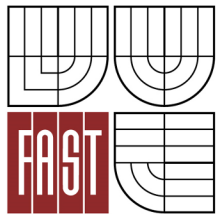




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

POSOUZENÍ KAPACITY BRUŠOVECKÉHO POTOKA V INTRAVILÁNU OBCE

ASSESSMENT OF THE CAPACITY OF THE STREAM BRUŠOVECKÝ POTOK IN THE URBAN
AREA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

RADKA KLEPÁRNÍKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. HANA UHMANNOVÁ, CSc.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodních staveb

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Radka Klepárníková
Název	Posouzení kapacity Brušoveckého potoka v intravilánu obce
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Hana Uhmánová, CSc.
Datum zadání bakalářské práce	16. 3. 2015
Datum odevzdání bakalářské práce	27. 5. 2016
V Brně dne 16. 3. 2015	

.....
prof. Ing. Jan Šulc, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

CHOW, Ven Te. Open Channel Hydraulics. Mc Graw Hill Book Company. 1959.

<http://www.hec.usace.army.mil>

RAPLÍK, M., VÝBORA, P., MAREŠ, K. Úprava tokov, Alfa, Bratislava. 1989.

MAREŠ, K. Úpravy toků, ČVUT, Praha. 1997.

JANDORA, J., UHMANNOVÁ, H. Proudění v systémech říčních koryt. VUT FAST Brno, 2006.

Zásady pro vypracování

V rámci bakalářské práce proved'te posouzení úpravy a současného stavu Brušoveckého potoka v intravilánu obce Herálec. Při řešení se zaměřte na posouzení:

- současného stavu koryta toku a jeho opevnění,
- kapacity toku v řešeném úseku,
- protipovodňové ochrany intravilánu obce.

Na základě zjištěných skutečností proved'te ideový návrh na zlepšení stávajícího stavu.

Přesné vymezení řešeného úseku bude provedeno při předání podkladů.

Bakalářská práce bude obsahovat:

Textovou část – úvod, informace o toku, popis řešené lokality, popis stávajícího stavu vodního toku, hydrotechnické výpočty na ověření kapacity, zhodnocení provedených úprav, závěr.

Přílohy – výkresová dokumentace (situace, podélný profil, příčné řezy).

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).

.....

Ing. Hana Uhmánová, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá posouzením současného stavu koryta Brušoveckého potoka a jeho opevněním, dále určením kapacity v intravilánu obce Herálec. Řešený úsek se nachází v ř. km 0,000 – 0,3221. Dalším předmětem práce je navrzení úpravy Brušoveckého potoka pro jeho zkapacitnění a protipovodňovou ochranu v intravilánu obce.

Před návrhem daných opatření byla provedena analýza nejméně příznivého průběhu hladin Brušoveckého potoka. Na základě analýzy byl určen typ výpočtu pro návrh opatření. Veškeré hydrotechnické výpočty byly provedeny pomocí programu HEC-RAS verze 4.1.0.

Klíčová slova

Určení kapacity, kapacita toku, protipovodňové opatření, zkapacitnění, HEC-RAS, analýza průběhů hladin, Brušovecký potok, Čerkašín, hydrologická data.

Abstract

The thesis deals with the assessment of the current state of Brušovecký potok riverbed in the urban area of Herálec and its revetment, as well as determining its capacity. Section of interest is located in km 0.000 - 0.3221. Another aim of the thesis is to design adjustments of the Brušovecký potok in order to increase its capacity and provide flood protection to the urban area.

Prior to designing the measures the least favorable levels of Brušovecký potok were analyzed. Based on the analysis the type of calculation for designing the measures was chosen. All hydro-mechanical calculations were performed using the HEC-RAS programme version 4.1.0.

Keywords

Capacity determining, riverbed capacity, flood protection, capacity increasing, HEC-RAS, water level analysis, Brušovecký potok, Čerkašín, hydrologic data.

Bibliografická citace VŠKP

Radka Klepárníková *Posouzení kapacity Brušoveckého potoka v intravilánu obce*.
Brno, 2016. 74 s., 127 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta
stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce Ing. Hana Uhmánová, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26.5.2016

.....
podpis autora
Radka Klepárníková

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat vedoucí mé bakalářské práce paní Ing. Haně Uhmannové, CSc. za odborné vedení, pomoc při zpracování a za užitečné rady a připomínky.

V Brně dne 26.5.2016

.....
podpis autora
Radka Klepárníková

OBSAH

1. ÚVOD	10
2. POPIS ÚZEMÍ	11
2.1 Správní údaje	11
2.2 Údaje o povodí	12
2.3 Geologické poměry	13
2.4 Pedologické poměry	14
2.5 Klimatické poměry	15
2.6 Hydrologické poměry Brušoveckého potoka	15
2.6.1 Metoda podle Čerkašina	16
2.7 Hydrologické poměry řeky Svratky	19
2.8 Údaje o zemědělství	20
2.9 Údaje o lesnictví	21
2.10 Údaje o průmyslu	21
2.11 Požadavky na odběr	22
2.12 Rekreační využití	22
2.13 Splavnost toku	22
2.14 Životní prostředí	22
2.15 Povodně	23
3. POPIS ŘEŠENÉHO ÚSEKU	26
3.1 Opevnění	26
3.2 Objekty	27
3.2.1 Spádové stupně	27
3.2.2 Mosty, lávky	29
3.3 Popis příčných řezů	33
4. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY	36

4.1 Program HEC-RAS	36
4.1.1 Proudění ustálené (Steady Flow)	36
4.2 Geometrická data a okrajové podmínky řeky Svratky	37
4.3 Geometrická data Brušoveckého potoka	38
4.4 Okrajové podmínky pro Brušovecký potok	39
4.5 Určení kapacity Svratky v místě soutoku	39
4.6 Určení kapacity Brušoveckého potoka	43
4.7 Analýza průběhu hladin	44
4.7.1 Výpočet průběhů hladin Brušoveckého potoka pro variantu A.....	46
4.7.2 Výpočet průběhů hladin Brušoveckého potoka pro variantu B.....	48
4.7.3 Výpočet průběhů hladin Brušoveckého potoka pro variantu C.....	51
4.7.4 Závěr analýzy průběhu hladin	53
5. IDEOVÝ NÁVRH ZKAPACITNĚNÍ BRUŠOVECKÉHO POTOKA	54
5.1 Návrh protipovodňového opatření řeky Svratky	54
5.2 Katastrální území Brušoveckého potoka	55
5.3 Návrh zkapacitnění Brušoveckého potoka.....	57
5.3.1 Navržená protipovodňová opatření Brušoveckého potoka.....	58
6. VYHODNOCENÍ	61
7. ZÁVĚR	65
8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	66
8.1 Internetové zdroje	66
8.2 Literatura, dokumenty.....	66
9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	68
10. SEZNAM OBRÁZKŮ	69
11. SEZNAM TABULEK	71
12. SEZNAM PŘÍLOH	73

1. ÚVOD

Brušovecký potok v obci Herálec se řadí mezi menší toky. Problémem daného toku jsou přívalové deště a následné povodně. Problém přívalových dešťů je v dané lokalitě velmi častý. V neděli 3.8.2014 a v pondělí 4.8.2014 byla na Brušoveckém potoce zaznamenána povodeň, v důsledku které došlo k velkému vybřežení a zaplavení přilehlých domů a území. V rámci této povodňové epizody došlo ke značným škodám na majetku fyzických osob, k poškození majetku obce, dále pak k poškození koryta v dolní části toku a ke vzniku velkých deformací v korytě řeky Svratky, do které se Brušovecký potok vlévá. Na základě zmíněné povodňové epizody přistoupil správce vodního toku k řešení této situace, nechal vypracovat projekt pro zkapacitnění koryta Brušoveckého potoka a navýšení koruny hráze Haťského rybníku nad obcí Herálec. V současné době byl návrh studie zamítnut a v řešení bude pouze navýšení koruny hráze rybníka. Podklady ze zmíněné studie nebyly pro práci poskytnuty.

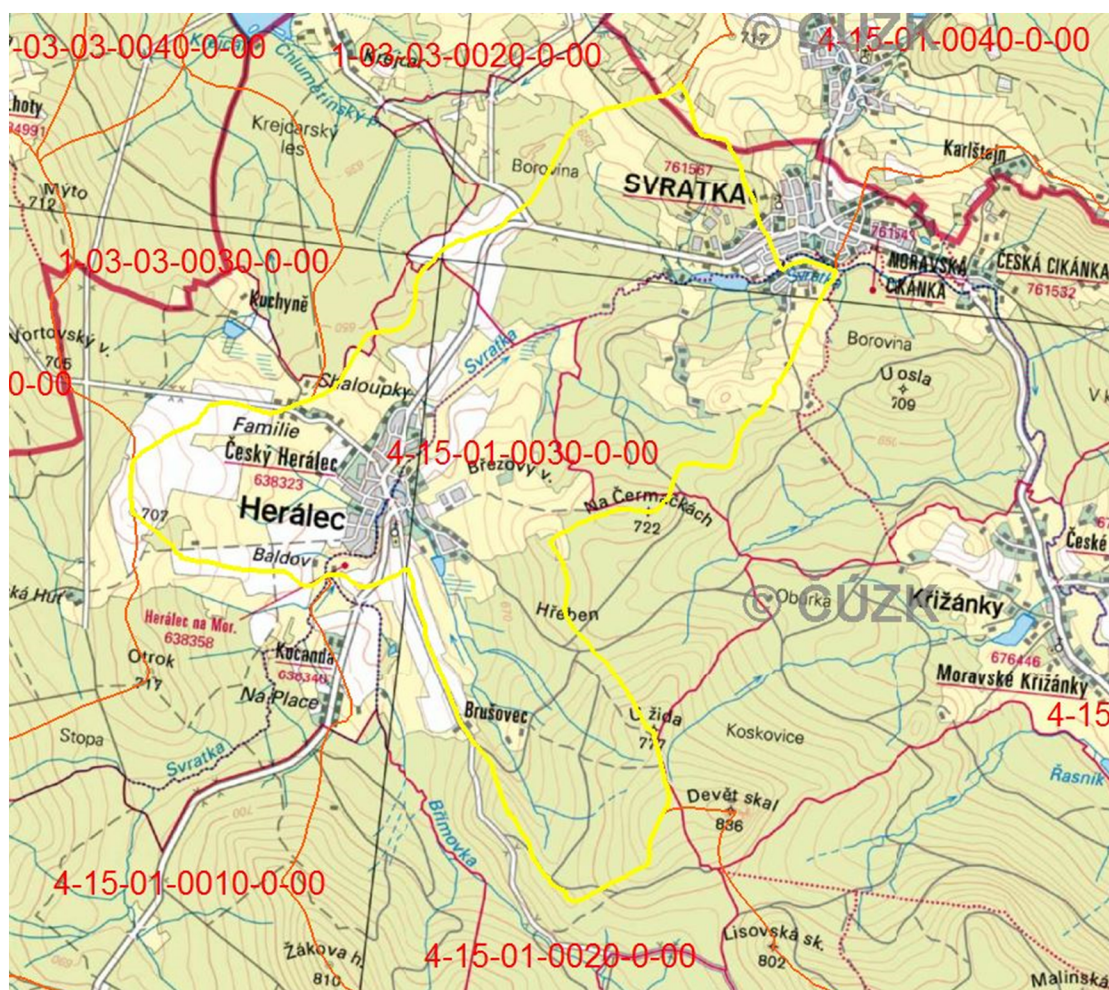
Cílem bakalářské práce je posouzení současného stavu koryta Brušoveckého potoka a jeho opevnění, dále určení kapacity toku v intravilánu obce Herálec v ř. km 0,0000 – 0,3221. Práce se také zabývá návrhem zkapacitnění a protipovodňového opatření Brušoveckého potoka, při kterém je brán zřetel na řeku Svratku, do které Brušovecký potok ústí. Řeka Svratka ovlivňuje průběhy hladin Brušoveckého potoka, a proto je v hydrotechnických výpočtech uvažováno se studií proveditelnosti pro řeku Svratku, která je v současné době zpracována a zabývá se přírodě blízkými protipovodňovými opatřeními.

2. POPIS ÚZEMÍ

2.1 Správní údaje

Brušovecký potok v intravilánu obce Herálec zaujímá celkovou délku 3,617 km. Řešený úsek Brušoveckého potoka ř. km 0,000 až ř. km 0,3221 patří do katastrálního území Herálec na Moravě, který se nachází v okrese Žďár nad Sázavou v kraji Vysočina. Tok je spravován Lesy České republiky, s. p.. Brušovecký potok spadá do hydrologického povodí s číslem 4-15-01-003.

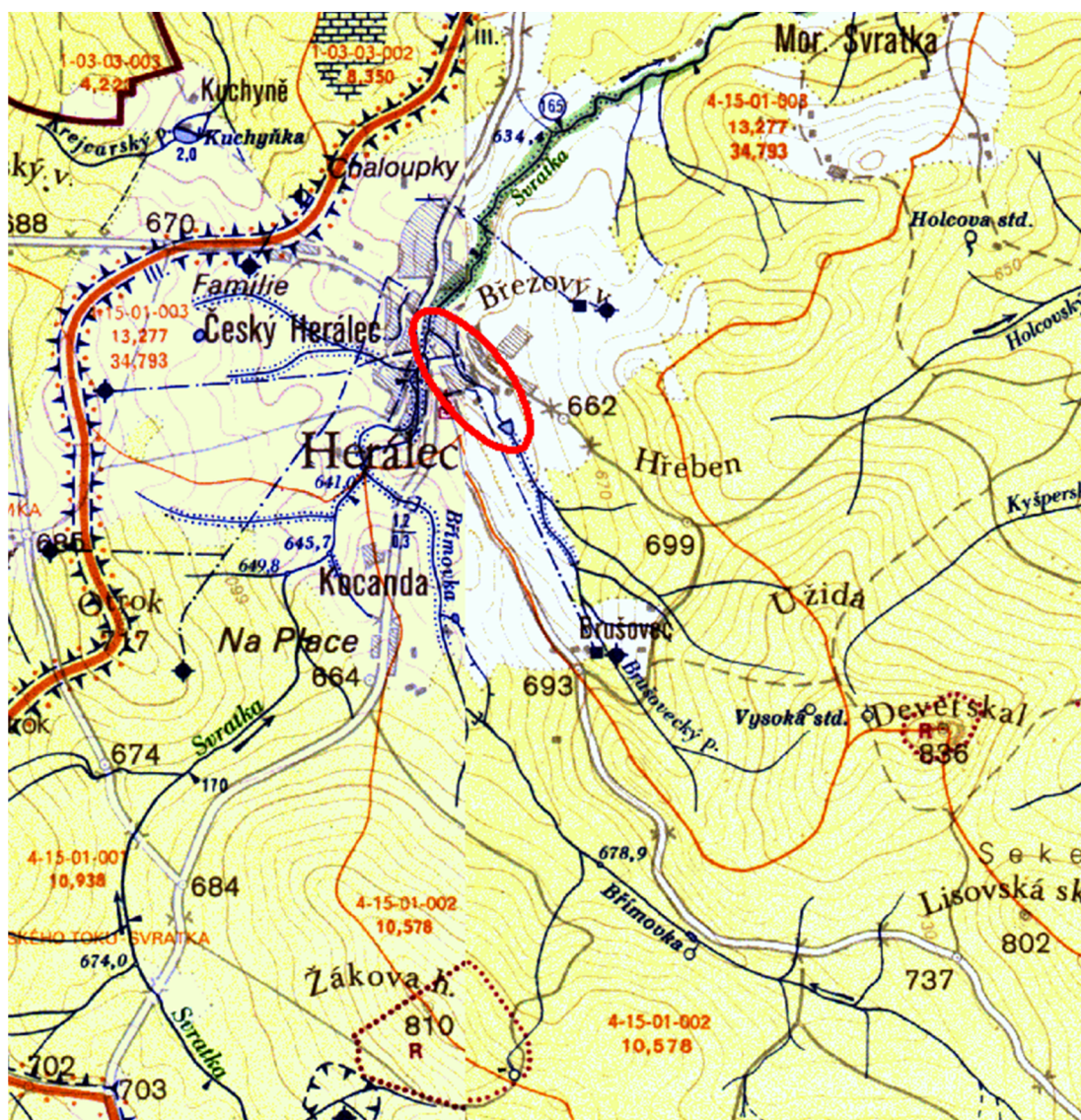
- Čísla vodohospodářských map jsou 23-22 a 24-11.
- Číslo hydrologického povodí je 4-15-01-003.



