního profilu	585,07 m n. m.	výška	0,80 m
délka	43 m	kóta dna horního profilu	585,87 m n. m.	sklon	18,60 ‰
DÍLČÍ SKLON 2					
ř.km	1,188-1,192	kóta dna dolního profilu	586,16 m n. m.	výška	0,02 m
délka	4 m	kóta dna horního profilu	586,18 m n. m.	sklon	5,00 ‰
DÍLČÍ SKLON 3					
ř.km	1,192-1,209	kóta dna dolního profilu	586,47 m n. m.	výška	0,70 m
délka	17 m	kóta dna horního profilu	587,17 m n. m.	sklon	41,18 ‰

### 3.5.3 Objekty

V úseku se nachází 3 dřevěné spádové stupně.

- stupeň S1 v ř. km 1,145 -29,8 cm.
- stupeň S2 v ř. km 1,188 -29,4 cm
- stupeň S3 v ř. km 1,192 -29,0 cm.



**Obr. 3.31:** Dřevěné prahy [15]



**Obr. 3.32:** Dřevěný práh [15]

### 3.5.4 Vegetační doprovod

Úplná absence stromového a keřového pásma. Koryto zarůstá náletovými travinami.



Obr. 3.33 Břehový doprovod v úseku č. 5 [15]



Obr. 3.34 Břehový doprovod v úseku č. 5 [15]

Tab. 3.11 Hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu v úseku č. 5

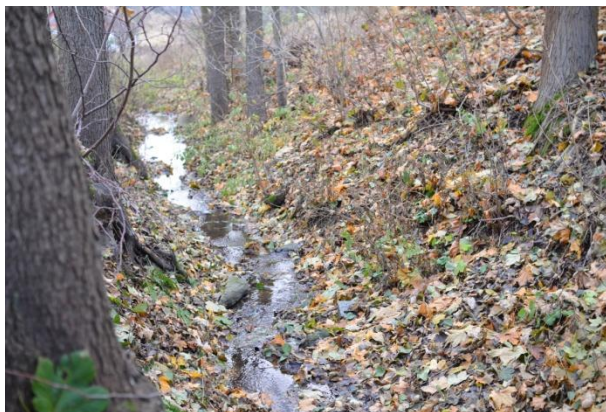
Kritérium hodnocení		body LB	body PB
A	% poškozených, či nevhodných dřevin	1	1
B	Počet vegetačních pater	3	3
C	Šířka vegetačního pásma	3	3
D	Druhová rozmanitost dřevin	3	3
E	Relativní hustota porostů	3	3
$\Sigma$		<b>13</b>	<b>13</b>

Součet bodů je na levém i pravém břehu úseku 13. Úsek spadá do skupiny C a potřebuje rozsáhlou úpravu či obnovu.

## 3.6 Úsek č. 6: ř.km 1,209 – 1,234

### 3.6.1 Příčný profil

V úseku č. 4 je příčný profil velice proměnlivý. Převážně má tvar nepravidelného lichoběžníku se sklony svahů od 1:0,9 – 1:2,2. Šířka koryta ve dně se pohybuje mezi 1,1-1,3 m. Šířka v hladině je 1,6 - 3,3 m. Koryto je zde z větší části neopevněné, avšak na konci úseku lze najít dřevěné opevnění svahů pomocí podélně položené kulatiny, jenž je zajištěna pilotami z téhož materiálu. V roce 2016 byla obci Hartmanice vybudována v blízkosti toku nová kanalizace a ČOV. Během stavby došlo pojezdem vozidel přes tok k jeho značnému porušení a místy k úplné devastaci dřevěného opevnění.



Obr. 3.35: Příčný profil úseku 6 [15]



Obr. 3.36: Příčný profil úseku 6 [15]

### 3.6.2 Podélný profil

Průměrný podélný sklon úseku je 39,28 ‰.

Tab. 3.12 Hodnoty podélného klonu v úseku č.6

ÚSEK Č. 6					
ř.km	1,209-1,234	kóta dna dolního profilu	587,17 m n. m.	výška	0,98 m
délka	25 m	kóta dna horního profilu	588,15 m n. m.	sklon	39,28 ‰

### 3.6.3 Objekty

Pravý břeh úseku je opevněn pomocí podélně poležené dřevěné kulatiny. To je však již ve velmi špatném stavu. V tomto úseku se jinak nenachází žádné objekty.

### 3.6.4 Vegetační doprovod

V úseku č. 6 je tok z důvodu velkého množství náletů téměř nepřístupný.



Obr. 3.37: Nepřístupné koryto v úseku 6 [15]



Obr. 3.38: Vegetační doprovod úseku 6 [15]

**Tab. 3.13** Hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu v úseku č. 6

Kritérium hodnocení		body LB	body PB
A	% poškozených, či nevhodných dřevin	2	2
B	Počet vegetačních pater	3	2
C	Šířka vegetačního pásma	3	3
D	Druhovú rozmanitost dřevin	1	2
E	Relativní hustota porostů	2	2
$\Sigma$		<b>11</b>	<b>11</b>

Součet bodů je pro levý i pravý břeh 11. Úsek tedy spadá do skupiny C a potřebuje rozsáhlou obnovu a úpravu.

Co se týče druhové skladby vegetačního doprovodu, v bylinném pásmu najdeme například kopřivu dvoudomou (*Urtica dioica*) či bodlák obecný (*Carduus acanthoides*). Skladba keřového pásma je tvořená převážně nevhodnými, náletovými dřevinami, například maliníku obecného (*Rubus idaeus*), ostružníku křovitého (*Rubus fruticosus*), bezu černého (*Sambucus nigra*) či lískou obecnou (*Corylus avellana*). Stromové pásmo je zastoupeno především stromy jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*), javoru horského (*Acer pseudoplatanus*), javoru mléčného (*Acer platanoides*) a břízy bělokoré (*Betula pendula*).

## 4 HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING TOKU

### 4.1 Úvod

Monitoring hydromorfologických charakteristik toků představuje součást systému monitoringu složek ekologického stavu vodních útvarů pro naplnění požadavků Rámcové směrnice o vodní politice ES 2000/60/ES (ES 2000, dále RSV).

### 4.2 Princip mapování

Monitoring hydromorfologického stavu toků probíhá formou terénního mapování vybraných hydromorfologických charakteristik toků a údolní nivy. Tok je mapovatelem rozdělen na úseky dle trasy toku, využití údolní nivy a upravenosti břehu. V rámci těchto úseků se zjišťují hodnoty vybraných hydromorfologických charakteristik toku a údolní nivy. Tyto hodnoty jsou zaznamenány do mapovacího formuláře a zároveň jsou do mapy zakreslovány hranice vymezených úseků.

Hydromorfologické charakteristiky jsou bodově hodnoceny od 1 do 5, přičemž hodnocení 1 představuje nejlepší stav a 5 nejhorší. Výsledná morfologická kvalita úseku je vypočtena jako vážený průměr bodů jednotlivých charakteristik. Z hydromorfologických kvalit všech úseků vypočtena hydromorfologická kvalita vodního útvaru jako jejich vážený průměr, kde vahou je délka úseku. [10]

Tab. 4.1 Klasifikace hydromorfologického stavu [10]

SKÓRE		TŘÍDA	HYDROMORFOLOGICKÝ STAV
≥	<		
1,0	- 1,5	1	přírodně blízký
1,5	- 2,5	2	slabě modifikovaný
2,5	- 3,5	3	středně modifikovaný
3,5	- 4,5	4	značně modifikovaný
4,5	- 5,0	5	silně modifikovaný

### **4.3 Monitorované ukazatele**

V rámci metodiky HEM jsou ukazatele hydromorfologické kvality hodnoceny ve třech zónách říčního prostředí:

#### **Koryto**

1. Upravenost trasy toku (TRA)
2. Variabilita šířky koryta (VSK)
3. Variabilita zahloubení v podélném profilu (VHL)
4. Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)
5. Dnový substrát (DNS)
6. Upravenost dna (UDN)
7. Mrtvé dřevo v korytě (MDK)
8. Struktura dna (STD)
9. Charakter proudění (PRO)
10. Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)
11. Podélná průchodnost koryta (PPK)

#### **Říční břehy/příbřežní zóna**

12. Upravenost břehu (UBR)
13. Břehová vegetace (BVG)
14. Využití příbřežní zóny (VPZ)

#### **Inundační území**

15. Využití údolní nivy (VNI)
16. Průchodnost inundačního území (PIN)
17. Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)[10]

## 4.4 Vlastní hodnocení

Vzhledem k délce a tvaru trasy toku a tvaru příčného profilu koryta, nedošlo k dělení na dílčí úseky a řešený úsek se hodnotí jako celek.

Tab. 4.2 Bodování jednotlivých ukazatelů [10]

UKAZATELÉ		BODY
1.	Upravenost trasy toku (TRA)	1
2.	Variabilita šířky koryta (VSK)	2
3.	Variabilita zahlužení v podélném profilu (VHL)	2
4.	Variabilita hloubek v příčném profilu (VHP)	2
5.	Dnový substrát (DNS)	3
6.	Upravenost dna (UDN)	2
7.	Mrtvé dřevo v korytě (MDK)	2
8.	Struktura dna (STD)	4
9.	Charakter proudění (PRO)	3
10.	Ovlivnění hydrologického režimu (OHR)	2
11.	Podélná průchodnost koryta (PPK)	2
12.	Upravenost břehu (UBR)	3
13.	Břehová vegetace (BVG)	3
14.	Využití příbřežní zóny (VPZ)	2
15.	Využití údolní nivy (VNI)	4
16.	Průchodnost inundačního území (PIN)	5
17.	Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK)	4
<b>Výsledná hydromorfologická kvalita úseku</b>		<b>2,71</b>

Výsledná morfologická kvalita řešeného úseku je HMS= 2,71. Jedná se tedy o středně modifikovaný stav (třída 3).

Do hodnocení se negativně promítlo především využití údolní nivy a průchodnost inundačním územím. Údolní niva je využívána především pro zemědělské účely, avšak lze zde najít i pár ploch ponechaných přirozenému vývoji. Nejhůře je hodnocena průchodnost inundačního území kvůli pozemní komunikaci, která vede souběžně s vodním tokem. Co se stability břehu týče, jsou zde břehové nátrže a sesuvy břehu jenž by budoucnu mohly ohrozit stabilitu přilehlé pozemní komunikace.

