



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

POSOUZENÍ ODTOKOVÝCH POMĚRŮ NA TOKU VE SPRÁVĚ POVODÍ MORAVY, S.P.

ASSESSMENT OF RUNOFF CONDITIONS ON THE RIVER IN THE MORAVA RIVER BASIN

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Petr Serafin

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. HANA UHMANNOVÁ, CSc.

BRNO 2021



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. Petr Serafin
Název	Posouzení odtokových poměrů na toku ve správě Povodí Moravy, s.p.
Vedoucí práce	Ing. Hana Uhmánová, CSc.
Datum zadání	31. 3. 2020
Datum odevzdání	15. 1. 2021

V Brně dne 31. 3. 2020

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 zaměřena na posouzení odtokových poměrů na toku, který spadá pod správu státního podniku Povodí Moravy. Návrh opatření v řešené lokalitě vychází z aktuálních požadavků a je zaměřen na návrh vhodných protipovodňových opatření, která také umožní obnovu ekologických funkcí vodního toku v řešené lokalitě. 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 na toku (mosty, lávky, apod.),
- stanovení průběhu hladin velkých vod,
- posouzení současného stupně protipovodňové ochrany,
- ideový návrh opatření na zvýšení ochrany přilehlého území a zlepšení stavu vodního toku se zaměřením na ochranu fungující retence záplavových území v extravilánu a na opatření, která zajišťují ekologické nebo architektonické funkce toku v intravilánu.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

Ing. Hana Uhmánová, CSc.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce bylo posouzení stávajícího stavu koryta toku Svatky a následně navrhnout vhodná opatření v souladu s plány Povodí Moravy, s.p. Zájmová lokalita se nachází v intravilánu a extravilánu obce Herálec na ř. km 163,9809 až ř. km 166,5189 a rozprostírá se přes katastrální území Český Herálec, Herálec na Moravě a Svatka. Posouzení koryta bylo provedeno na průtokovou řadu pomocí 1D matematického modelu HEC – RAS verze 5.0.6. Na základě provedeného posouzení byla zájmová oblast rozdělena na čtyři dílčí řešené úseky. Pro úseky procházející intravilánem obce Herálec byl vytvořen ideový návrh protipovodňových opatření zajišťující bezpečně převedení návrhového průtoku Q_{20} . Pro úseky řešené v extravilánu byl vytvořen ideový návrh revitalizace s možností retence vody v krajině. Návrh opatření byl ověřen výpočtem ve stejném programu HEC – RAS. Diplomová práce obsahuje textovou část, výpočtovou část a výkresovou část dokumentující navržená opatření.

KLÍČOVÁ SLOVA

Řeka Svatka, posouzení odtokových poměrů, HEC-RAS, úprava koryta, kapacita koryta, HEM, revitalizace, návrh opatření, protipovodňová opatření, intravilán, extravilán, Herálec.

ABSTRACT

The aim of the diploma thesis was to assess the current state of the Svatka river and propose appropriate measures in accordance with the plans of Povodí Moravy, s.p. Locality of interest is located in the built-up area and non-urban area part of Herálec at river kilometer 163,9809-164,5189 and extends over the cadastral areas of Český Herálec, Herálec na Moravě and Svatka. The assessment of the river was performed on the flow series using the 1D mathematical model HEC – RAS version 5.0.6. On the basis of the results of the flow rate, was the locality of interest divided into four parts. For parts which are located in the urban, was designed a flood protection against of the 20 – year flow. For parts which are located in the non-urban area, was designed revitalization with the possibility of water retention in the landscape. The final design was verified by calculation in the same program HEC – RAS. The diploma thesis contains text part, calculation part and drawing part documenting the proposed measures.

KEYWORDS

Svatka river, assessment of drainage conditions, HEC-RAS, channel improvement, capacity of channel, HEM, revitalization, flood protection, urban area, non-urban area, Herálec.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Petr Serafin *Posouzení odtokových poměrů na toku ve správě Povodí Moravy, s.p.*, Brno, 2021. 123 s., 182 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 *Posouzení odtokových poměrů na toku ve správě Povodí Moravy, s.p.*, je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 15. 1. 2021

Bc. Petr Serafin
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Posouzení odtokových poměrů na toku ve správě Povodí Moravy, s.p.* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15. 1. 2021

Bc. Petr Serafin
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych těmito řádky poděkoval své vedoucí Ing. Haně Uhmannové, CSc., nejen za odborné vedení, spoustu informací a užitečných rad, ale také za ochotu, čas a trpělivost během tvorby mé diplomové práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat mé rodině za poskytnuté zázemí a za podporu během celého navazujícího magisterského studia.

OBSAH

1	Úvod	12
2	Protipovodňová ochrana (PPO)	13
2.1	PPO dle konstrukční podstaty	13
2.1.1	Technická (strukturální) opatření.....	13
2.1.2	Netechnická (nestrukturální) opatření	14
2.2	PPO dle způsobu ochrany.....	15
2.2.1	Technická opatření.....	15
2.2.2	Přírodě blízká opatření	15
3	Revitalizace	17
3.1	Rozdělení revitalizací.....	18
3.1.1	Revitalizace částečná	18
3.1.2	Revitalizace úplná.....	19
3.2	Zásady pro návrh revitalizací.....	19
3.2.1	Trasa koryta	20
3.2.2	Kapacita koryta.....	21
3.2.3	Příčný profil.....	22
3.2.4	Stabilita koryta.....	22
3.2.5	Vegetační doprovod	23
3.2.6	Revitalizační prvky.....	24
4	Základní informace řešené lokality	27
4.1	Správní údaje	27
4.2	Klimatické poměry.....	28
4.3	Geomorfologické poměry.....	31
4.4	Geologické poměry.....	31
4.5	Pedologické poměry.....	32
4.6	Hydrologické poměry	33
4.7	Údaje o lesnictví.....	35
4.8	Údaje o zemědělství	35
4.9	Údaje o průmyslu	36
4.10	Nakládání s vodami	37
4.10.1	Odběry vod	37

