



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

**PROTIPOVODŇOVÁ OCHRANA OBCE BŘEZOVÁ
NAD SVITAVOU**

FLOOD PROTECTION OF THE MUNICIPALITY BŘEZOVÁ NAD SVITAVOU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lucie Cetkovská

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. HANA UHMANNOVÁ, CSc.

BRNO 2019



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
Pracoviště	Ústav vodních staveb

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Lucie Cetkovská
Název	Protipovodňová ochrana obce Březová nad Svitavou
Vedoucí práce	Ing. Hana Uhmannová, CSc.
Datum zadání	31. 3. 2018
Datum odevzdání	11. 1. 2019

V Brně dne 31. 3. 2018

prof. Ing. Jan Šulc, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- Raplík M., Výbora P., Mareš K. (1989). Úprava tokov, Alfa, Bratislava.
- Mareš K. (1997). Úpravy toků, ČVUT, Praha.
- Chow, Ven Te. (1959). Open Channel Flow. Mc Graw Hill Book Company.
- Kolář, V., Patočka, C., Bém, J. (1983). Hydraulika. SNTL/ALFA. Praha.
- Jandora, J., Uhmánová, H. (2006). Proudění v systémech říčních koryt. VUT FAST Brno.
- Macura, V., Izakovičová, Z. Krajinoekologické aspekty revitalizácie tokov. Slovenská technická univerzita v Bratislave. 2000.
- Šlezinger, M. Revitalizace vodních toků. VUT Brno, VUTIUM. Brno. 2011

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Diplomová práce je v souladu s Plánem dílčího povodí Dyje pro období 2015 – 2016 zaměřena na návrh PPO obce Březová nad Svitavou. Jedná se o návrh protipovodňové ochrany v oblasti s významným povodňovým rizikem. Vymezení řešeného úseku bude provedeno při předání podkladů. V rámci diplomové práce proveďte:

- posouzení stavu vodního toku v řešené lokalitě,
- posouzení kapacity toku a objektů (mosty, lávky, apod.),
- stanovení průběhu hladin velkých vod,
- posouzení současného stupně protipovodňové ochrany v řešené lokalitě,
- ideový návrh opatření na zvýšení ochrany přilehlého území a zlepšení stavu vodního toku z hlediska metodiky HEM.

Diplomová práce bude obsahovat:

Textovou část – Úvod, popis řešené lokality, popis stávajícího stavu vodního toku, hydrotechnické výpočty, návrh potřebných opatření, zhodnocení návrhu, závěr.

Přílohy – výkresová dokumentace v rozsahu studie (situace řešeného úseku, podélný profil toku a výkresy dle charakteru popisovaných a navržených opatření).

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání 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 diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na posouzení vodního toku a návrh protipovodňové ochrany ve městě Březová nad Svitavou, které je ve správě Povodí Moravy, s. p. Svitava protéká intravilánem města s významným povodňovým rizikem. Současný stav toku je posouzen na základě zadaných podkladů a osobní pochůzky oblastí. Na zadaném úseku Svitavy bylo provedeno hydromorfologické hodnocení metodou HEM. Posouzení toku z hlediska kapacity a jeho objektů bylo vypočítáno 1D programem HEC-RAS pro zadaný návrhový průtok. Na základě výsledků z programu bylo navrženo protipovodňové opatření. Návrh protipovodňového opatření byl ověřen výpočtem průběhu hladin ve stejném programu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Návrhový průtok, protipovodňová ochrana, návrh opatření, řeka Svitava, HEC-RAS, Březová nad Svitavou, intravilán, dílčí úsek.

ABSTRACT

The diploma thesis is focused on the assessment of the stream and the proposal against flood risk in the location of town Březová nad Svitavou. The stream Svitava flows under administration of Povodí Moravy, s. p. The stream Svitava flowing through urban area, has a high potencial flood risk. The current situation of a section of the stream is assessed based on defined data and personal inspection. On the stream, there were provided the measurements by the method of HEM. Capacity of the stream along with the objects for the particular section were calculated in the software HEC-RAS. Based on the results, there have been designed the flood protection. The final design was verified by the calculation in the program HEC-RAS.

KEYWORDS

Designed channel capacity, flood protection measures, the draft measures, river Svitava, HEC-RAS, Březová nad Svitavou, urban area, subsection.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Lucie Cetkovská *Protipovodňová ochrana obce Březová nad Svitavou*. Brno, 2019. 75 s., 101 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce Ing. Hana Uhmánová, CSc.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Protipovodňová ochrana obce Březová nad Svitavou* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 6. 1. 2019

Bc. Lucie Cetkovská
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Protipovodňová ochrana obce Březová nad Svitavou* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 6. 1. 2019

Bc. Lucie Cetkovská
autor práce

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Haně Uhmannové, CSc. za čas, který mi věnovala při konzultacích, za poskytnutí podkladů a její odborné rady při zpracování diplomové práce. Poděkování patří také mojí rodině, která mě vždy podporovala v celé délce mého studia.

Obsah

1	Úvod a cíle práce	11
2	Popis zájmového území	12
2.1	Správní údaje.....	12
2.2	Údaje o Povodí	13
2.3	Geologické poměry.....	14
2.4	Hydrogeologické poměry	17
2.5	Pedologické poměry	18
2.6	Klimatické poměry	19
2.7	Hydrologické poměry.....	19
2.8	Údaje o zemědělství.....	22
2.9	Údaje o lesnictví	23
2.10	Údaje o průmyslu	23
2.11	Požadavky na odběry	24
2.12	Vypouštění vod	24
2.13	Čistota vod.....	25
2.14	Splavnost toku.....	25
2.15	Migrační prostupnost toku.....	25
2.16	Životní prostředí.....	26
3	Popis stávajícího stavu v řešené lokalitě	27
3.1	Lokalita.....	27
3.2	Popis stávajícího stavu.....	27
3.2.1	I. dílčí úsek – ř.km 74,479 – 74,945	28
3.2.2	II. dílčí úsek – ř.km 74,945 – 75,268	29
3.2.3	III. dílčí úsek – ř.km 75,268 – 75,422.....	30
3.2.4	IV. dílčí úsek – ř.km 75,422 – 75,716.....	31
3.2.5	V. dílčí úsek – ř.km 75,716 – 76,186	32
3.2.6	VI. dílčí úsek – ř.km 76,186 – 76,422.....	33
3.2.7	VII. dílčí úsek – ř.km 76,422 – 76,744	34
3.2.8	VIII. dílčí úsek – ř.km 76,744 – 76,924	35
4	Protipovodňová opatření.....	36
4.1	Vznik povodně.....	36

4.1.1	Přirozené povodně	36
4.1.2	Zvláštní povodně	36
4.2	Možnosti protipovodňových opatření	37
4.2.1	Netechnická opatření	37
4.2.2	Technická opatření	37
4.2.3	Příroděblízká protipovodňová opatření	40
4.3	Plán dílčího povodí Dyje	40
4.4	Využitá protipovodňová opatření v návrhu úpravy koryta	42
5	Hydrotechnické výpočty	43
5.1	HEC-RAS	43
5.2	Vstupní data pro výpočet kapacitního průtoku	43
5.2.1	Geometrická data	43
5.2.2	Okrajové podmínky	45
5.3	Ověření kapacity původního koryta	45
5.4	Ověření kapacity navrženého protipovodňového opatření	46
6	Technický návrh protipovodňového opatření	48
6.1	Majetkoprávní vztahy v řešené lokalitě	48
6.2	Návrh protipovodňového opatření	48
6.2.1	Tvar koryta toku	49
6.2.2	Návrh úpravy objektů na toku	50
6.2.3	Průměrný podélný sklon toku	50
6.2.4	Ochranná zeď	51
6.2.5	Návrh stabilizačního opatření	51
6.2.6	Návrh jednotlivých opatření v zájmovém úseku	52
6.2.7	Návrh vegetačního doprovodu	56
6.2.8	Teoretický návrh opatření mimo zájmový úsek	57
6.2.9	Zhodnocení návrhu	59
7	Hydroekologický monitoring	60
7.1	Úvod	60
7.2	Vstupní data pro HEM	60
7.3	Principy hodnocení	60
7.4	Způsob hodnocení	61

7.5	Spolehlivost hodnocení	62
7.6	Vyhodnocení výsledků	62
7.7	Vlastní mapování daného úseku Svitavy	63
7.7.1	Rozdělení na charakteristické úseky	63
7.7.2	Vyhodnocení dílčích úseků a celkového vodního útvaru	63
7.7.3	Shrnutí výsledků metody HEM.....	65
8	Závěr	67
9	Použité zdroje	68
10	Seznam tabulek	71
11	Seznam obrázků.....	72
12	Seznam zkratek	74
13	Seznam příloh	75
13.1	Výkresová část:.....	75
13.2	Textová část:.....	75

1 Úvod a cíle práce

V historii docházelo v údolních nivách k zástavbě v blízkosti řek. Toky byly napřimovány, aby co nejrychleji odtékaly z intravilánu a při rozlivech neohrožovaly majetek lidí. Koryta řek byla upravována do tvarů jednoduchého lichoběžníku a zkapacitněna na příchod velkých průtoků. Z důvodu rozšiřování zástavby, průmyslových a zemědělských ploch byly zamokřené plochy odvodňovány. Postupně docházelo k zúžení říčních pásů a jejich niv.

Nyní zjišťujeme, že nevhodnými úpravami řek v minulosti dochází k povodním v intravilánech, ve kterých je zástavba v těsné blízkosti toku. V dnešní době postrádáme zamokřené plochy, které zvyšovaly retenci vody v krajině a byly domovem pro živočichy. Cílem revitalizací toků je napravit škody způsobené nevhodnými úpravami řek a jejich okolí. Znovu vrátit koryta řek do jejich původní, příroděblízké podoby, a tím zlepšit současný stav. Účelem je zadržet vodu v krajině a zajistit protipovodňovou ochranu.

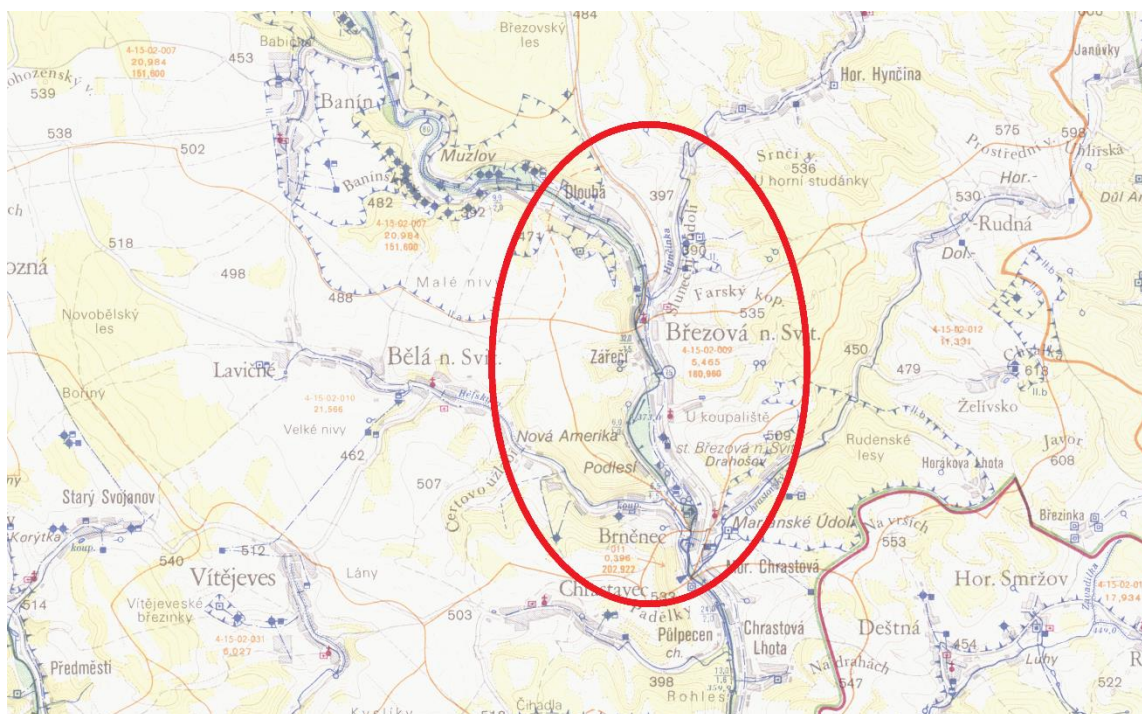
Cílem diplomové práce bylo provést:

- posouzení a popis současného stavu Svitavy v řešené lokalitě,
- posouzení kapacity toku a jeho objektů ve výpočtovém 1D programu HEC-RAS s vloženými geometrickými a okrajovými podmínkami,
- stanovení průběhu hladin velkých vod,
- posouzení současného stupně protipovodňové ochrany v řešené lokalitě,
- na základě výsledků průběhu hladin provést ideový návrh protipovodňového opatření na zvýšení ochrany přilehlého území a zlepšení stavu vodního toku z hlediska metodiky HEM,
- zpracování výkresové dokumentace v rozsahu studie - situace řešeného úseku, podrobný podélný profil toku a výkresy popisovaných a navržených opatření.

2 Popis zájmového území

2.1 Správní údaje

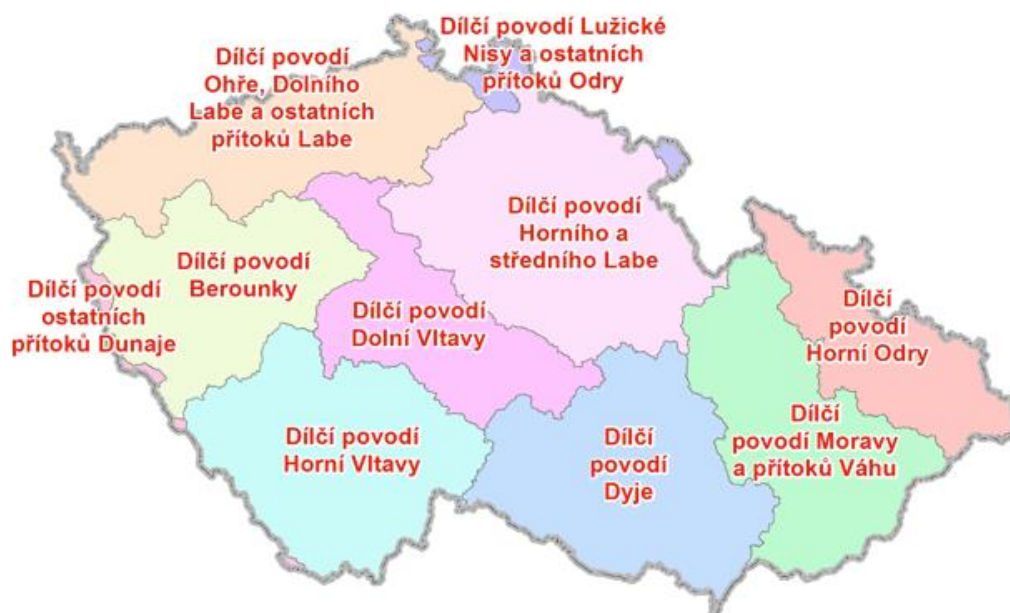
Název toku:	Svitava
Kilometráž zájmového území:	Ř.km 74,479–76.924
Katastrální území:	Brněnec, Zářečí nad Svitavou, Česká dlouhá
Kraj:	Pardubický
Okres:	Svitavy
Správa toku:	Povodí Moravy s. p., Dřevařská 932/11, 602 00 Brno
Závod:	Závod Dyje, Husova 760, 675 71 Náměšť nad Oslavou
Číslo vodohospodářské mapy:	24 – 12
Číslo hydrologického pořadí pozorovaného úseku:	4–15–02–009 [1, 2, 3]



Obrázek 1: Vodohospodářská mapa 1:50 000 s označením zájmového úseku. [2]

2.2 Údaje o Povodí

Řeka Svitava patří do dílčího povodí Dyje, které je součástí Mezinárodní oblasti povodí Dunaje. Dílčí povodí Dyje je druhým největším povodím v České republice, které sousedí s Dílčím povodím Moravy přítoků Váhu, Horního a středního Labe, Dolní Vltavy a Horní Vltavy. Oblast se nachází v jihovýchodní části České republiky. Jeho správcem je Povodí Moravy s. p. Voda z povodí řeky Svitavy teče do Černého moře.



Obrázek 2: Dílčí povodí České republiky. [1]

Svitava je dlouhá 98,39 kilometrů a její plocha povodí činí 1 149,4 km^2 . Řeka pramení severozápadně od Svitav u obce Javorník ve výšce 471 $m\ n.m.$. Téměř po celé svojí délce je řeka hustě osídlena. Protéká jižním směrem přes města Březová nad Svitavou, Letovice, Rájec-Jestřabí, Blansko a Adamov, kde má převážně přírodní a meandrovitý tvar protékající v hlubokém údolí. Koncem 19. století v jižní části Brna, kde se vlévá do řeky Svatky v nadmořské výšce 191 $m\ n.m.$, začaly kolem toku vznikat průmyslové zóny a její meandry byly regulovány. Řeka byla v Brně postupně napřímena. [4, 5]

Hlavní pravostranné přítoky Svitavy: [6]

Křetínka – říční kilometr 66,4.

Hlavní levostranné přítoky Svitavy: [6]

Bělá – říční kilometr 49,5,

Punkva – říční kilometr 32,9,

Křtinský potok – říční kilometr 24,7

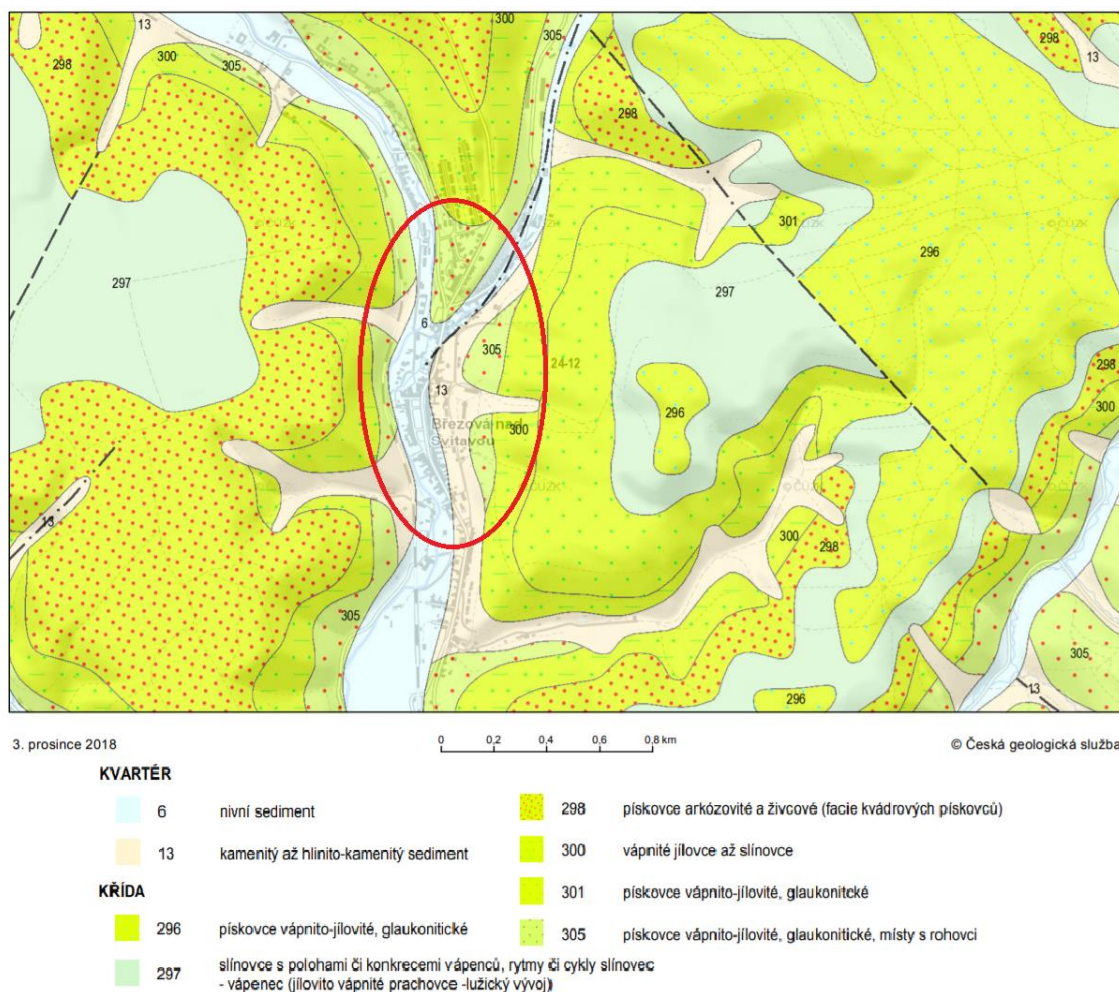


Obrázek 3: Dílčí povodí Dyje s označením zájmového úseku. [1]

Na toku Svitavy se nachází několik jezů a rybníky Rybník nad Rosničkou, Rosnička a Svitavský rybník. V povodí řeky jsou 3 vodní nádrže – Letovice na řece Křetínka, Boskovice na Bělé a Jedovnický rybník na Křtinském potoce.