## 5 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

### 5.1 Výpočet průtoků

#### 5.1.1 Metoda podle Čerkašina

Pro malá povodí s plochou menší než je 300 km<sup>2</sup> se pro výpočet stoleté vody užívá vzorec podle Čerkašina, tzv. objemový vzorec. [11]

Kulminační průtok  $Q_{100}$  [m<sup>3</sup>/s]:

$$Q_{100} = \frac{24,7 \cdot \varphi \cdot F \cdot v_s^{2/3}}{p \cdot L_u^{2/3}}$$

kde:  $Q_{100}$ .....kulminační průtok s průměrnou dobou opakování  $N=100$ ,

$\varphi$  .....objemový součinitel odtoku,

$v_s$ .....střední doba doběhu vody v povodí,

$F$ .....plocha povodí v km<sup>2</sup>,

$p$ .....koeficient vyjadřující závislost kulminace tvaru povodí  $p = f\left(\frac{L_u^2}{F}\right)$ ,

$L_u$  ... ..délka údolnice.

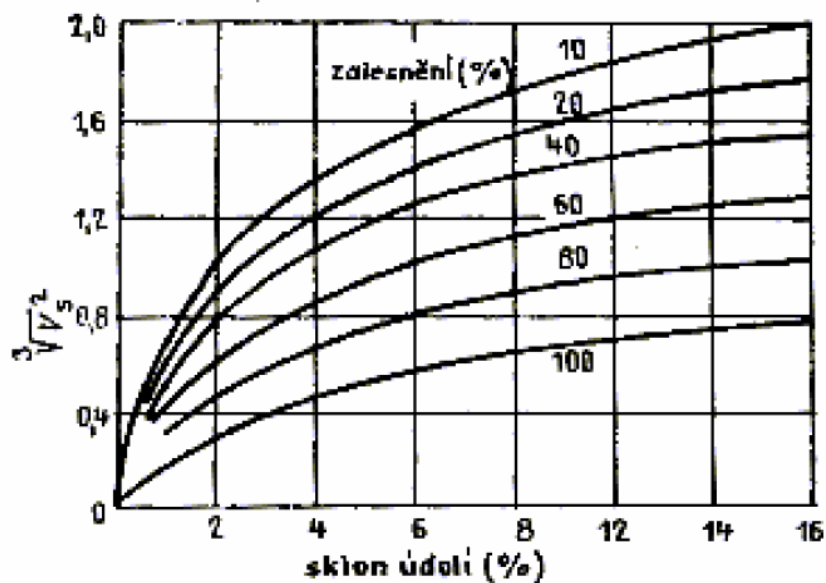
Nejdříve určíme průměrný sklon toku  $J$ , který se vypočítá z převýšení terénu  $\Delta H$  a celkové délky toku  $L$ . Převýšení  $\Delta H$  se počítá od prameniště po závěrový profil toku.

Průměrný sklon toku  $J$ [%]:

$$J = \frac{\Delta H}{L} = \frac{677 - 548}{3124} = 4,13\%$$

Objemový součinitel odtoku  $\varphi$  vychází z mapy izolinií pro Českou Republiku. Mapa vyjadřuje poměr spadlého a skutečně odtečeného objemu vody z povodí. V zájmovém území je objemový součinitel  $\varphi = 0,41$  [-].

Zalesněnost z celkové plochy povodí je menší než 10%. Díky znalosti zalesněnosti povodí a průměrného sklonu toku můžeme pomocí interpolace z grafu na Obr. 4.1 určit střední rychlost doběhu. Pro řešenou lokalitu je  $v_s = 1,38$  [m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>].



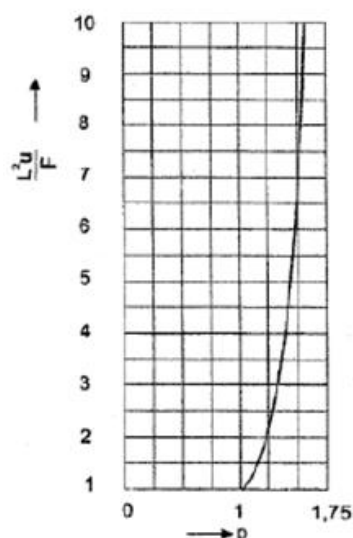
Obr. 5.1: Závislost střední doby doběhu náklonu údolnice a zalesnění povodí[11]

Doba koncentrace neboli doba trvání kritického deště  $t'$  se počítá jako doba doběhu jedné elementární částice deště z hydraulicky nejvzdálenějšího profilu toku k závěrovému profilu povodí.

Doba trvání kritického deště  $t'$  [hod]:

$$t' = t = \frac{L}{v_s} = \frac{3124}{1,38} = 2263,77 \text{ s} = 0,63 \text{ hod}$$

Koeficient vyjadřující závislost kulminace na tvaru povodí se vyjadřuje z grafu na obr 5.2. Pro povodí Hartmanického potoka je koeficient  $p = 1,42$ .



Obr. 5.2: Koeficient vyjadřující závislost velikosti kulminace na tvaru povodí [11]

Dopočet maximálního průtoku  $Q_{100}[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$

$$Q_{100} = \frac{24,7 \cdot \varphi \cdot F \cdot v_s^{2/3}}{p \cdot L_u^{2/3}} = \frac{24,7 \cdot 0,41 \cdot 2,305 \cdot 1,38^{2/3}}{1,42 \cdot 3,124^{2/3}} = 9,53 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

### 5.1.2 Metoda dle Sokolovského

Kulminační průtok lze spočítat dle Sokolovského ze vzorce:

$$Q_N = \frac{k \cdot H_{td,N} \cdot \varphi \cdot F \cdot f}{t_k}$$

kde:  $Q_N$ .....kulminační průtok,

F.....plocha povodí,

$H_{td,N}$  ....výška deště o době trvání  $t_d$  a době opakování N,

$\varphi$ .....objemový součinitel odtoku,

$t_k$ .....doba koncentrace,

f.....součinitel tvaru hydrogramu ( $f=0,6$ ),

k.....rozměrový součinitel ( $k= 0,28$ ).

uvažujeme  $t_d= 15 \text{ min}$ )[12]

Po dosazení do vzorce (csds):

$$Q_N = \frac{k \cdot H_{td,N} \cdot \varphi \cdot F \cdot f}{t_k} = \frac{0,28 \cdot 35,76 \cdot 0,41 \cdot 2,305 \cdot 0,6}{0,63} = 9,03 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Přepočet průtoků

Přepočet na jiný návrhový průtok lze provést pomocí vztahu:

$$Q_N = Q_{100} \cdot \alpha_N$$

kde:  $Q_N$  ..... návrhový průtok,

$Q_{100}$ .....maximální povodňový průtok,

$\alpha_N$ .....součinitel závislý na lesnatosti a sklonu povodí. [12]

**Tab. 5.1 Hodnoty N-letých průtoků**

N let	1	2	5	10	20	50	100
$\alpha_N$	0,06	0,08	0,13	0,21	0,34	0,62	1,00
Čerkašín	0,55	0,74	1,20	1,94	3,14	5,72	9,23
Sokolovský	0,58	0,77	1,25	2,02	3,27	5,97	9,62
$\phi$	0,57	0,75	1,23	1,98	3,20	5,84	9,43

## 5.2 Program HEC-RAS 4.1.0

Software HEC-RAS byl vyvinut v hydrologickém inženýrském centru, v divizi Ústavu vodních zdrojů, jenž je financováno ze zdrojů americké federální vlády. Program je volně stažitelný na stránkách – [www.hec.usace.army.mil](http://www.hec.usace.army.mil)

Při výpočtu pomocí programu HEC-RAS vycházíme z jednorozměrného modelu, vhodného pro výpočet proudění v přirozených i upravených korytech. Použito je zde ustálené nerovnoměrné proudění vody v otevřených korytech. Základní výpočet je založen na výpočtu dle metody po úsecích. V jednorozměrném modelu jsou výpočty zjednodušeny, avšak pro naše potřeby je přesnost výsledků dostatečná. Ztráty energie se zde počítají jako ztráty třením dle Maningovy rovnice. Do základní geometrie toku lze zadat spoustu objektů, jako jsou například mosty, propustky, soutoky, bifurkace a jezy, jenž ovlivní výsledné hodnoty výpočtu. [13]

Pro stanovení průtoků v řešeném úseku Hartmanického potoka je použit 1D model ustáleného nerovnoměrného proudění v otevřených korytech kde je využito metody po úsecích. Metoda po úsecích se používá, když se po délce toku vlivem proměnných sklonů koryta, proměnných příčných profilů a drsností mění průtočná plocha a rychlost, ale průtok zůstává konstantní v čase. Ve směru proudění vody dochází ke ztrátám energie v důsledku tření o dno a břehy a mezi vlivem viskozity mezi jednotlivými proudovými vlákny a ztráty místní způsobené změnami příčného profilu koryta.

### 5.2.1 Postup výpočtu

Koryto se rozdělí na úseky o délkách  $\Delta L_j$ . Délky úseků se musí po délce volit tak, aby se jednotlivé úseky daly charakterizovat průměrným příčným profilem a mezi sousedními profilem se daly stanovit ztráty třením i ztráty místní.

Při výpočtu průběhu hladiny se při říčním proudění se ze zadané hloubky vody v dolním profilu postupuje směrem proti proudu, čili se okrajová podmínka zadává do dolního profilu. Při bystrinném proudění se postupuje z hloubky v horním profilu směrem po proudu-okrajová podmínka se tedy zadává do horního profilu.

Výsledná rovnice pro rozdíl hladin  $\Delta h_j$  na úseku  $j$ , který je ohraničen profily  $i$  a  $i+1$  je:

$$\Delta h_j = \frac{\alpha}{2g} [(v_{i+1}^2 - v_i^2) + |\xi(v_{i+1}^2 - v_i^2)|] + i_{pj} \cdot \Delta L_j$$

Kde:  $\alpha$  .....Coriolisovo číslo,

$g$  .....tíhové zrychlení,

$v_{i+1}$  .....rychlost proudění v druhém profilu,

$v_i$  .....rychlost proudění v prvním profilu,

$i_{pj}$  .....průměrný sklon čáry energie,

$\Delta L_j$  .....délka mezi úseky.

Průměrný sklon čáry energie:

$$i_{pj} = \frac{Q^2}{A_{pj}^2 C_{pj}^2 R_{pj}^2}$$

Kde:  $A_{pj}$  .....průměrný průtočný průřez,

$C_{pj}$  .....průměrný Chézyho součinitel,

$R_{pj}$  .....průměrný hydraulický poloměr,

$Q$  .....průtok.