Obr. 2.1: Hydrologické povodí 4.řádu [1]

2.2 Údaje o povodí

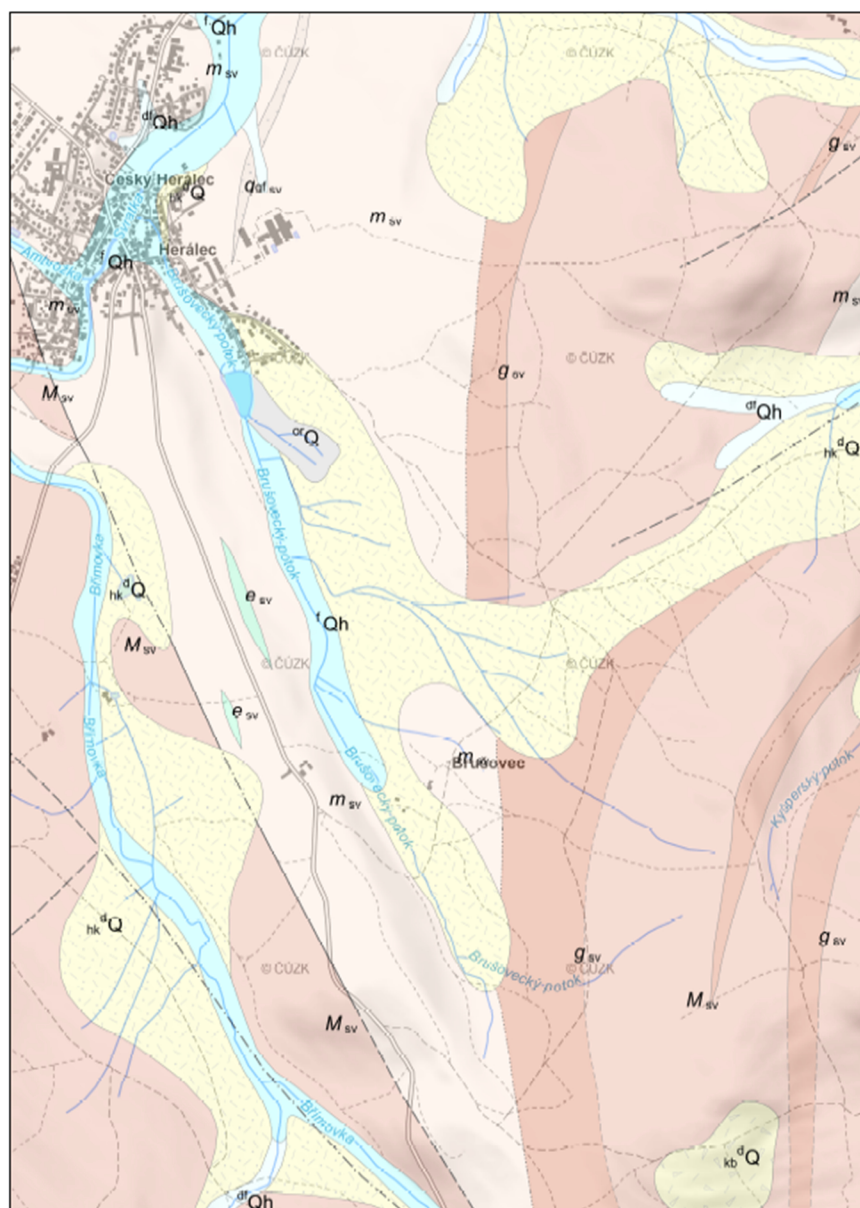
Povodí Brušoveckého potoka leží na severu kraje Vysočina v Českomoravské vrchovině v oblasti CHKO Žďárské Vrchy a má rozlohu 3,531 km². Brušovecký potok pramení v nadmořské výšce 773 m v blízkosti nejvyššího skalnatého vrcholku Žďárských vrchů jménem Devět skal. Z pravého břehu přitéká do Brušoveckého potoka mnoho menších nepojmenovaných lesních potůčků. V ř. km 0,698 potok vtéká do rašelinného rybníka Haťák. Zbývající část Brušoveckého potoka protéká intravilánem obce Herálec a ústí do řeky Svatky v ř. km 166,7465 a to v nadmořské výšce 637 m. Výškový rozdíl mezi prameništěm a soutokem s řekou Svatkou činí 136 m.














Obr. 2.2: Lokalizace řešeného úseku [1]

2.3 Geologické poměry

V bezprostřední blízkosti Brušoveckého potoka a jeho okolí se v celé jeho délce vyskytují fluviální hlinité písky až písčité štěrky. Geologické podloží pravobřežních lesních potůčků v řešeném povodí jsou deluviální hlinitokamenité až kamenitohlinité sedimenty přecházející s rostoucí vzdáleností od toku v hrubě zrnitý dvojslídny svor až středně zrnitou dvojslídnu pararulu. Na levém břehu se nachází hrubě zrnitý dvojslídny svor až živcový svor, místy s granátem a staurolitem a místy s turmalínem. V okolí rybníku Haťák jsou organické sedimenty, rašeliny a rašelinné zeminy.



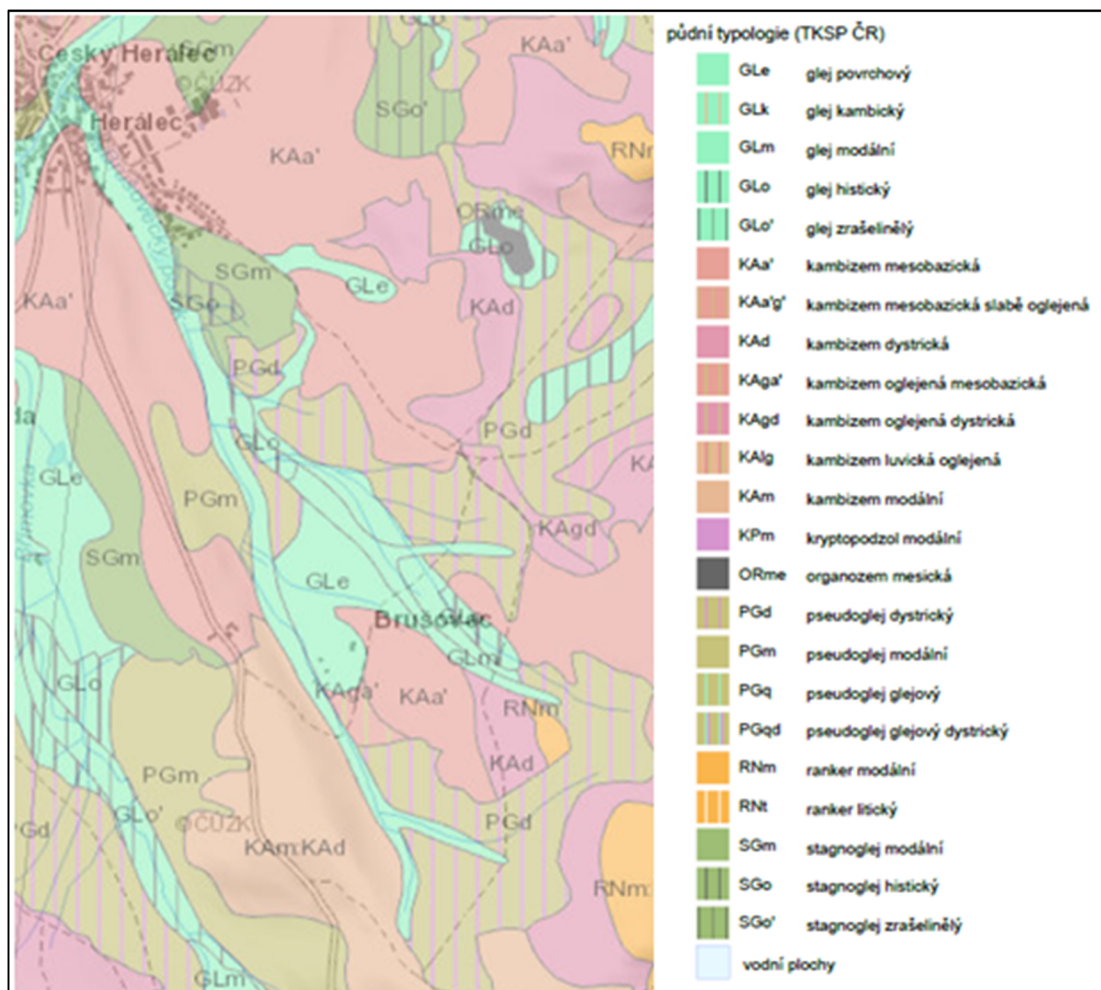
Obr. 2.3: Geologická mapa [2]

Geologická jednotka	
	sedimenty vodních nádrží, vodní plochy
	m_{sv} hrubě zrnitý dvojslídny svor až živočný svor, místy s granátem a stauroliem, místy s turmalínem
	e_{sv} erlan
	M_{sv} středně zrnitý leukokratický až dvojslídny migmatit až ortorula, místy s turmalínem
	g_{sv} drobně až středně zrnitá dvojslídna pararula, místy s turmalínem
	df_{Qh} deluviofluviální písčitohlinité sedimenty, místy s úlomky hornin
	hk^d_{Q} deluviální hlinitokamenité až kamenitohlinité sedimenty
	kb^d_{Q} deluviální hlinitokamenité sedimenty s balvany a bloky hornin
	f_{Qh} fluviální hlinité písky až písčité štěrky
	o^f_{Q} organické sedimenty: rašeliny a rašelinné zeminy
	qgf_{sv} grafitický kvarcit

Obr. 2.4: Legenda geologické mapy [2]

2.4 Pedologické poměry

Podél celé délky potoka se vyskytuje glej modální, který místy v horní části toku na pravém břehu přechází v glej povrchový, pseudoglej modální a pseudoglej dystrický. Převážnou část povodí Brušoveckého potoka zaujímá kambizem mesobazická. U rybníka Haťák nalezneme stagnoglej histický a stagnoglej modální. V řešené části toku se nachází pouze glej modální.



Obr. 2.5: Pedologická mapa [2]

2.5 Klimatické poměry

Dle Quittovy klasifikace lze určit klimatické poměry v místě toku. Celý potok spadá do regionu s označením CH. Klima regionu CH je chladné a vlhké, průměrné roční teploty se pohybují pod 5 °C a roční úhrn srážek je větší než 800 mm. [3]

2.6 Hydrologické poměry Brušoveckého potoka

Ochrana v okolí toku, který protéká rozptýlenou bytovou a průmyslovou zástavbou nebo souvislou chatovou oblastí se zpravidla navrhuje na 20-letý průtok. Tento průtok je základní úrovní povodňové ochrany v intravilánech obcí. Hydrologická data pro řešený tok nejsou k dispozici, na toku nikdy neproběhla žádná měření, která provádí ČHMÚ. Průtoky lze orientačně určit na základě předpovídání chování

dešťové srážky v povodí pomocí několika početních metod pro malá povodí. [6]
V následující kapitole byla pro výpočet N-letých průtoků použita metoda dle Čerkašina.

Řešené povodí spadá do IV. třídy přesnosti, následující vypočtená data mohou ve výsledku obsahovat značnou odchylku. Podrobnější upřesnění orientační směrodatné odchylky dle ČSN 75 1400 naleznete v Tab. 2.1. [7]

Tab. 2.1: Vybrané orientační hodnoty směrodatné chyby dle ČSN 75 1400 [7]

Hydrologický údaj	Třída přesnosti			
	I	II	III	IV
	Směrodatná chyba v [%]			
Dlouhodobý průměrný průtok (Q_a)	8	12	20	30
N – leté průtoky (Q_1 až Q_{10})	10	20	30	40
N – leté průtoky (Q_{20} až Q_{100})	15	30	40	60

2.6.1 Metoda podle Čerkašina

Následující oddíl bude proveden dle Truplovi publikace [6]. Pro malá povodí s plochou menší než je 300 km² se pro výpočet stoleté vody užívá vzorec podle Čerkašina tzv. objemový vzorec viz rovnice (2.1).

- Maximální povodňový průtok Q_{100} [m³/s]:

$$Q_{100} = \frac{24,7 * C_{obj} * v_s^{2/3} * P}{\psi * \sqrt[3]{L^2}} \quad (2.1)$$

kde:

C_{obj} objemový součinitel odtoku,

v_s střední rychlost doběhu,

P plocha povodí dosazená v km²,

ψ koeficient vyjadřující závislost velikosti kulminace na tvaru povodí,

L délka toku.

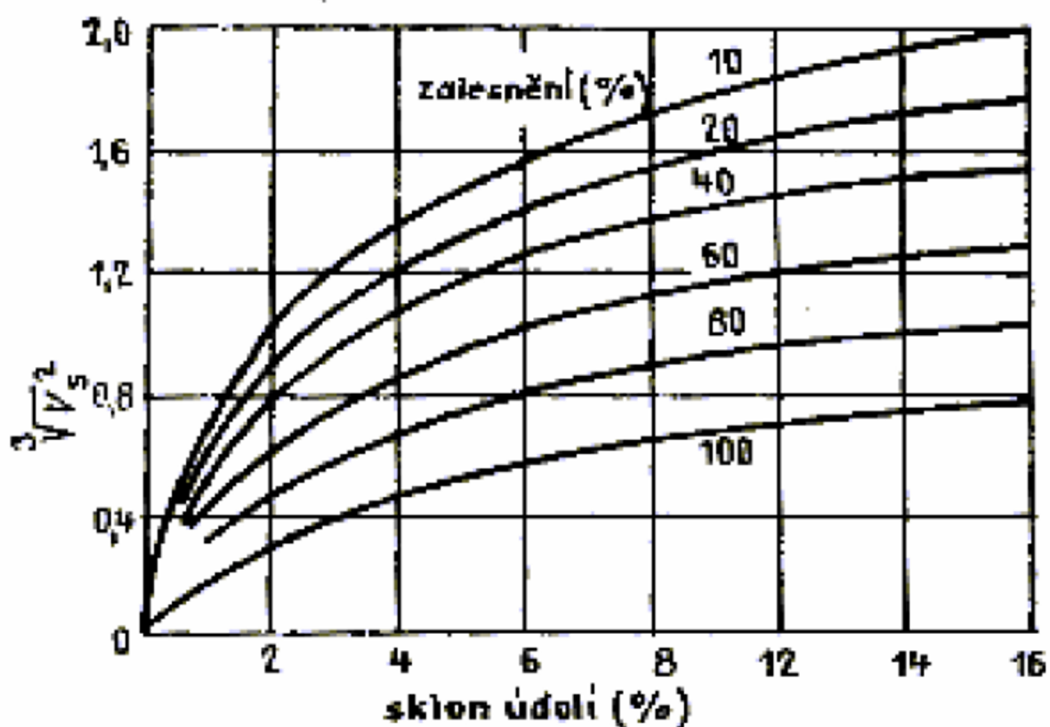
Nejprve byl určen průměrný sklon toku J , který se vypočítá z převýšení terénu ΔH a celkové délky toku L . Převýšení je dáno prameništěm a koncovým bodem toku.