2.3 Geologické poměry

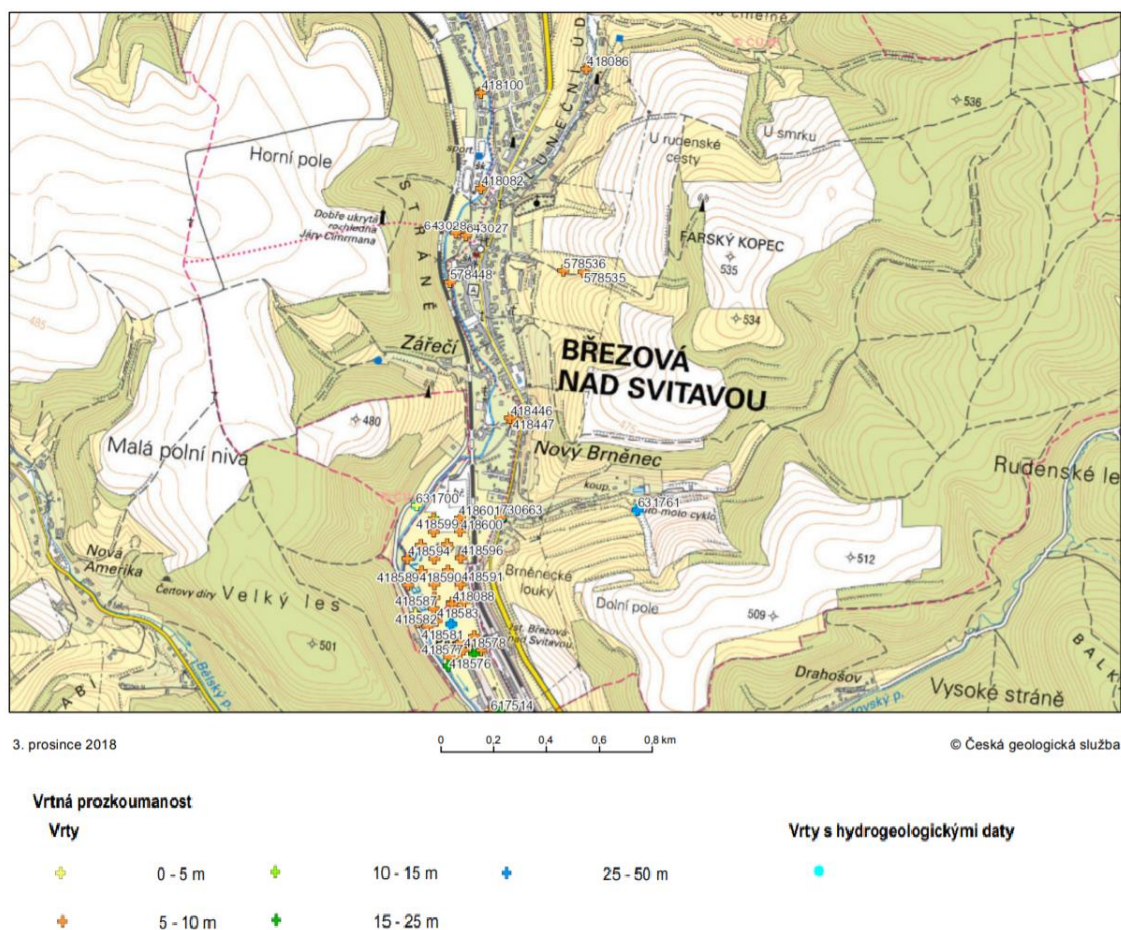
Z hlediska geologického rozdělení zasahuje daná oblast do soustavy Českého masivu a oblasti Kvartéru. Okolí toku v Březové nad Svitavou lze popsat jako údolní nivu. Terén je v oblasti toku rovný až mírně vlnitý a pohybuje se v rozmezí nadmořských výšek 375 až 385 *m n.m.* Původní zeminu tvoří kvartérní fluviální nánosy vodoteče, kterými jsou zastoupeny povrchové hlíny, jíly a bazální hlinito či písčítokamenité šterky. Místy se objevují recentní navážky o mocnosti 0,8 – 1,5 *m*. V krajních oblastech nivy jsou deluviální písčítokamenité sutě, které zde byly transportovány z okolních svahů nivy. Povrchová vrstva má mocnost v rozmezí od 4,5 *m* do 7,5 *m*, ale může dosahovat hloubky až 12 *m*. [7]



Obrázek 4: Geologické složení oblasti Březové nad Svitavou. [8]

Kvartérní vrstvu lze rozdělit na dvě části. V první povrchové vrstvě se nacházejí převážně soudržné zeminy – nízkoplastické písčité hlíny, nízkoplastické písčité jíly a místy vysokoplastické hlíny a vysokoplastické jíly. V bývalých meandrech jsou zastoupeny hnílokalové sedimenty s vložkami rašeliny. Soudržné zeminy zde mají malou konzistenci a propustnost. V hloubkách od 2,1 do 4,5 m jsou soudržné zeminy střídány zeminami nesoudržnými, jako jsou štěrky a sutě, které lze považovat za ulehlé a jejich propustnost je mírná až vysoká. [7]

Pod povrchem se nachází skalní podloží ze sedimentárních spodnoturonských slínovců, prachovců a pískovců. Skalní podloží je tvořeno ze středně silně zpevněných sedimentárních hornin a nachází se v hloubkách od 4,5 až 7,5 m. [7]



Obrázek 5: Vrtná prozkoumanost podél toku v oblasti Březové nad Svitavou. [8]

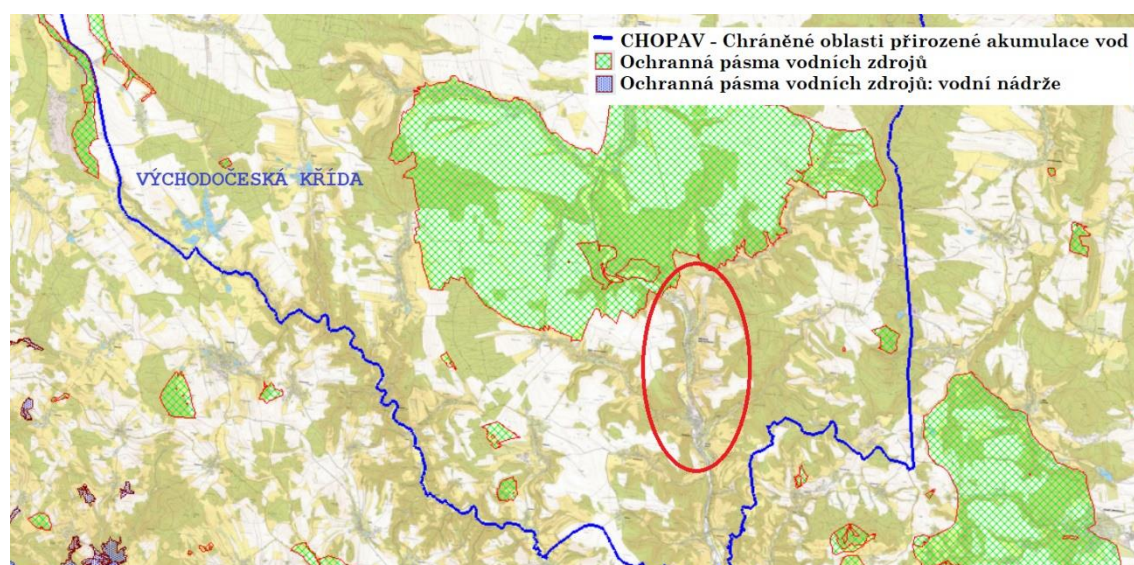
Na základě provedených vrtů v dané oblasti bylo zjištěno, že oblast Březové nad Svitavou má základové poměry místně jednoduché, ale i složité, kde bude potřeba těmto podmínkám přizpůsobit případná protipovodňová opatření. Místa s jednoduchými geologickými poměry jsou ta, kde je mocnost pokryvu alespoň 2,5 m tvořeného ze soudržných hlín a jílu. Jejich nízká propustnost drží hladinu podzemní vody až pod jejich úroveň. Takto charakterizovaná místa se nacházejí převážně na začátku a konci obce Březová nad Svitavou, kde se niva rozbíhá do šířky. [7]

Za místa se složitějšími geologickými poměry jsou považována ta, ve kterých jsou pod povrchovou navážkou mokré až zvodněné zeminy s měkkou konzistencí. Takto náchylné oblasti se mohou vyskytovat spíše ve střední části obce, kde je úzké koryto toku. Při návrhu protipovodňového opatření se budou muset brát ohledy na zmíněné vlastnosti zeminy. Při realizaci protipovodňového opatření lze předpokládat také nutné snížení hladiny podzemní vody čerpáním a při výskytu hnílokalů výměnu základové půdy. [7]

Geologické poměry byly popsány na základě podkladu studie „Úpravy Svitavy, Dlouhá – Březová, ř.km 74,94 – 81,92“, kde byly provedeny vrty podél toku.

2.4 Hydrogeologické poměry

V oblasti třeboňsko-svitavské brázdy se nacházejí v křídovém kolektoru akumulace podzemních vod, které slouží jako zdroj pitné vody. Podzemní voda je čerpána ze studní a napojena na březovský přivaděč. I. březovský vodovod má vodoprávně povolený odběr z jímacího zařízení 300 l/s a II. březovský vodovod 780 l/s. Voda z obou vodovodů je svedena do vodojemu umístěném v Březové nad Svitavou. Březovské přídavače společně s vírským jsou kvalitním zdrojem pitné vody pro brněnský region a širší okolí. K udržení kvalitní jakosti pitné vody jsou kolem zdrojů vody vyhlášena ochranná pásma. [11]



Obrázek 6: CHOPAV Východočeská křída v okolí Březové nad Svitavou. [2]

Březovské přivaděče jsou součástí Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) Východočeské křidy. V křídových vrstvách se akumuluje puklinová podzemní voda z infiltrace atmosférických srážek a horninového prostředí, které je využíváno jako zdroj pro pitnou vodu. [9]

Chráněná oblast přirozené akumulace vod je chráněné území určené vládním nařízením č. 85/1981 Sb. Ochrana daných oblastí je určena na základě poznatků o vydatnosti pramenů, jakosti podzemních vod, průtokových poměrech atd. Chráněné oblasti pro akumulaci vod jsou významným územím pro akumulaci vod a zásobování pitnou vodou. Je zde nutná ochrana

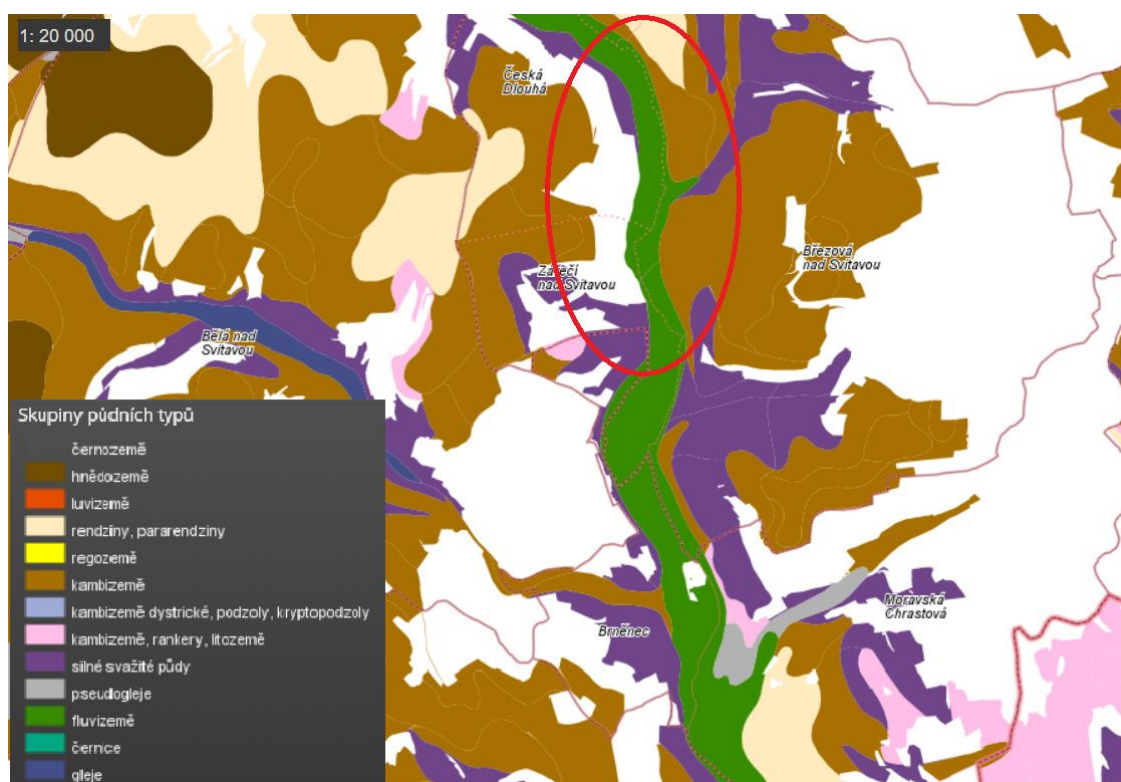
přírodních a hydrologických podmínek, tzn. ochrana proti odvodňování pozemků, hospodaření v lesích, povrchovým těžbám nerostů a dalších činnostech člověka, které mají vliv na kvalitu vody. [10]

2.5 Pedologické poměry

V oblasti podél toku Svitavy se nacházejí půdní typy fluvizemě půdního substrátu, koluviální a nivní sedimenty. Jsou to půdy s nízkou rychlostí infiltrace a převážně s málo propustnou vrstvou v půdním profilu. Jedná se o půdy jílovitohlinité až jílovité. Také se zde vyskytují půdy středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité. [13]

V širším okolí toku jsou kambizemě s půdotvorným substrátem opuk a pískovců. Jedná se o půdy se střední rychlostí infiltrace, středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité. [13]

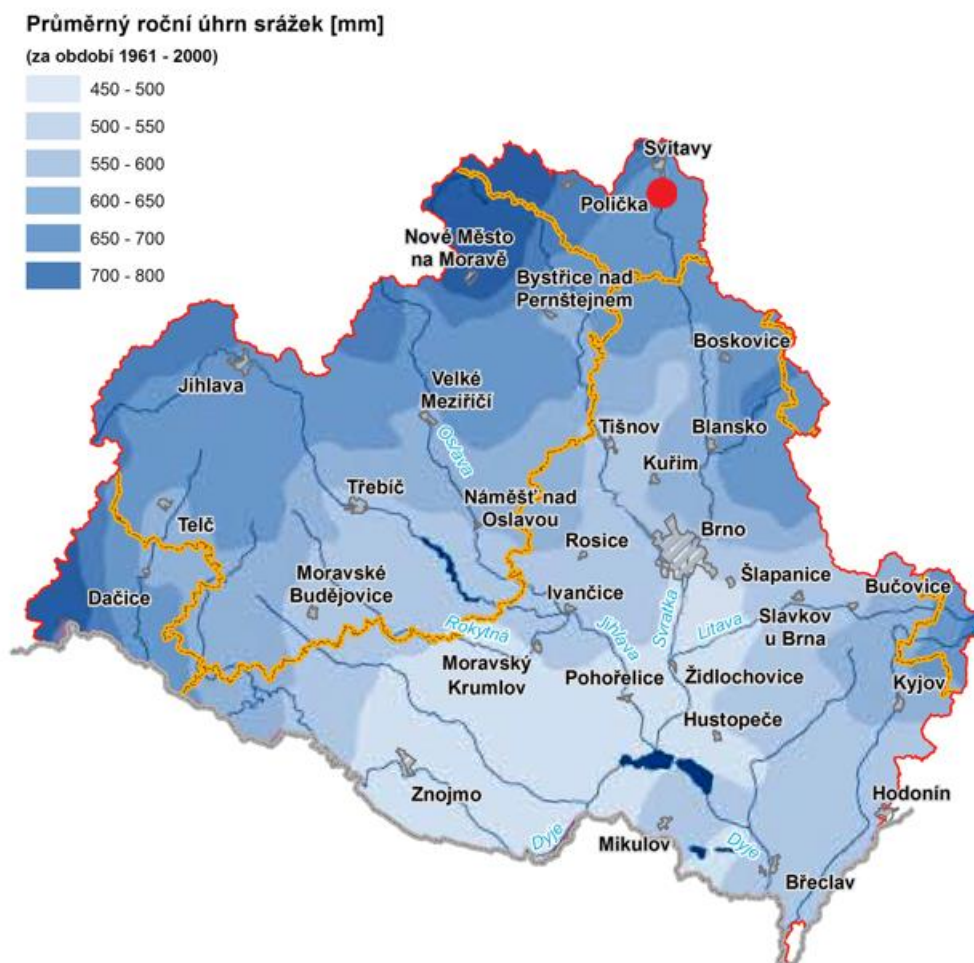
Dalším typem s velkým zastoupením jsou silné svažité půdy různých substrátů se střední rychlostí infiltrace, středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité. [13]



Obrázek 7: Půdní typy v oblasti Brezové nad Svitavou. [12]

2.6 Klimatické poměry

Daná oblast patří do pátého klimatického regionu - mírně teplého a mírně vlhkého. Průměrná roční teplota se pohybuje mezi 7 – 8 °C. Průměrný úhrn srážek je 550 – 650 mm. Srážkově nejbohatší měsíc je červen a následuje květen a červenec. Nejchudší na srážky je únor a březen. Je zde 15 – 30 % pravděpodobnost suchých vegetačních období a 4 – 10 % vláhová jistota ve vegetačním období. [1, 13]



Obrázek 8: Průměrný dlouholetý roční úhrn srážek v dílčím povodí Dyje (Březová nad Svitavou je na obrázku označena červeně). [1]

2.7 Hydrologické poměry

V následujících tabulkách jsou uvedeny N-leté a M-denní průtoky Svitavy v úseku Pod Hynčínkou:

Tabulka 1: Průměrné roční N-leté průtoky. [14]

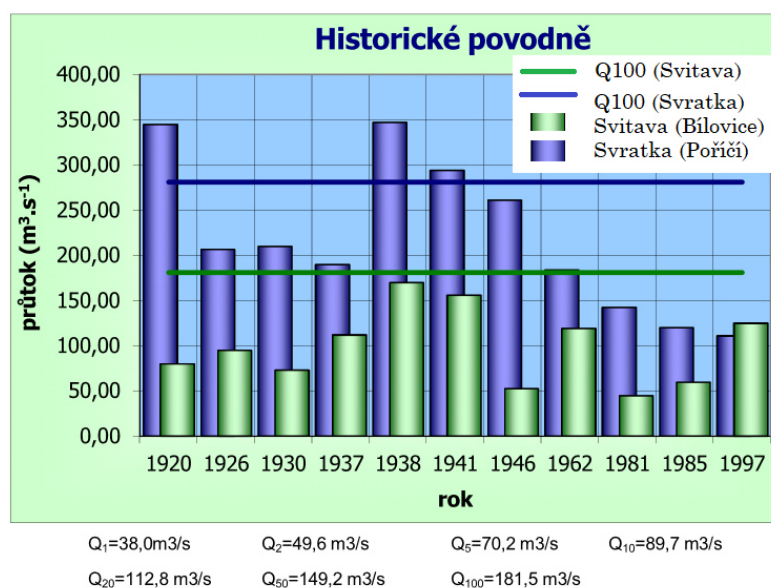
N-leté průtoky	Q ₁	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Pod Hynčinkou	5.9	7.5	11.6	16.7	24	28.1	53

Tabulka 2: Průměrné M-denní průtoky. [15]

M-denní průtoky	Q ₃₀	Q ₉₀	Q ₁₈₀	Q ₂₇₀	Q ₃₃₀	Q ₃₅₅	Q ₃₆₄
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Pod Hynčinkou	1.35	0.83	0.59	0.28	0.26	0.21	0.12

V roce 1997 na území Moravy proběhla nejničivější povodeň v oblastech správy Povodí Moravy, s. p. Od té doby se začaly v rizikových oblastech navrhovat protipovodňová opatření pro zajištění ochrany majetků a životů občanů. Stavební akce protipovodňových opatření byly zahájeny v jednotlivých etapách. [1]