Průtok:

$$Q = v \cdot S$$

kde:  $Q$  .....průtok,

$v$  .....průtočná rychlost,

$S$  .....průtočná plocha.

Z Chezyho rovnice se pro rovnoměrné ustálené proudění stanoví průřezová rychlost  $v$ :

$$v = C\sqrt{Ri}$$

$$R = \frac{S}{O}$$

kde:  $v$  .....průtočná rychlost,

$C$  .....Chezyho součinitel,

$R$  .....hydraulický poloměr,

$i$  .....podélný sklon dna,

$S$  .....průtočná plocha,

$O$  .....omočený obvod.

Stanovení omočeného obvodu dle vzorce:

$$O = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

kde:  $O$ .....omočený obvod

$b$ .....šířka koryta ve dně

$h$ .....hloubka vody v korytě

$m$ .....sklon svahů koryta

Výpočet Chezyho součinitele  $C$  dle Manninga:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

kde:  $n$ .....drsnostní součinitel dle Manninga,

$R$ .....hydraulický poloměr.

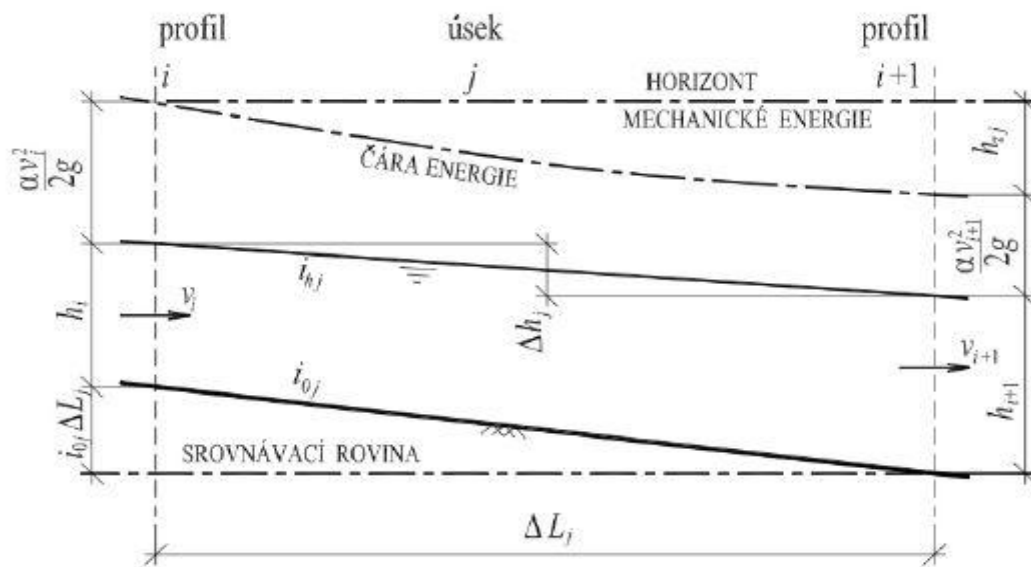
Pro profil s různými drsnostmi se stanoví drsnost dle vztahu:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^k n_i \cdot O_i}{O}$$

kde:  $n_i$ .....drsnostní součinitel části profilu,

$O_i$ .....omočený obvod části profilu,

$O$ .....omočený obvod. [14]



Obr. 5.3: Schéma pro výpočet nerovnoměrného proudění [14]

Při výpočtu průběhu hladiny po délce toku postupujeme:

1. délka toku se rozdělí na úseky tak, aby se úsek dal charakterizovat průměrným příčným profilem (hranice úseku se vkládá do místa náhlé geometrické změny a změny podélného sklonu dna,
2. určí se okrajové podmínky pro daný průtok  $Q$
3. pro odhadnuté  $\Delta h'_j$  se vypočtou potřebné charakteristiky druhého profilu a pak průměrné charakteristiky,
4. řeší se rovnice (5.8), vyjde-li odlišná od odhadnuté  $\Delta h'_j$ , opakuje se předchozí bod výpočtu s opraveným odhadem, dokud není rozdíl asi 1 cm
5. řeší se další úsek.[14]

## 5.2.2 Vstupní data

Jediným podkladem pro vstupní data byla osobní prohlídka lokality a vlastní zaměření řešeného úseku pomocí nivelačního přístroje.

### 5.2.2.1 Geometrická data

Řešený úsek Hartmanického potoka je dlouhý 834 m, mezi ř. km 0,400 – 1,234. Na začátku řešeného úseku je nadmořská výška dna 557,96 m n. m. a na konci 588,19 m n. m. Průměrný podélný sklon dna je 36,25 ‰.

Tok byl v programu vymodelován pomocí 49 příčných profilů. Dále bylo nutné vymodelovat 3 mosty, z toho jeden s propustkem.

Drsnost břehů i dna koryta byla stanovena na základě podrobné fotodokumentace, která byla pořízena při vlastní obchůzce Hartmanického potoka. Zvolené drsnosti byly vybrány z manuálu programu HEC-RAS.

Tab. 5.2: Tabulka drsností povrchů

Povrch	n [-]
Beton	0,020
Tráva neudržovaná	0,040
Kámen + místně zatravnění	0,045
Tráva neudržovaná + místně porosty	0,055

### 5.2.2.2 Okrajová podmínka

V řešeném úseku dochází ke střídání říčního a bystrinného proudění a proto byla pro výpočet zvolena varianta, tzv. „Mixed“. Při tomto výpočtu, v části, kde je proudění říční, je

metoda po úsecích řešena od dolního profilu směrem proti proudu a v části, kde se jedná o proudění bystřinné, je metoda po úsecích řešena od horního profilu po proudu.

Jako okrajová podmínka pro výpočet průběhu hladin programem HEC – RAS, byla zvolena hodnota průměrného podélného sklonu dna toku 36,25 ‰.

## 5.2.3 Výstupní data

### 5.2.3.1 Kapacita koryta

Část toku v ř. km 0,400 – 1,234 se nachází v intravilánu obce Hartmanice. Výpočet byl proveden v 49 příčných profilech.

Výpočtem kapacity koryta bylo zjištěno, že koryto Hartmanického potoka není v některých profilech kapacitní ani pro  $Q_1$ . Kapacita koryta je v řešeném úseku velice proměnlivá, což je patrné z Tab 5.2.

V příloze č. 2, jsou v tabulce uvedené výsledné hodnoty, které byly zjištěny při výpočtu programem HEC – RAS pro  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_5$ ,  $Q_{10}$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{50}$ . V tabulce jsou uvedeny všechny příčné profily, které byly zadány do výpočtového programu HEC – RAS. U jednotlivých profilů můžeme zjistit staničení, průtok, výšku dna koryta, levého a pravého břehu, polohu hladiny, kritickou hloubku, polohu čáry energie, sklon čáry energie a rychlost.

**Tab. 5.3: Kapacita koryta**

ř. km	kapacita	ř. km	kapacita	ř. km	kapacita	ř. km	kapacita
1,234	$Q_{50}$	1,103	$Q_5$	0,841	$Q_{50}$	0,595	$Q_1$
1,214	$Q_{50}$	1,080	$Q_{10}$	0,825	$Q_2$	0,577	$Q_1$
1,192	$Q_{50}$	1,056	$Q_1$	0,813	$Q_2$	0,556	$< Q_1$
1,188	$Q_{50}$	1,039	$Q_5$	0,790	$Q_2$	0,537	$Q_2$
1,145	$Q_{50}$	1,017	$Q_2$	0,772	$Q_2$	0,524	$Q_1$
1,138	$Q_{50}$	0,999	$Q_{10}$	0,749	$Q_1$	0,505	$Q_2$
1,137	$Q_{50}$	0,968	$Q_{50}$	0,720	$Q_5$	0,489	$Q_2$
1,137	$Q_{50}$	0,938	$Q_{20}$	0,694	$Q_2$	0,469	$Q_2$
1,130	$Q_{20}$	0,913	$Q_{50}$	0,662	$Q_5$	0,453	$Q_1$
1,128	$Q_{50}$	0,883	$Q_{50}$	0,644	$Q_5$	0,429	$< Q_1$
1,126	$Q_{50}$	0,858	$Q_{50}$	0,641	$Q_2$	0,414	$Q_5$
1,126	$Q_{50}$	0,849	$Q_{50}$	0,627	$Q_{10}$	0,400	$< Q_1$

## 6 REVITALIZAČNÍ OPATŘENÍ

### 6.1 Úvod

Cílem diplomové práce je návrh revitalizace v řešeném úseku Hartmanického potoka, který se nachází mezi ř. km 0,400 – 1,234. V této části práce je zhodnocení řešeného úseku Hartmanického potoka, obecné zásady revitalizace, revitalizační a biotechnická opatření a navržená řešení v zájmovém úseku.

### 6.2 Zhodnocení současného stavu řešeného úseku

Řešený úsek Hartmanického potoka není nijak zásadně poznamenán technickými úpravami. V minulosti zde byla v horní části řešeného úseku provedena biotechnická stabilizace břehu pomocí dřevěné kulatiny. Vyskytovala se zde také soustava dřevěných stupňů, z důvodu snížení velkého podélného sklonu dna. Tato úprava byla prakticky zničena pojezdem vozidel při výstavbě nové kanalizace v blízkosti toku.

V úseku č. 2 a 4 se nachází zástavba, mosty či propustek. Koryto je zde zkapacitněno, má tvar pravidelného lichoběžníku nebo obdélníku a svahy koryta i dno jsou opevněny kamenem položeným do betonu.

Z kapacitního hlediska je tok velice proměnlivý. V některých místech dochází při vyšších průtocích k rozlivu na okolní pozemky. Jedná se však o travní plochy, z čehož lze vyvodit, že případný rozliv by neměl způsobit vážné ohrožení.

### 6.3 Revitalizace a teoretické varianty řešení

#### 6.3.1 Obecné zásady návrhu revitalizací

Podle vyhlášky MŽP ČR k Programu revitalizací vodních ekosystémů je definována jako komplex opatření pro obnovu hydrologického, přírodě blízkého režimu v povodí z hlediska kvality. Hlavním cílem programu je obnova a péče o optimální vodní režim krajiny.