4.10.2	Vypouštění vod.....	38
4.11	Životní prostředí	39
4.12	Rybářský revír	40
4.13	Údaje o povodních	41
5	Popis stávajícího stavu	43
5.1	Řešený úsek č. 1.....	44
5.1.1	Popis dílčího úseku	44
5.1.2	Charakteristika koryta.....	45
5.1.3	Vegetační doprovod	48
5.1.4	Objekty na toku	49
5.2	Řešený úsek č. 2.....	50
5.2.1	Popis dílčího úseku	50
5.2.2	Charakteristika koryta.....	51
5.2.3	Vegetační doprovod	55
5.2.4	Objekty na toku	57
5.3	Řešený úsek č. 3.....	58
5.3.1	Popis dílčího úseku	58
5.3.2	Charakteristika koryta.....	60
5.3.3	Vegetační doprovod	62
5.3.4	Objekty na toku	64
5.4	Řešený úsek č. 4.....	67
5.4.1	Popis dílčího úseku	67
5.4.2	Charakteristika koryta.....	68
5.4.3	Vegetační doprovod	70
5.4.4	Objekty na toku	70
6	HEM – Hydroekologický monitoring	72
6.1	Hodnocené ukazatele	72
6.1.1	Hodnocené zóny	72
6.1.2	Sledované ukazatele	73
6.2	Postup při mapování a zpracování dat	73
6.3	Princip hodnocení.....	74
6.4	Postup hodnocení	74
6.4.1	Skórování hydromorfologické kvality hodnocených ukazatelů.....	75

6.4.2	Výpočet hydromorfologické kvality úseku	75
6.4.3	Klasifikace hydromorfologického stavu úseku	76
6.4.4	Výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru	76
6.4.5	Klasifikace hydromorfologického stavu vodního útvaru	76
6.5	Vyhodnocení hydromorfologických stavů dílčích úseků	77
6.5.1	Řešený úsek č. 1	77
6.5.2	Řešený úsek č. 2	77
6.5.3	Řešený úsek č. 3	78
6.5.4	Řešený úsek č. 4	79
6.6	Vyhodnocení hydromorfologické kvality vodního útvaru	79
6.7	Zhodnocení HEM	80
7	Posouzení stávajícího stavu	81
7.1	Řešený úsek č. 1	81
7.2	Řešený úsek č. 2	81
7.3	Řešený úsek č. 3	82
7.4	Řešený úsek č. 4	82
8	Posouzení kapacity toku a objektů na toku – stávající stav	83
8.1	HEC-RAS	83
8.2	Geometrická data	83
8.2.1	Příčné profily	83
8.2.2	Objekty na toku	84
8.2.3	Manningův součinitel drsnosti	84
8.3	Okrajové podmínky	86
8.3.1	Dolní okrajová podmínka	86
8.3.2	Horní okrajová podmínka	87
8.4	Posouzení kapacity stávajícího stavu toku	87
8.4.1	Řešený úsek č. 1	87
8.4.2	Řešený úsek č. 2	87
8.4.3	Řešený úsek č. 3	88
8.4.4	Řešený úsek č. 4	88
8.5	Posouzení kapacity stávajícího stavu mostních objektů	89
9	Strategie návrhu ideového opatření	90
9.1	Volba PPO pro zájmové území	90

9.2	Návrhový průtok.....	91
9.3	Majetkoprávní vztahy	92
10	Návrh ideového opatření.....	93
10.1	SO1: Změna trasy toku.....	93
10.1.1	Oblasti s jednostranným omezením vývoje toku	93
10.1.2	Oblasti s oboustranným omezením vývoje toku.....	94
10.1.3	Oblasti bez omezení vývoje toku	95
10.2	SO2: Komplex tůní.....	96
10.3	SO3: Brod	98
10.4	SO4: LB ochranná hráz.....	98
10.5	SO5: PB zemní val.....	99
10.6	SO6: PB navýšení zdi; SO7: LB navýšení zdi	100
10.7	SO8: Úprava dna v korytě	102
10.7.1	Oblast s oboustrannou zástavbou.....	102
10.7.2	Oblast s levostrannou zástavbou	103
10.8	SO9: PB zemní val.....	104
10.9	SO10: LB nábrežní zeď	105
10.10	SO11: Navýšení a rozšíření mostovky; SO12: Zrušení brodu.....	106
11	Posouzení kapacity toku a objektů na toku – navržená ideová opatření.....	108
11.1	Posouzení kapacity nově navrženého stavu toku.....	108
11.2	Posouzení kapacity nově navrženého stavu mostních objektů.....	109
11.3	Průběh hladin m-denních průtoků	110
12	Závěr.....	112
13	Seznam obrázků	113
14	Seznam tabulek.....	116
15	Seznam použitých zdrojů.....	117
15.1	Literatura.....	117
15.2	Internetové zdroje	118
15.3	Fotodokumentace	120
16	Seznam použitých zkratk a symbolů	121
17	Seznam příloh	123

1 ÚVOD

Lokalita zájmového území řeky Svatky se nachází v Chráněné krajinné oblasti Žďárské vrchy, mezi ř. km 163,9809 a 166,5189. Řešený tok prochází intravilánem a extravilánem obce Herálce, přičemž se nachází na třech katastrálních územích, kterými jsou: Český Herálec, Herálec na Moravě a Svatka.

V dřívějších dobách docházelo především k technickým úpravám a zásahům do vodních toků a niv. Hlavním účelem bylo zkapacitnění koryta toku na převedení vyšších průtoků a docílení rychlejšího odtoku tak, aby byly minimalizovány škody na majetku osob. Mezi typické rysy takovýchto zásahů do koryt toků za účelem rychlého odtoku vody, patřilo například napřímení trasy a tím i docílení jednotného podélného sklonu či budování pravidelných technických koryt s jednotvárnými průřezy a nízkou drsností.

V dnešní době je naopak snahou se takovým opatřením vyvarovat a aplikovat je pouze v krajních případech, kdy nelze volit jinou možnost úpravy nebo zásahu. V současnosti je také kladen důraz na zajištění protipovodňové ochrany, avšak převážně s přírodě blízkým charakterem. Nedílnou součástí je snaha navrátit vodu do krajiny a zároveň vrátit vodním tokům jejich původní přírodě blízkou podobu.