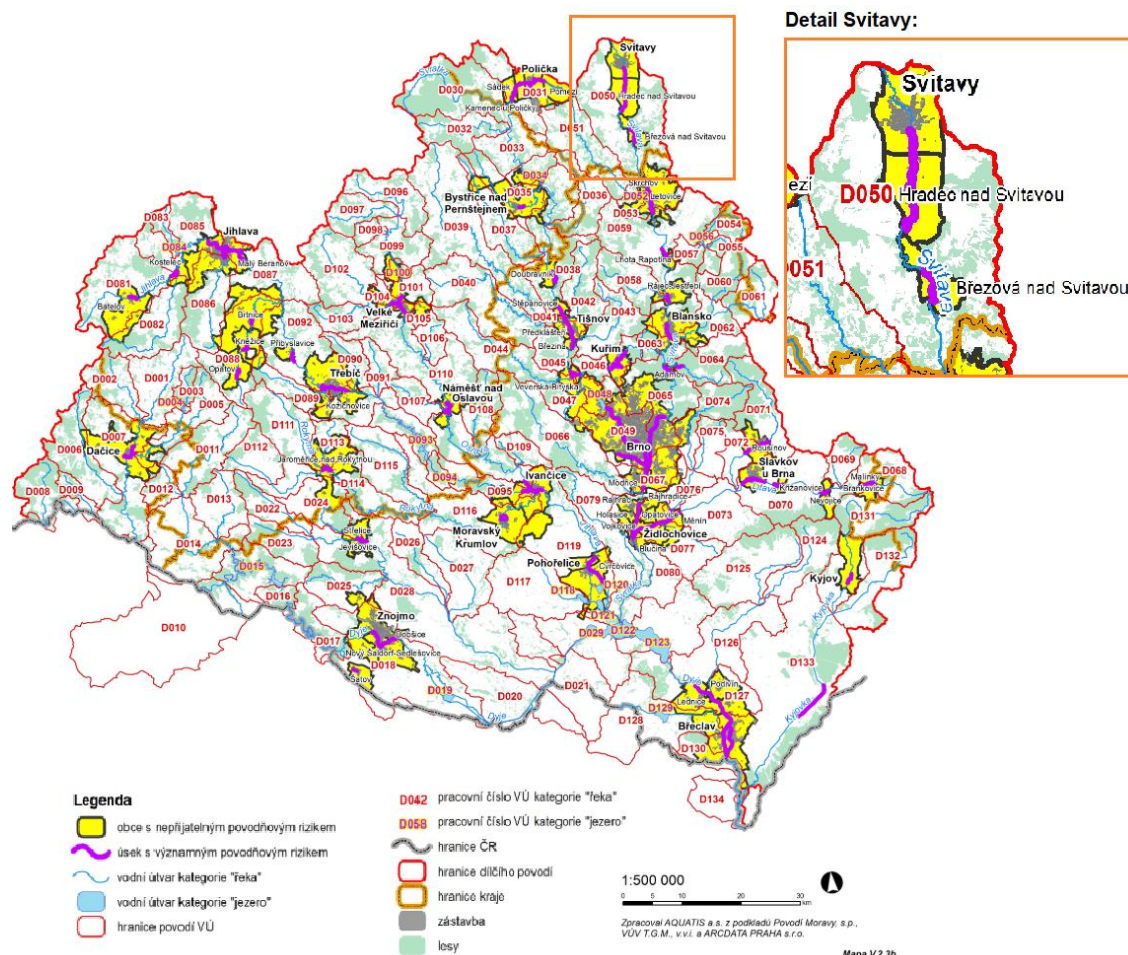
V dílčím povodí Dyje nebyla povodeň z roku 1997 tak ničivá jako na řece Moravě. Horší dopad zde měly povodně z roku 2002 a 2006. Další povodeň následovala v roce 2010. Následkem povodní byla realizována protipovodňová opatření a vypracovány studie zátopových území a odtokových poměrů. V rámci 0. – 2. etapy byla na řece Svitavě ukončena jednotlivá opatření, například stavba poldru v Rájci, úpravy koryta v Blansku a zvýšení kapacity koryta v Letovicích. V současné době probíhá 3. etapa (od roku 2014 do 2019) realizace zkapacitnění koryta ve městě Svitavě. [1]



Obrázek 9: Historické povodně pro profil Svitavy nad ústím do Svatky. [16]

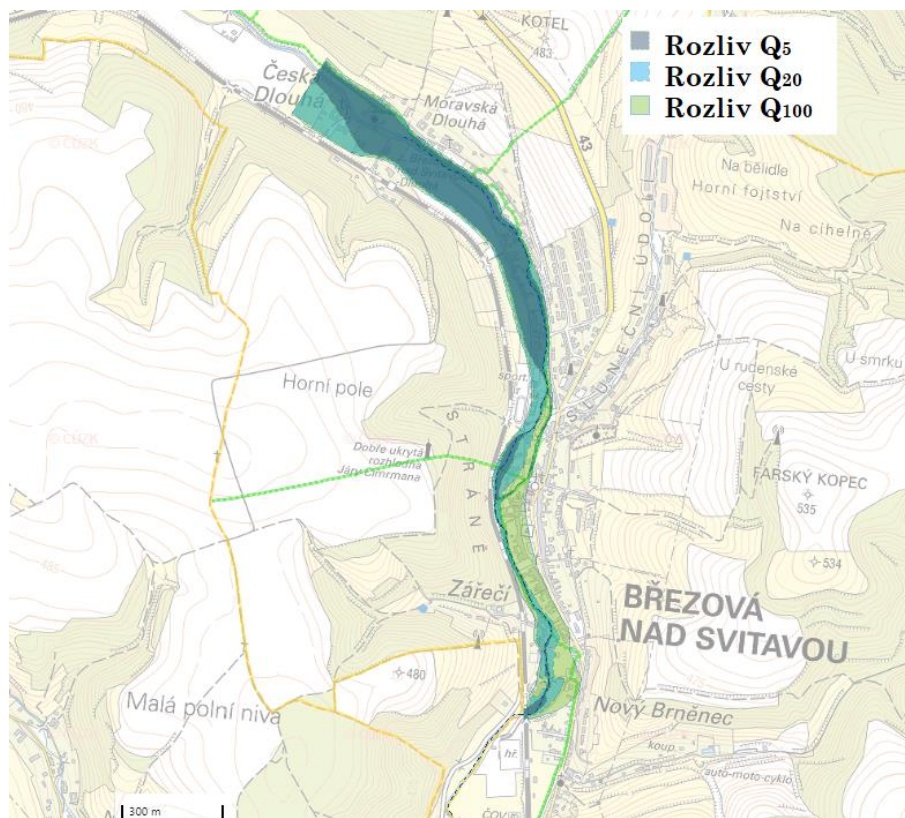
V grafu výše lze vidět další povodně, které postihly území Svitavy (zelená barva) a Svratky (modrá barva) v letech 1920 – 1997.

V dílčím povodí Dyje je mnoho obcí s nepřijatelným povodňovým rizikem, jak lze vidět na obrázku níže. Daný úsek řeky Svitavy v oblasti města Březová nad Svitavou spadá do těchto rizikových oblastí a je součástí Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Dyje. [1]



Obrázek 10: Přehled oblastí s významným povodňovým rizikem v dílčím povodí Dyje a na řece Svitavě. [1]

V následujícím obrázku jsou znázorněny rozlivy Q_5 , Q_{20} a Q_{100} v úseku Březové nad Svitavou, kde je proveden výpočet kapacity koryta a následně proveden návrh protipovodňového opatření – viz. kapitola 6.

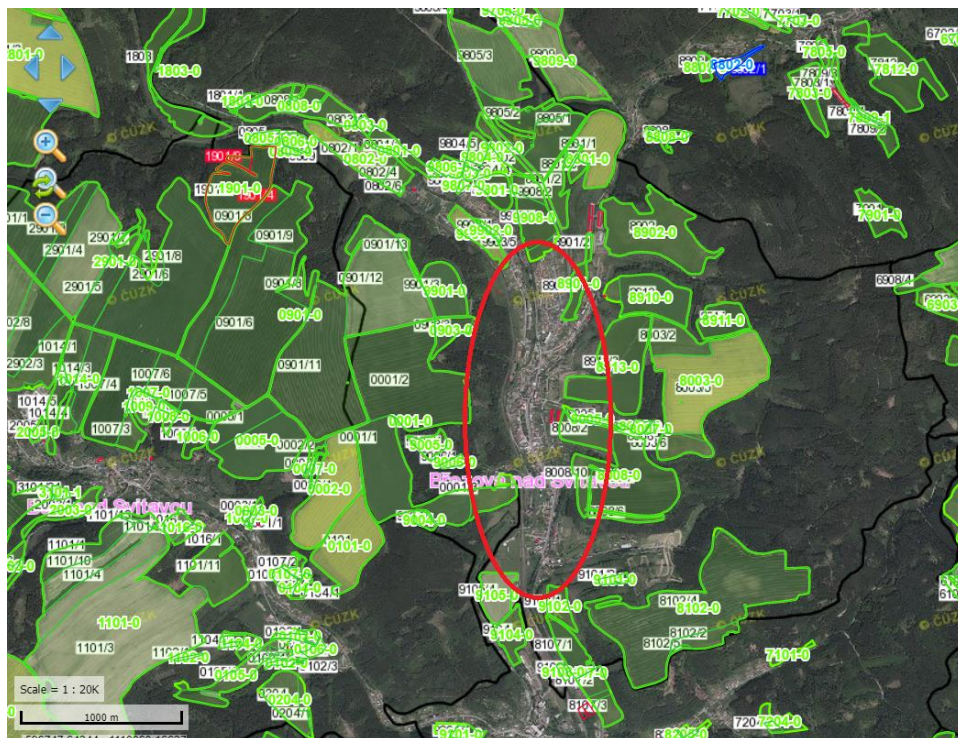


Obrázek 11: Mapa rozlivů v Březové nad Svitavou. [17]

2.8 Údaje o zemědělství

V severní části Březové na Svitavou se nachází Zemědělské obchodní družstvo Březová, které se zabývá předmětem podnikání opravami silničních vozidel a pracovních strojů, kovoobráběčctvím, pěstováním obilovin a živočišnou výrobou – chov prasat a skotu. Družstvo není v těsné blízkosti řeky Svitavy, proto by zde nemělo docházet k případnému znečištění toku. [18, 19]

V obrázku níže lze vidět rozmístění a velikost jednotlivých polí s ornou půdou a lesů, které se nacházejí v okolí města Březové nad Svitavou. Orná půda (ohraňována zelenou barvou) zaujímá cca 50 % plochy. Orná půda se nachází především nad zájmovým úsekem, což může mít vliv na zanášení toku.



Obrázek 12: Mapa znázornění orné půdy a lesů v okolí Brezové nad Svitavou. [19]

2.9 Údaje o lesnictví

Po celé délce daného úseku Svitavy jsou na pravém břehu řeky lesy. Na začátku úseku je les v těsné blízkosti toku. Střed úseku až po konec je mezi tokem a lesem oddělen železniční tratí. Na levé straně řeky jsou lesy převážně kolem 1 km vzdáleny od toku. Lesy jsou z většiny jehličnaté, místy mladý les do výšky 8 m a zřídka listnaté stromy. [20]

2.10 Údaje o průmyslu

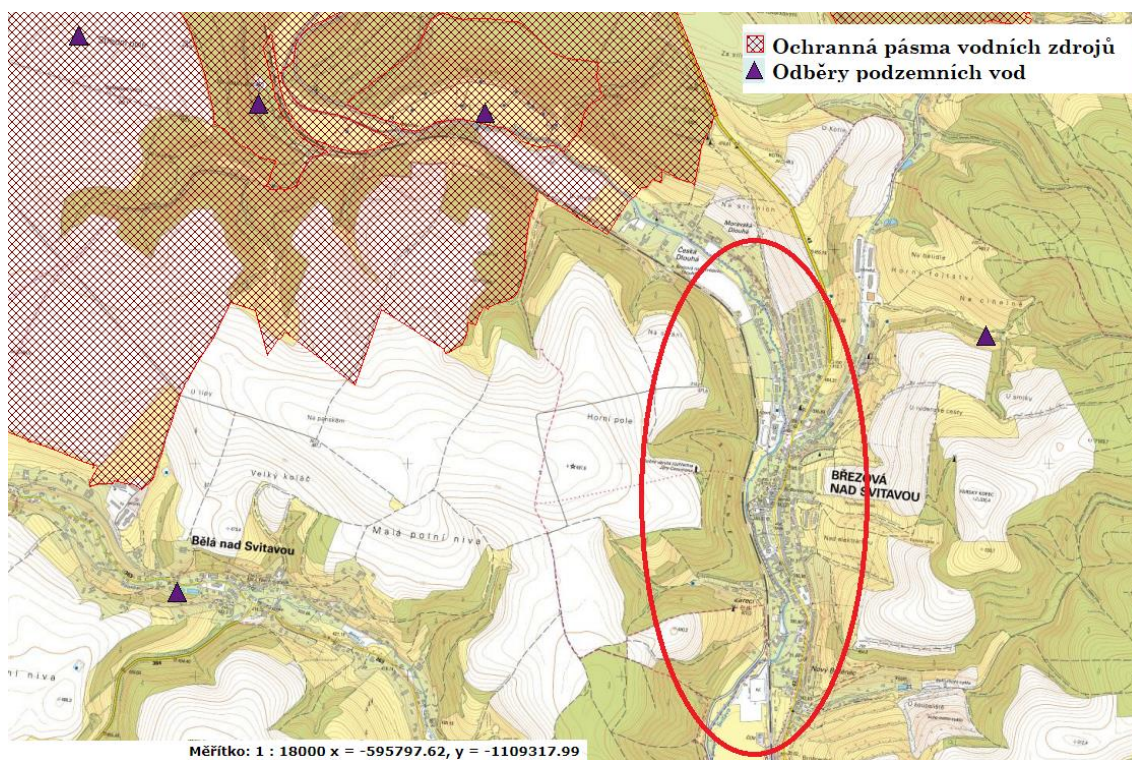
V blízkosti levého břehu se nachází podnik Elektromontáže Brezová nad Svitavou, kde jsou poskytovány montáže, opravy a zkoušky elektrických zařízení. Podnik je umístěn vedle hlavní ulice Brněnská. Dalšími podniky jsou dvě truhlárství. Jedno se nachází mezi levým břehem Svitavy a ulicí Dlouhá. Druhé mezi levým břehem Svitavy a ulicí Zahradní. Přítomnost těchto firem by neměla nijak zatěžovat kvalitu vody v řece Svitavě.

Proti směru toku Svitavy je několik čerpacích stanic, ale pouze jedna – čerpací stanice OMV v Lánech je v těsné blízkosti toku. Čerpací stanice by mohla teoreticky znečišťovat tok povrchovým odtokem ze zastavěných ploch, kde mohou být zbytky olejů a paliva nebo při haváriích.

2.11 Požadavky na odběry

V blízkosti Březové nad Svitavou se na levé straně od toku nachází vrt s odběrem podzemní vody. Další vrty jsou v rozsáhlém území nad zájmovým úsekem toku, kde je několik vrtů chráněných ochranným pásmem. Nejvýznamnějšími vrty s odběrem v blízkosti zájmového úseku jsou BVK Brno – I. a II. Brněnský vodovod. [22] Čerpání podzemních vod souží pro shromažďování, úpravu a distribuci jako zdroje pitné vody. Vrty pro odběr podzemní vody jsou i v Brněnci, obci ležící těsně pod zájmovým úsekem, které slouží také pro akumulaci, úpravě a rozvodu vody. [2]

Celkový odběr podzemní vody v oblasti řeky Svitavy od pramene po tok Křetínku je 29 594,7 tis. m^3 /rok pro vodárenské účely a 79,7 tis. m^3 /rok pro ostatní účely. [22]



Obrázek 13: Místa čerpání podzemní vody a jejich ochranná pásma. [2]

2.12 Vypouštění vod

Ve městě Březová nad Svitavou je oddílná splašková kanalizace, která je svedena do čistírny odpadních vod v Brněnci v ř. km 73,190, který se nachází pod zájmovým úsekem na levém břehu. Za rok 2017 bylo vypuštěno do řeky Svitavy celkem 47 700 m^3 odpadní vody. [21] V Brněnci dochází také

k vypouštění komunálních odpadních vod ze Stavebního bytového družstva Brněnec do Svitavy. [2]

V ř. *km* 76,200 dochází na pravém břehu k vypouštění komunálních vod z objektu Brněnské vodárny a kanalizace, a. s.- Průtočná akvária pro b. indikaci Březová, která slouží pro shromažďování, úpravu a rozvod vody. [2]

V ř. *km* 60,700 na levém břehu jsou vypouštěny průmyslové vody z kotelny Tylex Letovice v povoleném množství max 80 000 m^3/rok . [22] Další vypouštění odpadních vod je z čistírny odpadních vod v Letovicích. [2]

Celkově je do toku Svitavy ročně vypuštěno 1 836,2 *tis. m^3/rok* komunálních vod (povolené množství je 2894,7 *tis. m^3/rok*) a 114,7 *tis. m^3/rok* průmyslových vod (povolené množství je 209,7 *tis. m^3/rok*). [22]

2.13 Čistota vod

Na celé délce Svitavy není dosažený dobrý chemický stav. Stav je ovlivněn výskytem zvýšené koncentrace niklu, olova a dusičnanového dusíku v toku, které byly naměřeny na základě monitoringu jakosti povrchových vod v roce 2010 - 2016. Ekologický stav je hodnocen jako střední. Celkový stav toku je hodnocen jako nevyhovující. [2, 22]

2.14 Splavnost toku

Svitava v zájmovém úseku není splavná. Splavnost toku je možná až od úseku Moravská Chrastová po Bílovice nad Svitavou v ř. *km* 72,600 – 15,500 a od Bílovic po ústí do Svatky v ř. *km* 15,00 – 0,000. [23]

2.15 Migrační prostupnost toku

Řeka patří do pásma výskytu lososových ryb. Na toku je několik jezů, které mohou být pro ryby migrační překážkou. Nejbližší kombinovaný jez je v ř. *km* 79,054 nad daným úsekem. V zájmovém úseku jsou dva spádové stupně. [2]

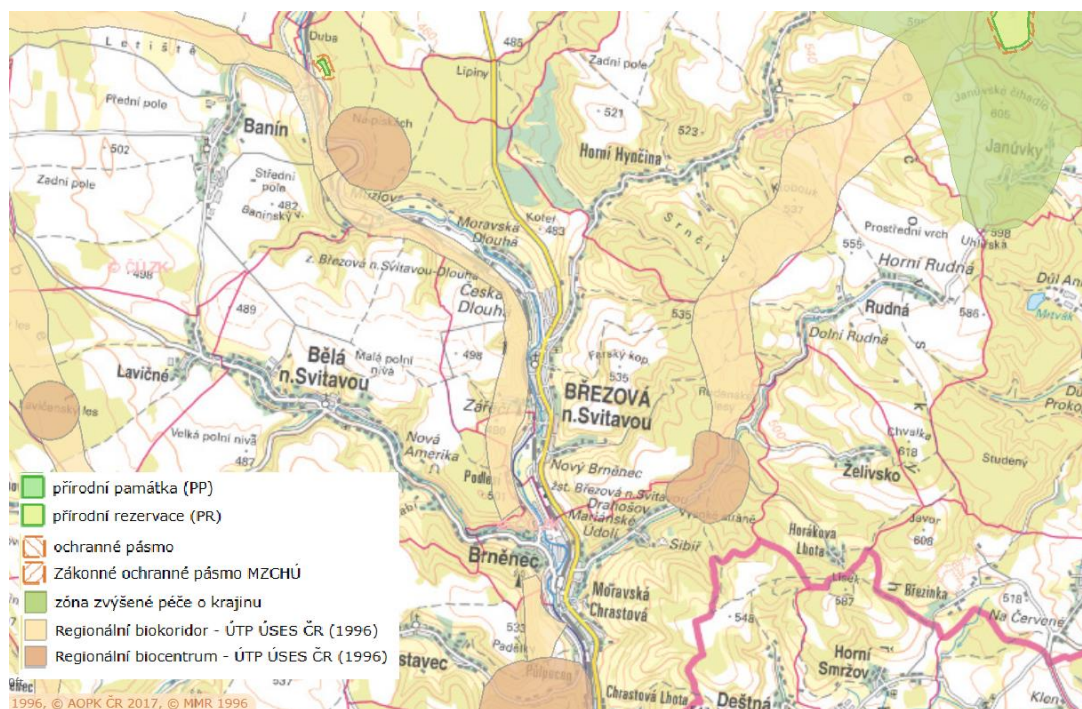
Na Svitavě je celkem 33 migračních neprůchodných příčných překážek, kterými mohou být přehradní hráze, hráze malých vodních nádrží nebo rybníků, jezy, stupně, pohyblivé a kombinované jezy. [1]

2.16 Životní prostředí

V severní části cca 3 km od zájmové úseku toku se nachází přírodní památka ohraničená Zákonným chráněným pásmem MZCHÚ, která je součástí Maloplošného chráněného území. [24]

V severovýchodní části cca 7 km od pravého břehu toku se rozléhá přírodní rezervace s ochranným pásmem, která spadá do Maloplošného chráněného území. V této oblasti se zároveň vyskytuje rozsáhlá zóna zvýšené péče o krajinu jako Mezinárodní významná část přírody. [24]

Z hlediska Územního systému ekologické stability jsou v obrázku níže vyznačeny regionální biokoridory, které propojují jednotlivá regionální biocentra. [24]



Obrázek 14: Chráněné oblasti, biokoridory a biocentra v zájmovém úseku toku. [24]

3 Popis stávajícího stavu v řešené lokalitě

3.1 Lokalita

Daný úsek Svitavy je v intravilánu města Březová nad Svitavou, které leží na moravsko-českém pomezí v Pardubickém kraji. Ve městě žije kolem 1690 obyvatel. Zástavba se nachází většinou v těsné blízkosti toku. Podél celého řešeného úseku vede železniční trať nebo silnice, které tvoří bariéru případnému rozlivu do údolní nivy. Lokalita je známá pro její významné zdroje podzemní vody, která je čerpána a využívána pro úpravu a distribuci pitné vody především v Brně a jeho okolí. [3]

3.2 Popis stávajícího stavu

Řeka Svitava teče směrem z Hradce nad Svitavou do Březové nad Svitavou a pokračuje do obce Brněnec. Začátek úseku se nachází před městem Březová nad Svitavou v ř. *km* 74,479, v místě bývalého stavidla. Konec úseku je v intravilánu města v ř. *km* 76,924. Cca dalších 700 *m* za koncem úseku pokračuje zástavba podél toku. Nad zájmovým úsekem se rozléhá zemědělská půda, která má vliv na zanášení toku sedimenty. Níže se vyskytuje les převážně po levé straně koryta. V blízkosti toku jsou hlavně rodinné domy nebo soukromé zahrady. Dále od břehů je na pravé straně železnice a za ní les. Po levé straně je za území intravilánu zemědělská půda nebo louky a následuje les.