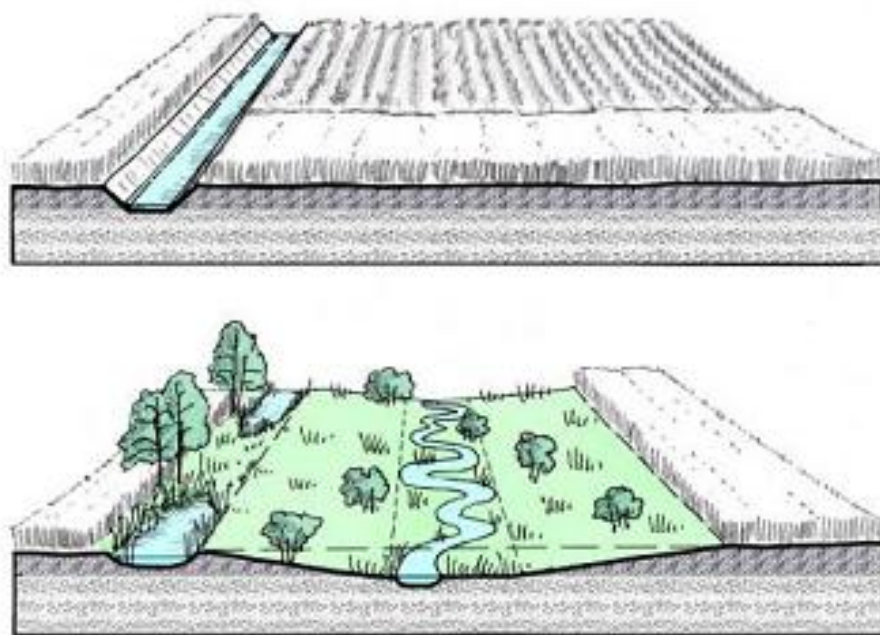
Dle požadované ochrany příbřežních pozemků se stanovuje návrhový průtok koryta. Podle TNV 752102 Úpravy toků se volí návrhové průtoky pro louky, lesy a pastviny  $Q_{30d}$  až  $Q_1$ , pro ornou půdu  $Q_5$ , chmelnice  $Q_{10}$ , menší sídliště  $Q_{20}$  až  $Q_{50}$ , větší sídliště a výrobní objekty  $Q_{50}$  až  $Q_{100}$ , pro účelové komunikace  $Q_{10}$  až  $Q_{50}$ . Revitalizací často dochází ke snížení kapacity revitalizovaného potoka oproti původnímu stavu. To je možné, jestliže okolní pozemky mohou být využity k vybřežení velkých vod. V intravilánech je prioritou povodňová

ochrana, proto se revitalizační opatření musejí navrhovat tak, aby protipovodňová ochrana nebyla narušena.

Změna trasy při revitalizaci zahrnuje ve většině případů nahrazení přímých úseků, úseky s oblouky. Provádí se takzvané meandrování. Dle možností by měly být vytvořeny podmínky pro samovolné utváření a formování trasy podle přírodních podmínek. Při změně trasy je nutné zohlednit vodní režim pozemků podél toku, hladiny podzemní vody, zaústění drénů, kanálů či kanalizace.

Pokud je při revitalizaci nutná úprava příčného profilu, je třeba zajistit přirozený tvar koryta. Při návrhu je možné použít předloh přirozených koryt. U oblouků je v konkávním břehu typická větší hloubka a strmější svah. Menší hloubky jsou v břehu konvexním. U přímé trasy lze nepravidelnosti trasy docílit rozčleněním koryta, návrhem vlnovité kynety nebo proměnným tvarem v podélném směru.

Druhá skladba a rozmístění dřevinných porostů se navrhuje podle vegetačního stupně, podle toho, zda se jedná o porost břehový nebo doprovodný a jejich požadované funkce. Funkce porostů mohou být například protierozní, protideflační, estetické či hygienické. Dřevinné porosty se zakládají jako jednostranné nebo oboustranné, jednořadé, víceřadé či plošné. Aby vegetační doprovod mohl plnit funkci biokoridoru, musí být splněny určité základní parametry, které musí zůstat dlouhodobě nezměněny. Porosty se zakládají v pásu o šířce nejméně 20 m. Doprovodný porost má mít nepravidelné půdorysné uspořádání, má být výškově členěn do dřevinných a bylinných pater, stromové patro nemá být po délce souvislé a má plynule přecházet do keřového patra. Do nižších pater umísťujeme dřeviny snášející zastínění.



Obr. 6.1: Umělé a revitalizované koryto toku [16]

### 6.3.2 Revitalizační opatření

Cílem revitalizace je snaha, aby ve vodním toku mohly probíhat přirozené geomorfologické procesy bez dalších umělých zásahů. Celkový charakter revitalizovaného toku by měl být volen tak, aby se co nejvíce blížil stavu charakteristickému pro toky v dané oblasti.

#### Revitalizace částečná

Revitalizace je možné provádět pomocí dílčích úprav, které se soustředí v korytě – tedy po břehovou hranu. Tato varianta se často používá tam, kde není možné provést úpravu za břehovou hranou, například z důvodu složitých majetkoprávních poměrů. I při částečné revitalizaci je možné nevhodně upravený tok přiblížit ke stavu, jenž bude přírodě bližší.

Uvnitř průtočného profilu je možné realizovat změny členěním koryta pomocí balvanů či ostrůvků nebo návrhem tzv. stěhovavé kynety.

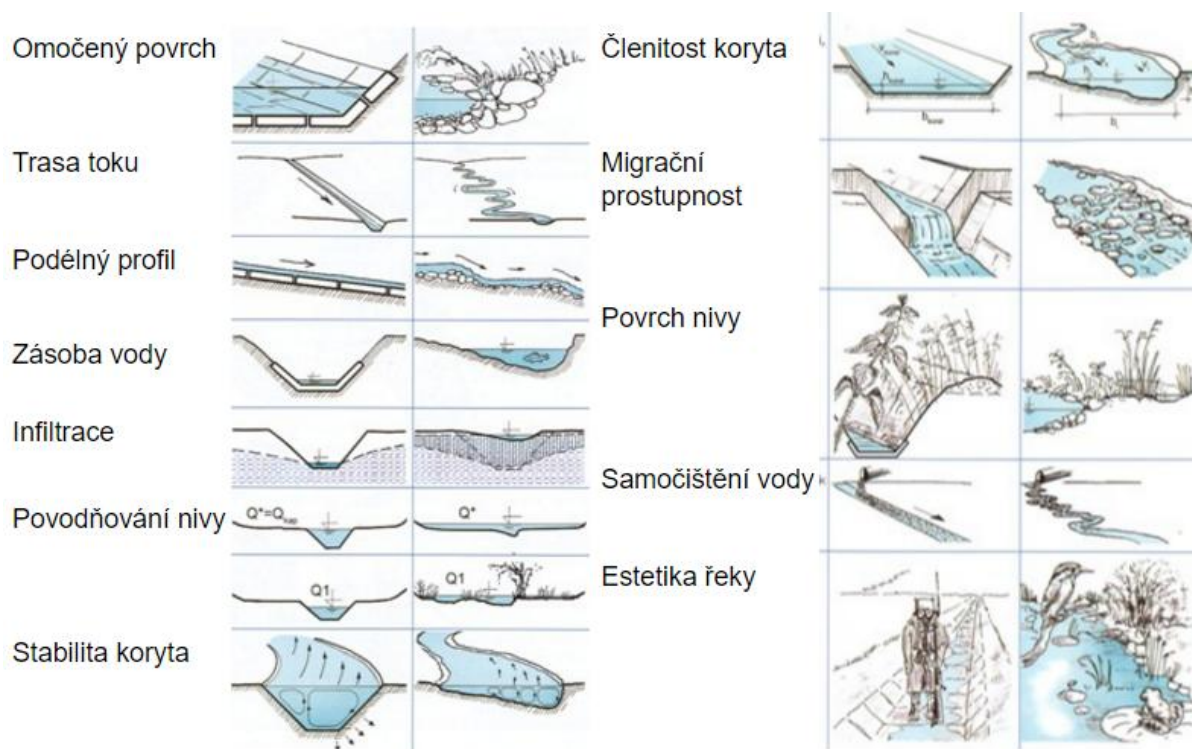
Jednou ze zásadních úprav je úprava vegetačního doprovodu. Vhodná prostorová a druhová skladba břehových a doprovodných porostů může výrazně zvýšit ekologickou a biologickou hodnotu říčního ekosystému

## Revitalizace úplná

Úplná revitalizace se provádí v celém rozsahu dílčího povodí revitalizovaného toku tedy i k toku přiléhajících pozemků.

Tam, kde je to možné se často uchylujeme k návratu k původnímu vedení říčního koryta, včetně úpravy inundačního území. Spolu s obnovou vegetačního doprovodu toku můžeme výrazně přispět k tvorbě místních ÚSES.

Je třeba poznamenat, že každý vodní tok je dle zákona 114/1992 Sb. Chráněn jako VKP, kterému připadá ochranné pásmo o šířce 50 m. Pokud to tedy majetkoprávní poměry dovolí, je vhodné toto pásmo využít pro potřeby revitalizace.



Obr. 6.2: Přínosy revitalizací vodních toků [16]

### 6.3.2.1 Rozdělení revitalizačních opatření:

- **Obnovení původního koryta**

U napřímených a jinak nevhodně upravených toků, u nichž jsou zachovány zbytky původního přirozeného koryta, např. slepá ramena či zanesené příkopy, je při revitalizaci snaha o obnovu zbytků původního toku a jeho doprovodných porostů. Je nezbytné vymezit dostatečně široký koridor pro přirozené vinutí toku. Důležitým podkladem pro úpravu jsou

staré historické a katastrální mapy. Provedená úprava by měla být co nejvíce v souladu s krajinou.

- ***Úprava kapacity koryta***

Technicky upravené kapacitní koryto je nahrazeno přírodním, méně kapacitním korytem. Revitalizované koryto má hydromorfologické parametry srovnatelné s parametry přirozeného vodního toku. Koryto je mělké, členitější, s větší drsností a o průtočné kapacitě Q30d – Q1. Důsledek této úpravy je omezení koncentrace, zpomalení odtoku a obnova rozlivů v nivě.