Při porovnání dnešních a historických mapových podkladů lze usoudit, že na toku řeky Svatky v okolí obce Herálce došlo v průběhu 20. století k technickému zásahu do koryta, konkrétně k napřímení toku.

Cílem diplomové práce je posouzení stávajícího stavu toku Svatky v řešeném zájmovém území, které se nachází mezi ř. km 163,9809 a ř. km 166,5189. Posouzení kapacity toku je provedeno na řadu N-letých průtoků. Z hlediska kapacity jsou posuzovány i mostní objekty, které by měly splnit podmínku minimálního převýšení 0,50 m mezi spodní hranou mostovky a hladinou návrhového průtoků $Q_{20} = 22,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Na základě stanovení průběhu hladin je provedeno posouzení současného stupně protipovodňové ochrany. Dalším cílem diplomové práce je provést návrh vhodných ideových opatření zvyšující ochranu přilehlého území a zlepšení stavu vodního toku se zaměřením na ochranu fungující retence záplavových území v extravilánu a na opatření, která zajišťují ekologické nebo architektonické funkce toku v intravilánu. Zvolená opatření by měla být v souladu s doporučením projektu „Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodě blízkými opatřeními v České republice“, zpracovaného pro Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí. Podle zmíněného dokumentu by v zájmové lokalitě měla být navržena taková opatření, která by měla zajišťovat přírodě blízkou protipovodňovou ochranu v zastavěné i nezastavěné oblasti obce Herálce.

2 PROTIPOVODŇOVÁ OCHRANA (PPO)

Povodní se rozumí náhlé zvýšení hladiny vodního toku nebo jiné povrchové vody, při které dochází k záplavě území mimo původní koryto. Povodeň je dále chápána jako stav, při kterém může dojít ke vzniku škod z důsledku dočasného omezení nebo naprostého zabránění odtoku vody. [3]

Tímto jevem dochází k následnému zaplavení bezprostředního i blízkého okolí toku. Vylití vody z koryta často doprovází negativní dopad na soukromé majetky, hospodářskou činnost, životní prostředí, kulturní dědictví a především na lidské zdraví. [2]

Pro minimalizování rizika povodňového ohrožení se realizují protipovodňová opatření, která se rozdělují podle konstrukční podstaty a podle způsobu ochrany.

Podle konstrukční podstaty:

- technická (strukturální) opatření – jedná se opatření v podobě ochranných staveb před povodněmi,
- netechnická (nestructurální) opatření – jedná se především o operativní a organizační činnosti při povodních. [4]

Podle způsobu ochrany:

- technická opatření,
- přírodě blízká opatření. [4]

2.1 PPO DLE KONSTRUKČNÍ PODSTATY

2.1.1 TECHNICKÁ (STRUKTURÁLNÍ) OPATŘENÍ

Mezi strukturální PPO na toku patří především úprava toku technickými prostředky v podobě ochranných zdí, hrází apod. S PPO opatřeními na toku souvisí i ochrana kanalizační sítě v blízkosti toku, v rámci strukturálních opatření mohou být například zpětné klapky a dešťové nádrže. [4]

Mezi technická opatření realizována proti účinkům vody v oblasti povodí, lze zařadit budování protierozních a retenčních opatření. Zmíněná opatření se dělí na organizační, agrotechnická a biotechnická.

- Organizační opatření:

Organizační opatření se zabývají především osevními protierozními postupy, směrem protierozní výsadby stromových i travnatých porostů, velikostí a tvarem parcel, pásovým střídáním plodin. [2] [4]

- Agrotechnická opatření:

Mezi agrotechnická opatření patří především zásahy týkající se obdělávání zemědělských ploch. Příkladem takových opatření je mulčování, hrázkování a důlkování orné půdy, dále výsadba krátkodobé vegetace, včetně okolního zatravnění meziřadí, vrstevnicový směr výsadby, výsev do ochranných plodin, kterými mohou být mulče nebo strniště. [2] [7]

- Biotechnická opatření:

Za biotechnická opatření jsou považovány například zasakovací pásy, zatravněné průlehy a příkopy, stabilizované dráhy soustředěného odtoku, zemní hrádky se zemními valy, terasy a větrolamy, polní cesty s protierozní funkcí. [2] [7]

Mezi technická opatření realizována proti účinkům v oblasti vodních toků a na údolních nivách, lze zařadit například zásahy do toků v podobě čištění a údržby koryt, také snižování boční a hloubkové eroze nebo celkové zkapacitnění koryta vodního toku vybudováním protipovodňových zdí. Dalšími zásahy může být vybudování mobilního opatření. Možné je realizovat prostory určené k retenci vody v údolních nádržích, retenčních prostorech suchých nádržích (poldrů) a budování ochranných hrází. [2] [4] [7]

2.1.2 NETECHNICKÁ (NESTRUKTURÁLNÍ) OPATŘENÍ

Netechnická opatření se dělí na přípravná opatření a opatření při nebezpečí povodně:

- Přípravná opatření:

Mezi taková opatření patří stanovení záplavových území, povodňové plány, vymezení směrodatných limitů stupňů povodňové aktivity, povodňové prohlídky, organizační a technické přípravy, vyklízení záplavových oblastí, příprava účastníků povodňové ochrany, činnosti hlášené povodňové služby, evidenční a dokumentární práce. [2]

- Opatření při nebezpečí povodně:

K těmto opatřením patří řízené ovlivňování odtokových poměrů na tocích, povodňové zabezpečovací a případné následné záchranné práce. Dále jsou zajištěné náhradní funkce a služby v postiženém území povodní. [2]

2.2 PPO DLE ZPŮSOBU OCHRANY

2.2.1 TECHNICKÁ OPATŘENÍ

Hlavním cílem technických opatření je zajištění bezpečnosti kapacity řešeného objektu. Takové zásahy především navyšují kapacitu objektu, ať už se jedná o vytvoření nového koryta, ohrazování nebo i výstavbu velkých retenčních nádrží. Technické zásahy se realizovaly především při úpravách ve 20. století. Mezi typické rysy technických zásahů v korytech toků za účelem rychlého odtoku vody, patřilo například napřímení trasy a tím i docílení jednotného podélného sklonu toku. Budováním pravidelných technických koryt s jednotvárnými průřezy a nízkou drsností bylo sice docíleno rychlého odtoku vody z řešené oblasti, avšak nebyly brány ohledy na ekologický dopad provedených opatření. [6]