Průměrný podélný sklon koryta toku je 3,6 ‰, který byl určen z podkladů geodetického zaměření z roku 2008 společností Agroprojekce, Litomyšl s. r. o. Dno je štěrkovité s velikostí kamenů o průměru cca 40 *mm*. Svahy jsou zarostlé trávou a v některých místech křovinami a stromy. Většinou se podél toku nacházejí přerušované pásy křovin a stromů.

Flóru tvoří stromové patro, keřové a bylinné. Z dřevin jsou zde zastoupeny olše lepkavá, javor mleč, habr obecný, topol osika, vrba bílá, jasan ztepilý, hrušeň obecná, bez černý a v největší míře trnovník akát. Bylinné patro je zastoupeno kopřivou dvoudomou, křehkýšem vodním, netykavkou žlaznatou, hluchavkou bílou, jitrocelem kopinatým a kostřavou rákosovitou. Břehy jsou porostlé travinami.

Na základě osobní pochůzky a pořízené fotodokumentace (viz. příloha D) byl řešený úsek rozdělen na 8 dílčích úseků, které jsou podrobněji popsány níže. Jejich umístění na mapě je patrné v příloze A.1.1. Na základě tohoto rozdělení

na dílčí úseky byl proveden hydroekologický monitoring (HEM) pro určení hydromorfologické kvality vodního útvaru v řešeném úseku. Monitoring HEM je popsán v kapitole 7.

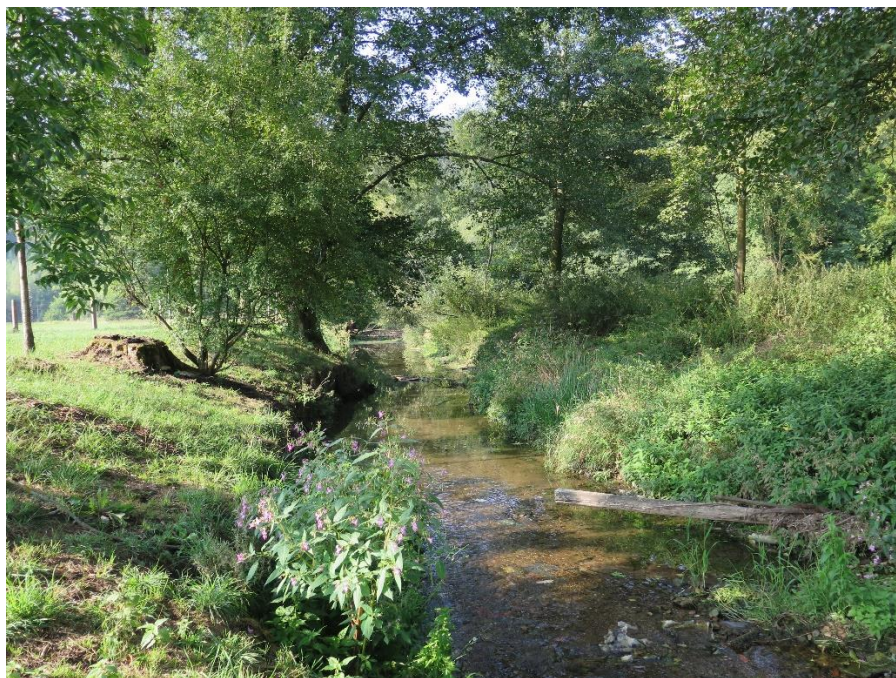
3.2.1 I. dílčí úsek – ř.km 74,479 – 74,945

Úsek je vymezen příčnými profily PF 3 – 15 s délkou 466 m. Začíná v místě bývalého stavidla, které je nyní v dezolátním stavu. Zůstal zde pouze dosedací práh stavidla, který je nyní uvažován jako spádový stupeň vysoký cca 0,5 m. V daném dílčím úseku převažuje přímý úsek toku, který protéká korytem, podél něhož jsou po levé straně louky a zemědělská půda a po pravé straně louky se skupinami stromů, cyklostezka a za ní les. Sklony svahů se pohybují od 1:1 – 1:3. Ve větší části dílčího úseku jsou svahy strmější, tzn. 1:1 – 1:1,5. Šířka koryta je cca 12 m a výška 1,65 m. Tvar koryta připomíná jednoduchý lichoběžník, ale v některých místech jsou nátrže na březích nebo sedimenty na dně koryta, z kterých vznikají ostrůvky. Břehy jsou porostlé trávou, křovinami a náletovými bylinami, např. kopřivami. V mnoha místech jsou břehy zarostlé bez přístupu k vodě. Dřeviny rostou podél břehů buď jednotlivě nebo v liniích. Dílčí úsek končí v místě železničního mostu.

Objekty:

Ř. km 74,479 – Spádový stupeň S1 (bývalý dosedací práh stavidla).

Ř. km 74,781 – Ocelová lávka L1.



Obrázek 15: I. dílčí úsek.

3.2.2 II. dílčí úsek – ř.km 74,945 – 75,268

Úsek začíná v místě železničního mostu a končí v místě, kde začíná zástavba podél levého břehu. Je vymezen příčnými profily PF 15 - 28 s délkou 323 m. V daném dílčím úseku je přímý úsek, který je střídán s mírnými zákrutami. Podél levého břehu jsou zatravněné plochy s občasnými dřevinami. Po pravé straně je roztroušená zástavba. Sklony svahů se pohybují od 1:1 – 1:3. Šířka je cca 10 m a výška 1,6 – 1,7 m. Tvar koryta připomíná jednoduchý lichoběžník, ale v některých místech vznikají na dně koryta ostrůvky ze zachycených sedimentů. Břehy jsou porostlé trávou se dřevinami podél břehů buď jednotlivě nebo v liniích. Je zde snadný přístup k vodě. Koryto toku působí přirozeně.

Objekty:

Ř. km 74,945 – Železniční most M2.

Ř. km 75,103 – Silniční most M3 a chránička plynovodu vedle mostovky.

Ř. km 75,230 – Chránička vodovodu s neznámým umístěním.



Obrázek 16: II. dílčí úsek.

3.2.3 III. dílčí úsek – ř.km 75,268 – 75,422

Úsek začíná v místě, kde je podél levého břehu zástavba se zahradami a je ukončen v místě ocelové lávky L4. Je vymezen příčnými profily PF 28 - 37 s délkou 154 m. V daném dílčím úseku je přímý úsek s tvarem koryta jednoduchého lichoběžníku. Podél levého břehu se nachází oplocené zahrady a na březích občasné křoviny se stromy. Po pravé straně je cyklostezka a za ní travnaté pásy s křovinami. Sklony svahů se pohybují na levém svahu kolem 1:1 – 1:2, na pravém svahu se sklonem kolem 1:2. Šířka je cca 10 m a výška cca 2,0 m. Břehy jsou porostlé trávou se dřevinami buď jednotlivě nebo v liniích. Je zde snadný přístup k vodě.

Objekty:

Ř. km 75,276 – Prostup vodovodu s neznámým umístěním.

Ř. km 75,339 – Prostup vodovodu s neznámým umístěním.

Ř. km 75,422 – Ocelová lávka L4 a chránička SDH kabelu.



Obrázek 17: III. dílčí úsek.

3.2.4 IV. dílčí úsek – ř.km 75,422 – 75,716

Úsek začíná v místě ocelové lávky L4 a končí cca 30 m za ocelovou lávkou L5. Je vymezen příčnými profily PF 37 - 51 s délkou 294 m. Jedná se o přímý úsek toku, kde je koryto ve tvaru jednoduchého lichoběžníku. Na levém břehu je po celé délce ochranná zeď ve špatném stavu. V některých místech je zcela porušena. Nad zdí pokračují zahrady jednotlivých rodinných domů. Podél levého břehu pokračuje cyklostezka a vedle ní železnice. Břehy jsou porostlé trávou s občasnými skupinami stromů. Sklony svahů se pohybují kolem 1:1 - 1:2. Šířka je cca 11 m a výška cca 1,7 m.

Objekty:

Ř. km 75,686– Ocelová lávka L5.



Obrázek 18: IV. dílčí úsek.

3.2.5 V. dílčí úsek – ř.km 75,716 – 76,186

Dílčí úsek začíná za ocelovou lávkou L5 a končí počátkem betonové úpravy koryta. Je vymezen příčnými profily PF 51 - 70 s délkou 470 m. V daném dílčím úseku je koryto zhruba ve tvaru jednoduchého lichoběžníku, ale v místech mírných zákrutů je tvar spíše ve tvaru písmene U. Na dně jsou ostrůvky vzniklé usazením sedimentů. Podél pravého břehu v jedné části úseku vede železnice, která je chráněna zdí. V druhé části je mateřská školka se sportovním areálem. Po levé straně se v celé délce vyskytuje zástavba. Sklony svahů se pohybují kolem 1:1 – 1:2, ale v místě zákrutů jsou téměř kolmé. Šířka je cca 10 m a výška cca 1,4 m. Břehy jsou porostlé trávou se dřevinami podél břehů buď jednotlivě nebo v liniích. Je zde snadný přístup k vodě.

Objekty:

Ř. km 75,745 – Chránička vodovodu s neznámým umístěním.

Ř. km 75,765 – Soutok Hynčinského potoku do Svitavy.

Ř. km 75,791 – Chránička SDH kabelu s neznámým umístěním.

Ř. km 76,908 – Chránička vodovodu s neznámým umístěním.

Ř. km 76,041 – Chránička vodovodu s neznámým umístěním.

Ř. km 76,049 – Ocelová lávka L6, chránička SDH kabelu a plynovodu umístění vedle mostovky.



Obrázek 19: V. dílčí úsek.

3.2.6 VI. dílčí úsek – ř.km 76,186 – 76,422

Úsek začíná od místa s betonovým opevněním koryta a končí ocelovou lávkou L7. Je vymezen příčnými profily PF 70 - 81 s délkou 236 m. V daném dílčím úseku má koryto pravidelný tvar jednoduchého lichoběžníku. Dno i svahy jsou v celé délce úseku opevněny betonem. Na dílčí část toku je nepříjemný pohled z důvodu nepřirodní úpravy betonem. Na dně koryta se tvoří ostrůvky z usazených sedimentů. Podél pravého břehu jsou bytové domy a vodárenský objekt. V objektu se nachází zemní vodojem, do kterého je svedena čerpaná podzemní voda ze dvou zdrojů. Ve vodojemu je umístěn přepad na pravém břehu, který je vyústěn pomocí zpětné klapky do koryta Svitavy. Podél levého břehu je travnatý pás se zdí dlouhou cca 15 m a za ní je silnice. Sklony svahů koryta jsou 1:2. Šířka je cca 11 m a výška cca 1,7 m. Podél břehů roste tráva s občasnými dřevinami.

Objekty:

Ř. km 75,334 – Chránička vodovodu s neznámým umístěním.

Ř. km 76,312 – Výpust potrubí přepadu z vodojemu – zpětná klapka s DN 1000 mm.

Ř. km 76,403 – Spádový stupeň S2.

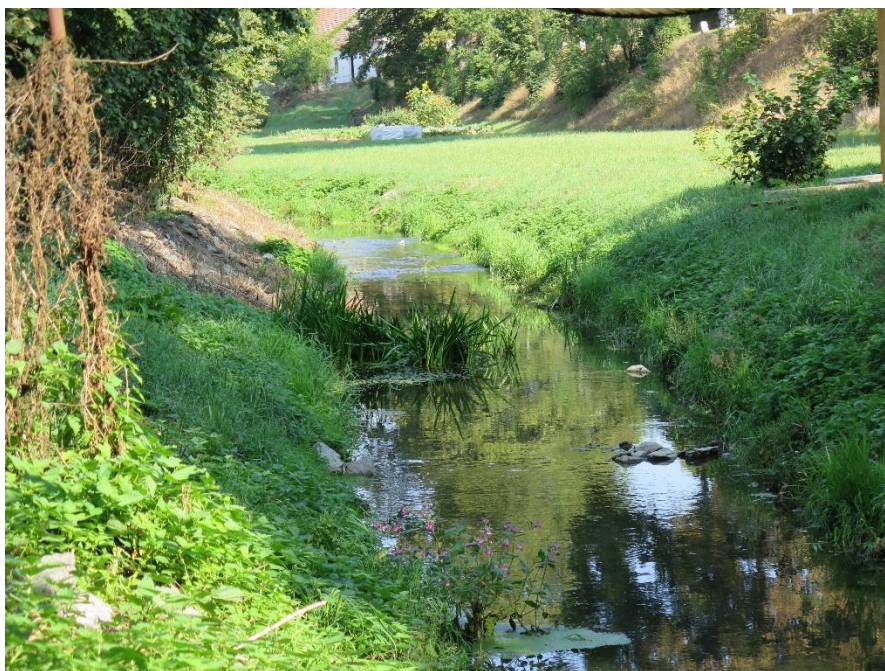
Ř. km 76,422 – Ocelová lávka L7, chránička SDH kabelu, plynovodu a dešťová výpust o DN 150 mm.



Obrázek 20: VI. dílčí úsek.

3.2.7 VII. dílčí úsek – ř.km 76,422 – 76,744

Dílčí úsek začíná v místě ocelové lávky L7 a končí před silničním mostem M8. Je vymezen příčnými profily PF 81 - 95 s délkou 322 m. Podél levého břehu je louka, ale část toku protéká podél silnice, kde je prudký svah. Podél pravého břehu je pás stromů a těsně za ním jsou zahrady jednotlivých domů. Koryto toku má tvar jednoduchého lichoběžníku s mírnými zákruty a ostrůvky na dně, vzniklými z usazených sedimentů. Břehy jsou porostlé trávou a v části toku jsou opevněny kamenným záhozem cca do výšky 1 m. Sklony svahů se pohybují kolem 1:1 – 1:2. Šířka je cca 11 m a výška cca 1,2 m. Na dílčím úseku se nenacházejí žádné objekty.



Obrázek 21: VII. dílčí úsek.

3.2.8 VIII. dílčí úsek – ř.km 76,744 – 76,924

Úsek začíná opevněním břehů ochrannými zdmi a končí na konci řešeného úseku. Je vymezen příčnými profily PF 95 - 108 s délkou 180 m. Podél obou břehů se nachází zástavba v těsné blízkosti toku. Břehy jsou opevněny ochrannými zdmi většinou v dezolátním stavu. Nad zdmi se nacházejí domy nebo zahrady. V části koryta je levý břeh opevněn plechy, trámy a jinými materiály. Podél břehů rostou stromy a keře hustě vedle sebe, které svými kořeny narušují konstrukci zdí a tím stabilitu břehů. Koryto je ve větší části ve tvaru obdélníku, ale postupem času vznikly na dně koryta usazené sedimenty podél zdí, které jsou prorostlé trávou, náletovými bylinami a keři. Šířka je 5,5 - 8 m a výška cca 1,6 m. Dílčí část koryta je ve velmi špatném stavu.

Objekty:

Ř. km 76,788 - Silniční most M8.

Ř. km 76,873 – Dřevěný most M9, chránička vodovodu s neznámým umístěním.

Ř. km 76,920 – Dřevěný most M10.



Obrázek 22: VIII. dílčí úsek.

4 Protipovodňová opatření

Povodeň může být způsobena přirozenými jevy nebo jako tzv. zvláštní povodeň. Všechny příčiny vzniku mají za následek navýšení hladiny v korytě nad jeho kapacitu a vedou až po rozsáhlé rozlivy mimo koryto. Povodní nazýváme stav, kdy voda z koryta zaplavuje území mimo koryto toku a způsobuje škody na majetku či životech. [29]

4.1 Vznik povodně

4.1.1 Přírozené povodně

Přírozené povodně vznikají přirozenými jevy, kdy dochází k rozlivům vody mimo koryto toku. Přírozenými jevy mohou být: [29]

- dosažení limitu vodního stavu nebo průtoku ve vodním toku
- intenzivní a dlouhotrvajících srážky
- tání sněhu
- ledové bariéry na toku a ledochod, atd.

Na vznik povodně se podílejí ale také jiné faktory, například: [29]

- velikost, tvar a morfologické vlastnosti povodí
- tvar koryta toku
- druh povrchu
- hustota a uspořádání říční sítě
- geologické, hydrogeologické a pedologické poměry
- výskyt objektů a nádrží na toku.

Ohrožení povodněmi ovlivňují také vlastnosti okolí před vznikem povodně, např. nasycenost půdy, vegetační pokryv, retenční kapacita říční sítě atd. [29]

4.1.2 Zvláštní povodně

Zvláštní povodeň je způsobena umělými vlivy, které mohou nastat během stavby nebo provozu vodního díla. Při vzniku zvláštní povodně hraje velkou roli rozsah ohroženého území, hloubky a rychlosti vody, kulminační průtok v jednotlivých profilech a časový průchod čela, kulminace a opadnutí povodně. Způsoby vzniku povodně: [29]

- porušení hráze vodního díla nebo jejich úplné protržení
- porucha hradící konstrukce bezpečnostních a výpustných zařízení, kdy dochází k neřízenému odtoku
- nouzové řešení kritických situací, kdy může docházet k mimořádnému vpouštění vodního díla za účelem jeho ochrany.

4.2 Možnosti protipovodňových opatření

Aby protipovodňová opatření dobře fungovala je důležitá jejich vzájemná provázanost. Jedná se o kombinaci: [30]

- **prevence před povodněmi** (např. přizpůsobení staveb povodňovému riziku, vhodné využití území atd.)
- **ochrany** (např. technická a netechnická protipovodňová opatření na tocích ke snížení pravděpodobnosti a dopadu povodně)
- **připravenost** (např. informovanost obyvatelstva o situaci a jak se chovat v případě ohrožení)
- **záchranný systém** (např. záchranné plány).