- ***Návrh nového koryta***

Nové koryto se buduje v případech, kdy je původní koryto pro revitalizaci nevhodné, ale je zde prostor pro vybudování nového koryta. Vedení trasy je vhodné přizpůsobit průběhu údolnice. Je důležité vytvořit podmínky pro meandrování toku. Tím dojde k prodloužení trasy toku, snížení podélného sklonu a k přirozenému podélnému i příčnému členění koryta. Druhá skladba břehových a doprovodných porostů se volí dle porostů, které se v dané lokalitě přirozeně vyskytují. Kapacita se navrhuje tak, aby v místech, kde je to možné docházelo k rozlivům i při nižších průtocích.

- ***Odstranění ohrazování, odsunutí hrází***

Nížinné úseky toků bývají z důvodu zajištění kapacity často ohrazovány v bezprostřední blízkosti koryta. U ohrazovaných toků je silně ovlivněn vodní režim v nivě. Hráze vytváří podélnou migrační bariéru, která znemožňuje přístup ryb na lokality vhodné pro rozmnožování a úkryt. V bezprostřední blízkosti toku se ohrazování provádí v intravilánu, kde není dostatek prostoru pro odsazené hráze. V extravilánu, pokud to majetkoprávní vztahy umožňují, je vhodné při úpravě toku odsunutí hrází a zajištění potřebné kapacity.

- ***Revitalizace technického stavu koryt***

V minulosti opevněné, zatrubněné a napřímené vodní toky urychlují odtok vody z krajiny a tím zabraňují infiltraci.

V některých případech stačí pro vytvoření vhodných prostorových a hydrotechnických podmínek pro zahájení samovolných revitalizačních a korytotvorných procesů. Často zde stačí například odstranění opevnění, snížení kapacity koryta či umístění dočasných pomocných usměrňovacích staveb jako jsou skluzy, prahy či stupně.

- ***Obnova lužních porostů***

Lužní lesy jsou jeden z našich druhově nejpestřejších ekosystémů. Pro jejich existenci je nutné pravidelné zaplavování a vysoká hladina spodní vody.

Protože v současné době dochází k omezení zemědělského využití půd v blízkosti řek, dochází ke zvyšování podílu luk a lužních lesů v nivě. Zásadní je obnovení funkční a prostorové vazby mezi vodním tokem a nivou. I zde se musí vyřešit majetkoprávní vztahy u zasažených ploch a způsob jejich využití.

- ***Revitalizace odstavených ramen***

Odstavená a slepá ramena jsou zanášena sedimenty přinášenými vodou a splachy z okolí. Tento jev je přirozený, avšak postupně dochází k zániku ramen. Je tak bráněno korytotvorným procesům, což zamezuje pozvolnému samovolnému vzniku nových meandrů a ramen. V rámci revitalizace je možné použít odstavená ramena pro tvorbu nové trasy toku a pro obnovu meandrování. Některá ramena se nechávají neprůtočná a mohou se zachovat jako tůňky. Jejich zazemnění lze zabránit občasným proplachováním.

### **6.3.3 Biotechnická opatření při revitalizaci**

- ***Břeh vytvořený z kamenů a balvanů***

Tento typ opatření má za cíl zpevnění břehu, stabilizaci příčného profilu koryta a vytvoření břehových úkrytů pro vodní živočichy (raky, míky aj.) pod vodou a pro suchozemské živočichy nad vodou (obojživelníky, plazy aj.).

- ***Osamělé balvany***

Slouží k rozčlenění vodního prostředí, vytváření mikrobiotopů pro vodní živočichy a zvýšení biodiverzity. Mohou také sloužit jako úkryt pro ryby. Velikost kamenů by měla být v odpovídajícím poměru k velikosti toku. Používají se kameny o větším objemu (0,5 – 1,0 m<sup>3</sup>), které se rozmisťují ve vzdálenosti 5 – 10 m. Balvany nesmí narušovat odtokové poměry a usměrňovat proud do břehu, což by mohlo způsobit vymílání břehu. Měly by být umístěny asi jednou třetinou svého objemu pod úrovní dna. Toto opatření je vhodnější použít u větších toků se stabilizovaným dnem.

- **Zdrsněné dno**

Toto opatření se provádí nepravidelným rozmístěním balvanů a kamenů v korytě toku za účelem jeho rozčlenění a zpomalení průměrné rychlosti, zlepšení okysličování a zvýšení samočisticí schopnosti toku. Zdrsnění dna se provádí na délce 10 – 20 m s velikostí kamene přibližně 0,5 m, které by měly 0,1 – 0,3 m nad úroveň dna. Zdrsnění dna nelze provést na štěrkonosných tocích a na tocích s nestabilním dnem.

- **Převislý břeh**

Převislý břeh slouží jako břehový úkryt pro ryby a lze jej provést v úsecích, kde je hloubka alespoň 0,5 m. Délka převisu se doporučuje v rozmezí 5 – 10 m, hloubka min. 0,5 m a výška min. 0,3 m. Převislý břeh budujeme na nárazové straně. U přímého toku je potřeba proud usměrnit do konstrukce pomocí příčných výhonů. Pro konstrukci se převážně používají dřevěné kůly a desky.

- **Umělá peřej**

Představuje zdrsněné dno na toku o délce 8 až 10 m. Díky zdrsnění dna dochází ke zvýšení členitosti a samočisticí schopnosti toku a do jisté míry nadržuje vodu. Skládá se z kamenů a balvanů položených těsně vedle sebe, což poskytuje množství úkrytů pro vodní živočichy.

- **Boční výhon**

Zřizuje se u větších toků protékajících úzkým údolím se sníženou schopností meandrování. Slouží ke zvýšení členitosti břehové části. Výhony usměrňují proud na břeh, který je třeba narušit tak, aby samovolně docházelo ke korytotvorným procesům. Za nejstabilnější jsou považovány výhony z kamenů. Mají zasahovat do 1/3 až 1/2 šířky koryta toku a jejich výška by se měla pohybovat 0,2 – 0,3 m nad úrovní hladiny střední vody.

- **Neúplná hrázka**

Jedná se o příčnou stavbu, která nezasahuje do celého profilu koryta a je podobná výhonu. Hrázka částečně nadržuje vodu, čímž dochází k pomalejšímu, laminárnímu proudění. Na konci hrázky pak vzniká intenzivnější, turbulentní proudění a tok se tak okysličuje. Bývají umístěny šikmo nebo podélně a mají podobný účinek jako osamělé balvany. Horní část

hrázky by měla vyčnívat nad úroveň hladiny střední vody. Zhotovují se převážně z balvanů, kamenů či dřevěných výřezů.

- ***Příčná hrázka úplná nebo práh***

Zřizují se pro zvýšení vodní hladiny za účelem zajištění stabilnějšího průtoku a zvýšení členitosti toku. Provádí se z balvanů, kamenů či dřevěných výřezů. Tohoto řešení je také možno využít pro vytvoření bezspádového prahu ve dně čímž stabilizujeme dno tak, kde je potřeba. Prahy jsou příčné objekty umístěné v úrovni dna nebo se skokem do 30 cm v niveletě dna. Hrázky se musí řešit s ohledem na migrační prostupnost toku.

- ***Terénní úpravy břehů***

Používají se u napřímených vodních toků a melioračních kanálů s lichoběžníkovým příčným profilem. Provádí se vyhloubením zátoky v jednom břehu a uložení materiálu na břehu druhém. Pro urychlení dynamických karkotvorných procesů provádíme úpravu střídavě na levém a pravém břehu.

- ***Odsazené hrázky podél koryta***

Nízké, odsazené hrázky je vhodné kolem toku budovat v případě, že revitalizační úpravou dojde v přílehlé oblasti ke zvýšení povodňového nebezpečí. Tyto hrázky neboli valy, zabrání zaplavení okolního území. Z důvodu vhodného začlenění hrázky do krajiny, navrhujeme sklon hrázek co nejmenší.

- ***Tůňky v korytě***

Tento typ biotechnického opatření navazuje na požadavek proměnlivého podélného sklonu se střídáním rychle proudících úseků a tišin. V době minimálních průtoků plní funkci útočiště pro vodní živočichy. Aby se zajistila dlouhodobá činnost tůňek, zřizují se v místech, kde se předpokládá vysoká vymílací rychlost.

- ***Migrační bariéry na tocích***

Migrační propustnost toku je důležitá pro rybí osádku a další druhy živočichů. Migrační neprůchodnost má negativní vliv na diverzitu toku a může způsobit degradaci rybí osádky.

Konstrukce, které brání v migraci, je nutné nahradit nějakým vhodnějším opatřením.

- ***Likvidace nebo úprava opevnění koryt***

Provádí se u opevněných koryt, u kterých chceme obnovit korytotvorné procesy. Likvidace opevnění může být provedena po celé délce toku, nebo jen místy. Materiál z opevnění lze pak využít na výstavbu jiných objektů.

- ***Vegetační doprovod***

Břehové a doprovodné porosty jsou vyhodnocovány z hlediska hustoty a vhodnosti druhového složení. Nedostatky ve vegetačním doprovodu nacházíme většinou u upravených toků.

## **6.4 Vlastní řešení**

Nutnost revitalizačních opatření vychází z popisů dílčích úseků v kapitole 3. Revitalizační opatření byla navržena na pozemcích, které jsou ve vlastnictví ČR a obce Hartmanice, tudíž nemusí dojít k jejich odkoupení. Vlastnické vztahy jsou zobrazeny v příloze č. 1.

Zhodnocení stavu vegetačního doprovodu bylo pro všechny úseky provedeno dle „Metodiky hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu toku“ uvedené v Tab. 3.1. Dle metodiky spadá převážná část úseků do skupiny „C“, čili jsou nutné rozsáhlé zásahy, případně celková obnova vegetačního doprovodu.

V kapitole 5. Hydrotechnické výpočty, byly mimo jiné vypočteny průtoky a rychlosti v toku. V úsecích, kde rychlost překračuje 2 m/s, a kde dochází k vymílání dna a k břehové erozi, je navrženo několik stavebních revitalizačních objektů, které mají za úkol dno i břehy stabilizovat.

### **6.4.1 Návrh revitalizačních opatření**

- ***Dřevěné prahy SO1***

Prahy jsou nízké spádové objekty jdoucí napříč korytem mezi břehy. Slouží k úpravě podélného sklonu a k zajištění dna proti hloubkové erozi. Dřevěný práh je tvořen kulatinou o průměru 0,2 – 0,3 m a délce 2,0 – 3,5 m. Ta je umístěna ve dně koryta a zatažena do kapes

vytvořených ve svahu min. 0,3 m. Kulatina je zajištěna pilotami o průměru 8 – 10 cm se šikmo seřezaným koncem z vrbového materiálu zaraženými ze 2/3 své délky do dna koryta.