2.2.2 PŘÍRODĚ BLÍZKÁ OPATŘENÍ

Hlavní myšlenkou přírodě blízkých opatření je zajištění ochrany majetku a osob před negativními vlivy působení povodní. Společně s touto ochrannou funkcí je také snahou zajistit dobrý ekologický stav v krajině. Přírodě blízká opatření jsou aplikována nejen na tocích a okolních nivách, ale i v ploše povodí. [2] [4]

- Přírodě blízká opatření v ploše povodí:

Protierozní opatření si kladou za cíl zvýšení schopnosti krajiny zadržet vodu a zpomalovat povrchový odtok. Dalším cílem je snížení projevu vodní eroze. Takovými opatřeními jsou agrotechnická, organizační a biotechnická protierozní opatření. [5]

- Přírodě blízká opatření na vodních tocích:

V rámci opatření se řeší protipovodňová ochrana, která je v blízké a v úzké vazbě s toky a jejich nivami. Snahou oproti prováděným opatřením v minulosti, je zpomalení odtoku povodňových průtoků. Především se jedná o využití říčních a potočních niv v extravilánu, za účelem rozlivu a využití volné retence v oblastech, kde by nedošlo ke škodám na majetcích a lidských životech. Společně s fungující retencí je nezbytné zajištění či zlepšování ekologického stavu vodních toků, údolních niv a okolí. [5] [6]

V nezastavěné oblasti je základním typem přírodě blízkého protipovodňového opatření řešením revitalizace. Návrhem přírodě blízkého opatření se docílí obnovení přirozených hydrologických funkcí na toku a v údolní nivě. Protipovodňová funkce je zajištěna prostřednictvím vybřežení vyšších povodňových průtoků do volné inundace. Volným rozlivem vody do krajiny dojde ke zpomalení odtoku. Následné zpomalení je důležité především pro zastavěné oblasti, ať už se jedná o města nebo obce, které se nachází níže pod zrealizovaným opatřením s možností volného rozlivu. [5] [6]

Pro zajištění příčné kapacity v zastavěných oblastech se zvýšenými průtoky vody se provádějí technická opatření, která se přímo týkají zkapacitnění koryta a zajištění rychlého odtoku vody z intravilánu. Při úpravách koryt v zastavěných oblastech je vhodné zkombinovat technická opatření, zajišťující kapacitu koryta s opatřeními, která jsou přírodě blízká. Zmíněná přírodě blízká opatření doplňují kapacitní funkci toku o nezbytně nutné ekologické funkce během standardních průtoků. V takových případech se mnohdy navrhuje složený průtočný profil koryta se stěhovavou kynetou pro nižší m – denní průtoky. N – leté průtoky již převádí technická opatření, kterými mohou být buď navýšené nebo nově vybudované nábrežní zdi. [5] [7]

Dalším prvkem přírodě blízkého opatření, který zajišťuje retenční kapacitu, je budování ochranných nádrží a poldrů, které jsou nazývány také jako suché nádrže, jenž slouží k zadržení a zpomalení povodňové vlny. Vnitřní prostory objektů jsou vždy uzpůsobeny tak, aby svojí funkcí vedly ke zlepšení ekologického stavu toku i nivy. [5].

3 REVITALIZACE

V rámci této diplomové práce, která se věnuje posouzení a návrhu vhodných přírodě blízkých protipovodňových opatření na toku řeky Svratky, se revitalizační úpravy vztahují především na vodní toky a jejich údolní nivy. Cílem této kapitoly je osvětlit a přiblížit zásady návrhu spojené s revitalizací vodních toků.

Pojem revitalizace lze definovat jako obnovu, znovuoživení či navrácení k přírodě blízkému stavu, po nevhodně provedených technických opatřeních. Jedná se o úpravy, které napomáhají k navrácení do původního stavu, nebo i vytvořením stavu nového. [6] [8]

Mezi hlavní cíle revitalizace patří obnovení členitosti vodního prostředí a schopnosti zadržetí vody v krajině. Neméně důležitou funkcí je také zlepšení ekologické funkce na toku a okolí. Revitalizace je z hlediska principu protipovodňové ochrany založena na opačném principu, než na jakém byly postaveny technické zásahy prováděné v minulých letech. Technické zásahy si kladly za cíl převést rychle a bezpečně návrhový průtok tak, aby došlo k minimalizování rizika způsobující škody na lidských životech a majetku. Technická opatření mají stále svá opodstatnění především v zastavěných oblastech, kde z hlediska pozemků a infrastruktury není možné realizovat jiná protipovodňová opatření. Technická opatření však nejsou zcela vhodná pro oblasti nezastavěné.

U revitalizovaných vodních toků se protipovodňová ochrana zajišťuje cíleným rozlivem vody z koryta. Revitalizovaná koryta navrhovaná v extravilánech obcí se záměrně navrhují na nižší kapacitní průtoky, které se pohybují v rozmezí Q_{30d} a Q_1 . Princip ochrany spočívá v rozproštění zvýšených průtoků do okolních niv revitalizovaného toku, čímž dochází k retenci vody a zároveň ke zpomalení povodňových průtoků. Možnost rozlivu vody do okolí nivy toku je doprovázeno několika pozitivy. Žádanými účinky je například částečný vsak vody v krajině, čímž dochází k částečnému zvýšení hladiny podzemních vod, které je přínosem především pro vegetaci. Zpomalení odtoku je důležité z hlediska povodňové ochrany pro zastavěné oblasti směrem po proudu toku, ať už se jedná o roztroušenou zástavbu, obce i města.