4.2.1 Netechnická opatření

Netechnickým opatření jsou myšlena vymezení záplavových zón, předpovědní a varovné systémy a výchova veřejnosti, jak se chovat v krizových situacích před vznikem povodně a při povodni. V záplavových zónách platí omezení, kde se nesmí umísťovat, povolovat ani provádět stavby. Výjimku mají vodní díla, která mají pozitivní vliv na protipovodňovou ochranu. [30, 29]

4.2.2 Technická opatření

Technickými opatřeními na vodních tocích jsou především úpravy koryta s cílem zajistit dostatečnou kapacitu a stabilitu dna a břehů pro návrhový průtok. Jedná se o vznik retenčních prostorů v údolních nádržích a suchých nádržích, vznik tůní, ochranné hráze, ochranné zdi, provizorní hrazení, přírodní valy, zkapacitnění koryta toku a jejich údržba, těžba sedimentů z toku, řízené zaplavování, úprava objektů na toku, obtoková koryta, snížení hloubkové a boční eroze a další možnosti. [30, 29]

4.2.2.1 Zvýšení kapacity koryta

Zvýšením kapacity koryta dosáhneme úpravou tvaru koryta zvětšením průtočného profilu, odstraněním nánosů na dně, změnou podélného sklonu toku a zkapacitněním mostních objektů, stupňů a jezů. [29]

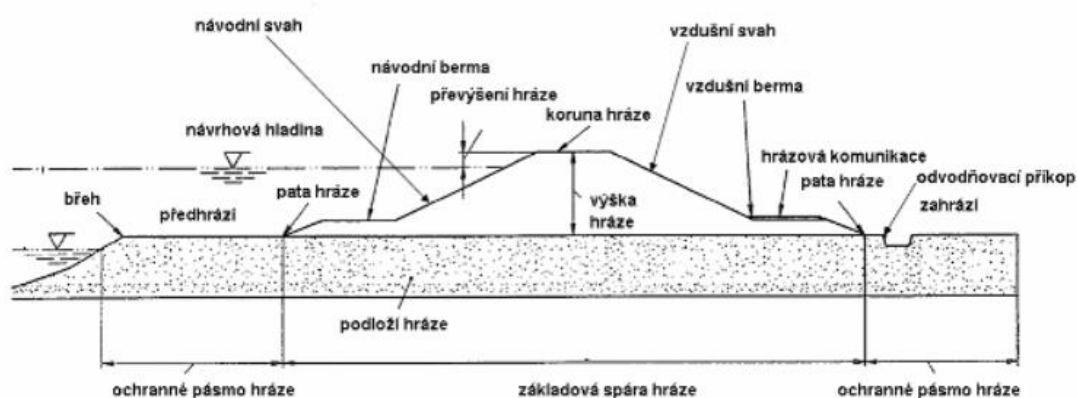
4.2.2.2 Ochranná hráz

Ochranné hráze jsou protipovodňové prvky, které byly využívány již minulosti. Zabráňují rozlivu do údolí a tím chrání území v prostoru za hrází. Voda je zachycena v prostoru mezihrází. Ochranných hrází je využíváno v případě, kdy nelze koryto upravit tak, aby bylo kapacitní pro návrhový průtok. [29]

Hráze jsou umístěny podél toku, aby ochránily majetek v zahrází a také, aby byl prostor v mezihrází co největší pro rozliv. Prostor pro rozliv je důležitou součástí opatření, protože zpomalením průtoku z důvodu rozlivu do prostoru v mezihrází dojde ke zmírnění dopadu povodně níže po směru toku. [29]

Výška hráze je navržena podle míry ochrany – tzn. podle návrhového průtoku v dané oblasti. Vždy se uvažuje s určitým převýšením nad hladinu návrhového průtoku. U ochrany proti průtoku Q_{100} je doporučeno navrhnout převýšení minimálně 0,3 – 1,0 m. [29]

Tvar hráze je jednoduchý lichoběžník. Šířka hráze se pohybuje kolem 2 – 3 m, ale rozměry závisí především na stabilitě hráze a možnosti pojezdu po koruně hráze. Sklony svahů závisí na typu materiálu. Sklony se pohybují od sklonu 1:2 a výše. Hráze jsou budovány z homogenních materiálů většinou do výšky 5 m nebo nehomogenního s vnitřním těsněním či při návodním líci. [29]

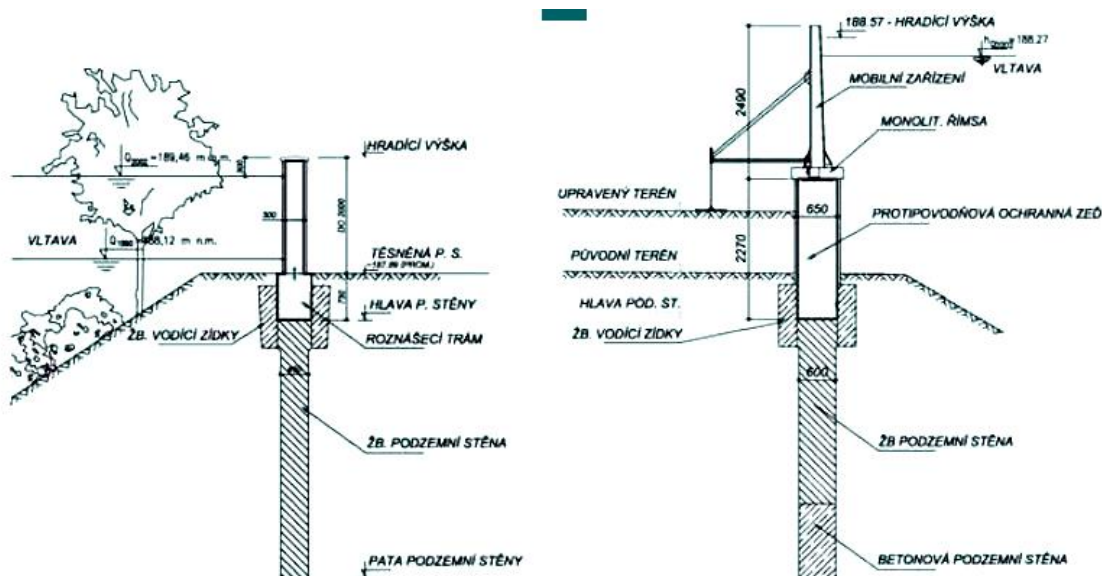


Obrázek 23: Terminologie ochranných hrází. [29]

4.2.2.3 Povodňové zdi

Jedná se o stabilní nebo mobilní povodňové zdi. Stabilní zdi jsou nepropustné betonové konstrukce, které jsou vetknuty do podloží. Při návrhu je důležitá statická rovnováha a dostatečné založení do podloží, aby se zabránilo prosakující vodě. Prodloužení průsakové dráhy se provádí štětovými stěnami, vibrovanou štětovou stěnou a dalšími způsoby. [29]

Mobilních povodňových zdí se využívá v prostorách průchodu nebo průjezdu mezi ochrannou linií. Může být navrženo v místech, kde by vysoká ochranná zeď narušila estetické hledisko krajiny. Zahrazení je řešeno pomocí vodorovných hradidel nebo nosníky s tabulemi, které jsou instalovány do ocelové opěrné konstrukce. Konstrukce je tvořena ze svislých nosníků, drážek a opěrné stolice. [29]



Obrázek 24: Ukázka řešení stabilního a mobilního hrazení. Na levém obrázku je stabilní povodňová zeď. Na pravém obrázku je stabilní povodňová zeď s možností navýšení o mobilní povodňovou zeď. [34]

4.2.2.4 Umělé retenční prostory

Jedná se o využití objemu prostorů v údolních nádržích, které jsou ovladatelné nebo neovladatelné. Umělým retenčním prostorem může být také suchá nádrž, která je po většinu času prázdná. Její objem je roven součtu ovladatelného a neovladatelného ochranného prostoru. Při průchodu povodňové vlny je voda svedena do nádrže a tím je ochráněno území před povodní v zastavěných oblastech. [29, 35]

Patří sem také poldr, který plní stejnou funkci jako suchá nádrž. Nachází se v říčním údolí přilehlý k toku. Po povodni se vyprázdní. Prostor poldru je zpravidla zemědělsky využíván. [35]

4.2.2.5 Zvýšení retenční schopnosti krajiny

Zvýšením retenční schopnosti v krajině dosáhneme ochrany proti povodním do Q_{10} nebo Q_{20} . Opatření není tak účinné jako jiná technická opatření, ale má pozitivní vliv z hlediska péče o krajinu, protierozní ochranu a krajínovtvorbu. Na zvýšení retence krajiny mají vliv: [29]

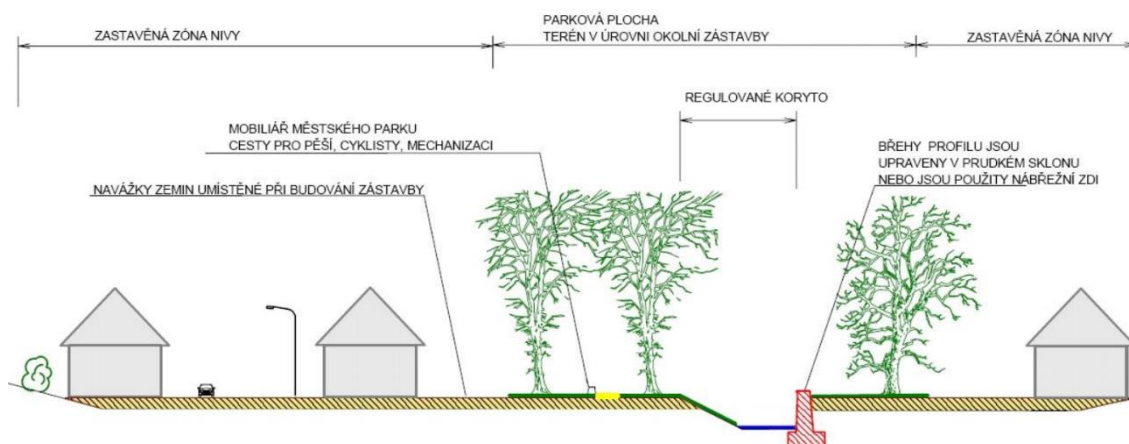
- **organizační opatření** - např. tvar a velikost pozemků, zatravnění a zalesnění pozemků, pásové střídání plodin
- **agrotechnická opatření** - hrázkování a důlkování povrchu půdy, zatravnění meziřadí, mulčování, hrázkování a důlkování v meziřadí atd.

- **biotechnická opatření** – protierozní meze, příkopy a nádrže, zasakovací pásy, terasování a další. [29]

4.2.3 Příroděblízká protipovodňová opatření

Příroděblízká protipovodňová opatření se mohou řadit jako podskupina protipovodňových opatření. Jejich cíl je stejný jako u běžných protipovodňových opatření, avšak s rozdílem, že dosažení těchto cílů je pomocí přírodních prvků, zásahů a získání dobrého ekologického stavu vodních toků. Mezi příroděblízkou protipovodňovou ochranu se řadí již zmíněné opatření v této kapitole. Jde o kombinace technických vodohospodářských staveb s revitalizací vodního toku s cílem znovu nastartovat korytotvorné procesy v toku. U toků je snaha dosáhnout samovolného vývoje stěhovavé kynety pro denní průtoky ve vymezeném prostoru. [22]

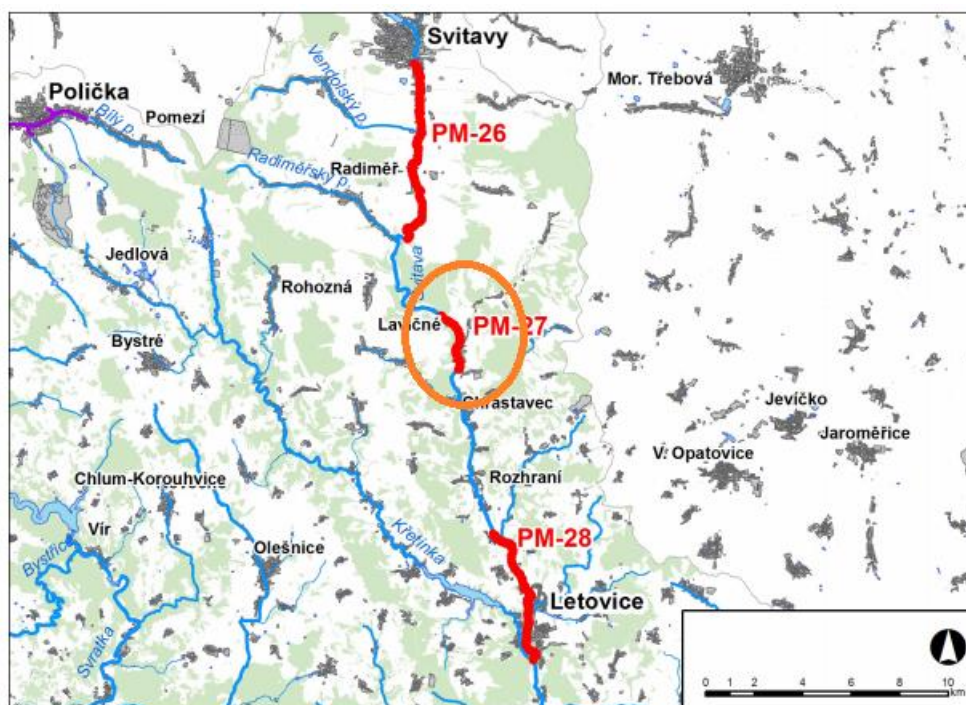
Na obrázku níže lze vidět ukázkou řešení kombinace technického a příroděblízkého opatření v intravilánu, kdy je koryto kapacitní pro běžné denní průtoky. Koryto je upraveno do tvaru složeného lichoběžníku, na jedné straně s opěrnou zdí. V jiných případech může být koryto upraveno do profilu složeného lichoběžníku bez ochranných zdí nebo využito ochranných hrázek. Vše je závislé na prostoru v dané oblasti pro realizaci těchto úprav.



Obrázek 25: Ukázkou příroděblízkého opatření v intravilánu. [22]

4.3 Plán dílčího povodí Dyje

Cílem plánu dílčích povodí je především ochrana vod jako složky životního prostředí, trvale udržitelné užívání vodních zdrojů, hospodaření s vodami pro vodohospodářské účely a protipovodňová ochrana. [1]



Obrázek 26: Mapa oblastí s významným povodňovým rizikem na Svitavě. [1]

Na řece Svitavě se nachází tři místa s významným povodňovým rizikem. Jedná se o úsek ř.km 83,295 – 91,942 pod městem Svitavy, dále v ř.km 74,937 – 77,689, kde se nachází zájmový úsek v Březové nad Svitavou a v ř.km 59,932 – 66,938 v oblasti města Letovice. Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.7 řeka Svitava v oblasti Březové nad Svitavou patří k oblastem s významným povodňovým rizikem, kde zatím nebyly zahájeny protipovodňové plány pro ochranu města. Dochází zde k rozlivům do intravilánu města, které může způsobit škody na majetku. V diplomové práci je protipovodňová ochrana navržena na průtok Q_{20} , který je obvykle uvažován pro oblasti s rozptýlenou zástavbou. [1]

Ve městě Svitavy jsou některá opatření již realizována nebo probíhají přípravy na stavební práce pro dokončení 3. etapy protipovodňové ochrany, které by mělo být hotové v roce 2019. Problematický úsek v oblasti Letovic a Březové nad Svitavou je zatím ve fázi studie z důvodu nižší priority oproti jiným oblastem s významnějším povodňovým rizikem. [1]

Tabulka 3: Přehled obcí se zastavěným a zastavitelným územím, která jsou ohrožena povodňovým rizikem. [1]

Pořadové číslo	Název obce	Zastavěné a zastavitelné plochy dotčené rozlivem (m2)				Celková plocha správního obvodu obce
		Q5	Q20	Q100	Q500	
1	Hradec nad Svitavou	1 035	110 993	217 238	441 377	24 720 466
2	Svitavy		2 173	39 441	87 561	31 343 207
3	Březová nad Svitavou	43 394	78 837	122 599	167 176	12 700 100
4	Letovice		3 496	450 147	488 271	50 958 831
5	Skřichov	13 456	16 060	18 099	29 195	2 131 822
6	Skalice nad Svitavou			522	1 609	3 008 902

4.4 Využitá protipovodňová opatření v návrhu úpravy koryta

V zájmovém úseku toku byla navržena protipovodňová ochrana úpravou tvaru koryta, odtěžením sedimentů a návrhem ochranné protipovodňové zdi. Je počítáno s řízeným zaplavením v místech, kde není nutné ochránit soukromý majetek. Mimo zájmový úsek je navrženo teoretické protipovodňové opatření, kde je nutné omezit rozsáhlý rozliv do intravilánu města. Bylo uvažováno o využití ochranné zdi, přírodního valu a mobilního hrazení. Podrobnější popis je v kapitole 6.

5 Hydrotechnické výpočty

5.1 HEC-RAS

Výpočet průběhu hladin na řece Svitavě byl proveden pomocí 1D modelu HEC-RAS za předpokladu ustáleného a nerovnoměrného proudění v korytě. Před zahájením samotného výpočtu je nutné do programu zadat geometrická data, počáteční a okrajové podmínky.

Matematický model 1D HEC-RAS (The Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) řeší proudění vody o volné hladině v otevřených korytech. Program využívá k výpočtu metodu po úsecích. Metoda po úsecích vychází z Bernoulliho rovnice a využívá také rovnici kontinuity v místech přechodu z bystřinného proudění na proudění říční. [26, 27]

5.2 Vstupní data pro výpočet kapacitního průtoku

5.2.1 Geometrická data

Geometrická data toku byla použita z podkladu geodetického zaměření toku zpracovaného společností Agroprojekce Litomyšl s.r.o. z roku 2008.

5.2.1.1 Vstupní příčné řezy

Pro ověření kapacity původního koryta Svitavy v ř. *km* 74,479–76,924 bylo do výpočtu vloženo celkem 120 příčných profilů, které jsou rovnoměrně od sebe vzdáleny na celkové délce 2445 *m*. Mezi zadanými profily PF 1 – PF 110 jsou první dva příčné profily před začátkem úseku PF 1, PF 2 a poslední dva příčné profily za koncem úseku PF 109, PF 110, které byly započítány také do výpočtu z důvodu spolehlivějšího výsledku z programu HEC-RAS. Tyto 4 příčné profily ale už nejsou součástí zadaného úseku toku.

5.2.1.2 Objekty na toku

V říčním kilometru 76,049 se nachází soutok Hynčinského potoku do řeky Svitavy. Průtok z potoku nebyl uvažován do výpočtu z důvodu téměř žádného průtoku v korytě a také absence podkladů pro výpočet.

Z osobní pochůzky byly na toku zřejmé pouze dvě vyústění potrubí. Jedná se o zpětnou klapku vyústující z vodárenského objektu v ř. *km* 76,312 a vyústění dešťové vody v ř. *km* 76,422.

Do výpočtu bylo zahrnuto 10 mostních objektů a 2 spádové stupně.

Tabulka 4: Objekty na toku v zájmovém úseku Svitavy.

Objekt	Označení	Říční kilometr
Spádový stupeň	S1	74,479
Ocelová lávka	L1	74,781
Železniční most	M2	74,945
Silniční most	M3	75,103
Ocelová lávka	L4	75,422
Ocelová lávka	L5	75,686
Ocelová lávka	L6	76,049
Spádový stupeň	S2	76,403
Ocelová lávka	L7	76,422
Silniční most	M8	76,788
Dřevěný most	M9	76,873
Dřevěný most	M10	76,920

V úseku toku Svitavy se nachází celkem 16 křížení potrubí, která jsou umístěna v chrániče. Z podkladů geodetického zaměření je známo pouze umístění a délka křížení, nikoliv jejich výškové umístění. Z osobní pochůzky byla zřejmá jen některá křížení (označení červenou barvou v tabulce níže). Z důvodu neznámého umístění nebylo s těmito objekty počítáno v programu HEC-RAS.

Tabulka 5: Křížení potrubí na toku.

Křížení potrubí	Říční kilometr	Délka (m)
Chránička vodovodu	74,910	16
Chránička plynovodu	75,103	17
Chránička vodovodu	75,230	20
Prostup vodovodu	75,276	-
Prostup vodovodu	75,339	-
Chránička sdělovacího kabelu	75,422	17
Chránička vodovodu	75,745	5
Chránička sdělovacího kabelu	75,791	11
Chránička vodovodu	75,908	16
Chránička vodovodu	76,041	16
Chránička sdělovacího kabelu	76,049	10
Chránička plynovodu	76,049	35
Chránička vodovodu	76,234	15
Chránička sdělovacího kabelu	76,422	15
Chránička plynovodu	76,422	15
Chránička vodovodu	76,873	9

5.2.1.3 Drsnost koryta

Podle Manninga byla volena drsnost v korytě. Hodnocení drsnosti vychází z druhu materiálu na dně a stavu břehů koryta. Na základě pochůzky daným

úsekem a s pomocí katalogu drsností byla určena drsnost zvlášť pro jednotlivé dílčí úseky toku. [28]

Dno je téměř v celé délce úseku šterkovité. Drsnost pro dno byla odhadnuta na hodnotu 0,028. Svahy jsou na začátku úseku spíše zarostlé trávou a křovinami, proto je drsnost volena 0,050. Dále proti toku jsou svahy zatravněné s občasnými křovinami a stromy. Drsnost je zde určena na hodnotu 0,040. V VI. dílčím úseku (viz. kapitola 3), kde se nachází betonové koryto, je drsnost pro dno i svahy 0,030.



Obrázek 27: Šterkovité dno daného úseku Svitavy.

5.2.2 Okrajové podmínky

Z geodetického zaměření toku byl vypočítán průměrný podélný sklon 3,6 ‰ zadaného úseku, který byl použit jako okrajová podmínka. Pro zjištění kapacitního průtoku v korytě bylo koryto ověřeno pro 7 N – letých průtoků.

Tabulka 6: N - leté průtoky použité ve výpočtu. [14]

N-leté průtoky	Q ₁	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Pod Hynčinkou	5.9	7.5	11.6	16.7	24	28.1	53

5.3 Ověření kapacity původního koryta

Kapacita původního koryta byla provedena v 1D programu HEC-RAS po zadání všech potřebných vstupních údajů. Daný úsek toku je celkově nekapacitní pro převedení návrhového průtoku $Q_{20} = 24 \text{ m}^3/\text{s}$ téměř ve všech příčných profilech na obou březích.

V úseku profilů **PF 5 – PF 20** jsou některé profily nekapacitní pro průtoky menší než $Q_5 = 11,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

V úseku profilů **PF 22 – PF 29** jsou některé profily nekapacitní pro průtoky menší než $Q_{10} = 16,7 \text{ m}^3/\text{s}$.

V úseku profilů **PF 49 – PF 76** jsou některé profily nekapacitní pro průtoky menší než $Q_5 = 16,7 \text{ m}^3/\text{s}$ a $Q_1 = 5,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

V úseku profilů **PF 80 – PF 108** jsou některé profily nekapacitní pro průtoky menší než $Q_1 = 5,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mostní objekty jsou také součástí ověření kapacity koryta. V zadaném úseku se nachází dva mosty **M10 a M9** a jedna lávka **L6**, které jsou nekapacitní již pro $Q_1 = 5,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Pro průtok $Q_{20} = 24 \text{ m}^3/\text{s}$ jsou nekapacitní téměř všechny mostní objekty na toku v zadaném úseku, kromě železničního mostu **M2**. Za nekapacitní mosty se považují ty, které nesplňují podmínku minimálního převýšení mezi spodní částí mostovky a hladinou návrhového průtoku $0,5 \text{ m}$ podle normy ČSN 73 6201 – Projektování mostních konstrukcí.