Přepadem vody prahy zvyšují turbulenci proudění, proto je třeba prahy řádně stabilizovat. Pro stabilizaci spadiště za prahem je navržen kamenný zához frakce 0,2 – 0,3 m s poštěrkováním o délce 1,0m. Vzorový příčný řez je uveden v příloze č. 10.

- ***Dvouřadý zápleťový plůtek SO2***

Jedná se o typ stabilizace používaný spíše u břehů s mírnějším sklonem a poškozením do výšky abrazního srubu 0,8 – 1,0 m. Zápleťový plůtek je tvořen kůly o průměru 8 – 10 cm zaraženými z 2-3 své délky do dna koryta. Vzdálenost mezi kůly max. 0,6 m. Maximální doporučená výška plůtku nad terénem je 0,4 m. Z vrbových prutů o průměru 2 – 4 cm se mezi kůly vytvoří záplet. Následně se volný prostor mezi plůtky a plůtkem a svahem dosype lomovým kamenem o průměru 0,3 – 0,6 m. Pro oživení se mezi jednotlivé kameny zastrčí vrbové prýty. Řešení plůtku je zobrazeno ve výkresové příloze č. 11.

- ***Oživená srubová stěna SO3***

Jedná se o břehové opevnění masivnější konstrukce. Základ je tvořen urovnaným podkladem z hrubého šterku nebo kamenného základového pásu. Na tomto základu je pak stavěna vlastní konstrukce srubové stěny. Stěna se skládá z dřevěných kulatin či trámů. Prostor mezi nimi je vyplněn kamenem či hrubým šterkem. Oživení stěny se provádí prokládáním jednotlivých vrstev větvemi dřevin s velkou výmladností např. olšovými, vrbovými či jasanovými. Větve o průměru 3 – 5 cm zasahují na rubové straně až do rostlého terénu. Horní část stěny je vhodné prosypat zeminou a osadit vrbovými řízkami. Časem, v případě rozpadu dřevěné konstrukce, napomůže kořenový systém porostů stabilizaci břehu. Nákres srubové stěny najdeme v příloze č. 12.

- ***Oživený srub z kulatiny SO4***

Zde budou souběžně s osou toku umístěny dvě řady dřevěných kůlů. Jejich délka je 1,7 m, přičemž 1m je pod zemí. Řady kůlů jsou od sebe vzdáleny 0,17 m. Mezi kůly se souběžně s osou toku do výšky kůlů položí dřevěné kulatiny délky 5-6 m, které je vhodné upevnit ke kůlům vázacím drátem. Kůly jsou do země zaraženy šachovitě, čímž dochází k provázání celé konstrukce. Ke konstrukci stabilizace je možné použití dřevin, které byly z okolí toku odstraněny. Řešení je zobrazeno ve výkresové příloze č. 19.

## 6.4.2 Detailní popis revitalizovaných úseků

### 6.4.2.1 Úsek č. 1: ř. km 0,400 – 0,841

Úsek toku je popsán v kapitole 3.1. Je zde nutná stabilizace břehů i dna toku. Dle metodiky hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu, byla na levém i pravém břehu určena skupina B. Ve vegetačním doprovodu jsou tedy nutné úpravy či dosadby.

V ř. km 0,400 – 0,460 a 0,614 – 0,676 jsou břehy postižené břehovou erozí. Je zde navržen dvouřadý zápleťový plůtek (SO2), popsáný v kapitole 6.4.1. Výkres zápleťového plůtku najdeme v příloze č. 11.

V ř. km 0,510 – 0,535 došlo k výraznému sesuvu břehu. Proto je zde zapotřebí navrhnout bytelnější stabilizaci břehu. Vhodná je zde například oživená srubová stěna (SO3), popsaná v kapitole 6.4.1 a znázorněná ve výkresové příloze č. 12.

Pro stabilizaci dna je mezi km 0,706 a 0,749 navrženo 6 dřevěných prahů (SO1), výšky 0,28 – 0,3 m. Konstrukce prahů je zakreslena v příloze č. 10.

- ř. km 0,706 – v = 0,20 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,718 – v = 0,20 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,726 – v = 0,28 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,734 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,742 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,749 – v = 0,28 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰.

Dále je zde vhodná dosadba břehových porostů a odstranění nevhodně umístěných stromů a keřů z průtočného profilu toku dle přílohy č. 6. Odstraněné dřeviny mohou být následně využity pro stavbu navržených opatření. Dosadba je navržena s ohledem na vlastnická práva. Při rozsáhlejší výsadbě by muselo dojít k odkupu sousedících pozemků.

### 6.4.2.2 Úsek č. 2: ř. km 0,841 – 0,861

Úsek je popsán v kapitole č. 3.2. Dle metodiky byla na levém i pravém břehu určena skupina C, což znamená nutnost rozsáhlé úpravy, případně celkovou obnovu vegetačního doprovodu.

Koryto je zde opevněno pomocí kamene položeného do betonu. Vegetace, která se rozrůstá ve spárách opevnění, by mohla časem způsobit jeho porušení. Proto je doporučeno její odstranění.

V úseku je na levém břehu navržena dosadba břehových i doprovodných porostů, a to keřového i stromového pásma. Vzhledem k tomu, že pravý břeh těsně sousedí se silnicí III. Třídy, zde není dosadba navržena.

### **6.4.2.3 Úsek č. 3: ř.km 0,861 – 1,124**

Úsek toku je popsán v kapitole č. 3. 3. Dle metodiky byla na levém i pravém břehu určena skupina C, jsou tedy nutné rozsáhlé úpravy či celková obnova vegetačního doprovodu.

Na levém břehu se v úseku č. 3 nachází pozemky obce, proto zde nejsme při úpravě toku a návrhu vegetačního doprovodu omezeni. Na pravém břehu jsme omezeni prudkým svahem a přílehlou silnicí III. třídy.

- VARIANTA 1

V první variantě se jedná o částečnou revitalizaci toku. Revitalizační opatření jsou soustředěna pouze po břehovou hranu, tedy v průtočném profilu toku.

Z důvodu znatelného vymílání dna mezi ř. km 0,872 – 0,938 je pro stabilizaci dna navrženo 7 dřevěných prahů. Podélný sklon je zde snížen z 55,9 ‰ na sklon maximálně 30,0 ‰. Konstrukce prahů je znatelná z přílohy č. 10. Změna sklonových poměrů je vidět v příloze č. 8.

- ř. km 0,872 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,883 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,894 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,902 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,912 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,922 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,938 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 25,6 ‰.

V ř. km 1,056 – 1,106 dochází k podemílání břehu a svah a přílehlá silnice jsou tak ohroženy sesunutím. Proto je zde navržena stabilizace břehu oživenou srubovou stěnou (SO3). Provedení stěny je popsáno v kapitole 6. 4. 1. a znázorněné v příloze č. 12.

Co se týče vegetačního doprovodu toku v úseku. Je zapotřebí odstranění náletových travin a dřevin, které se nalézají jak v okolí toku, kde znemožňují přístup k toku, tak i v průtočném profilu toku, kde zmenšují jeho kapacitu. Protože jsou pozemky přílehlé k levému břehu

ve vlastnictví obce, nejsme zde s výsadbou omezení a můžeme zde navrhnout řádně zapojený porost. Rozloha nově navrženého doprovodu je zaznačená ve výkresové příloze č. 6.

- VARIANTA 2

V druhé variantě je v úseku č. 3 navržena úplná revitalizace formou změny trasy toku. Příčný profil má „miskovitý“ tvar, se sklony svahů 1:2,5 – 1:4. Koryto je navrženo tak, aby převedlo průtok  $Q_1$ . Trasa má zvlněný tvar, čímž došlo k prodloužení trasy v úseku z 263 m na 353 m. Prodloužením trasy se snížil průměrný podélný sklon z 42,0‰ na 31,3 ‰.

Z důvodu nutnosti napojení nového dna koryta na koryto staré, se muselo překonat poměrně velké převýšení. Zároveň bylo nežádoucí nadměrné zahloubení koryta, a proto zde bylo navrženo 15 dřevěných prahů. Konstrukce prahů je znázorněna ve výkresové příloze č. 10. Podélný profil trasy najdeme ve výkresové příloze č. 9.

- ř. km 0,870 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,883 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,893 – v = 0,25 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,900 – v = 0,20 m, navržený podélný sklon dna 28,0 ‰,
- ř. km 0,905 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,911 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 25,0 ‰,
- ř. km 0,921 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,931 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,944 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,955 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 30,0 ‰,
- ř. km 0,964 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 23,4 ‰,
- ř. km 0,987 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 18,6 ‰,
- ř. km 1,001 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 29,5 ‰,
- ř. km 1,036 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 29,4 ‰,
- ř. km 1,061 – v = 0,30 m, navržený podélný sklon dna 7,5 ‰.

Zemina, která bude při hloubení odkopána, bude použita pro zasypání koryta původního toku a k úpravě sklonu svahu přilehlého ke komunikaci v ř. km 1,106 - 1,156, která je ohrožena sesuvem.

Aby došlo k zapojení nového koryta do okolní krajiny, je zde navržena dosadba keřových i stromových porostů.

#### **6.4.2.4 Úsek č. 4: ř. km 1,124 - 1,145**

Úsek toku je popsán v kapitole 3.4. Dle metodiky hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu byla na levém i pravém břehu určena skupina C. Jsou tedy nutné úpravy či úplná obnova vegetačního doprovodu.

Koryto je zde opevněno pomocí kamene položeného do betonu. V místech, kde je opevnění porušeno a dochází k uvolnění a vypadávání jednotlivých kamenů, je navržena sanace opevnění. Vegetace, kterou koryto zarůstá, přispívá k rozpadu opevnění, proto je doporučeno její odstranění.

V okolí toku se v tomto úseku nachází soukromé pozemky. Proto, ačkoli by to bylo zapotřebí, nebude zde navržena žádná úprava vegetačního doprovodu

#### **6.4.2.5 Úsek č. 5: ř. km 1,145 – 1,209**

Úsek toku je popsán v kapitole 3.5. Dle metodiky spadají oba břehy do skupiny C, jsou tedy nutné úpravy či úplná obnova vegetačního doprovodu.

Z důvodu nevýrazného zahloubení koryta je v úseku navrženo jednostranné rozšíření koryta a rozšíření dna. Vzhledem k majetkoprávním vztahům bude úprava provedena pouze na pravém břehu. Dojde ke zmírnění sklonu svahů z 1:1,6 – 1:1,9 na 1:2,2 – 1:3 a k rozšíření dna z 1,1 – 1,3 m na 1,6 – 2,5 m.