Revitalizačními úpravami je teprve spuštěný obnovný proces ekologické funkce. Proces postupného stabilizování ekosystému, který se nachází v korytě toku a jeho blízkého okolí. Návrhy revitalizací by měly být navrhovány v souladu s původními podmínkami, které jsou pro danou oblast typické a charakteristické. Revitalizační koncepci je nutné navrhovat s komplexním pohledem a věnovat pozornost nejen řešenému vodnímu toku a nivě, ale i oblasti zájmového povodí. Důležitou stránkou pro správné fungování a vývoj revitalizace je i volba vegetačního doprovodu. [6]

Studí a projektů s navrženými přírodě blízkými opatřeními a revitalizacemi stále přibývá. Dalo by se s mírnou nadsázkou říct, že si lidé, po předchozích nevhodně provedených zásazích v přírodě, začali uvědomovat hodnotu krajiny, vody a obecně životního prostředí, ve kterém se pohybují a žijí. Realizace projektů, ať už se jedná o úpravy za účelem zlepšení ekologických podmínek v krajině zajišťované soukromými osobami, obcemi či městy, jsou mnohdy limitovány řadou faktorů, kterými mohou být:

- majetkoprávní poměry v okolí potenciálního opatření,
- zástavba pozemních, liniových, inženýrských a dopravních staveb na březích toku,
- územně plánovací dokumentace,
- realizovaná protipovodňová opatření na toku,
- forma využití toku,
- finanční prostředky a další. [6]

Při návrhu konkrétních opatření (nejen u revitalizací), by se měl klást důraz na veškeré limitující faktory související s projektem z toho důvodu, aby se i za předpokladu vstupujících omezujících požadavků dal vytvořit reálný a proveditelný projekt s fungujícími opatřeními.

3.1 ROZDĚLENÍ REVITALIZACÍ

Revitalizace lze rozdělit na částečnou a úplnou.

3.1.1 REVITALIZACE ČÁTEČNÁ

Revitalizací částečnou se rozumí taková opatření, která jsou prováděna pouze v rámci stávajícího koryta, přičemž pomyslnou hranicí je vnímána břehová hrana. Částečné revitalizace mají využití například v zastavěných oblastech obcí a měst uvnitř technického koryta, kde kapacitní funkci koryta aspoň z části doplňují o funkci ekologickou a architektonickou. Další příkladem využití částečné revitalizace u nezastavěných oblastí, může být tok protékající mezi soukromými pozemky. V mezích možností u částečné revitalizace může pomoci volba vhodného vegetačního doprovodu, která svoji druhovou a prostorovou skladbou břehových i doprovodných porostů přispívá k biologické i ekologické hodnotě říčního ekosystému. [6] [9]

Částečnou revitalizaci jsou označovány také případy, kdy je možnost úpravy v podobě revitalizace omezoována pouze z jedné strany. Takovými případy může být těleso komunikace či jednostranná zástavba apod. V daných situacích se návrhy revitalizací zaměřují pouze na jednostrannou úpravu říčního koryta. Především na břehové oblasti a oblasti paty svahu. [6]

Za částečnou revitalizaci lze považovat i dílčí zásahy do říčního koryta. Mezi takové zásahy lze například zatřídit odstranění migrační bariér z říčního koryta, odstranění nevhodných technických objektů za účelem stabilizace a jiné. [6]

3.1.2 REVITALIZACE ÚPLNÁ

Z hlediska revitalizačních zásahů je žádoucí provést nápravná opatření v rámci celého rozsahu předchozích nevhodných úprav. Jednalo by se tedy o návrh revitalizace říčního ekosystému včetně pozemků, které přiléhají k toku. [6]

V tomto návrhu by se řešila rekonstrukce vegetačního doprovodu, zprůtočnění odstavených ramen, zajištění variability hloubek a šířek průtočného koryta, budování tůň a mokřadů, případná nutná změna prostorových a druhových skladeb dřevin a jejich zapojení do územního systému ekologické stability, za účelem získání lepší jakosti vody. [6] [9]

Úplnou revitalizaci však mnohdy není možné zrealizovat kvůli souvisejícím omezujícím faktorům. Na základě limitů se prozkoumávají alternativní možnosti úpravy, kdy v úvahu přicházejí částečné revitalizace či lokální přírodě blízké revitalizační zásahy.

3.2 ZÁSADY PRO NÁVRH REVITALIZACÍ

Před samotným návrhem revitalizace je nutné provést monitoring území včetně hydrologického, pedologického, a inženýrsko-geologického průzkumu. Dále je nutné zajistit podklady zabývající se jakostí vody, hydrologií, biologií, majetkových poměrů, včetně podkladů týkajících se zemědělské a lesní výroby a další. [6]

Průzkumy a podklady jsou prvním krokem při navrhování fungujících revitalizačních opatření. Návrh revitalizací musí respektovat směr přirozeného vývoje toku včetně korytotvorných procesů. V případě volby a zrealizování nevhodných revitalizačních opatření není zajištěna správná obnovovací funkce na toku, s čímž následně souvisí další finanční výdaje a energie vložena do údržby a nutných oprav. [11]

Při samotném návrhu revitalizací je nutné dbát na zásady, které se týkají vedení trasy koryta včetně její členitosti. Dále je nutné dbát na zásady kapacity průtočných profilů, se kterými úzce souvisí tvary profilů podle uvažovaného místa návrhu, případy opevnění dna a svahů, zásady volby a návrhu vegetačních doprovodů, ať už v korytě toku, jeho bezprostřední blízkosti nebo ve vzdálenější nivě. V neposlední řadě je nutné dbát i zásady při budování doplňujících objektů na toku, kterými mohou být například biotopy, tůně či mokřady a další.