Výsledná tabulka průběhu hladin v korytě a pro mostní objekty pro všechny průtoky $Q_1 – Q_{100}$ je umístěna v příloze B.

5.4 Ověření kapacity navrženého protipovodňového opatření

Protipovodňovým opatřením došlo k úpravě koryta tak, aby převedl návrhový průtok $Q_{20} = 24 \text{ m}^3/\text{s}$ bez újmy na majetcích v intravilánu města Březová nad Svitavou. Navržená úprava byla provedena rozšířením koryta v 5-ti místech, navýšením kapacity koryta ochrannými zdmi, úpravou tvaru koryta na složený lichoběžník se stěhovavou kynetou tak, aby se tok mohl samovolně vyvíjet ve vymezeném prostoru a odstraněním nánosů na dně koryta. Návrh je podrobněji popsán v kapitole 6 a znázorněn ve výkresové dokumentaci v příloze A. Staničení a popis příčných profilů zůstal stejný jako u původního koryta.

Ve výpočtu bylo uvažováno se stejnou drsností dna jako u původního stavu 0,028. U drsnosti svahů bylo uvažováno s hodnotou 0,035. V návrhu jsou svahy opevněny kamenným záhozem s prosetím travní směsí do výšky $0,8 \text{ m}$, zbytek svahů bude zpevněn travní směsí.

V 1D programu HEC-RAS byl proveden výpočet ověření kapacity upraveného koryta pro návrhový průtok $Q_{20} = 24 \text{ m}^3/\text{s}$. Okrajové podmínky byly použity stejné jako u původního stavu (viz. tabulka 6). Do výpočtu byl přidán průtok

$Q_{30d} = 1,35 \text{ m}^3/\text{s}$. Ve výpočtu se počítalo s novým průměrným podélným sklonem 3,8 ‰. V návrhu je uvažováno se všemy mostními objekty jako v původním stavu s předpokládaným navýšením u objektů, které byly nekapacitní pro návrhový průtok $Q_{20} = 24,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Jedná se téměř o všechny mostní objekty **L1, M3, L4, L5, L6, M8, M9 a M10**, které jsou nekapacitní.

Výpočtem průběhu hladin v programu HEC-RAS bylo ověřeno, že koryto po navržené úpravě je kapacitní pro návrhový průtok $Q_{20} = 24,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Z důvodu omezeného prostoru kolem toku při návrhu úpravy koryta bylo uvažováno se dvěma povolenými rozlivy mimo tok v místech, kde nijak nemohou poškodit soukromý majetek.

V úseku profilů **PF 54 – PF 69 v ř.km 75,791 – 76,160** jsou některé profily nekapacitní pro průtok $Q_{10} = 16,7 \text{ m}^3/\text{s}$ a vyšší. Je zde prostor pro povolený rozliv na pravé straně toku při návrhovém průtoku $Q_{20} = 24 \text{ m}^3/\text{s}$.

V úseku profilů **PF 85 – PF 93 v ř.km 76,516 – 76,698** jsou některé profily nekapacitní pro průtok $Q_{10} = 16,7 \text{ m}^3/\text{s}$ a vyšší. Je zde prostor pro povolený rozliv na levé straně toku při návrhovém průtoku $Q_{20} = 24 \text{ m}^3/\text{s}$.

Výsledná tabulka průběhu hladin v korytě a kapacity mostních objektů pro všechny průtoky $Q_1 – Q_{100}$ a Q_{30d} je umístěna v příloze B a pro Q_{20} znázorněny ve výkresové dokumentaci v příloze A.2.1. a A.2.2.

6 Technický návrh protipovodňového opatření

6.1 Majetkoprávní vztahy v řešené lokalitě

Při návrhu protipovodňového opatření byly brány ohledy na majitele pozemků v zájmovém úseku toku a podél břehů koryta. Při úpravě bylo snahou využít pouze pozemky v majetku města Březová nad Svitavou, Povodí Moravy, s. p. a nezasahovat do majetků soukromých, u kterých je často problém se souhlasem vlastníků a odkoupení pozemků.

Část koryta toku je v majetku statutárního města Brno, kde byla navržena úprava tvaru koryta a ochranná zeď. Navržené opatření by nemělo nijak ovlivnit funkci toku, ba naopak zajistit potřebnou protipovodňovou ochranu a umožnit mu se volně vyvíjet ve vymezeném prostoru. Proto bylo se souhlasem majitele uvažováno o provedení úpravy v místě, kde se koryto nachází i v současné době.

Za zájmovým úsekem byla provedena úprava toku pro zajištění ochrany majetku v místech, kde dochází k rozlehlému rozlivu do údolní nivy. Byla zde navržena opatření, která jsou popsána níže v kapitole 6.2. Návrh zasahuje do soukromých pozemků ve vlastnictví Zemědělského obchodního družstva Březová, paní Ilony Valouchové, České republiky – státního pozemkového úřadu a Pardubického kraje – správy a údržby silnic pardubického kraje. Při návrhu bylo uvažováno se souhlasem vlastníků k odkoupení části pozemků. Nicméně jedná se o návrh teoretický, protože se nachází za zájmovým úsekem toku a k podrobnějšímu návrhu by bylo nutné doměření toku a nový výpočet ověření kapacity toku.

V místech, kde bylo uvažováno s odkoupením nezbytné části pozemků pro realizaci protipovodňové úpravy toku, se nacházejí zatravněné plochy bez zástavby. Ve výkresové dokumentaci A.1.2. je znázorněn přehled majetkoprávních vztahů podél toku Svitavy a místa provedení úpravy.

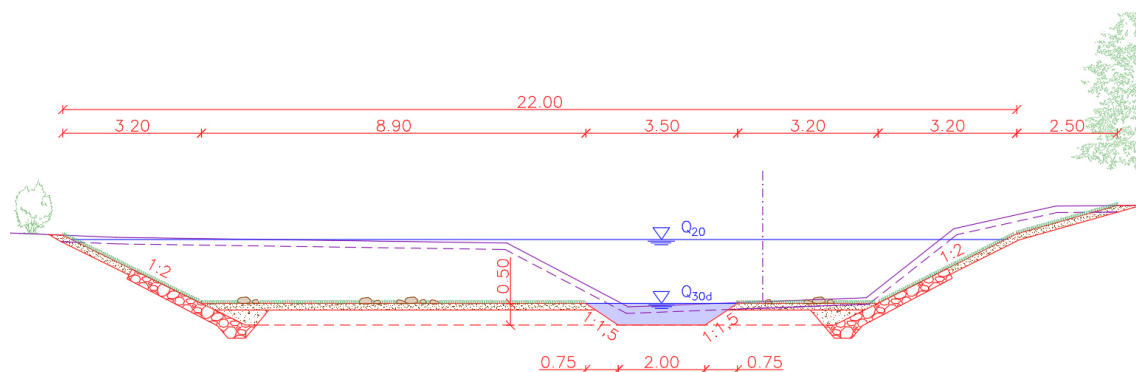
6.2 Návrh protipovodňového opatření

Původní koryto v zájmovém úseku toku bylo nekapacitní v některých místech i pro průtoky menší jako $Q_1 = 5,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Na základě výpočtů průběhu hladin v programu HEC-RAS bylo navrženo protipovodňové opatření na toku pro návrhový průtok $Q_{20} = 24 \text{ m}^3/\text{s}$. Navrženou úpravou bylo provedeno rozšíření koryta v 5-ti místech a ochranná zeď na 4 úsecích toku. Návrh spočívá v úpravě tvaru koryta na složený lichoběžník s vyhloubením dna pro vznik

stěhovavé kynety. Tok se bude volně vyvíjet ve vymezeném pásmu při běžných průtocích. Při návrhu byl brán ohled na vlastnictví pozemků, proto byla snaha o co nejmenší zábory pozemků.

6.2.1 Tvar koryta toku

Úpravou není nijak změněna původní trasa koryta. Tvar koryta je upraven z jednoduchého lichoběžníku na složený lichoběžník. Běžné denní průtoky jsou soustřeďovány do malé kynety široké 2 m ve dně. Stěhovavá kyneta je neopevněná, a tudíž se může samovolně vyvíjet ve vymezeném prostoru. Kyneta je provedena vyhloubením cca 0,5 m pod původní dno toku. Její kapacita se pohybuje kolem $Q_{30d} = 1,35 \text{ m}^3/\text{s}$. Svahy jsou ve sklonu 1:1,5. Tvar koryta je znázorněn na obrázku níže. Šířka koryta je proměnlivá podle možnosti využití prostoru podél břehů. Tvar složeného lichoběžníku se sklonem svahů 1:2 je navržen téměř v celé délce zájmového úseku v ř.km 74,479-76,744. V poslední části úseku jsou navrženy ochranné zdi na obou březích. Tvar koryta je v části ř.km 76,744 – 76,924 ve tvaru obdélníku se stěhovavou kynetou. Výška břehů je zachována téměř stejná jako u koryta původního tak, aby došlo k plynulému napojení na původní terén podél břehů.



Obrázek 28: Tvar koryta složeného lichoběžníku se stěhovavou kynetou.

Z geologických podkladů zájmového úseku Svitavy bylo zřejmé, že na dně toku dochází k masivnímu zanášení koryta. Proto bylo přistoupeno při návrhu k vyhloubení dna, při kterém dojde k odstranění těchto nánosů a urovnání dna.



Obrázek 29: Ukázka složeného koryta se stěhovavou kynetou a ochrannou zdí na jednom břehu. [37]

6.2.2 Návrh úpravy objektů na toku

Při úpravách toku dojde k odstranění dosedacího prahu bývalého stavidla na začátku úseku v ř.km 74,479. Jelikož se stavidlo v místě už nenachází, byl práh nazýván jako spádový stupeň a jeho odstraněním by neměl být nijak narušen hydrologický režim toku. Odstraněním dojde k plynulému napojení původního dna na upravené dno. V ř.km 76,403 se nachází také spádový stupeň, který bude odstraněn. Nachází se v úseku toku, který bude rozšířen, a tudíž by jeho konstrukce překážela úpravě. Daný úsek toku je celý opevněný betonem, který bude také odstraněn. Lze tedy předpokládat, že po odstranění betonového opevnění by musel být stupeň opraven, případně rozšířen. Oba stupně mají výšku cca 0,5 m. Spádové stupně jsou migrační překážkou, proto jejich odstraněním budou zlepšeny podmínky pro migraci živočichů.

V zájmovém úseku se nachází 10 mostních objektů. Z toho pouze dva (železniční most M2 a ocelová lávka L7) byly kapacitní po provedeném výpočtu upraveného koryta. Při návrhu je tedy počítáno s navýšením mostovky tak, aby vyhovovala převýšení mezi hladinou návrhového průtoku a mostovkou minimálně 0,5 m. Tabulka průběhu hladin s navýšenými mosty je umístěna v příloze B.

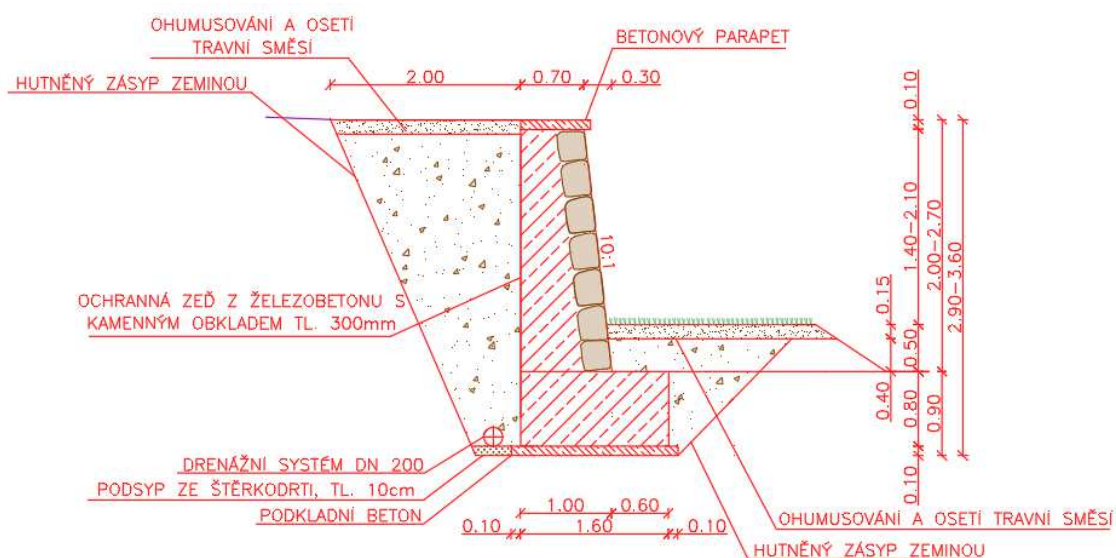
6.2.3 Průměrný podélný sklon toku

Úpravou dna vyhloubením s odstraněním nánosů a spádových stupňů dojde ke změně průměrného podélného sklonu na hodnotu 3,8 ‰.

Jednotlivé úpravy koryta jsou vykresleny ve výkresové dokumentaci - v situaci A.1.3., A.1.4., podrobném podélném profilu A.2.1., A.2.2. a vzorových příčných řezech s navrženou úpravou A.3.1., A.3.2., A.3.3.

6.2.4 Ochranná zeď

Ve čtyřech částech úseku toku je navržena ochranná zeď jako protipovodňové opatření z důvodu nedostatečné kapacity koryta pro návrhový průtok. Zeď je navržena v místech, kde už zeď byla v původním korytě nebo tam, kde nebyl prostor pro rozšíření koryta či jiné přírodní úpravy. Z geologických pokladů je známo, že se v některých částech toku nachází neúnosné podloží. Na základě toho jsou zdi navrženy tak, aby byly založeny alespoň 1,5 m pod úroveň terénu.



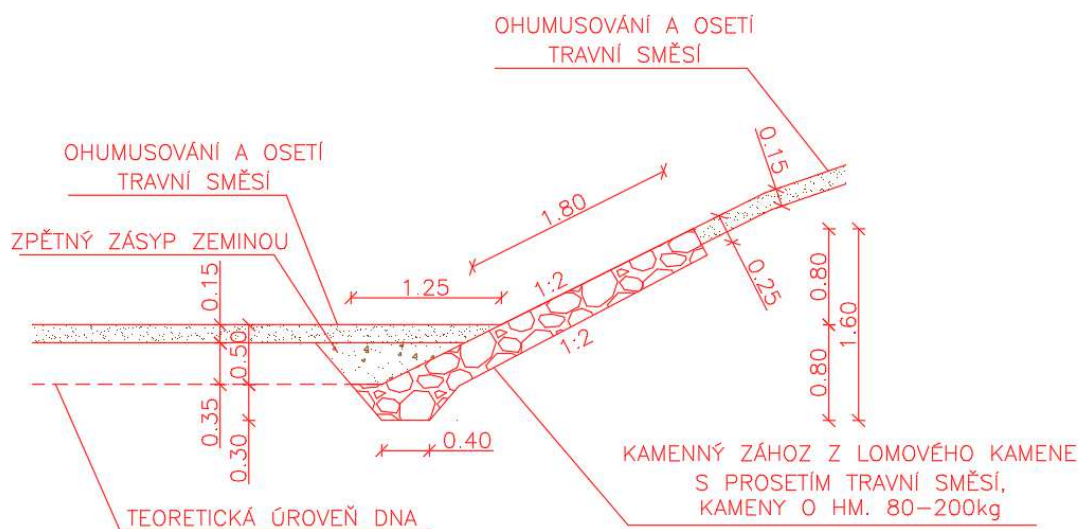
Obrázek 30: Ochranná zeď.

Zdi jsou navrženy z železobetonu s kamenným obkladem na vnitřní straně. Zeď je vysoká 2,0 – 2,7 m nad úrovní vyhloubeného dna a 0,9 m pod ním. Při stavbě bude proveden podél zdi liniový drenážní systém, který slouží k odvodu prosáklé vody a tím ochraně spodní stavby. Podrobnější popis s rozměry je znázorněn na obrázku výše.

6.2.5 Návrh stabilizačního opatření

Z důvodu absence křivky zrnitosti v zadáných podkladech, byly na základě osobní pochůzky a tabulek odhadnuty drsnosti koryta a efektivní zrno na $d_{ef} = 40 \text{ mm}$. Při návrhu opevnění svahů se vycházelo z předchozího opevnění původního koryta, které bylo patrné z osobní pochůzky. V korytě je nutné zastabilizovat svahy až po teoretickou úroveň dna tak, aby při samovolném vývoji vyhloubeného dna nedocházelo k vymílání břehů a rozpadu opevnění. Opevnění je provedeno kamenným záhozem do výšky 0,8 m z lomového

kamene s prosetím travní směsí v tloušťce 250 mm s postupným rozšířením na 300 mm. Kamenivo je o hmotnosti 80 – 200 kg. Opevnění svahů je navrženo po celé délce zájmového úseku s výjimkou břehů s ochrannými zdmi. Podrobnější popis je znázorněn na obrázku níže.



Obrázek 31: Stabilizační opevnění svahů.

6.2.6 Návrh jednotlivých opatření v zájmovém úseku

Jednotlivá opatření jsou znázorněna na vzorových řezech konkrétních příčných profilů. Vzorové řezy jsou součástí výkresové dokumentace A.3.1., A.3.2., A.3.3.

6.2.6.1 Vzorový řez A - ř.km 74,479 - 74895

V úseku toku vzorového řezu A s délkou 416 m je původní koryto široké průměrně 12 m. Úpravou nedochází k výraznému rozšíření koryta, ale především k úpravě svahů na sklon 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním a změny tvaru koryta na složený lichoběžník se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru. Nový tvar koryta má šířku 12 m.

6.2.6.2 Ř.km 74,895 – 74,910

V daném úseku se nachází přechodová část mezi úpravami toku vzorových řezů A a B v místech, kde je koryto postupně rozšiřováno. Koryto je v prostoru upraveno do tvaru složeného lichoběžníku se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru. Svahy jsou ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním.

6.2.6.3 Vzorový řez B - ř.km 74,910 - 75,002

V úseku toku vzorového řezu B je původní koryto široké 10 – 12 m. Je zde navržené rozšíření koryta na šířku 17 m v délce 92 m. Rozšíření koryta v šířce cca 3 m je uvažováno na levé straně toku na pozemcích ve vlastnictví Povodí Moravy, s.p. a Březová nad Svitavou a v šířce cca 2 m na pravé straně toku na pozemcích ve vlastnictví Povodí Moravy, s.p. Svahy břehů jsou upraveny ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním. Tvar koryta je složený lichoběžník se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru.

6.2.6.4 Ř.km 75,002 – 75,044

V daném úseku se nachází přechodová část mezi úpravami toku vzorových řezů B a C v místech, kde je koryto postupně zužováno. Koryto je v prostoru upraveno do tvaru složeného lichoběžníku se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru. Svahy jsou ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním.

6.2.6.5 Vzorový řez C - ř.km 75,044 – 75,117

V úseku toku vzorového řezu C s délkou 73 m je původní koryto široké pouze 10 m. Podél toku nebyl dostatek prostoru pro rozšíření, proto je tvar koryta upraven na jednoduchý lichoběžník se sklony svahů 1:2 a ve spodní části koryta se sklony 1:1,5. Svahy jsou navrženy se stabilizačním opevněním.

6.2.6.6 Vzorový řez D - ř.km 75,117 – 75,230

V úseku toku vzorového řezu D je původní koryto široké cca 10 m. Je zde navržené rozšíření koryta na šířku 22 m v délce 113 m. Rozšíření koryta v šířce cca 10 m na levé straně toku je na pozemku ve vlastnictví Březová nad Svitavou. Svahy břehů jsou upraveny ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním. Tvar koryta je složený lichoběžník se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru.

6.2.6.7 Ř.km 75,230 – 75,339

V daném úseku se nachází přechodová část mezi úpravami toku vzorových řezů D a C v místech, kde je koryto postupně zužováno. Koryto je v prostoru upraveno do tvaru složeného lichoběžníku se stěhovavou kynetou. Svahy jsou ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním.

6.2.6.8 Vzorový řez C - ř.km 75,268 – 75,339

V úseku toku vzorového řezu C s délkou 71 m je původní koryto široké pouze 10 m. Podél toku nebyl dostatek prostoru pro rozšíření, proto je tvar koryta

upraven na jednoduchý lichoběžník se sklony svahů 1:2 a ve spodní části koryta se sklony 1:1,5. Svahy jsou navrženy se stabilizačním opevněním.

6.2.6.9 Vzorový řez E - ř.km 75,339 – 75,388

V úseku toku vzorového řezu E je původní koryto široké cca 11 m. Je zde navrženo rozšíření koryta na šířku 16 m v délce 49 m. Rozšíření koryta je uvažováno v šířce cca 3 m na pravé straně toku na pozemku ve vlastnictví Březová nad Svitavou a v šířce cca 1 m na levé straně toku na pozemku ve vlastnictví Povodí Moravy, s.p. Svahy břehů jsou upraveny ve sklonu 1:2 se stabilizačním opevněním. Tvar koryta je složený lichoběžník se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru.