- Průměrný sklon toku **J**:

$$J = \frac{\Delta H}{L} = \frac{773 - 637}{3617} = 3,76\% \quad (2.2)$$

Objemový součinitel odtoku C_{obj} vychází z mapy izolinií pro Českou Republiku, jedná se o poměr spadlého a skutečně odtečeného objemu z povodí. V daném případě se v řešeném území vyskytuje objemový součinitel $C_{obj} = 0,8 [-]$.

Zalesněná plocha povodí činí **78%** z celkové plochy povodí Brušoveckého potoka. Z grafu na Obr. 2.6 pomocí interpolace byla určena střední rychlost doběhu v závislosti na procentuálním zalesnění a průměrném sklonu toku. Střední rychlost doběhu pro řešenou lokalitu je $v_s = 0,544 [m/s]$.



Obr. 2.6: Závislost střední doby doběhu na sklonu 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 uzávěrnému profilu povodí.

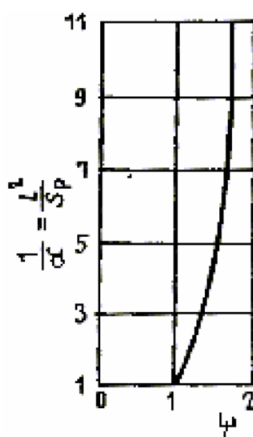
- Doba trvání kritického deště t' [min]:

$$t' = t = \frac{L}{v_s} = \frac{3617 [m]}{0,544 [m/s]} = 6648,9 [s] = 110,8 [min] \\ = 1,85 [hod] \quad (2.3)$$

Z Truplovi přibližné závislosti opakování $N = 100$ let lze určit srážkový úhrn během doby trvání kritického deště h [mm]:

$$h = 14,5 * \sqrt[3]{t'} = 14,5 * \sqrt[3]{110,8} = 69,6 [mm] \quad (2.4)$$

Koeficient vyjadřující závislost velikosti kulminace na tvaru povodí se určuje z grafu, který můžete vidět na Obr. 2.7 a pro řešený tvar povodí Brušoveckého potoka je $\Psi = 1,3$.



Obr. 2.7: Koeficient vyjadřující závislost velikosti kulminace na tvaru povodí [11]

Nyní je možné dopočítat maximální povodňový průtok Q_{100} [m³/s]:

$$Q_{100} = \frac{24,7 * 0,8 * 3,531 * 0,544^{2/3}}{1,3 * \sqrt[3]{3,617^2}} = 15,18 [m^3/s] \quad (2.5)$$

Pro přepočítání čáry opakování z Q_{100} na jiný návrhový průtok Q_N , lze použít vztah:

$$Q_N = Q_{100} * \alpha_N \quad (2.6)$$

kde:

Q_N návrhový průtok,

Q_{100} maximální povodňový průtok,

α_N součinitel závislý na sklonu a lesnatosti povodí.

Pro přepočítání N-letých průtoků Brušoveckého potoka byly použity koeficienty α_N pro zalesněná a svažítá povodí viz Tab. 2.2.

Tab. 2.2: N-leté průtoky Brušoveckého potoka

N/rok	1	2	5	10	20	50	100
α_N	0,12	0,18	0,28	0,39	0,53	0,7	1
Q_N [m ³ /s]	1,82	2,73	4,25	5,92	8,05	10,63	15,18

2.7 Hydrologické poměry řeky Svatky

Průběhy hladin Brušoveckého potoka ovlivňuje samozřejmě kapacita řeky Svatky, do které Brušovecký potok ústí. Do výpočtů průběhů hladin Brušoveckého potoka bude tedy zohledňován vliv Svatky. Z toho důvodu potřebujeme znát i hydrologické poměry řeky Svatky.

Řešená část Svatky spadá do dvou menších povodí. První úsek leží mezi obcemi Herálec a Svatka v blízkosti Melezinkovy studánky, číslo tohoto hydrologického pořadí je 4-15-01-0030. Druhý úsek se nachází jihozápadně od obce Herálec pod Břímovkou a číslo hydrologického pořadí je 4-15-01-0030. [8]

Tab. 2.3: Vodní tok Svratka - Hydrologická data [8]

-----	1. úsek	2. úsek	Jednotky
Plocha povodí	31,49	21,49	[km ²]
Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí	825	827	[mm]
Dlouhodobý průměrný průtok	394	277	[l/s]
Třída	III.	III.	[-]
Data M-denních průtoků odvozeny za období	1981-2010		[roky]
N-leté průtoky odvozeny za období	1931-2013		[roky]

Tab. 2.4: M-denní průtoky Svratky [8]

m	30	60	90	120	150	180	210
Q _m - 1.úsek [l/s]	955	633	481	381	316	266	226
Q _m - 2.úsek [l/s]	649	431	328	260	217	183	156

Tab. 2.5: M-denní průtoky Svratky [8]

m	240	270	300	330	355	364	třída
Q _m - 1.úsek [l/s]	189	160	133	101	67	41	III.
Q _m - 2.úsek [l/s]	132	112	94	72	49	31	III.

Tab. 2.6: N-leté průtoky Svratky [8]

N	1	2	5	10	20	50	100	třída
Q _N - 1.úsek [m ³ /s]	7,7	10,4	15,8	21,4	28,6	40,6	52,0	III.
Q _N - 2.úsek [m ³ /s]	5,3	7,6	12,2	16,9	22,8	32,7	42,0	III.

2.8 Údaje o zemědělství

Chudá kamenitá půda v zájmové lokalitě neskýtá takovou úrodu jako v níže položených krajích. Dnes na pronajatých pozemcích v Herálci hospodaří velkofarma AGRO – Měřín, a.s. se sídlem v Měříně u Žďáru nad Sázavou, která zde chová volně pasoucí se krávy. Dobře se v okolí Herálce dařilo pěstování lnu, který se v minulosti podomácku zpracovával až do finální výroby plátna. [4]

Z velké části se na pravém břehu Brušoveckého potoka od jeho prameniště až po vtok do rybníku Haťák nacházejí lesy. Zbývající část pravého břehu po nátok do řeky Svratky protéká intravilánem obce. Levobřežní část toku je doprovázena menším polem, které může Brušovecký potok lehce znečišťovat klasickým hnojením. Potok může také ovlivnit chov krav od firmy AGRO – Měřín, a.s.. Velmi intenzivní deště mohou vnést do toku znečištění z lučního hospodářství, které je provozováno ve větší vzdálenosti od Brušoveckého potoka na pravobřežní straně. V blízkosti prameniště toku jsou dvě pitné studánky, je tedy zřejmé, že horní část toku nebude velmi znečištěna.

V katastru obce jsou dva rybníky, Haťský a Kuchyně, sloužící k lovu ryb a rekreačnímu koupání. [4]

2.9 Údaje o lesnictví

Obec Herálec se nachází v prostředí vzrostlých lesů, kde převládá smrk, jedle a lokální porost dubu. V blízkosti nalezneme pralesní rezervaci na Žákově hoře, kde na ploše 15 hektarů najdeme přirozené porosty jedlových a javorových bučin, zde ovšem v dřevní skladbě převládá buk. Nejstarší stromy pralesa mají přes 200 let. [4]

2.10 Údaje o průmyslu

V obci Herálec se nacházejí menší průmyslové podniky a soukromé firmy, které ale nebudou kvalitu toku nijak výrazně ovlivňovat.

- ANITA Moravia s.r.o. – dámské spodní prádlo a plavky.
- Domestav s.r.o. – výroba a prodej nábytku z masivu včetně matrací.
- Dřevostavby Bartoš s.r.o. – sádkartony, zateplování budov, zednické práce.
- Ing. Jiří Svoboda – Projekce a inženýrská činnost.
- Montáže Vais – suché výstavby a montážní práce.
- Montáž, servis a prodej antén a satelitní techniky.
- Okna Stýblo – dodavatel plastových oken Slovaktual.
- Ondřej Bureš – elektro montážní práce.

- PK Izolace s.r.o. – výroba izolačních materiálů pro stavebnictví, především folií proti vodě a radonu.
- Radim Zástěra – výroba ocelových konstrukcí a těles, nástrojářské práce.
- Stavební firma Stodola Jiří – rekonstrukce objektů, obklady, dlažby, koupelny, jádra, zateplovací systémy, demolice, zemní práce, tesařské a pokrývačské práce, montáž, sádkartón, tepelné izolace, stavby bazénů, terasy, altány, elektroinstalace.
- Zdeněk Gregor – veškeré stavební práce, zemní a výkopové.
- Pavel Troníček – montáže, opravy, revize – plynu, vody, topení včetně regulací, elektroinstalace, práce ve výškách.

2.11 Požadavky na odběr

Na Brušoveckém potoce nejsou žádné požadavky na odběr vody.

2.12 Rekreační využití

Brušovecký potok neslouží k rekreačnímu využití a to zejména pro malou výšku hladiny vody. Haťský rybník, kterým Brušovecký potok protéká, se využívá k chovu ryb a rekreačnímu koupání.

2.13 Splavnost toku

Řešený tok není splavný ani evidovaný jako vodní cesta.

2.14 Životní prostředí

Brušovecký potok se nachází v chráněné krajinné oblasti Žďárské vrchy, která leží na území okresů Žďár nad Sázavou, Havlíčkův Brod, Chrudim a Svitavy. Celková rozloha CHKO Žďárských vrchů činí 70 940 ha, z toho 46% zaujímají lesy, zastoupené zejména ve vyšší centrální části území, 44% tvoří zemědělský půdní fond, 1,9% vodní plochy, 0,9% zastavěné plochy a 7,2% ostatní plochy. CHKO se rozkládá v nadmořských výškách od 490 do 836,3 m, s nejvyšším vrcholem Devět skal. Cílem

CHKO je zachování harmonicky vyvážené kulturní krajiny s významným zastoupením přirozených ekosystémů. V krajinném rázu se pod zalesněnými hřbety Žďárských vrchů prolínají pole a louky s osnovou dřevinné vegetace, vhodně začleněnými rybníky i venkovským osídlením s prvky horácké lidové architektury. Významným fenoménem chráněného území je voda. Na zdejší husté síti drobných vodních toků byla od středověku vytvářena rozsáhlá rybníční soustava. K nejcennějším segmentům náleží zejména rašeliniště a další mokřadní společenstva. Typickým krajinným prvkem oblasti jsou rovněž rulové skalní útvary vytvořené na zalesněných hřbetech Žďárských vrchů a rozptýlená dřevinná vegetace. Maloplošná zvláště chráněná území v CHKO zahrnují 4 národní přírodní rezervace, 9 přírodních rezervací a 37 přírodních památek. [5]

V blízkosti řešeného území se nacházejí tyto významné národní přírodní rezervace a přírodní památky:

Tab. 2.7: Významné národní přírodní rezervace a přírodní památky

Národní přírodní rezervace	Rozloha	Přírodní památky	Rozloha
[-]	[ha]	[-]	[ha]
Žákova hora	38,10	Devět skal	3,33
-	-	Bílá skála	3,28
-	-	Lisovská skála	0,46

2.15 Povodně

Povodně v řešeném úseku jsou zpravidla příčinou přívalových dešťů. K dispozici bohužel nejsou žádná historická data nebo zpracování záplavového území pro řešený tok. Povodně se v zájmové lokalitě vyskytují ojediněle, ale za to ve velké míře. Zájmové území bylo ohrožováno povodněmi už v dřívějších letech, není to tedy pouze otázka nynější doby. Na první pohled neškodný Brušovecký potok působí velmi bezpečně a bezproblémově. Při přívalovém dešti je jeho kapacita velmi rychle zaplněna a pozemky, které se nacházejí v jeho bezprostřední blízkosti, jsou zaplaveny. Brušovecký potok je ovlivňován přítokem z Haťského rybníka, který není dostatečně regulován, při těchto povodňových stavech nebezpečně ohrožuje obec Herálec svým vylitím. Stav hladiny potoka ovlivňuje také situace řeky Svatky, do které potok ústí.



Obr. 2.8: Historická fotografie povodně



Obr. 2.9: Historická fotografie povodně

Poslední blesková povodeň prošla Herálcem 3. srpna 2014, kdy meteorologové za Svratouchu zaznamenali úhrn srážek o intenzitě 122 litrů vody na každý metr čtverečný. Byl vyhlášen třetí stupeň pohotovosti a stav evakuace, zaplaveno bylo více než 50 domů.



Obr. 2.10: Rovnovážný stav v roce 2015



Obr. 2.11: Povodňový stav v roce 2014

Další fotografie povodní z roku 2014 si můžete prohlédnout v příloze číslo 5.3.

3. POPIS ŘEŠENÉHO ÚSEKU

3.1 Opevnění

V rámci výškového zaměření toku, které jsem provedla 16. října 2015 pomocí nivelačního přístroje, jsem zaměřila Brušovecký potok od přítoku do Svratky po jeho ř. km 0,3221, v tomto staničení potoka končí jeho opevnění, které bylo provedeno v dřívějších letech. Výškové zaměření a jeho zpracování je přiloženo v příloze číslo 4, fotografie z měření naleznete v příloze číslo 5.2. V celé délce řešeného úseku jsou v bezprostřední blízkosti toku sousedními pozemky rodinné domy a zahrady rodinných domů, případně pozemní komunikace.

Svahy jsou v dolní části toku opevněny kamennou rovnáninou, která je velmi často prorostlá travinami, ty ovlivňují rychlost a kapacitu toku. Kamennou rovnáninou je opevněn ř. km 0,000 až ř. km 0,1054.



Obr. 3.1: Ukázka kamenné rovnániny

Od ř. km 0,1054 jsou oba břehy opevněny kamennou zídou, která je souvislá na obou březích až po první most, tedy po ř. km 0,1068. Za prvním mostem, ř. km 0,1126 až po ř. km 0,1542, je kamennou zídou opevněn pouze levý břeh a pravý břeh je ponechán bez úpravy, značně zarostlý travinami.

Zbývající část toku od ř. km 0,1542 až do konce řešeného úseku, tedy ř. km 0,3221, je na pravém i levém břehu opevněna kamennou zídou. Šířka kamenné zídky je jedinou rozdělující hranicí mezi pozemky obyvatelů obce, jejich zahrad a Brušoveckým potokem.



Obr. 3.2: Kamenná zídka

3.2 Objekty

3.2.1 Spádové stupně

Dno toku a jeho sklon jsou často měněny spádovými stupni či vzdouvacími objekty, které byly uměle vytvořeny. První spádový stupeň se nachází v ř. km 0,0210 před lávkou pro pěší. Spádový stupeň je nepravidelný skládající se z větších kamenů a vysoký 30 cm.



Obr. 3.3: Spádový stupeň - ř. km 0,0210

Další spádový stupeň se nachází v ř. km 0,0817 a jeho výška činí 15 cm, okolí spádového stupně je hustě zarostlé a spádový stupeň tedy není z břehu viditelný. Na tento spádový stupeň jsem narazila až při samotném výškovém zaměření toku.

V ř. km 0,1054 nalezneme další spádový stupeň, který je vysoký 61 cm a značně mění sklon dna. Tento spádový stupeň je pravděpodobně zděný nebo vybetonovaný.