Dno toku je zde stabilizováno třemi dřevěnými prahy (příloha č. 10). Z důvodu rozšíření dna bude zřejmě nutné odstranění stávajících prahů v ř. km 1,188 a 1,192 a zbudování nových z delších kulatin.

- ř. km 1,188 –  $v = 0,29$  m, navržený podélný sklon dna 5,0 ‰,
- ř. km 1,192 –  $v = 0,29$  m, navržený podélný sklon dna 27,3 ‰,
- ř. km 1,124 –  $v = 0,30$  m, navržený podélný sklon dna 39,0 ‰,

Koryto je zde zcela zarostlé náletovými kravinami a dřevinami. Náletovou vegetaci je třeba odstranit, a vysadit zde nový, řádně zapojený břehový i doprovodný porost. Na pravém břehu jsou pozemky ve vlastnictví obce, nejsme tedy nijak omezeni. Na levém břehu je však dosadba možná pouze v části úseku. Při rozsáhlejší výsadbě by muselo dojít k odkupu pozemků.

#### **6.4.2.6 Úsek č. 6: ř. km 1,209 – 1,234**

Úsek toku je popsán v kapitole 3.6. Dle metodiky spadají oba břehy do skupiny C, jsou tedy nutné úpravy či úplná obnova vegetačního doprovodu.

Na pravém břehu úseku byla v minulosti provedena stabilizace pomocí srubu z kulatiny. Stabilizace byla při výstavbě nové kanalizace porušena pojezdy vozidel. Protože se tento způsob stabilizace v úseku osvědčil, je zde opětovně navržen. Konstrukce srubu je znázorněna ve výkresové příloze č. 19.

Koryto je zde kvůli velkému množství náletových travin a dřevin naprosto nepřístupné. Je navrženo odstranění náletové vegetace a výsadba vhodných dřevin.

#### **6.4.2.7 Vegetační doprovod**

Téměř v celém úseku toku je potřeba provést úpravu a dosadbu keřového či stromového pásma vegetačního doprovodu. V toku a jeho okolí se nachází mnoho poškozených a nevhodně umístěných dřevin a náletů, které je třeba odstranit.

Vegetační doprovod bude doplněn o tyto druhy: krušina olšová (*Frangula alnus*), vrba bílá (*Salix alba*), vrba nachová (*Salix purpurea*), olšička zelená (*Alnus viridis*). V celém doprovodu budou dosazeny i tyto stávající druhy dřevin: jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor horský (*Acer pseudoplatanus*), javor mléčný (*Acer platanoides*) a bříza bělokorá (*Betula pendula*).

## 7 ZÁVĚR

Diplomová práce je zaměřená na návrh revitalizačních opatření na úseku toku Hartmanického potka v ř. km 0,400 - 1,234. Potok protéká obcí Hartmanice v okrese Svitavy na území Pardubického kraje.

Celá diplomová práce byla vytvořena na základě osobní pochůzky v řešené lokalitě ve vegetačním i nevegetačním období. Byla pořízená rozsáhlá fotodokumentace toku a podrobné zaměření nivelačním přístrojem. Řešený úsek toku byl pro přehlednost rozdělen na 6 úseků s ohledem na stávající stav toku, okolí a možnou budoucí úpravu.

V kapitole č. 3 byl zhodnocen současný stav dílčích úseků toku a jejich vegetačního doprovodu pomocí tzv. Metodiky hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu. Zhodnocením byl získán přehled o tom, ve kterých úsecích je potřeba navrhnout úpravu dna, břehů, či vegetačního doprovodu. V řešeném úseku byl proveden i tzv. hydroekologický monitoring toku, z něhož byl vyvozen závěr, že se jedná o středně modifikovaný tok. K tomuto hodnocení výrazně přispívá skutečnost, že je tok na pravém břehu lemován silnicí III. třídy.

Kapitola 6 se zabývá obecnými zásadami návrhu revitalizačních opatření a vlastním návrhem revitalizace toku. V úsecích 1, 3, 5 a 6 jsou navrženy různé typy úprav, ve většině případů se jedná o stabilizaci dna a břehů toku. Byly zde navrženy zápletové plůtky, oživené srubové stěny či sruby z kulatiny pro stabilizaci břehu a dřevěné prahy pro stabilizaci dna. V úseku č. 3 byla zpracována i varianta se změnou trasy toku. Díky této úpravě se výrazně zvýší morfologická kvalita toku z důvodu odsazení toku od silnice a sníží se riziko podemletí samotného tělesa komunikace.

V úsecích 1, 2, 3, 5 a 6 je navržena úprava vegetačního doprovodu formou doplnění keřového a stromového pásma. Dále je potřeba odstranění nevhodně umístěných a poškozených dřevin. Výjimkou je úsek č. 4, v jehož okolí se nachází soukromé pozemky, a proto zde není navržena žádná úprava.

V hydrotechnických výpočtech byly vypočteny hodnoty jednotlivých N-letých průtoků pomocí vzorců dle Čerkašina a Sokolovského. Pomocí programu HEC – RAS byla spočtena kapacita stávajícího stavu toku i kapacita po provedení navržených úprav. Bylo zjištěno, že provedením úprav nedojde ke zhoršení odtokových poměrů. U návrhu nové trasy dojde při vyšších průtocích než  $Q_1$  k rozlivu do okolních luk.

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### 8.1 Internetové zdroje

- [1] ČUZK – český úřad zeměměřičský a katastrální. Geoprohlížeč [online]. [cit. 2016-12-24]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [3] GeoINFO – geovědní informace na území ČR. *Česká geologická služba* [online]. 2002 [cit. 2016-12-22]. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/website/geoinfo/viewer2.htm>
- [4] Mapy: Pedologické mapy. [online]. [cit. 2016-12-23]. Dostupné z: [http://mapy.geology.cz/geocr\\_25/](http://mapy.geology.cz/geocr_25/)
- [7] Sispo: Klimatické regiony. [online]. [cit. 2015-04-12]. DOI: ovocnářská unie. Dostupné z: <http://www.ovocnarska-unie.cz/sispo/?str=klima-mapa>
- [8] Okolí hartmanic. [online]. [cit. 2015-04-12]. Dostupné z: <http://www.hartmanice.net/?415>
- [13] Hydrologic Engineering Center. [online]. [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: <http://www.hec.usace.army.mil/>

### 8.2 Literatura

- [2] SKÁCELOVÁ, Zuzana, Miroslav REJCHRT a Pavel MÜLER. Geologie České republiky, Mapy. 1999. vyd. ISBN 978-80-7075-848-9.
- [5] FALTYSOVÁ, Helena a František BÁRTA. Chráněná území ČR. Vyd. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2002, 314 s. ISBN 8086064441
- [6] QUITT, Evžen. Klimatické oblasti Československa: Geografický ústav ČSAV. Brno, 1977
- [9] ŠLEZINGR, Miloslav a Luboš ÚRADNÍČEK. Vegetační doprovod vodních toků a nádrží. Brno: CERM, 2002. ISBN 80-7204-269-6.
- [10] LANGHAMMER, Jakub. HEM 2014 – Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Praha, 2014.
- [11] Prof. Ing. Miloš Starý, CSc., Hydrologie – Modul 01, © Vysoké učení technické, Brno, 2005

- [12] Prof. Ing. Miloš Starý, CSc., Hydrologie – Modul 02, © Vysoké učení technické, Brno, 2005
- [14] JANDORA, Jan. Hydraulika: modul 01. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007, 178 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 978-80-7204-512-9.
- [15] fotodokumentace, zdroj Aneta Samková
- [16] JUST, Tomáš. Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. Praha: Český svaz ochránců přírody, 2005, 359 s. ISBN 80-239- 6351-1.
- [17] Revitalizace říčních sítí. [online]. [cit. 2016-01-06]. Dostupné z: [http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/cviceni/cviceni\\_loticky/revitalizace.htm](http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/cviceni/cviceni_loticky/revitalizace.htm)
- [18] Revitalizace vodního prostředí. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2003, 144 s. ISBN 80-860-6472-7
- [19] VRÁNA, Karel. Revitalizace malých vodních toků - součást péče o krajinu. Praha: Consult, 2004, 60 s. ISBN 80-902132-9-4.
- [20] JANDORA, Jan, Hana UHMANNOVÁ. Proudění v systémech říčních koryt. 2006 Modul 1, Brno 2006
- [21] RAPLÍK, Milan. Úprava tokov. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1989, 638 s. ISBN 8005001282.
- [22] ŠLEZINGR, Miloslav. Stabilizace říčních ekosystémů. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 353 s. ISBN 80-7204-403-6.
- [23] ŠIMÍČEK, Václav. Břehové a doprovodné porosty vodních toků - součást lužních ekosystémů. Praha: Agrospoj, 1999, 102 s., s. obr. příl.
- [24] PATOČKA, Cyril a Lukáš MACURA. Úpravy toků. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989, 397 s. Technický průvodce (SNTL). ISBN 80-03-00203-6.
- [25] MALEŇÁK, Jaroslav. Vodní stavby I: úpravy toků, jezy, vodní cesty a plavba. Brno: CERM, 2002, 130 s. ISBN 80-214-2165-7.
- [26] ŠLEZINGR, Miloslav. Říční typy I: horní tok : úvod do problematiky úprav toků. V Brně: Mendelova univerzita, 2010. ISBN 978-80-7375-460-0.