6.2.6.10 Ř.km 75,388 – 75,422

V daném úseku se nachází přechodová část mezi úpravami toku vzorových řezů E a F v místech, kde je koryto postupně zužováno. Koryto je v prostoru upraveno do tvaru složeného lichoběžník se stěhovavou kynetou. Svahy jsou ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním svahů.

6.2.6.11 Vzorový řez F - ř.km 75,422 – 75,689

V úseku toku vzorového řezu F je původní koryto široké cca 11 m. V daném úseku je navržena oprava stávající ochranné zdi na levém břehu, která je místy v dezolátním stavu. Výška zdi bude navýšena tak, aby její převýšení bylo alespoň 30 mm nad úrovní hladiny návrhového průtoku. Výška zdi nad úrovní dna je 2,58 m. Šířka koryta zůstává stejná jako u původního. Pravý břeh je upraven ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním. Tvar koryta je složený lichoběžník se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru.

6.2.6.12 Vzorový řez G - ř.km 75,689 – 75,791

V úseku toku vzorového řezu G je původní koryto široké cca 9 m. Je zde navrženo rozšíření koryta na šířku 12 m v délce 102 m. Rozšíření koryta je uvažováno v šířce cca 3 m na pravé straně toku na pozemcích ve vlastnictví Březová nad Svitavou a Povodí Moravy, s.p. Svahy břehů jsou upraveny ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním. Tvar koryta je složený lichoběžník se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru.

6.2.6.13 Vzorový řez H - ř.km 75,791 – 76,049

V úseku toku vzorového řezu H je původní koryto široké cca 8 - 10 m. V daném úseku je navržena ochranná zeď na levém břehu. Výška zdi bude navýšena tak, aby její převýšení bylo alespoň 30 mm nad úrovní hladiny návrhového

průtoku. Výška zdi nad úrovní dna je 2,49 – 2,70 *m*. Šířka koryta je upravena na 10 *m*. Pravý břeh je ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním. Tvar koryta je složený lichoběžník se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru.

6.2.6.14 Ř.km 76,049 – 76,160

V daném úseku se nachází přechodová část mezi úpravami toku vzorových řezů H a CH v místech, kde je koryto postupně rozšiřováno. Koryto je v prostoru upraveno do tvaru složeného lichoběžník se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru. Svahy jsou ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním svahů.

6.2.6.15 Vzorový řez CH - ř.km 76,160 – 76,242

V úseku toku vzorového řezu CH je původní koryto široké cca 8 - 10 *m*. Je zde navržené rozšíření koryta na šířku 14 *m* v délce 82 *m*. Rozšíření koryta je uvažováno v šířce cca 4,5 *m* na pravé straně toku na pozemku ve vlastnictví Březová nad Svitavou a v šířce cca 1 *m* na levé straně toku na pozemku ve vlastnictví Statutárního města Brna. Svahy břehů jsou upraveny ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním svahů. Tvar koryta je složený lichoběžník se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru.

6.2.6.16 Vzorový řez I - ř.km 76,242 – 76,336

V úseku toku vzorového řezu I je původní koryto široké cca 8 *m*. Je zde navržené rozšíření koryta na šířku 20 *m* v délce 94 *m*. Rozšíření koryta je uvažováno na obou stranách toku cca o 6 *m* na pozemku ve vlastnictví Březová nad Svitavou a z části na pozemku Statutárního města Brna. Svahy břehů jsou upraveny ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním svahů. Tvar koryta je složený lichoběžník se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru.

6.2.6.17 Vzorový řez J - ř.km 76,336 – 76,478

V úseku toku vzorového řezu J je původní koryto široké cca 8 – 10 *m*. Je zde navržené rozšíření koryta na šířku 16 *m* v délce 142 *m*. Rozšíření koryta je uvažováno na obou stranách toku v šířce cca 2 *m* na levé straně a cca 4,5 *m* na pravé straně na pozemcích ve vlastnictví Březová nad Svitavou. Svahy břehů jsou upraveny ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním svahů. Tvar koryta je složený lichoběžník se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru.

6.2.6.18 Ř.km 766,478 – 76,537

V daném úseku se nachází přechodová část mezi úpravami toku vzorových řezů J a K v místech, kde je koryto postupně zužováno. Koryto je v prostoru upraveno do tvaru složeného lichoběžníku se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru. Svahy jsou ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním svahů.

6.2.6.19 Vzorový řez K - ř.km 76,537 – 76,744

V úseku toku vzorového řezu K je původní koryto široké cca 10 m. V daném úseku je navržena ochranná zeď na pravém břehu. Výška zdi bude navýšena tak, aby její převýšení bylo alespoň 30 mm nad úrovní hladiny návrhového průtoku. Výška zdi nad úrovní dna je 2,04 – 2,48 m. Šířka toku je stejná jako u původního koryta. Levý břeh je upraven ve sklonu 1:2 s navrženým stabilizačním opevněním svahů. Tvar koryta je složený lichoběžník se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru.

6.2.6.20 Vzorový řez L - ř.km 76,744 – 76,788

V úseku toku vzorového řezu L je původní koryto široké cca 8 m. V daném úseku je navržena ochranná zeď na obou březích z důvodu nedostatku prostoru pro jinou úpravu. V původním korytě se v tomto úseku vyskytují pozůstatky rozpadlé zdi s nedostatečnou protipovodňovou ochranou. Výška navržených zdí bude navýšena tak, aby její převýšení bylo alespoň 30 mm nad úrovní hladiny návrhového průtoku. Výška zdí nad úrovní dna je 2,20 – 2,40 m. Šířka toku je stejná jako u původního koryta. Tvar koryta je obdélník se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru.

6.2.6.21 Vzorový řez M - ř.km 76,788 – 76,924

V úseku toku vzorového řezu M je původní koryto široké cca 5,5 m. V daném úseku je navržena ochranná zeď na obou březích z důvodu nedostatku prostoru pro jinou úpravu. V původním korytě se v tomto úseku vyskytují zdi s nedostatečnou protipovodňovou ochranou. Navržené zdi budou navýšeny tak, aby její převýšení bylo alespoň 30 mm nad úrovní hladiny návrhového průtoku. Výška zdí nad úrovní dna je 2,20 – 2,49 m. Šířka toku je stejná jako u původního koryta. Tvar koryta je obdélník se stěhovavou kynetou, která se vyvíjí ve svém vymezeném prostoru.

6.2.7 Návrh vegetačního doprovodu

Při úpravě toku je nutné vykácet některé stromy, které se nacházejí na svazích koryta, především v místech, kde úpravou dojde k rozšíření koryta nebo výstavbě ochranné zdi. Nejvíce dřevin se nachází v úsecích vzorového řezu A a L, kde jsou břehy toku zarostlé a je potřeba je pročistit. V celém

zájmovém úseku bude muset být odstraněno cca 30% dřevin se snahou zanechat co nejvíce původní flóry. Po dokončených úpravách budou svahy a dno berm ohumusovány a osety travní směsí. Z dřevin budou vysázeny ty, které jsou již v oblasti toku zastoupeny. Druhy použité doprovodné vegetace jsou uvedeny v tabulce níže.

Tabulka 7: Druhy travní směsi a dřevin.

Travní směs	Kostřava červená, lipnice luční, jílek vytrvalý, psineček tenký.
Dřeviny	Olše lepkavá, javor mleč, habr obecný, topol osika, vrba bílá, jasan ztepilý, hrušeň obecná, bez černý.

6.2.8 Teoretický návrh opatření mimo zájmový úsek

Za zájmovým úsekem pokračuje intravilán, kde je tok nekapacitní pro návrhový průtok $Q_{20} = 24 \text{ m}^3/\text{s}$. Z důvodu nedostatku podkladů nebyl proveden výpočet nad daným zájmovým úsekem. Pro úplnou ochranu proti povodním ve městě Březová nad Svitavou by bylo nutné doplnit geodetické zaměření toku až po konec intravilánu města a provést nový výpočet průběhu hladin v programu HEC-RAS a případný návrh úpravy toku. Nicméně je zde navržena teoretická ochrana majetků v případě rozlivu do údolní nivy. K rozlivu dochází na obou stranách toku. Výška hladiny dosahuje cca 385,70 *m n.m.* Umístění opatření mimo zájmový úsek je zřejmé z výkresové dokumentace v příloze A.1.4.

6.2.8.1 Ochranná zeď

Na levé straně toku je zástavba chráněna ochrannou zdí, která navazuje na zeď v zájmovém úseku. Zeď vede podél toku v délce 188 *m*. Dále proti toku je zatažena kolmo nalevo v délce 38 *m*, kde se protíná s terénem. Tím je omezen rozliv dále do intravilánu. Ochranná zeď by měla být převyšena minimálně o 30 *mm* nad úroveň hladiny a měla by dosahovat výšky cca 386 *m n.m.*

Na pravém břehu na konci úseku v ř.km 76,924 je navržena ochranná zeď kolmo zatažena směrem k silnici. Ve zdi a ve sloupku na opačné straně silnice budou drážky pro umístění mobilního hrazení. Zeď by měla dosahovat výšky stejné jako na levé straně cca 386 *m n.m.*



Obrázek 32: Ukázka ochranné zdi s otvorem pro provizorní hrazení. [32]

6.2.8.2 Mobilní hrazení

V návaznosti na ochrannou zeď je umístěno přes silnici mobilní hrazení v délce 6 m, které by mělo dosahovat výšky cca 386 m n.m. Mobilní hrazení by bylo instalováno na levé straně silnice do drážky ochranné zdi a na pravé straně do drážky sloupku.



Obrázek 33: Ukázka mobilního hrazení. [31]

6.2.8.3 Přírodní val

Na pravé straně toku je rozliv omezen navrženým přírodním valem, který se táhne podél silnice. Je kolmo zatažen směrem k násypu železnice, kde se terén prudce zvyšuje. Přírodní val by měl dosahovat výšky cca 386 m n.m. Je

to protipovodňové opatření, které je podobné jako ochranná hráz. Nicméně jeho svahy jsou pozvolnější 1:50 – 1:10. Je vybudován z přírodních materiálů a z prostorového hlediska je potřeba větší plocha pro jeho realizaci. Je možné jej osázet vegetací a tím je snadněji začleněn do krajiny.



Obrázek 34: Ukázka přírodního valu. [33]

6.2.8.4 Lokální ochrana

Na pravé straně toku, je předpokládán rozliv až po železniční trať. V prostoru rozlivu se nachází rodinný dům, který by bylo nutné ochránit individuálně. Před návrhem jakéhokoliv řešení by bylo nutné geodetické zaměření, protože dům leží na vyvýšeném terénu. Je možné, že by lokální ochrana nebyla potřebná. V opačném případě by se kolem domu vybudovala ochranná zídka.

6.2.9 Zhodnocení návrhu

Navrženou úpravou dojde k zajištění protipovodňové ochrany v zájmovém úseku města Březové nad Svitavou. Při úpravě byla využita kombinace prvků příroděblízkého protipovodňového opatření společně s technickými prvky. Tok převede z většiny úseku návrhový průtok $Q_{20} = 24 \text{ m}^3/\text{s}$ s výjimkou míst s povoleným rozlivem, kde voda nezpůsobí škody na majetku. Při běžných průtocích se voda bude soustředit ve stěhovavé kynetě, která má vymezený prostor pro samovolný vývoj. Úprava toku bude mít také pozitivní vliv na životní podmínky živočichů a bude sloužit jako místo odpočinku pro obyvatele.

7 Hydroekologický monitoring

7.1 Úvod

Hydroekologický monitoring (HEM) řeší hodnocení hydromorfologie toků a jejich ekologický stav, který by měl plnit požadavky Rámcové směrnice o vodní politice ES 2000/60/ES. V metodice HEM se aplikuje určitý metodický postup pro monitoring, který respektuje základní postupy a požadavky dle legislativy ČR a EU, kompatibilní způsob hodnocení a praktickou aplikovatelnost při rutinní aplikaci. Metodika HEM je založena na hierarchickém postupu hodnocení. Nejprve je hodnocena hydromorfologická kvalita jednotlivých úseků a následně celkový stav vodního útvaru. [25]

7.2 Vstupní data pro HEM

Základními vstupními daty pro metodiku HEM je terénní mapování, při kterém je nutná osobní pochůzka po daném úseku toku a pořízení fotodokumentace z mapování. V některých případech je možné při zpracování využít datové podklady – distanční data. Veškerá data o toku se zapisují do mapovacího formuláře HEM 2014. [25]

7.3 Principy hodnocení

Daný úsek toku je nutné si rozdělit na menší úseky, které jsou si typově podobné. Na takto rozděleném úseku toku na více dílčích částí se pak monitoring provádí vždy jednotlivě. V každé dílčí části se vyplňuje mapovací formulář a vyhodnocuje se.

Ve formuláři HEM je celkem 17 vstupních ukazatelů. Některé ukazatele jsou informativní, tzn. nejsou zahrnuty do hodnocení. Mezi ně patří identifikační údaje toku, geometrické charakteristiky úseků, záznam výskytu invazních druhů. Ačkoliv tyto ukazatele nejsou součástí hodnocení, jsou využity např. pro verifikaci a interpretaci výsledků hodnocení. [25]

Ostatní ukazatele jsou hodnoceny v závislosti jejich vlivu na hydromorfologickou kvalitu toku a je založeno na četnosti nebo rozsahu výskytu jednotlivých forem úprav, využití krajiny nebo vlastností toku a nivy. [25]

Při vyplňování formuláře se vždy u každého parametru s výjimkou informativních ukazatelů udává, na základě čeho, byla data zjištěna. Jedná se o zdroje dat z terénního (T) mapování nebo jako data distanční (D) – z mapových podkladů, z portálu GIS atd. Nicméně tohle dělení nemá vliv na hodnocení parametrů. [25]

7.4 Způsob hodnocení

Hodnocení toku je provedeno na základě dvou způsobů – Typově specifickém a Univerzálním hodnocením. Typově specifické hodnocení má pro každou skupinu typů toků danou samostatnou hodnotící matici. Univerzální hodnocení funguje na základě definované jednotné matice pro daný ukazatel, která platí pro všechny skupiny typů toku. [25]

Tabulka 8: Ukazatelé daných zón s uvedeným způsobem hodnocení. [25]

Hodnocené ukazatele	Označení	Způsob hodnocení
Hlavní říční zóna - KORYTO		
1. Upravenost trasy toku	TRA	Univerzální
2. Variabilita šířky koryta	VSK	Typově specifické
3. Variabilita zahloubení v podélném profilu	VHL	Typově specifické
4. Variabilita hloubek v příčném profilu	VHP	Typově specifické
5. Dnový substrát	DNS	Typově specifické + Univerzální
6. Upravenost dna	UDN	Univerzální
7. Mrtvé dřevo v korytě	MDK	Typově specifické + Univerzální
8. Struktury dna	STD	Univerzální
9. Charakter proudění	PRO	Typově specifické
10. Ovlivnění hydrologického režimu	OHR	Typově specifické + Univerzální
11. Podélná průchodnost koryta	PPK	Typově specifické
Hlavní říční zóna – ŘÍČNÍ BŘEHY/PŘÍBŘEŽNÍ ZÓNA		
12. Upravenost břehu	UBR	Typově specifické
13. Břehová vegetace	BVG	Univerzální
14. Využití příbřežní zóny	VPZ	Univerzální
Hlavní říční zóna – INUNDAČNÍ ÚZEMÍ		
15. Využití údolní nivy	VNI	Univerzální
16. Průchodnost inundačního území	PIN	Univerzální
17. Stabilita břehu a boční migrace koryta	BMK	Univerzální + Typově specifické

7.5 Spolehlivost hodnocení

Každému parametru je přiděleno skóre, které vypovídá o spolehlivosti určení. Stupně spolehlivosti se dělí do tří tříd – A, B a C. [25]

Třída A - zdroj informací je stanoven **s jistotou**. Z pohledu terénního mapování je ukazatel hodnocen z koryta toku broděním či z břehu. Distanční data poskytují dostatečnou spolehlivost. [25]

Třída B - zdroj informací je stanoven **s částečnou nejistotou**. Z pohledu terénního mapování je ukazatel stanoven z břehu, kde nám například doprovodná vegetace překážela v určení jednotlivých prvků s jistotou. Distanční data jsou určena s nepřesností v rozlišení parametrů, ale stále poskytují dostatečnou informaci jednotlivých parametrů. [25]

Třída C - zdroj informací je stanoven **expertním odhadem**. Z pohledu terénního mapování je nemožné mapování z koryta toku nebo z břehu. Distanční data jsou určena s nepřesností v rozlišení parametrů. Určení distančních dat je obtížné, ale lze předpokládat, že expertní odhad se nebude významně odlišovat od skutečnosti. [25]

7.6 Vyhodnocení výsledků

Pro skórování jednotlivých parametrů bylo nutné nejprve zařadit daný tok do skupiny typů toků podle kódu typologie vodních toků. Dle kódu byl určen typ toku, kde každému odpovídají jiné hodnoty pro skórování 17-ti parametrů v mapovacím formuláři.

Po zpracování mapovacího formuláře a výpočtů pro jednotlivé ukazatele je vypočítána celková hydromorfologická kvalita daného úseku a výsledku je přiřazena třída, která vypovídá o hydromorfologickém stavu. [25]

Tabulka 9: Klasifikace hydromorfologického stavu na základě výpočtu hydromorfologické kvality úseku. [25]

Skóre	Třída	Hydromorfologický stav	Barva na mapě
1,0 – 1,5	1	Přírodě blízký	Modrá
1,5 – 2,5	2	Slabě modifikovaný	Zelená
2,5 – 3,5	3	Středně modifikovaný	Žlutá
3,5 – 4,5	4	Značně modifikovaný	Oranžová
4,5 – 5,0	5	Silně modifikovaný	Červená

Výpočet hydromorfologické kvality úseku je vypočítán ze vzorce: [25]

$$HMK_i = \frac{(TRA.k_{TRA} + VSK.k_{VSK} + VHL.k_{VHL} + VHP.k_{VHP} + DNS.k_{DNS} + \\ +UDN.k_{UDN} + MDK.k_{MDK} + STD.k_{STD} + PRO.k_{PRO} + OHR.k_{OHR} + PPK.k_{PPK} + \\ +UBR.k_{UBR} + BVG.k_{BVG} + VPZ.k_{VPZ} + VNI.k_{VNI} + PIN.k_{PIN} + BMK.k_{BMK})}{4}$$

kde:

k jsou váhy jednotlivých ukazatelů – viz. tabulka 11.

Celková hydromorfologická kvalita vodního útvaru je určena z hodnocení jednotlivých úseků podle vzorce: [25]

$$HMK_{VU} = \frac{\sum_{i=1}^n HMK_i L_i}{\sum_{i=1}^n L_i},$$

kde:

HMK_{VU} je výsledná hydromorfologická kvalita vodního útvaru,

HMK_i je hydromorfologická kvalita i-tého úseku,

L_i je délka i-tého úseku,

n je počet hodnotících úseků v rámci vodního útvaru.

7.7 Vlastní mapování daného úseku Svitavy

Mapování daného úseku Svitavy bylo provedeno dne 20.9. 2018 cca v 10:00 dopoledne.

7.7.1 Rozdělení na charakteristické úseky

Na základě společných charakteristik byl daný úsek Svitavy rozdělen na 8 dílčích úseků, které jsou popsány v kapitole 3. Mapování a vyplnění mapovacího formuláře bylo provedeno zvlášť pro každý dílčí úsek. Po vyplnění formuláře byly doplněny informace z distančních podkladů a pořízena fotodokumentace (viz. příloha D).

7.7.2 Vyhodnocení dílčích úseků a celkového vodního útvaru

V následující tabulce jsou vypsány kategorie parametrů, kterým odpovídá dané číslo výsledného kódu.

Tabulka 10: Přiřazení do skupiny typů toků dle kódu typologie vodních toků.

Parametr	Kategorie	Číslo
Úmoří	Černé moře	3
Nadmořská výška	200 – 500 m n. m.	2
Geologie	Pískovce, jílovce, kvartér	2
Řád toku dle Strahlera	4	2

Z čísla 3-2-2-2 pro určení typologie vodních toků vyplývá, že daný úsek Svitavy patří mezi toky pahorkatinné. V následující tabulce jsou uvedeny váhy jednotlivých parametrů a hodnoty parametrů, které byly získány z mapovacího formuláře s pomocí tabulek pro Specifické a Univerzální hodnocení parametrů. Každý dílčí úsek byl vyhodnocen zvlášť, bylo jim přiřazeno skóre, třída a určen hydromorfologický stav s odpovídající barvou na mapě.