Obr. 3.4: Spádový stupeň - ř. km 0,1054

Poslední změnou sklonu dna v řešeném úseku je spádový stupeň v ř. km 0,1541. Podle železné konstrukce napříč tokem zprvopočátku sloužil tento spádový stupeň jako vzdouvací objekt, nyní je prostor zanesen splaveninami a dno je

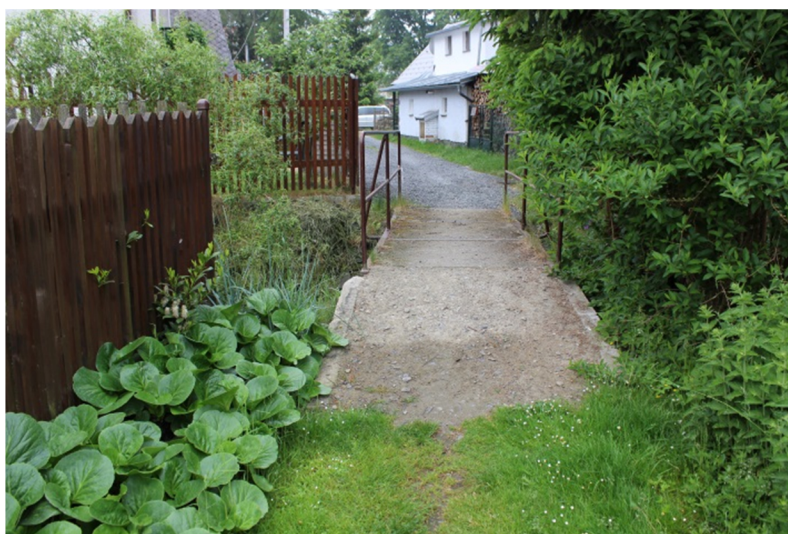
téměř vyrovnáno s železnou konstrukcí. Konstrukce je značně zdeformovaná od tlaku tekoucí vody a je uprostřed podepřena ocelovou tyčí, která pomáhá konstrukci udržet. Ke stabilitě konstrukce také pomáhají kameny, které jsou naskládány ve spodní části spádového stupně. Při větších průtocích může dojít k úplnému zničení tohoto spádového stupně.



Obr. 3.5: Spádový stupeň - ř. km 0,1541

3.2.2 Mosty, lávky

Prvním objektem, který kříží Brušovecký potok je železobetonová lávka pro pěší v ř. km 0,0220. Pěší lávka je široká 1,5 m, horní výšková kóta činí 638,75 m n. m., tloušťka konstrukce je 10 cm. Lávku budeme ve výpočtech značit jako L1.



Obr. 3.6: Lávka pro pěší L1 - ř. km 0,0212

Následující křížení toku je velmi neobvyklé až nepochopitelné. Místní obyvatelé absolutně nerespektují přírodní živel, stavební zákony a normy. V ř. km 0,0547 začíná tok křížit zděná stavba napojena na stavbu dřevěnou, křížení toku končí v ř. km 0,0684. Celková délka křížení stavbou je neskutečných 13,6 m. Křížení toku stavbou budeme v následujících výpočtech a výkresech značit jako S1.



Obr. 3.7: Křížení toku stavbou - ř. km 0,0547 - 0,0684



Obr. 3.8: Detail křížení toku se stavbou

Další objekt, který kříží Brušovecký potok, je betonový silniční most. Most najdeme v ř. km 0,1097 a v následujících výpočtech jej budeme značit jako M1. Most je

široký 5,7 metrů a tloušťka samotné konstrukce činí 65 cm, horní výšková kóta je 640,99 m n. m..



Obr. 3.9: Silniční most M1 - ř. km 0,1097



Obr. 3.10: Silniční most M1 - ř. km 0,1097

Druhý silniční most se nachází v ř. km 0,18615 a zaujímá šířku 5,8 metrů, tloušťka konstrukce mostovky je 75 centimetrů a jeho horní kóta činí 642,254 m n. m.. Na návodní straně mostu není provedena úprava břehů s napojením na most. Na druhé straně mostu jsou vybetonované navazující břehy se zkosenými hranami, které se plynule napojují na opevnění toku, v našem případě se jedná o kamenné zídky. Ve výpočtech budeme tento silniční most značit jako M2.



Obr. 3.11: Silniční most M2 - ř. km 0,18615



Obr. 3.12: Silniční most M2 - ř. km 0,18615

Poslední křížení Brušoveckého potoka se nachází v ř. km 0,31125. Jedná se o železobetonové panely sloužící k ojedinělému přejezdu vozidel. Šířka těchto panelů je 2,2 metry, výška konstrukce je 15 centimetrů a horní kóta konstrukce činí 642,03 m n. m.. Ve výpočtech budeme tento přejezd značit M3.

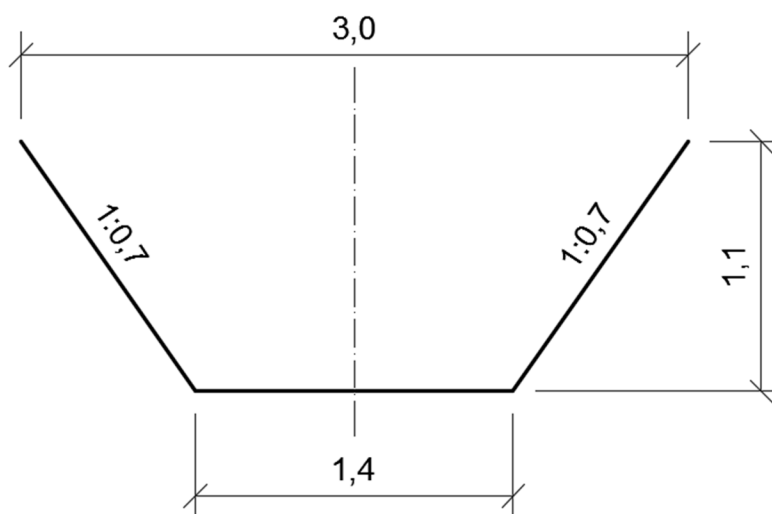


Obr. 3.13: Železobetonové panely M3 - ř. km 0,31125

Veškeré pořízené fotografie řešeného úseku Brušoveckého potoka naleznete v příloze 5.1.

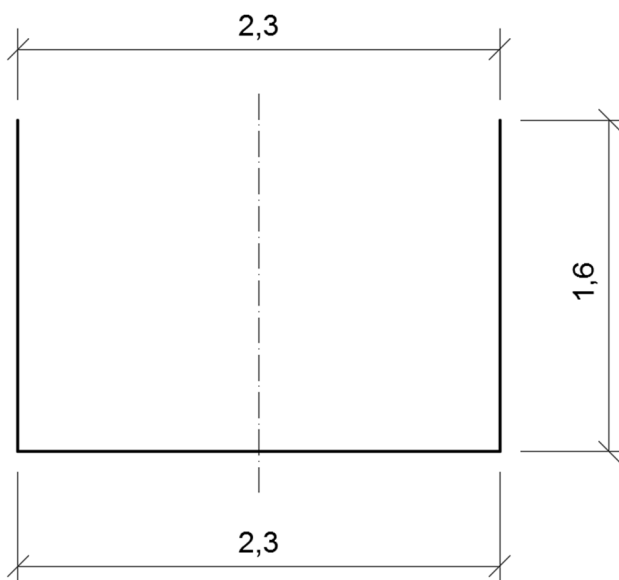
3.3 Popis příčných řezů

Z mého zaměření toku, které proběhlo v říjnu v roce 2015, jsem vycházela ve všech následujících výkresech a výpočtech. Všechny zaměřené příčné řezy jsem narýsovala v měřítku 1:50, viz přílohy 2.1, 2.2, 2.3, a 2.4. Z narýsovaných příčných řezů jsem navrhla dva synoptické příčné řezy. První synoptický příčný řez jsem navrhla v ř. km 0,000 – 0,1054, v tomto úseku se nachází břehy, které jsou opevněny kamennou rovnatinou. Příčné řezy v úseku s kamennou rovnatinou mají svůj specifický tvar, kterým je měnící se lichoběžník. Navržený synoptický řez naleznete v příloze 2.5. Na následujícím schématu si můžete prohlédnout navržené rozměry. Šířka dna koryta činí 1,4 metrů, výška k břehové čáře je 1,1 metr a sklon břehů je v poměru 1:0,7.



Obr. 3.14: Schéma navrženého synoptického příčného řezu–ř. km 0,000–0,1054

Ve zbývajících částech, kde je opevnění břehů provedeno kamennou zídou jsem navrhla druhý synoptický příčný řez, jehož tvar je obdélníkový. Výkres synoptického řezu naleznete v příloze 2.6. Následující obrázek znázorňuje schéma navrženého synoptického příčného řezu pro ř. km 0,1054 – 0,3124.



Obr. 3.15: Schéma navrženého synoptického příčného řezu–ř. km 0,1054-0,3124

Do návrhů synoptických příčných řezů nebyly zahrnuty dva příčné řezy zaměřené před a za mostem M2. Jedná se o PF16 ř. km 0,1832 a PF17 ř. km 0,1891.

Tyto dva řezy se nacházejí v úseku, kde je opevnění břehů toku provedenou kamennou zídkou, ovšem při výstavbě mostu M2, byly břehy před a za mostem M2 vybetonovány a mají tvar lichoběžníku, jehož rozměry se značně odlišují od obdélníkových profilů. Také nebyly do návrhů synoptických příčných řezů zahrnovány tři poslední příčné řezy, konkrétně PF21 ř. km 0,3166, PF22 ř. km 0,3167 a PF23 ř. km 0,3221. Jsou to příčné řezy na konci řešeného úseku, které nemají opevněné břehy a žádné jiné další úpravy. Jsou to přirozené příčné řezy Brušoveckého potoka bez jakýchkoliv úprav. Dva synoptické příčné řezy, byly navrženy v intravilánu obce, který je v této bakalářské práci řešen jako kritické místo při ohrožení povodněmi.

4. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

V rámci hydrotechnických výpočtů se zaměříme na jednotlivé toky samostatně z hlediska jejich kapacity. Při výpočtech kapacity Brušoveckého potoka a kapacity řeky Svratky nebudeme zohledňovat jejich vzájemný vliv hladin na soutoku. Následně budeme zjišťovat vzájemné ovlivňování hladin obou toků při různých zatěžovacích stavech. Pro výpočty průběhů hladin použijeme program HEC-RAS 4.1.0.

4.1 Program HEC-RAS

Program HEC-RAS verze 4.1.0 používá k analýze hydrologických dat 1D matematický model proudění o volné hladině. Zkratka programu vznikla z anglického názvu Hydrologic Engineering Center's River Analysis System. Program byl vyvinut inženýry armády Spojených států pod názvem US Army Corps of Engineers.

Možnosti výpočtů programem HEC-RAS [9]:

- Proudění ustálené (Steady Flow),
- Proudění neustálené (Unsteady Flow),
- Transport sedimentů (Sediment Transport),
- Kvalita vody (Water Quality).

4.1.1 Proudění ustálené (Steady Flow)

Program HEC-RAS je schopen provést výpočet pro proudění rovnoměrné i nerovnoměrné, dále je schopen rozlišit proudění říční, bystřinné nebo jejich kombinaci. My budeme pro výpočty používat proudění ustálené nerovnoměrné typu říčního. Program HEC-RAS řeší proudění pod mosty, propustky a přes jezy. Výpočet průběhu hladin pro ustálené proudění je založen na metodě po úsecích. Při přechodu z proudění bystřinného na říční, proudění pod mostem a při soutoku používá program HEC-RAS rovnici hybnosti. [9]

Pro výpočet ustáleného proudění (Steady Flow) je nutné zadat do programu veškerá potřebná geometrická data (Geometric Data) a okrajové podmínky pro řešení (Steady Flow Data). [9]

Jako geometrická data lze do programu zadat [9]:

- schematizace říční sítě,
- vkládání dat o příčných profilech,
- zadávání a editace mostů a propustků,
- vícenásobné umístění mostů či propustků v jednom profilu,
- zadávání a editace jezů a pohyblivých uzávěrů,
- vkládání a editace obrázků jednotlivých profilů a objektů,
- interpolace příčných profilů,
- grafické editace příčných profilů.

Pro okrajové podmínky se zadává počet simulací (průtoků), které chceme v rámci výpočtu řešit. Model HEC-RAS nabízí následující možnosti řešení [9]:

Known W.S.	Známa úroveň hladiny v dolním příčném profilu pro každý řešený průtok.
Critical Depth	Kritická hloubka v dolním profilu.
Normal Depth	Na základě zadání sklonu hladiny bude vypočtena hloubka vody pro zadanou geometrii.
Rating Curve	Zadání známé závislosti h na Q (měrná křivka).

4.2 Geometrická data a okrajové podmínky řeky Svatky

Geometrická data řeky Svatky, která jsem použila pro výpočet, mi poskytla paní Ing. Hana Uhmánová, CSc.. Data byla zaměřena v rámci výuky v terénu studentkou Vysokého učení technického v Brně, Fakulty stavební, Ústav vodní hospodářství a vodní stavby.

Data obsahují 33 zaměřených příčných profilů, drsnosti dna a svahů. Dále obsahují zaměření objektů, mezi které patří lávka pro pěší, mostek a silniční most.

Okrajové podmínky použité pro hydrotechnické výpočty jsou N-leté průtoky 1. úseku řeky Svatky, které jsou uvedeny v kapitole 2.7 Hydrologické poměry řeky Svatky. Další okrajovou podmínkou je podélný sklon Svatky (Normal Depth). Při výpočtech vzájemného ovlivnění hladin obou toků budou okrajovými podmínkami

známá hladina Svratky na soutoku s Brušoveckým potokem (Known W.S.) a výpočet programem HEC-RAS s využitím funkce soutok (Junction).

4.3 Geometrická data Brušoveckého potoka

Geometrická data Brušoveckého potoka, která vstupují do hydrotechnických výpočtů, jsem si sama zaměřila a následně zpracovala, data naleznete v příloze číslo 4. Jedná se o 23 výškově zaměřených příčných profilů.

Zaměřeny byly také objekty na toku, tedy čtyři spádové stupně a objekty křížící tok, lávka pro pěší, dva silniční mosty, přejezd z železobetonových panelů a křížení toku stavbou. Byla vždy zaměřena jejich šířka, tloušťka mostovky, vzdálenost dolní mostovky ode dna a následné napojení na břehové čáry.

Další geometrická data jsou drsnosti dna a svahů. Drsnosti byly určeny tabulkově dle Manningova drsnostního součinitele n pro otevřená koryta na základě obchůzky při měření. Pro určení drsnosti z Manningových tabulek byla použita tabulka s názvem „Přirozené vodní toky“ a její část pro „Malé toky se šířkou hladiny při velké vodě < 30 m“. Pro drsnost dna byla zvolena hodnota $n = 0,035 [-]$ definovaná pro zakřivené trasy, čisté koryto s kameny a plevellem. Pro svahy byla drsnost volena $n = 0,040 [-]$ a pro inundační území za břehovými čarami byl zvolen drsnostní součinitel $n = 0,045 [-]$. V místech, kde jsou břehy opevněny kamennou zídou, byla určena drsnost zídky $n = 0,025 [-]$. [10]



Obr. 4.1: Dno Brušoveckého potoka

4.4 Okrajové podmínky pro Brušovecký potok

Pro určení kapacity Brušoveckého potoka byl použit jako okrajová podmínka podélný sklon toku (Normal Depth) a N-leté průtoky, které byly vypočteny metodou podle Čerkašina, naleznete je v tabulce Tab. 2.2: N-leté průtoky . Pro výpočet průběhu hladin při vzájemném ovlivnění na soutoku byla zvolena okrajovou podmínkou známá výška hladiny Svratky (Known W.S.) v místě soutoku při vybraných zatěžovacích stavech. Poslední okrajovou podmínkou bylo provedení výpočtů průběhu hladin programem HEC-RAS s využitím funkce soutok (Junction).