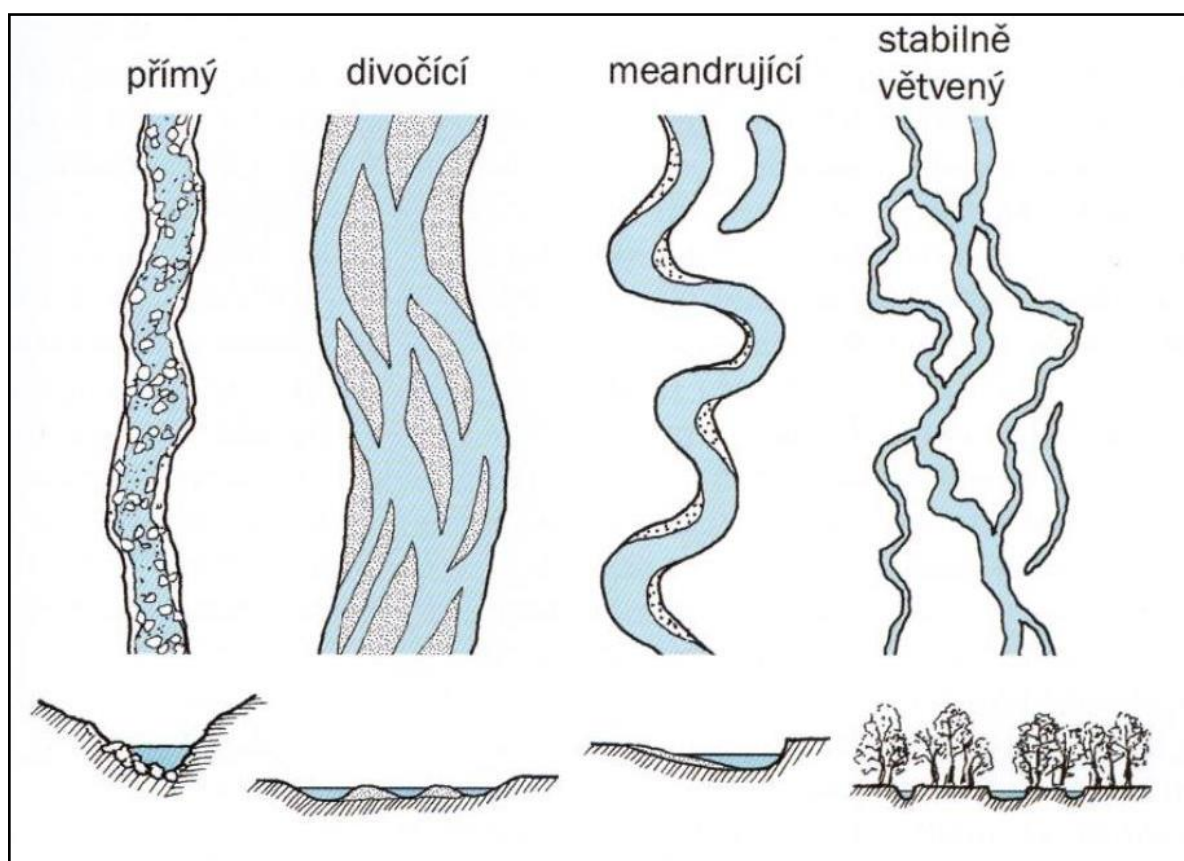
3.2.1 TRASA KORYTA

Z hlediska geomorfologie je důležitý původní druh vodního toku a jeho typické korytotvorné procesy, kterými jsou:

- boční eroze (meandrování),
- hloubková eroze,
- větvení toku. [10]

Podle základního geomorfologického členění mohou být toky:

- přímé,
- divočící,
- meandrující,
- stabilně větvené. [10]



Obr. 1. Geomorfologické členění vodních toků. [10]

Návrh trasy je důležitým faktorem při snaze zpomalit odtok. Zpomalení lze při řešení trasy docílit například snížením podélného sklonu. Pro konkrétní případ řešení v této diplomové práci, je revitalizace především zaměřena na nevhodně napříměný tok, který měl původně meandrující charakter. Právě na základě obnovy původních meandrů lze prodloužit trasu a čas odtoku vody. Šířka meandrového pásu by měla mít šířku až čtrnáctinásobku a poloměr meandrových oblouků až trojnásobku šířky koryta.

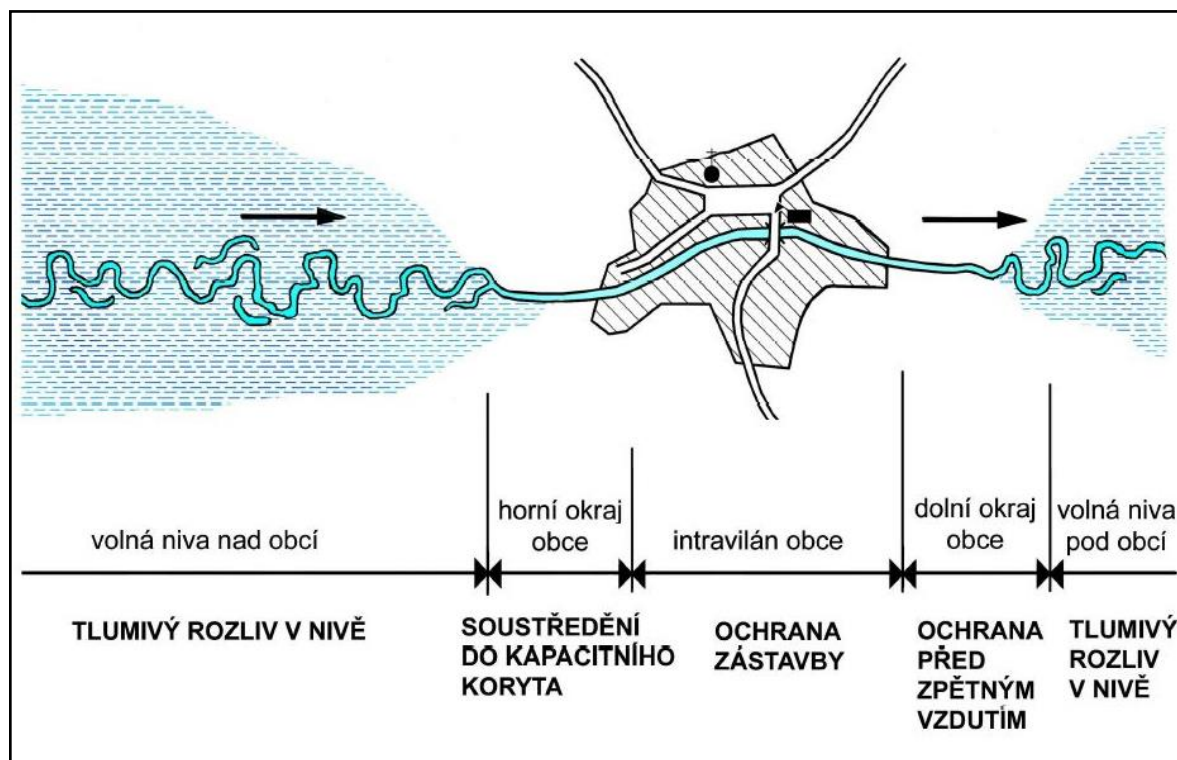
Vzdálenosti mezi vrcholem oblouků se rovnají až sedminásobku šířky koryta. Mělo by docházet ke střídání protisměrných oblouků. Šířka koryta by měla být různorodá, ve vrcholech oblouků užší, u přechodů oblouků širší. Přechody mezi oblouky slouží jako brody, které se využívají k překonání z jednoho břehu na druhý. [11]