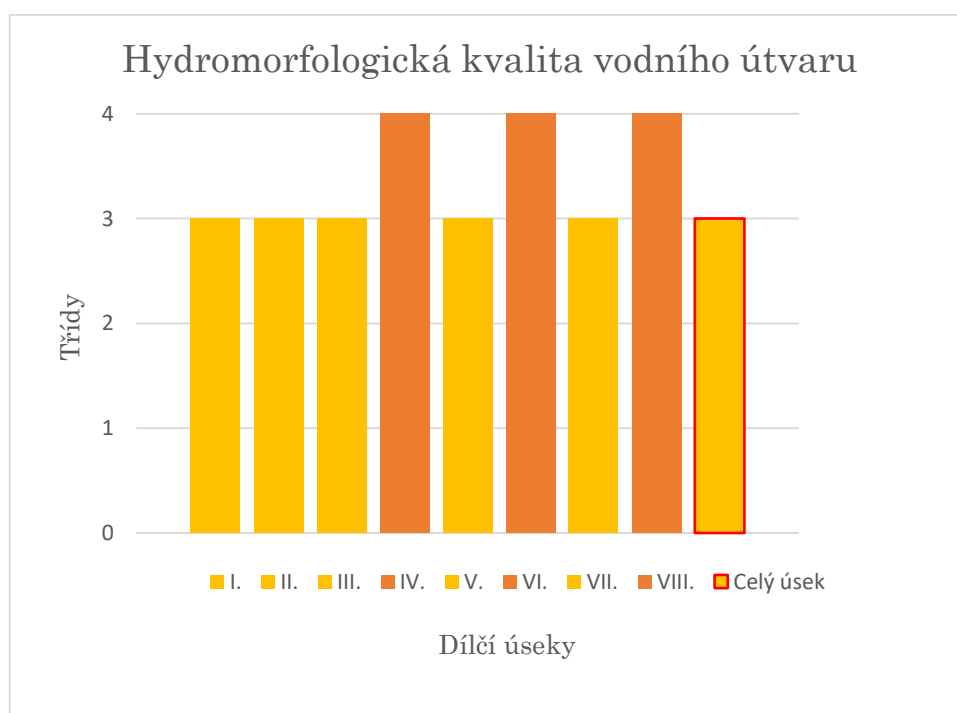
Tabulka 11: Výsledná hydromorfologického stavu tabulka dílčích úseků.

Dílčí úsek:		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Mapované ukazatele	Váha	Hodnota parametru							
Koryto	2.3								
1. TRA	0.9	4	4	4	4	4	4	4	4
2. VSK	0.1	1	1	1	1	1	1	1	1
3. VHL	0.1	1	1	1	3	1	5	1	5
4. VHP	0.1	2	2	2	2	2	5	2	2
5. DNS	0.1	1	1	1	1	1	1	1	1
6. UDN	0.15	1	1	1	1	1	5	1	1
7. MDK	0.1	3	3	3	3	3	3	2	3
8. STD	0.15	5	5	5	5	5	5	5	5
09.XII	0.1	1	1	1	1	1	1	1	1
10. OHR	0.1	2	1	1	1	2	1	1	1
11. PPK	0.4	3	1	1	1	1	3	1	1
Břehy	0.8								
12. UBR	0.2	1	1	2	2	2	4	2	5
13. BVG	0.1	3	3	4	4	4	5	4	5
14. VPZ	0.5	3	5	5	5	5	5	5	5
Inundační území	0.9								
15. VNI	0.5	4	5	5	5	5	5	5	5
16. PIN	0.2	5	5	5	5	5	5	5	5
17. BMK	0.2	4	4	4	5	4	5	4	5
Li (m)		466	323	154	294	470	236	322	180
Skóre		3.2	3.3	3.4	3.5	3.4	4.1	3.4	3.7
Třída		3	3	3	4	3	4	3	4

Pro úseky s třídou 3 je hydromorfologický stav středně modifikovaný s označením žlutou barvou na mapě a s třídou 4 značně modifikovaný s oranžovou barvou na mapě.

$$HMK_{vu} = \frac{(3,4 \cdot 470) + (4,1 \cdot 236) + (3,4 \cdot 322) + (3,7 \cdot 180) + (3,4 \cdot 470) + (4,1 \cdot 236) + (3,4 \cdot 322) + (3,7 \cdot 180)}{2445} = 3,4$$

Celková hydromorfologická kvalita vodního útvaru je určena ze vzorce uvedeného výše. Celková skóre pro všechny dílčí úseky je **3,4**, kterému odpovídá třída **3** – **středně modifikovaný** hydromorfologický stav s označením **žlutou barvou na mapě**.



Obrázek 35: Graf znázornění hydromorfologické kvality dílčích úseků a celkovou kvalitu vodního útvaru.

7.7.3 Shrnutí výsledků metody HEM

Z výsledků hodnocení dle metody HEM vyplývá, že úsek je středně modifikovaný. U tří dílčích úseků vyšel výsledek značně modifikovaný. Hodnocení bylo očekávané, protože koryto je v těchto úsecích viditelně upravované, tzn. nacházejí se zde ochranné zdi nebo je celé obetonováno ve tvaru lichoběžníku. V údolní nivě po celé délce podél toku se po pravé straně

nachází železnice, která by v případě rozlivu do údolní nivy tvořila bariéru pro další rozliv. Po levé straně toku se nachází podél celé délky toku silnice, která také tvoří bariéru pro rozlivy v údolní nivě. Celý úsek toku se nachází v intravilánu města Březová nad Svitavou, kde je zástavba většinou v těsné blízkosti toku. Koryto toku má zde omezený prostor, většinou se jedná o přímé úseky bez meandrů a zákrutů. Tyhle faktory mají značný vliv na hodnocení toku. Ačkoliv výsledky hodnocení odpovídají danému úseku Svitavy, je nutné je brát subjektivně. Pro přesnější výsledky by bylo vhodné, aby daný úsek ohodnotilo více osob a výsledky byly vzájemně porovnány.

Návrhovým opatřením na toku, popsaném v kapitole 6, by mělo dojít ke zlepšení hydromorfologického stavu koryta. Především odstraněním spádových stupňů, které tvoří migrační bariéru pro živočichy. V návrhu jsou využity přírodě blízká protipovodňová opatření, která mají vliv na zlepšení současného stavu nejenom z hlediska ochrany, ale také z hlediska zlepšení přírodního stavu toku.

8 Závěr

V diplomové práci bylo formou studie provedeno posouzení současného stavu řeky Svitavy ve městě Březová nad Svitavou v ř.km. 74,479 - 76,924. Stav toku byl posouzen na základě osobní pochůzky. Celkový úsek toku byl rozdělen na dílčí úseky a popsán na základě společných rysů. Následně byl vyhodnocen hydromorfologický stav metodou HEM. Výsledkem této metody je zjištění, že tok spadá do kategorie středně modifikovaný. Skutečný stav toku po posouzení v reále odpovídá dané kategorii.

Daný úsek Svitavy byl ověřen z hlediska kapacity v 1D programu HEC-RAS. Do výpočtového modelu byly vloženy geometrické a okrajové podmínky, které byly součástí zadaných podkladů. Jelikož tok nemá dostatečnou kapacitu, byl jako optimální řešení volen návrhový průtok $Q_{20} = 24 \text{ m}^3/\text{s}$, který je vhodný pro oblasti s rozptýlenou zástavbou. Výsledky průběhu hladin znázorňují, že koryto je místy nekapacitní i pro $Q_1 = 5,9 \text{ m}^3/\text{s}$ a většina mostních objektů je nekapacitní pro návrhový průtok $Q_{20} = 24 \text{ m}^3/\text{s}$.

Protipovodňová ochrana byla navržena s ohledem na vlastnické vztahy podél toku Svitavy. Návrh spočívá v úpravě koryta do tvaru složeného lichoběžníku se stěhovavou kynetou. Tok může samovolně meandrovat ve vymezeném prostoru. Svahy koryta byly opevněny kamenným záhozem s prosetím travní směsí. Podél břehových hran jsou navrženy původní dřeviny. V nejméně kapacitních úsecích toku byly navrženy ochranné protipovodňové zdi. V návrhu bylo uvažováno s navýšením mostních objektů tak, aby byly kapacitní pro návrhový průtok.

Při ověření kapacity toku v programu HEC-RAS bylo vypočítáno, že nově upravené koryto Svitavy i s jeho objekty převede návrhový průtok. Na daném úseku toku jsou nezastavěné prostory, kde bylo uvažováno s povoleným rozlivem. Za koncem úseku mimo zájmovou oblast bylo navrženo protipovodňové opatření, které je nutné provést pro zabránění rozlivu do intravilánu. Pro přesnější návrh by bylo třeba doměření toku Svitavy a doplnit výpočet mimo hranice zastavěného území města.

Cíle diplomové práce byly splněny a lze konstatovat, že navrženým opatřením byla dosažena protipovodňová ochrana v zadaném úseku Svitavy při návrhovém průtoku $Q_{20} = 24 \text{ m}^3/\text{s}$. Výsledky lze považovat za adekvátní vzhledem k zadání a dostupným podkladům.

9 Použité zdroje

- [1] Plán dílčího povodí Dyje. *Plány dílčích povodí* [online]. [cit. 2018-10-25]. Dostupné z: <http://pop.pmo.cz>
- [2] HYDROEKOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM VÚV TGM. *Listy Základní vodohospodářské mapy 1:50 000* [online]. [cit. 2018-10-25]. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/>
- [3] Březová nad Svitavou. *Oficiální stránky města* [online]. [cit. 2018-10-25]. Dostupné z: <https://www.brezova.cz/>
- [4] O řece Svitavě. *Nabrezisvitavy.cz* [online]. Copyright 2016 [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <http://nabrezisvitavy.cz/o-rece-svitave/>
- [5] Pramen Svitavy. *Estudanky* [online]. Copyright 2016 [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <http://www.estudanky.eu/1756-pramen-svitavy>
- [6] Řeka Svitava v obrazech. *Řeka Svitava* [online]. 2018 [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <http://reka-svitava.sije.cz/pritoky.php>
- [7] *Geologické posouzení: Úprava Svitavy, Dlouhá - Březová, ř.km, 74,94-81,92*. Agroprojekce Litomyšl, s.r.o. 2008.
- [8] Česká geologická služba: *Geovědní mapy 1:50000* [online]. [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/?center=-599300%2C-1110400%2C102067&level=8>
- [9] HRUBAN, Robert. *Moravské-Karpaty.cz: Oblast povodí řeky Dyje* [online]. 2015 [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/hydrografie/oblast-povodi-reky-dyje/>
- [10] *Nařízení vlády: Nařízení vlády České socialistické republiky o chráněných oblastech přirozené akumulace vod Chebská pánev a Slavkovský les, Severočeská křída, Východočeská křída, Polická pánev, Třeboňská pánev a Kwartér řeky Moravy*. In: . 1981, ročník 1981, 22/1981, číslo 85. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1981-85>
- [11] *BRNĚNSKÉ VODÁRNÝ A KANALIZACE, a.s.: Březovské přivaděče* [online]. iPublisher, 2018 [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <http://www.bvk.cz/o-spolecnosti/zasobovani-pitnou-vodou/brezovske-privadece/>
- [12] Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i: *Půda v mapách* [online]. [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <https://mapy.vumop.cz/>
- [13] Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i: *eKatalog BPEJ* [online]. [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <http://bpej.vumop.cz/55600>
- [14] Český hydrometeorologický ústav: *Hydrologická data povodí Svitavy*. Brno, 2007.
- [15] ZÍTEK, Josef. *Hydrologické poměry Československé socialistické republiky: Díl III*. Hydrometeorologický ústav. Praha, 1965.
- [16] *Svitava souhrnná technická zpráva: Přírodě blízká POP a revitalizace údolní nivy hlavních brněnských toků*. Aquatis a.s. 2015.

- [17] *Centrální datový sklad pro mapy povodňového nebezpečí a povodňových rizik: Svitava - Mapa rozlivů* [online]. [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <http://cds.chmi.cz/?lang=cs&id=114&presenter=CDSMap>
- [18] *Podnikatel.cz: ZEMĚDĚLSKÉ OBCHODNÍ DRUŽSTVO BŘEZOVÁ* [online]. [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <https://www.podnikatel.cz/rejstrik/zemedelske-obchodni-druzstvo-brezova-48171123/>
- [19] *EAGRI: Veřejný registr půdy - LPIS* [online]. [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>
- [20] *Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem: Krajinný pokryv* [online]. [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <http://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyDpz.html>
- [21] *Vypouštění vody. Povodí Moravy, s.p.* [online]. 2017 [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/app/vodev/odbery_vypousteni/pmo/cz/mereni_100108.htm
- [22] *Průvodní list útvaru povrchových vod Plánu dílčího povodí Dyje 2016 - 2021: Svitava od pramene po tok Křetínka* [online]. , 4 [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz>
- [23] *Řeka Svitava. Raft.cz* [online]. [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <https://www.raft.cz/morava/svitava.aspx>
- [24] *Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem: Ochrana přírody* [online]. 2019 [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: www.mapomap.cz
- [25] LANGHAMMER, PH.D. A KOL., doc.RNDr. Jakub. *HEM 2014 Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*. Praha, 2014.
- [26] US Army Corps of Engineers: HEC-RAS. *Hydrologic Engineering Center* [online]. [cit. 2019-01-02]. Dostupné z: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>
- [27] UHMANNOVÁ, Hana a Jan JANDORA. *Proudění v systémech říčních koryt: MODUL 01*. Brno, 2006. Vysoké učení technické v Brně.
- [28] SMELÍK, Ing. Lukáš. *Katalog drsností* [online]. [cit. 2019-01-02]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/katalogdrsnosti/>
- [29] DRÁB, Aleš a Jaromír ŘÍHA. *Protipovodňová ochrana: MODUL M 01*. Brno, 2010. Vysoké učení technické v Brně Fakulta stavební.
- [30] *Možnosti řešení povodňových situací v Česko-slovenském příhraničí: Protipovodňová opatření* [online]. [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <http://cs-povodne.eu/Protipovodnova-ochrana-a-povodne/Protipovodnova-opatreni>
- [31] *JAP Jacina: Protipovodňová zábrana INOVA AL* [online]. [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <http://www.jap-jacina.cz/cs/protipovodnova-zabrana-inova-al-c1254>
- [32] *Prerovská internetová televize* [online]. 2019 [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: <http://pitv.cz/tag/povodne/>
- [33] *Protipovodňový val - Doubravka* [online]. 2010 [cit. 2019-01-01]. Dostupné z:

<https://mapy.cz/zakladni?x=16.9270175&y=48.6915255&z=17&gallery=1&source=foto&id=259632>

- [34] ZICH, PH.D., Ing. Miloš, Ing. Jiří ŠTĚPÁNEK a Ing. Michael TRNKA, CSC. *Stavební konstrukce: ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE PROVEDENÉ V RÁMCI LINIOVÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ* [online]. 2010, , 13 [cit. 2019-01-01]. Dostupné z: http://www.betontks.cz/sites/default/files/2010-5-08_0.pdf
- [35] ŘÍHA, Jaromír, Miloš SEDLÁČEK, Petr SMRŽ, Radek VESELÝ a Stanislav ŽATECKÝ. *Návrh a realizace suchých nádrží z pohledu technickobezpečnostního dohledu: Ministerstvo životního prostředí* [online]. Praha: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, 2014, , 126 [cit. 2019-01-01]. ISSN 978-80-7212-600-2. Dostupné z: http://www.povis.cz/pdf/Suche_nadrze_TBD.pdf
- [36] VOKURKA, A. a J. ZUNA. *Podklady pro aktualizaci metodiky pro navrhování PBPO: Česká společnost krajinných inženýrů.*
- [37] *Podkladová analýza pro následnou realizaci protipovodňových opatření včetně přírodě blízkých protipovodňových opatření v Mikroregionu Frýdlantsko.* Společnost VRV + SHDP. 2015.

10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Průměrné roční N-leté průtoky. [14]	20
Tabulka 2: Průměrné M-denní průtoky. [15]	20
Tabulka 3: Přehled obcí se zastavěným a zastavitelným územím, která jsou ohrožena povodňovým rizikem. [1]	42
Tabulka 4: Objekty na toku v zájmovém úseku Svitavy.....	44
Tabulka 5: Křížení potrubí na toku.	44
Tabulka 6: N - leté průtoky použité ve výpočtu. [14]	45
Tabulka 7: Druhy travní směsi a dřevin.	57
Tabulka 8: Ukazatelé daných zón s uvedeným způsobem hodnocení. [25] ..	61
Tabulka 9: Klasifikace hydromorfologického stavu na základě výpočtu hydromorfologické kvality úseku. [25].....	62
Tabulka 10: Přiřazení do skupiny typů toků dle kódu typologie vodních toků.	64
Tabulka 11: Výsledná hydromorfologického stavu tabulka dílčích úseků. ..	64

11 Seznam obrázků

Obrázek 1: Vodohospodářská mapa 1:50 000 s označením zájmového úseku. [2].....	12
Obrázek 2: Dílčí povodí České republiky. [1].....	13
Obrázek 3: Dílčí povodí Dyje s označením zájmového úseku. [1]	14
Obrázek 4: Geologické složení oblasti Březové nad Svitavou. [8].....	15
Obrázek 5: Vrtná prozkoumanost podél toku v oblasti Březové nad Svitavou. [8].....	16
Obrázek 6: CHOPAV Východočeská křída v okolí Březové nad Svitavou. [2]	17
Obrázek 7: Půdní typy v oblasti Březové nad Svitavou. [12].....	18
Obrázek 8: Průměrný dlouholetý roční úhrn srážek v dílčím povodí Dyje (Březová nad Svitavou je na obrázku označena červeně). [1]	19
Obrázek 9: Historické povodně pro profil Svitavy nad ústím do Svatky. [16]	20
Obrázek 10: Přehled oblastí s významným povodňovým rizikem v dílčím povodí Dyje a na řece Svitavě. [1]	21
Obrázek 11: Mapa rozlivů v Březové nad Svitavou. [17]	22
Obrázek 12: Mapa znázornění orné půdy a lesů v okolí Březové nad Svitavou. [19]	23
Obrázek 13: Místa čerpání podzemní vody a jejich ochranná pásma. [2]	24
Obrázek 14: Chráněné oblasti, biokoridory a biocentra v zájmovém úseku toku. [24]	26
Obrázek 15: I. dílčí úsek.	28
Obrázek 16: II. dílčí úsek.	29
Obrázek 17: III. dílčí úsek.	30
Obrázek 18: IV. dílčí úsek.	31
Obrázek 19: V. dílčí úsek.	32
Obrázek 20: VI. dílčí úsek.	33
Obrázek 21: VII. dílčí úsek.	34
Obrázek 22: VIII. dílčí úsek.	35
Obrázek 23: Terminologie ochranných hrází. [29]	38
Obrázek 24: Ukázka řešení stabilního a mobilního hrazení. Na levém obrázku je stabilní povodňová zeď. Na pravém obrázku je stabilní povodňová zeď s možností navýšení o mobilní povodňovou zeď. [34].....	39
Obrázek 25: Ukázka příroděblízkého opatření v intravilánu. [22].....	40
Obrázek 26: Mapa oblastí s významným povodňovým rizikem na Svitavě. [1]	41
Obrázek 27: Šterkovité dno daného úseku Svitavy.....	45
Obrázek 28: Tvar koryta složeného lichoběžníku se stěhovavou kynetou. ..	49

Obrázek 29: Ukázka složeného koryta se stěhovavou kynetou a ochrannou zdí na jednom břehu. [37].....	50
Obrázek 30: Ochranná zeď.....	51
Obrázek 31: Stabilizační opevnění svahů.....	52
Obrázek 32: Ukázka ochranné zdi s otvorem pro provizorní hrazení. [32]..	58
Obrázek 33: Ukázka mobilního hrazení. [31]	58
Obrázek 34: Ukázka přírodního valu. [33]	59
Obrázek 35: Graf znázornění hydromorfologické kvality dílčích úseků a celkovou kvalitu vodního útvaru.....	65

12 Seznam zkratek

HEM	Hydroekologický monitoring
HEC-RAS	The Hydrologic Engineering Center – River Analysis System
CHOPAV	Chráněné oblasti přirozené akumulace vod
1D	Jednorozměrný
cca	Přibližně
ř.km	Říční kilometr
ČOV	Čistírna odpadních vod
KÚ	Konec úseku
ZÚ	Začátek úseku
BVK	Brněnské vodovody a kanalizace
MZCHÚ	Maloplošné zákonem chráněné území
SDH	Sdělovací kabel
DN	Jmenovitý průměr
s. r. o.	S ručením omezeným
a.s.	Akciová společnost
Q_N	N-letý průtok
Q_{30d}	30ti-denní průtok
m n.m.	Metrů nad mořem
HMK _{VU}	Hydromorfologická kvalita vodního útvaru
L_i	Délka i-tého úseku
HMK _i	Hydromorfologická kvalita i-tého úseku

13 Seznam příloh

13.1 Výkresová část:

A.1.1. – Situace Svitavy a rozdělení na dílčí úseky	M 1:5000
A.1.2. – Přehled majetkoprávních vztahů podél toku Svitavy	M 1:5000
A.1.3. – Situace navržených opatření	M 1:5000
A.1.4. – Situace návrhového stavu a rozlivu Q_{20}	M 1:5000
A.2.1. – Podrobný podélný profil upraveného koryta Svitavy, část A	M 1:2000/100
A.2.2. – Podrobný podélný profil upraveného koryta Svitavy, část B	M 1:2000/100
A.3.1. – Vybrané příčné řezy úpravy koryta	M 1:100
A.3.2. – Vybrané příčné řezy úpravy koryta	M 1:100
A.3.3. – Vybrané příčné řezy úpravy koryta	M 1:100

13.2 Textová část:

B – Průběh hladin Průběh hladin původního koryta Svitavy
C – Hydroekologický monitoring
D – Fotodokumentace zájmového úseku Svitavy v ř.km 74,479-74,924