4.5 Určení kapacity Svratky v místě soutoku

Kapacita řeky Svratky byla řešena v místě soutoku s Brušoveckým potokem. Výpočet průběhu hladin řeky Svratky byl proveden pomocí okrajové podmínky známého podélného sklonu Svratky (Normal Depth). Zadaný sklon Svratky činil 5,7 ‰. Průběhy hladin byly vypočteny pro všechny známé N-leté průtoky, které naleznete v tabulce Tab. 2.6: N-leté průtoky Svratky [8] Tab. 2.6: N-leté průtoky Svratky [8] jedná se o část toku označenou jako 1. úsek.

V místě soutoku byla Svratka schopna přenést průtok $Q_5 = 15,8 \text{ m}^3/\text{s}$, k vyběžení došlo v místě soutoku při průtoku $Q_{10} = 21,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Maximální průtok tedy kapacitní průtok po úroveň břehové čáry v místě soutoku byl dopočítán volbou průtoků v rozmezí Q_5 a Q_{20} a jeho hodnota byla $Q_{\max} = 19,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Kapacita Svratky byla určena bez ovlivnění průběhu hladin Brušoveckým potokem.

V následujících tabulkách jsou znázorněny výsledky průběhů hladin řeky Svratky pro tři výše zmíněné průtoky. Tabulky průběhů hladin pro všechny N-leté průtoky řeky Svratky naleznete v příloze 6.1.

Pozn.: **166,747** Žluté označení v tabulce značí příčný profil Svratky na soutoku s Brušoveckým potokem, tedy řešené místo pro určování kapacity řeky Svratky.

Tab. 4.1: Průběh hladiny Svratky při průtoku Q_5

Staničení	Výšková kóta dna	Výšková kóta hladiny	Levý břeh	Pravý břeh	Vybřežení levého břehu	Vybřežení pravého břehu
-	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[ANO/NE]	[ANO/NE]
167,137	637,65	638,97	638,94	638,24	ANO	ANO
167,123	637,51	638,96	638,68	638,30	ANO	ANO
167,099	637,42	638,89	638,60	638,09	ANO	ANO
167,074	637,31	638,88	638,59	638,65	ANO	ANO
167,065	637,30	638,86	638,57	638,59	ANO	ANO
167,047	637,44	638,79	638,67	638,70	ANO	ANO
167,028	637,30	638,75	638,68	638,54	ANO	ANO
167,000	637,14	638,74	638,44	638,39	ANO	ANO
166,994	636,93	638,72	638,40	638,53	ANO	ANO
166,968	637,20	638,68	638,45	638,46	ANO	ANO
166,953	L1 - Svratka					
166,951	637,13	638,63	638,54	638,47	ANO	ANO
166,930	637,02	638,58	638,37	638,42	ANO	ANO
166,915	637,09	638,58	638,27	638,40	ANO	ANO
166,897	637,09	638,55	638,25	638,36	ANO	ANO
166,879	637,12	638,50	638,41	638,50	ANO	NE
166,861	637,13	638,47	638,49	638,48	NE	NE
166,846	637,23	638,44	638,42	638,45	ANO	NE
166,829	637,35	638,40	638,70	638,63	NE	NE
166,825	M2 - Svratka					
166,820	637,17	638,40	638,52	638,45	NE	NE
166,797	637,09	638,36	638,49	638,50	NE	NE
166,769	637,05	638,30	638,43	638,47	NE	NE
166,754	637,03	638,27	638,47	638,39	NE	NE
166,747	637,03	638,23	638,47	638,39	NE	NE
166,739	637,05	638,18	638,37	638,38	NE	NE
166,726	637,07	638,14	638,37	638,35	NE	NE
166,712	637,02	638,11	638,36	638,26	NE	NE
166,695	637,00	638,06	638,29	638,38	NE	NE
166,678	636,94	638,02	638,27	638,34	NE	NE
166,654	636,97	637,89	638,26	638,33	NE	NE
166,651	M1 - Svratka					
166,633	636,84	637,76	638,20	638,22	NE	NE

Tab. 4.2: Průběh hladiny Svratky při Q_{max}

Staničení	Výšková kóta dna	Výšková kóta hladiny	Levý břeh	Pravý břeh	Vybřežení levého břehu	Vybřežení pravého břehu
-	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[ANO/NE]	[ANO/NE]
167,137	637,65	639,15	638,94	638,24	ANO	ANO
167,123	637,51	639,14	638,68	638,30	ANO	ANO
167,099	637,42	639,07	638,60	638,09	ANO	ANO
167,074	637,31	639,07	638,59	638,65	ANO	ANO
167,065	637,30	639,04	638,57	638,59	ANO	ANO
167,047	637,44	638,97	638,67	638,70	ANO	ANO
167,028	637,30	638,94	638,68	638,54	ANO	ANO
167,000	637,14	638,92	638,44	638,39	ANO	ANO
166,994	636,93	638,90	638,40	638,53	ANO	ANO
166,968	637,20	638,86	638,45	638,46	ANO	ANO
166,953	L1 - Svratka					
166,951	637,13	638,79	638,54	638,47	ANO	ANO
166,930	637,02	638,73	638,37	638,42	ANO	ANO
166,915	637,09	638,73	638,27	638,40	ANO	ANO
166,897	637,09	638,70	638,25	638,36	ANO	ANO
166,879	637,12	638,64	638,41	638,50	ANO	ANO
166,861	637,13	638,61	638,49	638,48	ANO	ANO
166,846	637,23	638,59	638,42	638,45	ANO	ANO
166,829	637,35	638,55	638,70	638,63	NE	NE
166,825	M2 - Svratka					
166,820	637,17	638,56	638,52	638,45	ANO	ANO
166,797	637,09	638,51	638,49	638,50	ANO	ANO
166,769	637,05	638,45	638,43	638,47	ANO	NE
166,754	637,03	638,42	638,47	638,39	NE	ANO
166,747	637,03	638,39	638,47	638,39	NE	NE
166,739	637,05	638,34	638,37	638,38	NE	NE
166,726	637,07	638,31	638,37	638,35	NE	NE
166,712	637,02	638,28	638,36	638,26	NE	ANO
166,695	637,00	638,23	638,29	638,38	NE	NE
166,678	636,94	638,20	638,27	638,34	NE	NE
166,654	636,97	638,11	638,26	638,33	NE	NE
166,651	M1 - Svratka					
166,633	636,84	637,87	638,20	638,22	NE	NE

Tab. 4.3: Průběh hladiny Svratky při Q_{10}

Staničení	Výšková kóta dna	Výšková kóta hladiny	Levý břeh	Pravý břeh	Vybřežení levého břehu	Vybřežení pravého břehu
-	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[ANO/NE]	[ANO/NE]
167,137	637,65	639,26	638,94	638,24	ANO	ANO
167,123	637,51	639,25	638,68	638,30	ANO	ANO
167,099	637,42	639,18	638,60	638,09	ANO	ANO
167,074	637,31	639,18	638,59	638,65	ANO	ANO
167,065	637,30	639,15	638,57	638,59	ANO	ANO
167,047	637,44	639,07	638,67	638,70	ANO	ANO
167,028	637,30	639,04	638,68	638,54	ANO	ANO
167,000	637,14	639,02	638,44	638,39	ANO	ANO
166,994	636,93	639,01	638,40	638,53	ANO	ANO
166,968	637,20	638,96	638,45	638,46	ANO	ANO
166,953	L1 - Svratka					
166,951	637,13	638,89	638,54	638,47	ANO	ANO
166,930	637,02	638,83	638,37	638,42	ANO	ANO
166,915	637,09	638,83	638,27	638,40	ANO	ANO
166,897	637,09	638,79	638,25	638,36	ANO	ANO
166,879	637,12	638,73	638,41	638,50	ANO	ANO
166,861	637,13	638,71	638,49	638,48	ANO	ANO
166,846	637,23	638,69	638,42	638,45	ANO	ANO
166,829	637,35	638,65	638,70	638,63	NE	ANO
166,825	M2 - Svratka					
166,820	637,17	638,65	638,52	638,45	ANO	ANO
166,797	637,09	638,61	638,49	638,50	ANO	ANO
166,769	637,05	638,55	638,43	638,47	ANO	ANO
166,754	637,03	638,52	638,47	638,39	ANO	ANO
166,747	637,03	638,48	638,47	638,39	ANO	ANO
166,739	637,05	638,43	638,37	638,38	ANO	ANO
166,726	637,07	638,40	638,37	638,35	ANO	ANO
166,712	637,02	638,37	638,36	638,26	ANO	ANO
166,695	637,00	638,33	638,29	638,38	ANO	NE
166,678	636,94	638,29	638,27	638,34	ANO	NE
166,654	636,97	638,21	638,26	638,33	NE	NE
166,651	M1 - Svratka					
166,633	636,84	637,94	638,20	638,22	NE	NE

4.6 Určení kapacity Brušoveckého potoka

Pro určení kapacity Brušoveckého potoka byla zvolena okrajová podmínka podélného sklonu (Normal Depth), v následujících výpočtech ji budeme značit jako **OK.1**. Zadaný podélný sklon byl 13,8 ‰. Pro průběhy hladin byly použity N-leté průtoky, které jsem vypočítala metodou dle Čerkašina. Celý výpočet N-letých průtoků naleznete v kapitole Hydrologické poměry Brušoveckého potoka 2.6 a hodnoty průtoků jsou v tabulce Tab. 2.2. Kapacita Brušoveckého potoka byla určena bez ovlivnění průběhů hladin řekou Svratkou.

V řešeném úseku není Brušovecký potok kapacitní ani pro průtok Q_1 . Je tedy zapotřebí navrhnout opatření, která Brušovecký potok více zkapacitní. Výpočet průběhů hladin pro všechny N-leté průtoky naleznete v příloze číslo 6.2. V Tab. 4.4: Průběh hladiny Brušoveckého potoka pro Q_1 na následující straně naleznete průběh hladiny Brušoveckého potoka pro průtok $Q_1 = 1,82 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tab. 4.4: Průběh hladiny Brušoveckého potoka pro Q_1

PF	Staničení	Výšková kóta dna	Výšková kóta hladiny	Levý břeh	Pravý břeh	Vybřežení levého břehu	Vybřežení pravého břehu
-	-	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[ANO/NE]	[ANO/NE]
23	0,3221	641,36	641,93	641,63	641,82	ANO	ANO
22	0,3167	641,31	641,78	641,96	641,59	NE	ANO
21	0,3166	640,87	641,80	641,96	641,59	NE	ANO
20	0,3124	641,05	641,72	641,93	641,99	NE	NE
	0,3113	M3 - Brušovecký potok					
19	0,3101	640,95	641,68	641,91	641,88	NE	NE
18	0,2301	640,34	641,15	641,23	641,04	NE	ANO
17	0,1891	640,36	641,03	641,50	641,54	NE	NE
	0,1862	M2 - Brušovecký potok					
16	0,1832	640,35	641,01	641,49	641,53	NE	NE
15	0,1542	640,26	640,66	640,86	640,72	NE	NE
14	0,1541	639,69	640,26	640,86	640,72	NE	NE
13	0,1168	639,24	639,90	640,61	640,40	NE	NE
12	0,1126	639,24	639,85	640,63	640,47	NE	NE
	0,1097	M1 - Brušovecký potok					
11	0,1068	639,24	639,77	640,48	640,42	NE	NE
10	0,1055	639,24	639,67	640,38	640,40	NE	NE
9	0,1054	638,52	639,49	640,52	640,17	NE	NE
8	0,0818	638,56	639,17	639,31	639,31	NE	NE
7	0,0817	638,41	639,23	639,31	639,31	NE	NE
6	0,0684	638,36	638,95	639,09	639,12	NE	NE
	0,0616	S1 - Brušovecký potok					
6.1	0,0547	638,04	638,89	639,06	638,97	NE	NE
5	0,0354	638,02	638,77	639,02	638,76	NE	ANO
4	0,0228	637,99	638,71	638,70	638,65	ANO	ANO
	0,0220	L1 - Brušovecký potok					
3	0,0212	637,97	638,52	638,70	638,65	NE	NE
2	0,0210	637,73	638,36	638,72	638,55	NE	NE
1	0,0000	637,32	638,05	638,55	638,30	NE	NE

4.7 Analýza průběhu hladin

Před samotným návrhem úpravy Brušoveckého potoka, bylo třeba provést analýzu průběhů hladin Brušoveckého potoka, které jsou ovlivněny průtokem ve Svatce. Z této analýzy byla určena okrajová podmínka pro výpočet s nejméně

příznivými průběhy hladin pro Brušovecký potok. Určená okrajová podmínka byla následně použita pro navržená opatření.

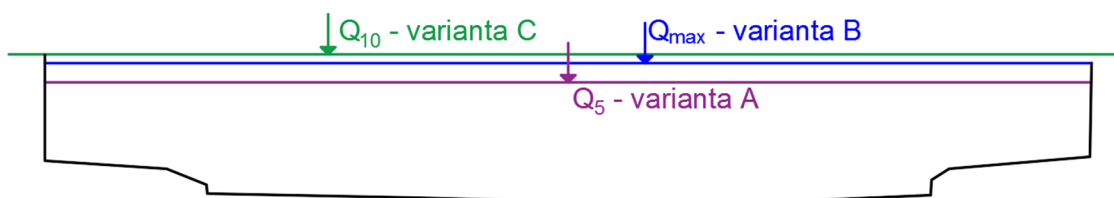
Analýza obsahuje tři varianty výpočtu, které jsou značeny písmeny **A**, **B** a **C**.

Varianta **A**: V řece Svatce teče průtok $Q_5 = 15,8 \text{ m}^3/\text{s}$, při kterém Svatka na soutoku s Brušoveckým potokem nevybřeží.

Varianta **B**: Svatkou protéká kapacitní průtok $Q_{\max} = 19,1 \text{ m}^3/\text{s}$ určený v místě soutoku.

Varianta **C**: Svatka v místě soutoku vybřeží při průtoku $Q_{10} = 21,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Na následujícím obrázku Obr. 4.2 jsou znázorněny všechny tři varianty graficky v příčném profilu řeky Svatky v místě soutoku s Brušoveckým potokem.



Obr. 4.2: Grafické znázornění početních variant v řece Svatce

Výpočet při vzájemném ovlivnění hladin obou toků bude u všech tří variant obsahovat dvě okrajové podmínky. Tedy dva výsledné výstupy průběhu hladin pro jeden N-letý průtok v Brušoveckém potoce.

První okrajová podmínka **OK.1** byla použita v podkapitole 4.6, znázorňuje základní průběh hladin Brušoveckého potoka bez ovlivnění řekou Svatkou. Ve výsledných tabulkách je zobrazena **OK.1** z důvodu porovnání výsledků jednotlivých okrajových podmínek.

Výpočty všech variant **A**, **B** a **C** byly provedeny pro okrajové podmínky **OK.2** a **OK.3**, při kterých je již průběh hladin Brušoveckého potoka ovlivňován průtokem ve Svatce.

OK.1: Průběh hladin v Brušoveckém potoce vypočítán za předpokladu ustáleného nerovnoměrného proudění na základě podélného sklonu (Normal Depth) bez ovlivnění hladin Svatkou.

OK.1 se již nezmění a bude pro všechny varianty stejná na základě řešeného průtoku, použije se pouze ke srovnání okrajových podmínek.

OK.2: Druhou okrajovou podmínkou je vypočtená kóta hladiny v příčném profilu řeky Svratky v místě soutoku. (Known W.S.) Hodnota kóty **OK.2** se liší pro jednotlivé varianty dle průtoků, které tečou ve Svratce.

OK.3: Výpočet průběhu hladin programem HEC-RAS s využitím funkce soutok (Junction) je třetí okrajovou podmínkou. **OK.3** je pouze určení typu výpočtu pro program HEC-RAS. Zadání **OK.3** je pro všechny varianty stejné, ovšem výstup průběhů hladin Brušoveckého potoka se bude lišit ovlivněním průtoky ve Svratce u jednotlivých variant na základě řešeného průtoku.