3.2.2 KAPACITA KORYTA

Kapacitu koryta toku je důležité volit na základě toho, v jaké oblasti se revitalizovaný úsek nachází. V minulých letech bylo trendem kapacitu zvyšovat, z hlediska novodobých úprav jde spíše o tzv. snižování kapacity koryt. Kapacitu ovlivňují drsnosti, podélný sklon, velikosti a tvar koryta. [10]

- Úplně revitalizovaná koryta jsou ideálně navrhována na kapacitu průtoků v rozmezí $Q_{30d} - Q_1$,
- v zemědělských oblastech se navrhují koryta do maximálního průtoku Q_1 ,
- u horských toků s přímým charakterem a výraznějším zahloubením se vodní koryta navrhují na průtok mezi $Q_2 - Q_5$,
- v zastavěných oblastech se koryta navrhují na kapacitu $Q_{20} - Q_{50}$. [6] [11]

V nezastavěných oblastech jsou koryta s nižší kapacitou navrhována záměrně. Při vyšších průtocích bude docházet k rozlivům do údolních niv a okolí v bezprostřední blízkosti toku bude zpomalovat odtok krajinnou retencí.

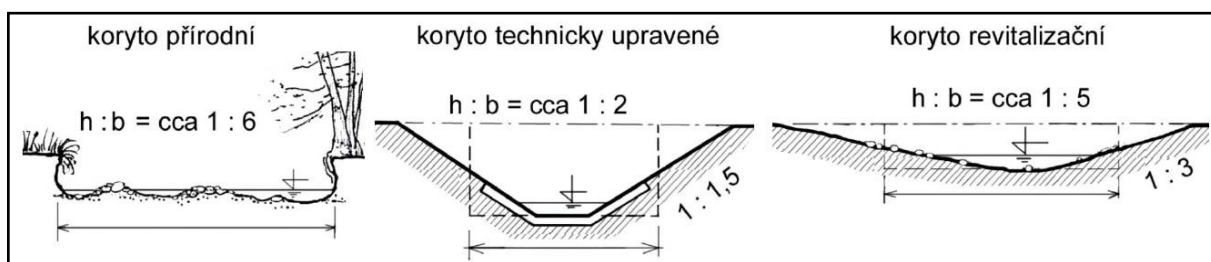


Obr. 2. Princip rozlivů nad a pod obcí v nezastavěných oblastech. [10]

3.2.3 PŘÍČNÝ PROFIL

Pro revitalizace jsou typická mělká koryta s miskovitým tvarem. Sklony svahů se navrhují spíše mírnější, v poměrech 1:3 a méně. Poměr výšky ku šířce se navrhuje v rozsahu 1:4–6. V případě samotného průtočného profilu toku se počítá s tvarovou proměnlivostí. [6] [11]

Členité koryto s vyššími drsnostmi a střídajícími zónami hlubší a mělčí vody, doplněné o peřejnaté úseky, přispívá k vytvoření rozmanitějšího prostředí v toku a tím pozitivně přispívá k ekologické stabilitě v toku.



Obr. 3. Charakteristické rysy příčných profilů. [10]

3.2.4 STABILITA KORYTA

Kapitola stability koryta je úzce spojena s návrhem příčného profilu. V důsledku nižších rychlostí v korytě, kterých je při revitalizaci dosaženo snížením podélného sklonu z prodloužení trasy pomocí meandrů, není opevnění v mnoha případech nutné. Pokud trasa navržené revitalizace není omezena prostorem, je vhodné nechat korytu přirozený vývoj meandrů. [10]

Transport dnových splavenin je problematikou týkající se především horských a podhorských oblastí, kde je významná dnová eroze zajištěna vyššími rychlostmi v toku. [6]

Opevnění koryt je uvažováno pouze v případech nutnosti, kdy je revitalizované koryto omezováno pozemkovými poměry. Stabilitu svahů je možné zajistit pomocí vrbových plůtek v kombinaci s drnováním, případně založení svahů na kamenných patkách vytvořené pohoze. [11]

Stabilita dna se v revitalizaci řeší přírodními prvky, které jsou lokálně začleňovány do systému koryta. Jako hloubková stabilizace mohou posloužit kamenné rovnaniny, pohozy, záhozy i jednotlivé kameny. Hloubkové stabilizace se realizují v přechodech mezi protisměrnými oblouky. Přechodná místa, také známé jako brody, disponují větší šířkou a nižší hloubkou koryta. [6] [11]

Z hlediska stabilizace zastávají významnou roli biologická opatření, která mohou být tvořena například travními porosty, které jsou vhodně doplněny o případné dřeviny.

Výše zmíněná opatření jsou vhodná v oblastech proudových stínů. Základem stabilizace svrchní vrstvy půdy je travní koberec, který je vitální a je zastoupen vhodně zvolenou travní směsí, případně i rákosinami. Pro silně namáhané oblasti se volí biotechnická opatření, v odůvodněných případech v kombinaci i s technickou stabilizací. Většinou se jedná o oblasti intravilánu, kde dochází k použití přírodních, avšak pro danou oblast nepřírodních materiálů, kterými mohou být kameny v kombinaci s „živými“ i „neživými“ dřevinami, kamennými matracemi, koši. Ve výjimečných případech se využívají opěrné zdi. V současné době jsou velmi užívané biotechnické prvky, které nalézají své využití nejen v městských aglomeracích, ale také v chráněných krajinných oblastech. [6] [13] [14]