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 Povodí Hartmanického potoka [1] .....	12
Obr. 2.2. : Zájmový úsek Hartmanického potoka [1].....	14
Obr. 2.3 Mapa geologická [3] .....	16
Obr. 2.4: Pedologické poměry [4] .....	17
Obr. 2.5: Mapa povodí řeky Svratky a Svitavy [5] .....	18
Obr. 2.6: Mapa klimatických poměrů [7].....	19
Obr. 2.7: Zemědělské plochy v okolí Hartmanic [8].....	20
Obr. 3.1: Situace hodnocených úseků [1] .....	23
Obr. 3.2 Příčný profil v úseku č.1 [15].....	24
Obr. 3.3 Příčný profil v úseku č.1 [15].....	24
Obr. 3.4 Příčný profil v úseku č.1 [15].....	24
Obr. 3.5 Podemletí břehu [15].....	24
Obr. 3.6: Vegetační doprovod v úseku č. 1 [15] .....	25
Obr. 3.7: Vegetační doprovod v úseku č. 1 [15] .....	25
Obr. 3.8: Nevhodně umístěný strom [15].....	25
Obr. 3.9: Nevhodně umístěný strom [15].....	25
Obr. 3.10: Příčný profil úseku č. 2[15] .....	26
Obr. 3.11: Příčný profil úseku č. 2[15] .....	26
Obr. 3.12 Most M1 s propustkem [15].....	27
Obr. 3.13: Výpust' V1 [15].....	27
Obr. 3.14: Příčný profil úseku č. 3 [15] .....	28
Obr. 3.15: Kamenné opevnění [15].....	28
Obr. 3.16: Příčný profil úseku 3 [15] .....	28
Obr. 3.17: Podemletí břehu, zanesení koryta [15].....	28
Obr. 3.18: Podemletí břehu [15].....	28
Obr. 3.19: Sesuv břehu [15] .....	28
Obr. 3.20 Koryto zarostlé nálety [15] .....	29

Obr. 3.21: Koryto zarostlé nálety [15] .....	29
Obr. 3.22: Koryto zarostlé nálety [15] .....	29
Obr. 3.23: Příčný profil úseku 4 [15] .....	30
Obr. 3.24: Příčný profil úseku 4 [15] .....	30
Obr. 3.25: Most M2 [15] .....	31
Obr. 3.26: Most M3 [15] .....	31
Obr. 3.27: Zarostlý tok a opevnění [15] .....	31
Obr. 3.28: Břehový doprovod v úseku č.4 [15].....	31
Obr. 3.29: Příčný profil úseku č.5 [15] .....	32
Obr. 3.30:Prosekaný příčný profil úseku č.5 [15] .....	32
Obr. 3.31: Dřevěné prahy [15] .....	33
Obr. 3.32: Dřevěný práh [15] .....	33
Obr. 3.33 Břehový doprovod v úseku č. 5 [15].....	34
Obr. 3.34 Břehový doprovod v úseku č. 5 [15].....	34
Obr. 3.35: Příčný profil úseku 6 [15] .....	35
Obr. 3.36: Příčný profil úseku 6 [15] .....	35
Obr. 3.37: Nepřístupné koryto v úseku 6[15].....	35
Obr. 3.38: Vegetační doprovod úseku 6 [ .....	35
Obr. 5.1: Závislost střední doby doběhu náklonu údolnice a zalesnění povodí[11] .....	41
Obr. 5.2: Koeficient vyjadřující závislost velikosti kulminace na tvaru povodí [11] .....	41
Obr. 5.3: Schéma pro výpočet nerovnoměrného proudění [14].....	45
Obr. 6.1: Umělé a revitalizované koryto toku [16] .....	50
Obr. 6.2: Přínosy revitalizací vodních toků [16].....	51

## 10 SEZNAM TABULEK

Tab. 3.1 Metoda hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu .....	22
Tab. 3.2 Hodnoty podélného sklonu v úseku č. 1 .....	24
Tab. 3.3 Hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu v úseku č. 1 .....	25
Tab. 3.4 Hodnoty podélného sklonu v úseku č. 2 .....	26
Tab. 3.5 Hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu v úseku č. 2 .....	27
Tab. 3.6 Hodnoty podélného sklonu v úseku č. 3 .....	29
Tab. 3.7 Hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu v úseku č. 3 .....	30
Tab. 3.8 Hodnoty podélného sklonu v úseku č.4 .....	30
Tab. 3.9 Hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu v úseku č. 4 .....	32
Tab. 3.10 Hodnoty podélného sklonu v úseku č. 5 .....	33
Tab. 3.11 Hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu v úseku č. 5 .....	34
Tab. 3.12 Hodnoty podélného sklonu v úseku č.6.....	35
Tab. 3.13 Hodnocení současného stavu vegetačního doprovodu v úseku č. 6 .....	36
Tab. 4.1 Klasifikace hydromorfologického stavu [10] .....	37
Tab. 4.2 Bodování jednotlivých ukazatelů [10] .....	39
Tab. 5.1 Hodnoty N-letých průtoků .....	43
Tab. 5.2: Tabulka drsností povrchů.....	46
Tab. 5.3: Kapacita koryta .....	47

## 11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

A – plocha

b - šířka koryta ve dně

C – Chézyho rychlostní součinitel [ $m^{0.5}/s$ ]

CHKO – chráněná krajinná oblast

cm - centimetr

č. – číslo

ČHMÚ – český hydrometeorologický ústav

ČOV – čistírna odpadních vod

ČR – Česká republika

ČSN – česká stavební norma

EU – Evropská unie

F – plocha povodí

f - součinitel tvaru hydrogramu [-]

g – tíhové zrychlení [ $m/s^2$ ]

h - hloubka vody v korytě

Ha – hektar

Hs – průměrný roční úhrn srážek

$H_{t_d,N}$  - výška deště o době trvání  $t_d$  a době opakování N [mm]

i – podélný sklon [%]

$i_{pj}$  – průměrný sklon čáry energie [-]

J – průměrný sklon toku [%]

k - rozměrový součinitel [-]

km – kilometr

$km^2$  – kilometr čtvereční

k.ú. – katastrální území

LB – levý břeh

Lu – délka údolnice [m]

m - metr

$m^3/s$  – metr krychlový za sekundu

mm - milimetr  
m.n.m – metry nad mořem  
MT – mírně teplá (oblast)  
MŽP – ministerstvo životního prostředí  
n – drsnostní součinitel [-]  
např. – například  
NV – nařízení vlády  
obr. – obrázek  
p - koeficient vyjadřující závislost kulminace tvaru povodí  
PB – pravý břeh  
qa – specifický odtok  
O – omočený obvod [m]  
O<sub>i</sub> - omočený obvod části profilu [m]  
Q - průtok [m<sup>3</sup>/s]  
Qa – dlouhodobý průměrný roční průtok [m<sup>3</sup>/s]  
Q<sub>m</sub> – m-denní průtok [m<sup>3</sup>/s]  
Q<sub>N</sub> – N-letý průtok [m<sup>3</sup>/s]  
Q<sub>30d</sub> – třicetidenní průtok [m<sup>3</sup>/s]  
Q<sub>1</sub> – roční průtok [m<sup>3</sup>/s]  
Q<sub>2</sub> – dvouletý průtok [m<sup>3</sup>/s]  
Q<sub>5</sub> – pětiletý průtok [m<sup>3</sup>/s]  
Q<sub>10</sub> – desetiletý průtok [m<sup>3</sup>/s]  
Q<sub>20</sub> – dvacetiletý průtok [m<sup>3</sup>/s]  
Q<sub>50</sub> – padesátiletý průtok [m<sup>3</sup>/s]  
Q<sub>100</sub> – stoletý průtok [m<sup>3</sup>/s]  
R – hydraulický poloměr [m]  
ř. km – říční kilometr  
S – průtočná plocha [m<sup>2</sup>]  
SVÚOM – státní výzkumný ústav ochrany materiálu  
t' - doba trvání kritického deště [hod]  
Tab. – tabulka

TNV – technické normy vodohospodářství

ÚSES - Územní systém ekologické stability

$v$  – průřezová rychlost [m/s]

$v_{i+1}$  - rychlost proudění v druhém profilu

$v_j$  - rychlost proudění v prvním profilu

$v_s$  - střední doba doběhu vody v povodí [m/s]

VÚV TGM – výzkumný ústav vodohospodářský Tomáše Garrigue Masaryka

1D – jednodimenziální rozměr

$\alpha$  – Coriolisovo číslo [-]

$\alpha_N$  - součinitel závislý na lesnatosti a sklonu povodí [-]

$\varphi$  - objemový součinitel odtoku

$\xi$  – součinitel místní ztráty [-]

% - procento

‰ – promile

°C – stupeň Celsia

$\Delta L_j$  – vzdálenost úseku  $j$  [m]

$\Delta H$  – převýšení [m]

$\Delta h_j$  - rozdíl hladin [m]

## 12 SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 01. – VÝPIS POZEMKŮ SOUSEDÍCÍCH S HARTMANICKÝM POTOKEM*
- Příloha č. 02. – HEC –RAS: KAPACITA STÁVAJÍCÍHO STAVU HARTMANICKÉHO POTOKA*
- Příloha č. 03. – HEC –RAS: KAPACITA NÁVRHOVÉHO STAVU HARTMANICKÉHO POTOKA- VARIANTA 1*
- Příloha č. 04. - HEC –RAS: KAPACITA NÁVRHOVÉHO STAVU HARTMANICKÉHO POTOKA- VARIANTA 2*
- Příloha č. 05. – PŘEHLEDNÁ SITUACE, 1:25 000*
- Příloha č. 06. – PODROBNÁ SITUACE – VARIANTA 1, 1:500*
- Příloha č. 07. - PODROBNÁ SITUACE – VARIANTA 2, 1:500*
- Příloha č. 08. – PODÉLNÝ PROFIL – VARIANTA 1, 1:1000/100*
- Příloha č. 09. - PODÉLNÝ PROFIL – VARIANTA 2, 1:1000/100*
- Příloha č. 10. – ULOŽENÍ DŘEVĚNÉHO PRAHU, 1:30*
- Příloha č. 11. – DVOUŘADÝ ZÁPLETOVÝ PLŮTEK, 1:30*
- Příloha č. 12. – OŽIVENÁ SRUBOVÁ STĚNA, 1:30*
- Příloha č. 13. – PŘÍČNÝ ŘEZ 1, ÚSEK Č. 1- 0,577 km, 1:30*
- Příloha č. 14. – PŘÍČNÝ ŘEZ 2, ÚSEK Č. 2- 0,841 km, 1:30*
- Příloha č. 15. – PŘÍČNÝ ŘEZ 3, ÚSEK Č. 3 – VARIANTA 1- 1,080km, 1:30*
- Příloha č. 16. – PŘÍČNÝ ŘEZ 7, ÚSEK Č. 3 – VARIANTA 2- 1,094km, 1:30*
- Příloha č. 17. – PŘÍČNÝ ŘEZ 4, ÚSEK Č. 4- 1,135 km, 1:30*
- Příloha č. 18. – PŘÍČNÝ ŘEZ 5, ÚSEK Č. 5- 1,192 km, 1:30*
- Příloha č. 19. – PŘÍČNÝ ŘEZ 6, ÚSEK Č. 6- 1,234 km, 1:30*