V následující tabulce Tab. 4.5 jsou schematicky znázorněny veškeré kombinace výpočtů pro jeden N-letý průtok, který teče v Brušoveckém potoce.

Tab. 4.5: Znázornění kombinací výpočtů pro jeden N-letý průtok Bruš. pot.

VARIANTA	A		B		C	
OKRAJOVÁ PODMÍNKA	OK.2	OK.3	OK.2	OK.3	OK.2	OK.3

4.7.1 Výpočet průběhů hladin Brušoveckého potoka pro variantu A

V případě varianty **A** teče Svratkou průtok $Q_5 = 15,8 \text{ m}^3/\text{s}$, Svratka v místě soutoku nevybřeží.

OK.2 pro variantu **A**: Dupočítaná nadmořská výška hladiny při průtoku Q_5 ve Svratce na soutoku je $h_{Q_5} = 638,23 \text{ m n. m.}$. Výšku hladiny si můžete ověřit v Tab. 4.1: Průběh hladiny Svratky při průtoku Q_5 .

OK.3 pro variantu **A**: Výpočet průběhu hladin programem HEC-RAS s využitím funkce soutok (Junction) je třetí okrajovou podmínkou.

Průběh hladin Brušoveckého potoka pro variantu **A** byl vypočítán pro všechny N-leté průtoky Brušoveckého potoka uvedené v Tab. 2.2. Všechny výstupní tabulky varianty **A** pro **OK.2** naleznete v příloze číslo 6.3.1, pro **OK.3** je naleznete v příloze číslo 6.3.2.

Porovnání průběhů hladin Brušoveckého potoka pro **OK.2** a **OK.3** bylo provedeno pro N-leté průtoky Q_1 , Q_2 , Q_5 , Q_{10} a Q_{20} . Rozdíl průběhů hladin při **OK.2** a **OK.3** nastal v případě, že v Brušoveckém potoce teče průtok Q_1 a Q_2 . Ve zbývajících případech pro Q_5 , Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} a Q_{100} se hladiny obou okrajových podmínek ustálily hned na soutoku. Při průtocích Q_1 a Q_2 se hladiny obou okrajových podmínek ustálily až v ř. km 0,0212, tedy ve třetím zaměřeném profilu PF3.

Všechny srovnávací tabulky výstupů varianty **A** naleznete v příloze číslo 6.3.3. V níže uvedených tabulkách je zobrazeno porovnání průběhů hladin Brušoveckého potoka pro N-leté průtoky Q_1 , Q_2 a Q_5 .

Pozn.: 638,47 Červeně zvýrazněné buňky značí nejméně příznivý průběh hladin při porovnání **OK.2** a **OK.3**, tedy vyšší kótu hladiny v daném profilu z těchto dvou okrajových podmínek.

638,52 Tučně zvýrazněný text značí profil respektive staničení, ve kterém došlo ke srovnání hladin okrajových podmínek **OK.2** a **OK.3**.

Tab. 4.6: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta **A** při průtoku $Q_1 = 1,82 \text{ m}^3/\text{s}$

PF	Staničení	Výšk. kóta hlad. - OK.1	Výšk. kóta hlad. - OK.2	Výšk. kóta hlad. - OK.3
-	-	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
	0,0616	S1 - Brušovecký potok		
6.1	0,0547	638,89	638,89	638,89
5	0,0354	638,77	638,77	638,77
4	0,0228	638,71	638,71	638,71
	0,0220	L1 - Brušovecký potok		
3	0,0212	638,52	638,52	638,52
2	0,0210	638,36	638,38	638,47
1	0,0000	638,05	638,23	638,39

Tab. 4.7: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta A při průtoku $Q_2 = 2,73 \text{ m}^3/\text{s}$

PF	Staničení	Výšk. kóta hlad. - OK.1	Výšk. kóta hlad. - OK.2	Výšk. kóta hlad. - OK.3
-	-	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
	0,0616	S1 - Brušovecký potok		
6.1	0,0547	639,09	639,09	639,09
5	0,0354	638,97	638,97	638,97
4	0,0228	638,92	638,92	638,92
	0,0220	L1 - Brušovecký potok		
3	0,0212	638,66	638,66	638,66
2	0,0210	638,55	638,55	638,56
1	0,0000	638,25	638,23	638,36

Tab. 4.8: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta A při průtoku $Q_5 = 4,25 \text{ m}^3/\text{s}$

PF	Staničení	Výšk. kóta hlad. - OK.1	Výšk. kóta hlad. - OK.2	Výšk. kóta hlad. - OK.3
-	-	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
	0,0616	S1 - Brušovecký potok		
6.1	0,0547	639,40	639,40	639,40
5	0,0354	639,29	639,29	639,29
4	0,0228	639,27	639,27	639,27
	0,0220	L1 - Brušovecký potok		
3	0,0212	638,84	638,84	638,84
2	0,0210	638,81	638,85	638,85
1	0,0000	638,52	638,28	638,28

4.7.2 Výpočet průběhů hladin Brušoveckého potoka pro variantu B

Jedná-li se o variantu **B**, protéká Svratkou v místě soutoku kapacitní průtok $Q_{\max} = 19,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

OK.2 pro variantu **B**: Nadmořská výška hladiny za tohoto stavu je $h_{Q_{\max}} = 638,39 \text{ m n. m.}$, výškovou kótu hladiny můžete dohledat v Tab. 4.2: Průběh hladiny Svratky při Q_{\max} .

OK.3 pro variantu **B**: Výpočet průběhu hladin programem HEC-RAS s využitím funkce soutok (Junction) je třetí okrajovou podmínkou.

Postup výpočtu varianty **B** pro všechny N-leté průtoky Brušoveckého potoka je totožný s variantou **A**, rozdílem variant je průtok v řece Svatce a hodnota kóty hladiny v místě soutoku **OK.2**. Veškeré výstupní tabulky s průběhy hladin Brušoveckého potoka pro všechny N-leté průtoky varianty **B** pro **OK.2** naleznete v příloze 6.4.1 a pro **OK.3** v příloze 6.4.2.

Porovnání průběhů hladin Brušoveckého potoka bylo provedeno pro N-leté průtoky Q_1 , Q_2 , Q_5 , Q_{10} a Q_{20} . Rozdíl průběhů hladin při **OK.2** a **OK.3** nastal v případě, že v Brušoveckém potoce teče průtok Q_1 , Q_2 a Q_5 . V ostatních případech pro Q_{10} , Q_{20} , Q_{50} a Q_{100} se hladiny obou okrajových podmínek ustálily hned na soutoku. Při průtocích Q_1, Q_2 a Q_5 se hladiny u obou okrajových podmínek ustálily až v ř. km 0,0212, tedy ve třetím zaměřeném profilu PF3, stejně jako v případě varianty **A**.

Veškeré výstupní tabulky průběhů hladin Brušoveckého potoka, které porovnávají dvě okrajové podmínky **OK.2** a **OK.3** naleznete v příloze číslo 6.4.3. V následujících tabulkách je opět uvedeno pouze porovnání průběhů hladin okrajových podmínek **OK.2** s **OK.3** pro N-leté průtoky Q_1 , Q_2 a Q_5 pro variantu **B**. Zakreslení průběhů hladin varianty **B** pro průtoky Q_1 a Q_5 při **OK.3** naleznete v příloze číslo 3.1.

Pozn.: 638,47 Červeně zvýrazněné buňky značí nejméně příznivý průběh hladin při porovnání **OK.2** a **OK.3**, tedy vyšší kótu hladiny v daném profilu z těchto dvou okrajových podmínek.

638,52 Tučně zvýrazněný text značí profil respektive staničení, ve kterém došlo ke srovnání hladin okrajových podmínek **OK.2** a **OK.3**.

Tab. 4.9: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta **B** při průtoku $Q_1 = 1,82 \text{ m}^3/\text{s}$

PF	Staničení	Výšk. kóta hlad. - OK.1	Výšk. kóta hlad. - OK.2	Výšk. kóta hlad. - OK.3
-	-	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
	0,0616	S1 - Brušovecký potok		
6.1	0,0547	638,89	638,89	638,89
5	0,0354	638,77	638,77	638,77
4	0,0228	638,71	638,71	638,71
	0,0220	L1 - Brušovecký potok		
3	0,0212	638,52	638,52	638,52
2	0,0210	638,36	638,47	638,61
1	0,0000	638,05	638,39	638,56

Tab. 4.10: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta **B** při průtoku $Q_2 = 2,73 \text{ m}^3/\text{s}$

PF	Staničení	Výšk. kóta hlad. - OK.1	Výšk. kóta hlad. - OK.2	Výšk. kóta hlad. - OK.3
-	-	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
	0,0616	S1 - Brušovecký potok		
6.1	0,0547	639,09	639,09	639,09
5	0,0354	638,97	638,97	638,97
4	0,0228	638,92	638,92	638,92
	0,0220	L1 - Brušovecký potok		
3	0,0212	638,66	638,66	638,66
2	0,0210	638,55	638,57	638,66
1	0,0000	638,25	638,39	638,55

Tab. 4.11: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta **B** při průtoku $Q_5 = 4,25 \text{ m}^3/\text{s}$

PF	Staničení	Výšk. kóta hlad. - OK.1	Výšk. kóta hlad. - OK.2	Výšk. kóta hlad. - OK.3
-	-	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
	0,0616	S1 - Brušovecký potok		
6.1	0,0547	639,40	639,40	639,40
5	0,0354	639,29	639,29	639,29
4	0,0228	639,27	639,27	639,27
	0,0220	L1 - Brušovecký potok		
3	0,0212	638,84	638,84	638,84
2	0,0210	638,81	638,81	638,80
1	0,0000	638,52	638,39	638,51

4.7.3 Výpočet průběhů hladin Brušoveckého potoka pro variantu C

Posledním určením průběhu hladin Brušoveckého potoka pro zkoumanou analýzu je varianta **C**. U varianty **C** Svratka v místě soutoku vybřeží při průtoku $Q_{10} = 21,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

OK.2 pro variantu **C**: Nadmořská výška hladiny při této variantě činí $h_{Q_{10}} = 638,48 \text{ m n. m.}$, nadmořskou výšku naleznete v Tab. 4.3: Průběh hladiny Svratky při Q_{10} .

OK.3 pro variantu **C**: Výpočet průběhu hladin programem HEC-RAS s využitím funkce soutok (Junction) je třetí okrajovou podmínkou.

Průběhy hladin Brušoveckého potoka v poslední variantě **C** byly opět provedeny pro všechny N-leté průtoky Brušoveckého potoka. Všechny výstupní tabulky varianty **C** pro **OK.2** naleznete v příloze číslo 6.5.1 a pro **OK.3** je naleznete v příloze číslo 6.5.2.

Porovnání průběhů hladin Brušoveckého potoka pro **OK.2** a **OK.3** bylo provedeno pro N-leté průtoky Q_1 , Q_2 , Q_5 , Q_{10} a Q_{20} . Rozdíl průběhů hladin při **OK.2** a **OK.3** nastal v případě, že v Brušoveckém potoce teče průtok Q_1 , Q_2 , Q_5 a Q_{10} . Ve zbývajících případech pro Q_{20} , Q_{50} a Q_{100} se hladiny obou okrajových

podmínek ustálily hned na soutoku. Při průtocích Q_2 , Q_5 a Q_{10} se hladiny obou okrajových podmínek ustálily až v ř. km 0,0212, tedy ve třetím zaměřeném profilu PF3 stejně jako v případě varianty **A** a **B**. Ovšem při průtoku Q_1 došlo k ustálení hladin až v ř. km 0,0684, což značí PF6.

Výstupní tabulky průběhů hladin pro všechny řešené N-leté průtoky Brušoveckého potoka, které porovnávají dvě okrajové podmínky **OK.2** a **OK.3** naleznete v příloze číslo 6.5.3. V následujících tabulkách je uvedeno pouze porovnání průběhů hladin okrajových podmínek **OK.2** s **OK.3** pro N-leté průtoky Q_1 , Q_2 a Q_5 pro variantu **C**.

Pozn.: 638,47 Červeně zvýrazněné buňky značí nejméně příznivý průběh hladin při porovnání **OK.2** a **OK.3**, tedy vyšší kótu hladiny v daném profilu z těchto dvou okrajových podmínek.

638,52 Tučně zvýrazněný text značí profil respektive staničení, ve kterém došlo ke srovnání hladin okrajových podmínek **OK.2** a **OK.3**.

Tab. 4.12: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta **C** při průtoku $Q_1 = 1,82 \text{ m}^3/\text{s}$

PF	Staničení	Výšk. kóta hlad. - OK.1	Výšk. kóta hlad. - OK.2	Výšk. kóta hlad. - OK.3
-	-	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
8	0,0818	639,17	639,17	639,17
7	0,0817	639,23	639,23	639,23
6	0,0684	638,95	638,95	638,95
	0,0616	S1 - Brušovecký potok		
6.1	0,0547	638,89	638,89	638,91
5	0,0354	638,77	638,77	638,81
4	0,0228	638,71	638,71	638,77
	0,0220	L1 - Brušovecký potok		
3	0,0212	638,52	638,52	638,67
2	0,0210	638,36	638,54	638,71
1	0,0000	638,05	638,48	638,68

Tab. 4.13: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta C při průtoku $Q_2 = 2,73 \text{ m}^3/\text{s}$

PF	Staničení	Výšk. kóta hlad. - OK.1	Výšk. kóta hlad. - OK.2	Výšk. kóta hlad. - OK.3
-	-	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
	0,0616	S1 - Brušovecký potok		
6.1	0,0547	639,09	639,09	639,09
5	0,0354	638,97	638,97	638,97
4	0,0228	638,92	638,92	638,92
	0,0220	L1 - Brušovecký potok		
3	0,0212	638,66	638,66	638,66
2	0,0210	638,55	638,62	638,76
1	0,0000	638,25	638,48	638,68

Tab. 4.14: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta C při průtoku $Q_5 = 4,25 \text{ m}^3/\text{s}$

PF	Staničení	Výšk. kóta hlad. - OK.1	Výšk. kóta hlad. - OK.2	Výšk. kóta hlad. - OK.3
-	-	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]
	0,0616	S1 - Brušovecký potok		
6.1	0,0547	639,40	639,40	639,40
5	0,0354	639,29	639,29	639,29
4	0,0228	639,27	639,27	639,27
	0,0220	L1 - Brušovecký potok		
3	0,0212	638,84	638,84	638,84
2	0,0210	638,81	638,80	638,85
1	0,0000	638,52	638,48	638,65

4.7.4 Závěr analýzy průběhu hladin

Výsledkem analýzy průběhu hladin jednotlivých variant vyšla jako nejméně příznivá okrajová podmínka **OK.3** ve všech třech variantách. K ustálení obou hladin došlo ve většině případů u všech tří variant v ř. km 0,0212 v PF3, pouze v jednom případě u varianty **C** při průtoku Q_1 došlo ke srovnání hladin až v ř. km 0,0684 v PF6. Nevzdálenější srovnání hladin bylo způsobeno opět okrajovou podmínkou **OK.3**. Z analýzy dat je tedy zřejmé, že pro výpočet návrhových opatření bude použita okrajová podmínka **OK.3**, tedy výpočet průběhu hladin programem HEC-RAS s využitím funkce soutok (Junction).

5. IDEOVÝ NÁVRH ZKAPACITNĚNÍ BRUŠOVECKÉHO POTOKA

Ideový návrh zkapacitnění Brušoveckého potoka velmi úzce souvisí s řekou Svatkou, do které Brušovecký potok ústí.

V roce 2015 se Povodí Moravy, s. p. jakožto správce vodního toku řeky Svatky, začalo zajímat o řeku Svatku v okolí obce Herálec. Rozhodlo se, že nechá navrhnout přírodě blízká protipovodňová opatření, která Svatku více zkapacitní, zvýší vodozadržné schopnosti území a zlepší hydromorfologický a ekologický stav vodního toku a tím zajistí bezpečí občanů obce Herálec při povodni. [8]

Při návrhu zkapacitnění Brušoveckého potoka bylo proto důležité, uvažovat plánované úpravy řeky Svatky, protože je samozřejmé, že pokud správce toku Povodí Moravy, s. p. Svatku zkapacitní, ovlivní to při větších průtocích průběhy hladin a kapacitu Brušoveckého potoka. V rámci bakalářské práce bylo navrženo opatření pro zkapacitnění Brušoveckého potoka v případě, kdy je uvažováno, že přírodě blízká protipovodňová opatření na Svatce jsou již zrealizována.

5.1 Návrh protipovodňového opatření řeky Svatky

V současné době je zpracována studie proveditelnosti, kterou vypracovala firma ŠINDLAR s. r. o.. Studie se zabývá úsekem Svatky, který se nachází v ř. km 163,0 – 170,4. Navrženo je mnoho typů opatření v závislosti na místě, ve kterém se řeka nachází. V rámci bakalářské práce nás bude zajímat navržená úprava v intravilánu obce Herálec, která ovlivní přitékající Brušovecký potok. [8]

Firma ŠINDLAR s.r.o. navrhla v intravilánu obce komplexní úpravu toku. Hlavním předmětem úpravy je opravení stávajících nábřežních zdí a jejich částečné navýšení o 0,10 – 0,20 m, nevyhovující lávky budou buď navýšeny, nebo zrušeny. Silniční mosty včetně historického mostu budou ponechány bez úprav. Celková kapacita upraveného profilu je navržena na průtok 20 m³/s s drobným vybřežením do prostoru zahrad v centrální části obce ř. km 165,599 – 166,195. [8]

5.2 Katastrální území Brušoveckého potoka

Brušovecký potok se nachází v katastrálním území obce Herálec na Moravě, vlastnické právo má ve většině případů sama obec Herálec nebo Česká republika. V jednom místě řešeného úseku náleží vlastnické právo paní Marii Švandové. Jedná se o úsek Brušoveckého potoka ř. km 0,0547 - 0,0684, kde je potok křížen stavbou.

Stavba, která kříží Brušovecký potok, je nejvíce problematické místo celého toku. Prostor pod stavbou je velmi malý a není schopen převést větší průtoky a důsledkem toho dochází ke značnému vybřežení a ovlivnění hladin v horních úsecích Brušoveckého potoka.

Výpis informací o pozemcích z katastru nemovitostí v řešeném úseku Brušoveckého potoka: [12]

- Parcelní číslo: 589/2
Obec: Herálec
Katastrální území: Herálec na Moravě
Druh pozemku: Vodní plocha
Vlastnické právo: Obec Herálec, Český Herálec 80, 59201 Herálec
- Parcelní číslo: 589/1
Obec: Herálec
Katastrální území: Herálec na Moravě
Druh pozemku: Vodní plocha
Vlastnické právo: Česká republika
Právo hospodařit s majetkem státu: Lesy České republiky, s. p., Přemyslova 1106/19, Nový Hradec Králové, 50008 Hradec Králové
- Parcelní číslo: 544/9
Obec: Herálec
Katastrální území: Herálec na Moravě
Druh pozemku: Ostatní plocha
Vlastnické právo: Obec Herálec, Český Herálec 80, 59201 Herálec

- Parcelní číslo: 544/8
 Obec: Herálec
 Katastrální území: Herálec na Moravě
 Druh pozemku: Ostatní plocha
 Vlastnické právo: Švandová Marie, č. p. 211, 59201
 Herálec
- Parcelní číslo: 577
 Obec: Herálec
 Katastrální území: Herálec na Moravě
 Druh pozemku: Zahrada
 Vlastnické právo: Švandová Marie, č. p. 211, 59201
 Herálec
- Parcelní číslo: st. 166
 Obec: Herálec
 Katastrální území: Herálec na Moravě
 Druh pozemku: Zastavěná plocha a nádvoří
 Vlastnické právo: Švandová Marie, č. p. 211, 59201
 Herálec
- Parcelní číslo: 544/1
 Obec: Herálec
 Katastrální území: Herálec na Moravě
 Druh pozemku: Ostatní plocha
 Vlastnické právo: Obec Herálec, Český Herálec 80,
 59201 Herálec
- Parcelní číslo: 561/1
 Obec: Herálec
 Katastrální území: Herálec na Moravě
 Druh pozemku: Vodní plocha
 Vlastnické právo: Česká republika
 Právo hospodařit s majetkem státu: Lesy České republiky, s.p.,
 Přemyslova 1106/19, Nový Hradec
 Králové, 50008 Hradec Králové

- Parcelní číslo: 561/2
 - Obec: Herálec
 - Katastrální území: Herálec na Moravě
 - Druh pozemku: Vodní plocha
 - Vlastnické právo: Česká republika
- Právo hospodařit s majetkem státu: Lesy České republiky, s. p.,
Přemyslova 1106/19, Nový Hradec
Králové, 50008 Hradec Králové



Obr. 5.1: Ukázka problémového úseku z katastru nemovitostí [12]

5.3 Návrh zkapacitnění Brušoveckého potoka

Řešený úsek Brušoveckého potoka v intravilánu obce není schopen převést ani průtok $Q_1 = 1,82 \text{ m}^3/\text{s}$. Zkapacitnění toku bylo navrženo pro průtok $Q_5 = 4,25 \text{ m}^3/\text{s}$. Průběhy hladin Brušoveckého potoka při průtoku Q_5 byly určeny na základě zkapacitnění Svratky, kdy bylo uvažováno, že opěrné zídky byly navýšeny o 0,10 – 0,20 m a průtok Svratkou byl $20 \text{ m}^3/\text{s}$.

Návrhová opatření byla provedena z hlediska katastrálních území, ve kterých se řešený úsek nachází. Bylo uvažováno s využitelnou plochou jednotlivých parcel zejména s ohledem na šířku koryta a navržené zídky. Předpoklad návrhu je, že pokud spadá vlastnické právo hospodařit s majetkem obci Herálec případně Lesům České republiky, s. p., které jsou správcem Brušoveckého potoka, nebudou stanoveny žádné

námítky proti navrženým opatřením. Druhým předpokladem je nesouhlas s úpravou toku v územích katastru, na která má vlastnické právo paní Marie Švandová.

5.3.1 Navržená protipovodňová opatření Brušoveckého potoka

Od místa soutoku s řekou Svratkou, mají právo hospodařit s územím, kterým protéká Brušovecký potok, Lesy České republiky, s. p. a obec Herálec. Jedná se o ř. km 0,0000 – 0,0250, staničení odpovídá zhruba profilům PF1 – PF4. V této části toku se nachází lichoběžníkový profil koryta s průměrnou šířkou v úrovni břehových čar 2,2 – 2,5 m. Využitelná šířka dle katastru nemovitostí se pohybovala okolo 5 m. Bylo tedy možné využít zbývající prostor a lichoběžníkové koryto rozšířit dle navrženého synoptického řezu, který naleznete v příloze 2.5. Svahy koryta toku budou zpevněny kamennou rovnaninou, jako to bylo doposud. Navržená šířka v úrovni břehových čar byla 3 m, zbývající 2 m šířky území byly využity pro založení zídky na pravém i levém břehu. Vzorový příčný řez s navrženým opatřením naleznete v příloze číslo 2.7.

Následující úsek toku ve staničení 0,0250 – 0,0817 km leží na území, které patří paní Marii Švandové. Jedná se o nejproblematičtější část celého toku, z důvodu křížení Brušoveckého potoka stavbou, která velmi ovlivňuje celý návrh protipovodňových opatření. Paní Marie Švandová má na hranici břehových čar Brušoveckého potoka dřevěný plot, viz na následující straně Obr. 5.2. Na území paní Marie Švandové bylo uvažováno, že nedojde k rozšíření lichoběžníkových koryt, v rámci jejího vlastnického práva. Předpoklad byl pouze ten, že bude souhlasit s výměnou jejího dřevěného plotu a zrealizováním protipovodňové zídky, která nahradí funkci dřevěného plotu a ochrání její pozemky před zatopením. Zídka byla navržena na pravém i levém břehu, protože oba břehy spadají do vlastnického práva paní Marie Švandové, viz Obr. 5.1: Ukázka problémového úseku z katastru nemovitostí [12].



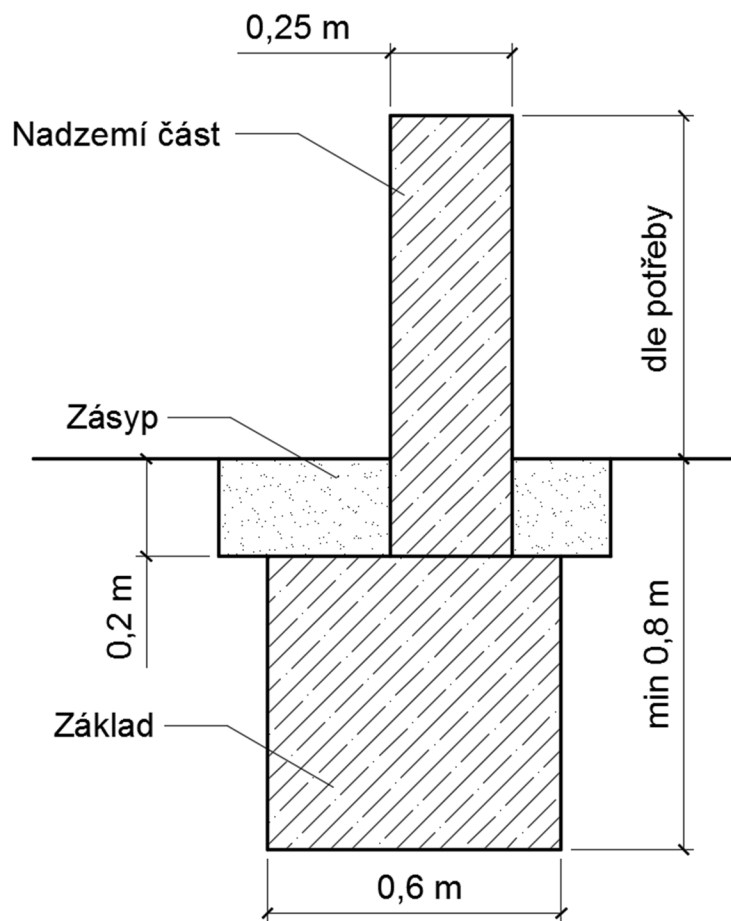
Obr. 5.2: Dřevěný plot paní Švandové

Zbývající část řešeného úseku spadá do vlastnického práva obce Herálec nebo Lesů České republiky, s. p. a není zde proto problém navrhnout protipovodňová opatření. Lichoběžníkové profily ve staničení 0,0817 – 0,1054 km byly opět rozšířeny podle navrženého synoptického řezu z přílohy 2.5, zároveň byly břehy opatřeny protipovodňovou zídkou. Využitelná šířka prostoru byla také 5 m, a proto je úprava shodná s první částí toku.

Od ř. km 0,1054 byla navržena úprava bez změny stávajícího koryta. Jako protipovodňové opatření zde stačilo navýšit stávající kamenné zídky. Samozřejmě by bylo dobré dát přednost rozšíření koryta ve spojení se začleněním do krajiny, ovšem v tomto případě se Brušovecký potok nachází v bezprostřední blízkosti rodinných domů a tvoří prakticky hranici jejich pozemků, viz Obr. 3.2. Z tohoto důvodu bylo zvoleno pouze navýšení stávající kamenné zídky. Vzorový příčný řez s navrženým opatřením naleznete v příloze číslo 2.8. Pouze v úseku za prvním mostem, ř. km 0,1168 – 0,1542, bylo upraveno dno koryta a příčný profil byl změněn do tvaru obdélníku.

Současně s navrženým opatřením musely být navýšeny všechny mosty a lávka.

Jednotlivé výšky navržené protipovodňové zdi naleznete v Tab. 6.2: Výšky PPO. Navržena byla nízká vetknutá železobetonová zeď s kotevní výztuží pro nadzemní část. Minimální založení je v hloubce 0,8 m, šířka základu činí 0,6 m.



Obr. 5.3: Schematický řez protipovodňovou zdí

Výpočet výšek zdí byl stanoven po úpravě koryta Brušoveckého potoka dvěma způsoby. V prvním případě byly výšky určeny se stavbou paní Marie Švandové, která kříží Brušovecký potok. Ve druhém případě byly výšky protipovodňové zdi stanoveny po odstranění této stavby. Nadmořská výška protipovodňové zdi byla určena v obou případech s rezervou **30 cm** od průběhu hladin v Brušoveckém potoce při návrhovém průtoku Q_5 .

6. VYHODNOCENÍ

Z výpočtů průběhů hladin po navržených opatřeních zkapacitnění Brušoveckého potoka pro průtok $Q_5 = 4,25 \text{ m}^3/\text{s}$ je zřejmé, že navržená úprava sníží v některých místech průběh hladiny o **10 – 30 cm** v případě, že problémová stavba bude stále křížit Brušovecký potok. Pokud by došlo k odstranění problémové stavby, hladina by se v tomto místě snížila dokonce o **1,5 m** při řešeném průtoku Q_5 .

V Tab. 6.1 na následující stránce jsou znázorněny průběhy hladin obou variant v Brušoveckém potoce při průtoku $Q_5 = 4,25 \text{ m}^3/\text{s}$. V úvahu je bráno, že protipovodňové opatření na řece Svratce je již zrealizované a Svratka je navýšena o **10 - 20 cm** a protéká jí průtok $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tab. 6.1: Průběhy hladin Brušoveckého potoka při $Q_5 = 4,25 \text{ m}^3/\text{s}$

-----		Počáteční stav	I. Varianta	II. Varianta	Rozdíl hladin	
PF	Staničení	Výšková kóta hladiny bez úprav	Výšková kóta hladiny po navržených opatřeních	Výšková kóta hladiny s opatřeními po odstranění stavby	Počáteční stav - I. Varianta	Počáteční stav - II. Varianta
-	-	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[m]
23	0,3221	642,51	642,42	642,42	0,09	0,09
22	0,3167	642,54	642,45	642,45	0,09	0,09
21	0,3166	642,55	642,47	642,47	0,08	0,08
20	0,3124	642,45	642,36	642,36	0,09	0,09
	0,3113	M3 - Brušovecký potok				
19	0,3101	642,29	642,29	642,29	0,00	0,00
18	0,2301	641,51	641,51	641,51	0,00	0,00
17	0,1891	641,44	641,44	641,44	0,00	0,00
	0,1862	M2 - Brušovecký potok				
16	0,1832	641,42	641,42	641,42	0,00	0,00
15	0,1542	640,95	640,95	640,95	0,00	0,00
14	0,1541	641,04	640,85	640,57	0,19	0,47
13	0,1168	641,00	640,78	640,38	0,22	0,62
12	0,1126	640,96	640,72	640,19	0,24	0,77
	0,1097	M1 - Brušovecký potok				
11	0,1068	640,83	640,72	640,11	0,11	0,72
10	0,1055	640,83	640,71	639,98	0,12	0,85
9	0,1054	640,86	640,75	640,00	0,11	0,86
8	0,0818	640,80	640,68	639,51	0,12	1,29
7	0,0817	640,80	640,71	639,67	0,09	1,13
6	0,0684	640,79	640,67	639,29	0,12	1,50
	0,0616	S1 - Brušovecký potok		-	S1	-
6.1	0,0547	639,40	639,27	639,27	0,13	0,13
5	0,0354	639,29	639,05	639,05	0,24	0,24
4	0,0228	639,27	638,93	638,93	0,34	0,34
	0,0220	L1 - Brušovecký potok				
3	0,0212	638,84	638,77	638,77	0,07	0,07
2	0,0210	638,82	638,69	638,69	0,13	0,13
1	0,0000	638,57	638,59	638,59	-0,02	-0,02

Z Tab. 6.1 je zcela jasné, že odstranění stavby hraje velkou roli u průběhů hladin. Velký vliv má problematická stavba na návrh výšky protipovodňové zdi. V následující Tab. 6.2 naleznete jednotlivé výšky protipovodňové zdi v závislosti na výšce terénu.

Tab. 6.2: Výšky PPO

		I. Varianta			II. Varianta		
-----		Výšky PPO po navržených opatřeních			Výšky PPO po navržených opatřeních a odstranění stavby		
PF	Staničení	Výška PPO	Výška PPO levý břeh	Výška PPO pravý břeh	Výška PPO	Výška PPO levý břeh	Výška PPO pravý břeh
-	-	[m n.m.]	[m]	[m]	[m n.m.]	[m]	[m]
23	0,3221	-	-	-	-	-	-
22	0,3167	-	-	-	-	-	-
21	0,3166	-	-	-	-	-	-
20	0,3124	-	-	-	-	-	-
	0,3113	M3 - Brušovecký potok			M3 - Brušovecký potok		
19	0,3101	642,6	0,7	0,7	642,6	0,7	0,7
18	0,2301	641,8	0,6	0,8	641,8	0,6	0,8
17	0,1891	641,7	0,2	0,2	641,7	0,2	0,2
	0,1862	M2 - Brušovecký potok			M2 - Brušovecký potok		
16	0,1832	641,7	0,2	0,2	641,7	0,2	0,2
15	0,1542	641,3	0,4	0,5	641,3	0,4	0,5
14	0,1541	641,2	0,3	0,4	641,3	0,4	0,6
13	0,1168	641,1	0,5	0,7	640,7	0,1	0,3
12	0,1126	641,0	0,4	0,5	640,5	-0,1	0,0
	0,1097	M1 - Brušovecký potok			M1 - Brušovecký potok		
11	0,1068	641,0	0,5	0,6	640,4	-0,1	0,0
10	0,1055	641,0	0,6	0,6	640,3	-0,1	-0,1
9	0,1054	641,1	0,5	0,9	640,3	-0,2	0,1
8	0,0818	641,1	1,8	1,8	640,0	0,7	0,7
7	0,0817	641,0	1,7	1,7	640,0	0,7	0,7
6	0,0684	641,0	1,9	1,8	639,6	0,5	0,5
	0,0616	S1 - Brušovecký potok			-	-	-
6.1	0,0547	639,6	0,5	0,6	639,6	0,5	0,6
5	0,0354	639,4	0,3	0,6	639,4	0,3	0,6
4	0,0228	639,2	0,5	0,6	639,2	0,5	0,6
	0,0220	L1 - Brušovecký potok			L1 - Brušovecký potok		
3	0,0212	639,1	0,4	0,4	639,1	0,4	0,4
2	0,0210	639,0	0,3	0,4	639,0	0,3	0,4
1	0,0000	638,9	0,3	0,6	638,9	0,3	0,6

Protipovodňová zeď by v problematickém místě stavby dosahovala výšky až **1,9 m**, v případě odstranění stavby by ve stejném místě byla protipovodňová zeď vysoká **0,5 m**. Také by díky odstranění stavby byla zeď v ř. km 0,1054 a v ř. km 0,1126 zaústěna do terénu. Pokud by stavba nebyla odstraněna, byla by jediná možnost, jak zabránit rozlivu v kritickém místě stavby, protipovodňová zeď o výšce až 1,9 m, což je z hlediska realizace na tak malém toku nevhodné.

Navrženo bylo tedy v místech, kde se nachází lichoběžníkové koryto, jej rozšířit dle možností katastru, jež je uvedeno v kapitole 5.3. Dále bylo navrženo zbourat stavbu, která kříží Brušovecký potok a zhotovit protipovodňovou zeď s výškami uvedenými v Tab. 6.2: Výšky PPO pro II. Variantu. Zakreslení PPO v přehledném podélném profilu naleznete v příloze číslo 3.2.

Díky provedení navržených opatření a zbourání stavby paní Marie Švandové bude Brušovecký potok schopen bez problému převést průtok Q_5 .

7. ZÁVĚR

V rámci bakalářské práce bylo provedeno zaměření řešeného úseku Brušoveckého potoka a byl posouzen stávající stav koryta toku a jeho opevnění. Bylo zjištěno, že v řešeném úseku není Brušovecký potok schopen převést ani průtok Q_1 . Kapacita toku byla tedy nedostačující, a proto bylo navrženo zkapacitnění řešeného úseku a jeho protipovodňová ochrana pro návrhový průtok Q_5 .

Řešením požadovaného zkapacitnění Brušoveckého potoka pro návrhový průtok Q_5 bylo provedení navržených opatření, která naleznete v kapitole 5.3 a odstranění stavby paní Marie Švandové, která Brušovecký potok kříží. Dále byla navržena protipovodňová zeď, její staničení a výšky naleznete v kapitole 6.

Díky navrženým opatřením je nyní Brušovecký potok schopen zajistit protipovodňovou ochranu v řešeném úseku pro průtok Q_5 . Zajistit protipovodňovou ochranu pro vyšší průtoky by bylo problematické, neboť se Brušovecký potok nachází v zastavěném území a není zde dostatečný prostor pro jeho rozšíření.

Pro navržení odpovídající protipovodňové ochrany intravilánu obce by bylo zapotřebí přesnější zaměření toku s inundačním územím až k Haťskému rybníku. Dalším potřebným prvkem by byla exaktně určená hydrologická data daného povodí, nejlépe soustavným měřením. Důležitým krokem by bylo vyřešit majetkové vypořádání katastrálních území a umožnění hospodaření s majetkem v místech toku. Dále je třeba brát v úvahu rekonstrukci a navýšení hráze rybníka, zatím ale není jasné jakým způsobem. Také je nutné uvažovat navržená přírodě blízká protipovodňová opatření řeky Svratky, která byla v práci uvažována. Situace Brušoveckého potoka není řešitelná, pokud nebude řešena v souvislostech výše uvedených.

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

8.1 Internetové zdroje

- [1] Vodní hospodářství a ochrana vod. Hydrogeologický informační systém VÚV TGM: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.MASARYKA, Veřejná výzkumná instituce [online]. 2015 [cit. 2016-01-19]. Dostupné z: http://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp_heis_voda
- [2] Mapové aplikace. Česká geologická služba: Resort životního prostředí [online]. [cit. 2016-01-19]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace#>
- [3] Klimatické regiony ČR. MIG-ESP [online]. [cit. 2016-01-26]. Dostupné z: <http://www.migesp.cz/klimaticke-regiony-cr>
- [4] O naší obci. Obec Herálec [online]. [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: http://obeheralec.cz/?page_id=2
- [5] Regionální pracoviště Správa CHKO Žďárské vrchy. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR: Správa CHKO Žďárské vrchy [online]. [cit. 2016-02-27]. Dostupné z: <http://zdarskevrchy.ochranaprirody.cz/>
- [12] Katastr nemovitostí a katastrální mapa. Ikatastr [online]. [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://www.ikatastr.cz>

8.2 Literatura, dokumenty

- [6] Trupl, J.: Intensity krátkodobých dešťů v povodích Labe, Odry a Moravy. VÚV Praha, Práce a studie, 1958, sešit 97.
- [7] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod. Praha, 2014.
- [8] ŠINDLAR S.R.O. Svratka, km 163,000-170,400 - Přírodě blízká protipovodňová opatření Herálec: Studie proveditelnosti: Etapa 2. návrh základních územně-technických parametrů stavby: Část A - průvodní a technická zpráva. Hradec Králové, 2015.

- [9] JANDORA, Jan a Hana UHMANNOVÁ. PROUDĚNÍ V SYSTÉMECH ŘÍČNÍCH KORYT: Modul 01, Studijní opora pro studijní programy s kombinovanou formou studia. 2006
- [10] RAPLÍK, Milan, Pavel VÝBORA a Karel MAREŠ. Úprava tokov. Bratislava: Alfa, 1989. ISBN 80-05-00128-2.
- [11] STARÝ, Miloš. Hydrologie: Modul 02. Brno, 2005.

9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

C_{obj}	objemový součinitel odtoku	[-]
h	úhrn srážek	[mm]
J	sklon toku	[%]
L	délka toku	[m]
P	plocha povodí	[km ²]
Q_N	návrhový průtok	[m ³ /s]
Q_{100}	maximální povodňový průtok	[m ³ /s]
t'	trvání kritického deště	[min]
v_s	střední rychlost doběhu	[m/s]
α_N	součinitel závislý na sklonu a lesnatosti povodí	[-]
Ψ	koeficient závislosti velikosti kulminace na tvaru povodí	[-]
ΔH	převýšení terénu	[m]

10. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1: Hydrologické povodí 4.řádu [1].....	11
Obr. 2.2: Lokalizace řešeného úseku [1].....	12
Obr. 2.3: Geologická mapa [2]	13
Obr. 2.4: Legenda geologické mapy [2]	14
Obr. 2.5: Pedologická mapa [2].....	15
Obr. 2.6: Závislost střední doby doběhu na sklonu údolnice a zalesnění povodí [11]..	17
Obr. 2.7: Koeficient vyjadřující závislost velikosti kulminace na tvaru povodí [11]	18
Obr. 2.8: Historická fotografie povodně	24
Obr. 2.9: Historická fotografie povodně	24
Obr. 2.10: Rovnovážný stav v roce 2015	25
Obr. 2.11: Povodňový stav v roce 2014	25
Obr. 3.1: Ukázka kamenné rovnaniny	26
Obr. 3.2: Kamenná zídka	27
Obr. 3.3: Spádový stupeň - ř. km 0,0210	28
Obr. 3.4: Spádový stupeň - ř. km 0,1054	28
Obr. 3.5: Spádový stupeň - ř. km 0,1541	29
Obr. 3.6: Lávka pro pěší L1 - ř. km 0,0212.....	29
Obr. 3.7: Křížení toku stavbou - ř. km 0,0547 - 0,0684.....	30
Obr. 3.8: Detail křížení toku se stavbou	30
Obr. 3.9: Silniční most M1 - ř. km 0,1097	31

Obr. 3.10: Silniční most M1 - ř. km 0,1097	31
Obr. 3.11: Silniční most M2 - ř. km 0,18615	32
Obr. 3.12: Silniční most M2 - ř. km 0,18615	32
Obr. 3.13: Železobetonové panely M3 - ř. km 0,31125	33
Obr. 3.14: Schéma navrženého synoptického příčného řezu—ř. km 0,000–0,1054.....	34
Obr. 3.15: Schéma navrženého synoptického příčného řezu—ř. km 0,1054-0,3124.....	34
Obr. 4.1: Dno Brušoveckého potoka	38
Obr. 4.2: Grafické znázornění početních variant v řece Svratce.....	45
Obr. 5.1: Ukázka problémového úseku z katastru nemovitostí [12].....	57
Obr. 5.2: Dřevěný plot paní Švandové	59
Obr. 5.3: Schematický řez protipovodňovou zdí.....	60

11. SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1: Vybrané orientační hodnoty směrodatné chyby dle ČSN 75 1400 [7].....	16
Tab. 2.2: N-leté průtoky Brušoveckého potoka	19
Tab. 2.3: Vodní tok Svratka - Hydrologická data [8]	20
Tab. 2.4: M-denní průtoky Svratky [8]	20
Tab. 2.5: M-denní průtoky Svratky [8]	20
Tab. 2.6: N-leté průtoky Svratky [8].....	20
Tab. 2.7: Významné národní přírodní rezervace a přírodní památky.....	23
Tab. 4.1: Průběh hladiny Svratky při průtoku Q_5	40
Tab. 4.2: Průběh hladiny Svratky při Q_{max}	41
Tab. 4.3: Průběh hladiny Svratky při Q_{10}	42
Tab. 4.4: Průběh hladiny Brušoveckého potoka pro Q_1	44
Tab. 4.5: Znázornění kombinací výpočtů pro jeden N-letý průtok Bruš. pot.....	46
Tab. 4.6: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta A při průtoku $Q_1 = 1,82 \text{ m}^3/\text{s}$	47
Tab. 4.7: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta A při průtoku $Q_2 = 2,73 \text{ m}^3/\text{s}$	48
Tab. 4.8: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta A při průtoku $Q_5 = 4,25 \text{ m}^3/\text{s}$	48
Tab. 4.9: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta B při průtoku $Q_1 = 1,82 \text{ m}^3/\text{s}$	50
Tab. 4.10: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta B při průtoku $Q_2 = 2,73 \text{ m}^3/\text{s}$	50
Tab. 4.11: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta B při průtoku $Q_5 = 4,25 \text{ m}^3/\text{s}$	51
Tab. 4.12: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta C při průtoku $Q_1 = 1,82 \text{ m}^3/\text{s}$	52
Tab. 4.13: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta C při průtoku $Q_2 = 2,73 \text{ m}^3/\text{s}$	53

Tab. 4.14: Porovnání hladin Bruš. pot. - Varianta C při průtoku $Q_5 = 4,25 \text{ m}^3/\text{s}$	53
Tab. 6.1: Průběhy hladin Brušoveckého potoka při $Q_5 = 4,25 \text{ m}^3/\text{s}$	62
Tab. 6.2: Výšky PPO	63

12. SEZNAM PŘÍLOH

1. Situace řešeného úseku	1:1000
2. Příčné řezy	
2.1. Příčné řezy	1:50
2.2. Příčné řezy	1:50
2.3. Příčné řezy	1:50
2.4. Příčné řezy	1:50
2.5. Synoptický řez č. 1	1:20
2.6. Synoptický řez č. 2	1:20
2.7. Vzorový příčný řez s PPO – ř. km 0,000 – 0,1054	1:20
2.8. Vzorový příčný řez s PPO – ř. km 0,1054 – 0,3221	1:20
3. Přehledný podélný profil zaměřeného úseku	1:500/100
3.1. Přehledný podélný profil současný stav – Varianta B – OK.3	1:500/100
3.2. Přehledný podélný profil s navrženým opatřením	1:500/100
4. Výpočet výšek z nivelace	
4.1. Výškové zaměření	
4.2. Zpracování zaměřených dat	
5. Fotodokumentace	
5.1. Fotodokumentace řešeného úseku	
5.2. Fotografie z měření	
5.3. Fotografie povodně v roce 2014	

- 6. Výstupní tabulky průběhů hladin
 - 6.1 Průběhy hladin řeky Svratky pro N-leté průtoky
 - 6.2 Průběhy hladin Brušoveckého potoka pro N-leté průtoky
 - 6.3 Průběhy hladin Brušoveckého potoka pro variantu A
 - 6.3.1 Výstupní tabulky varianty A pro OK.2 18
 - 6.3.2 Výstupní tabulky varianty A pro OK.3 25
 - 6.3.3 Porovnání průběhů hladin Brušoveckého potoka – varianta A
 - 6.4 Průběhy hladin Brušoveckého potoka pro variantu B
 - 6.4.1 Výstupní tabulky varianty B pro OK.2
 - 6.4.2 Výstupní tabulky varianty B pro OK.3
 - 6.4.3 Porovnání průběhů hladin Brušoveckého potoka – varianta B
 - 6.5 Průběhy hladin Brušoveckého potoka pro variantu C
 - 6.5.1 Výstupní tabulky varianty C pro OK.2
 - 6.5.2 Výstupní tabulky varianty C pro OK.3
 - 6.5.3 Porovnání průběhů hladin Brušoveckého potoka – varianta C