3.2.5 VEGETAČNÍ DOPROVOD

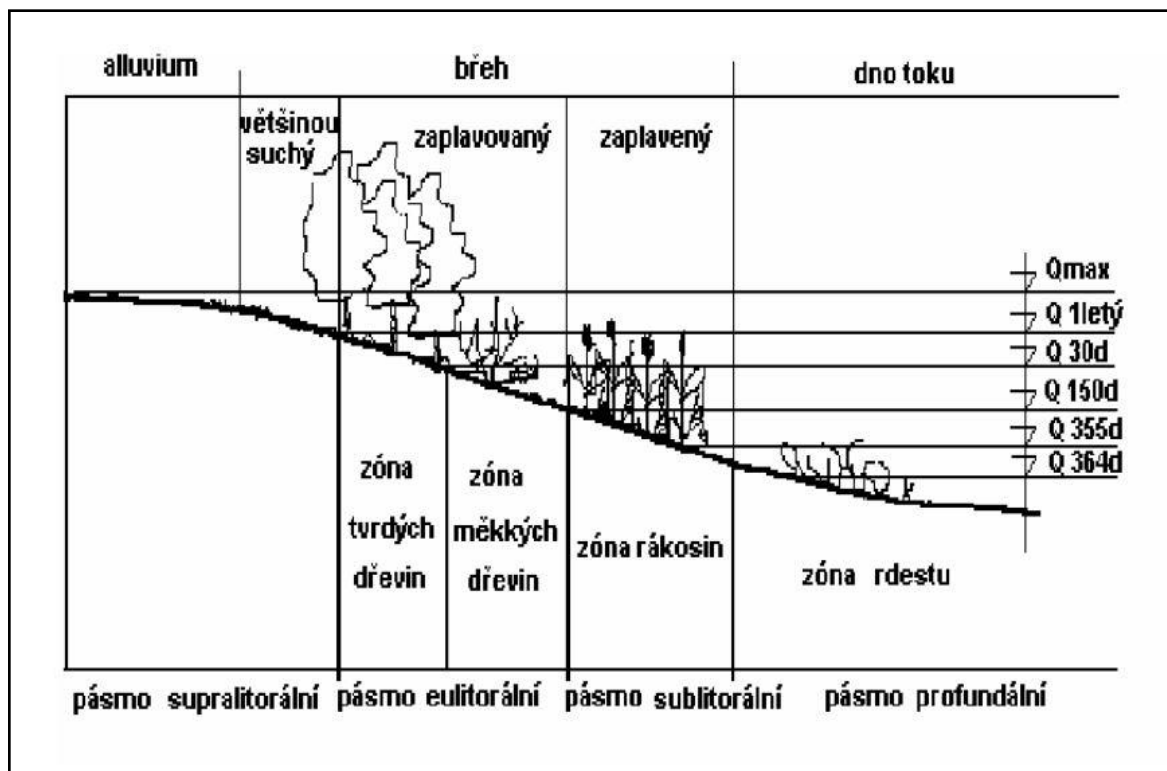
Doprovodná vegetace je velmi důležitou složkou revitalizací, která zastupuje řadu funkcí v toku, nivě i okolí. Pro vhodný návrh vegetačního doprovodu je třeba znát členění břehových zón:

- profundální pásmo – jedná se o vodou stále zatopenou část; typickými rostlinami jsou rdest a okřehek; pásmo se nachází pod úrovní Q_{364d} ,
- sublitorální pásmo – jedná se o zónu typickou pro rákos, šmel, puškvorec a další; pásmo se nachází mezi Q_{364d} a Q_{355d} ,
- eulitorální pásmo – jedná se o širší rozpětí; typickými rostlinami jsou rdest, orobinec, rákos a blíže k hladině Q_1 i dřeviny v zastoupení vrb, topolů a olší,
- supralitorální pásmo – jedná se o pásmo s výjimečnou zátopou; nad úrovní hladiny Q_i ; jedná se o oblast doprovodných porostů, kterými jsou jasan, javor, lípa, dub a další. [6] [14]

Základem vegetačního doprovodu je druhově pestrý, vitální a různověký břehový porost, který obsahuje dřeviny i byliny sublitorálního a eulitorálního pásma. [6] [14]

Výsadbou břehového porostu je zajištěna především stabilizace hrany kynety, berem a svahu. Břehový porost je možné umístit i do průtočného profilu, avšak musí být upraven jako kmenové porosty s korunou nad úrovní břehové hrany. Břehové porosty je potřeba situovat tak, aby kořenový systém zajišťoval nejvíce namáhané části průtočného profilu. Z hlediska správného plnění funkce je potřeba zajistit souvislou výsadbu. [6]

Na výše zmíněný břehový porost plynule navazuje porost doprovodný, který je situovaný nad břehovým porostem v místech s menší periodicitou záplav. Jedná se o doprovod v podobě pásu, tvořený stromy a keři ve více patrech a řadách. Pásky doprovodné vegetace většinou odpovídají místním možnostem využití v prostoru. [6] [14]



Obr. 4. Schéma členění břehových zón. [14]

3.2.6 REVITALIZAČNÍ PRVKY

- Migrační prostupnost:

Objekty na toku, které jsou budované především v příčném směru významně narušují možnost migrace nejen rybám, ale i dalším živým organismům. Mezi objekty s příčným charakterem se řadí spádové stupně, jezové konstrukce, přehradý i skluzy. [6]

Zajištění migrace ryb lze docílit vybudováním rybích přechodů. Takové přechody mohou být vytvořené pomocí skluzu vyrovnaného z velkých kamenů, případně sledové rampy a další. U rybích přechodů je nutné zajistit vhodné podélné sklony a rychlosti proudění vody tak, aby byly pro uvažovanou rybí obsádku akceptovatelné.

V místech, kde není možné objekty z toku vyjmout, je třeba zajistit problematiku týkající se migrace ryb pomocí obtokových kanálů.

- Rybí úkryty:

Při stabilizování břehů lze navrhnout rybí úkryty, které mohou být součástí stabilizačního opevnění. U rybích úkrytů budovaných v patách svahu koryta je vhodné situování v konkávních obloucích, které nepodléhají vysokému nánosů splavenin. Jako rybí úkryty mohou sloužit i jednoduché prvky v korytě v podobě kamenů a vodních travin.

Rybí úkryty je důležité přizpůsobit konkrétní rybí obsádce v toku, především pro jejich velikost a stabilitu. [6] [15]

- Usměrňovací prvky:

Prvky usměrňují vodní proud, mohou být přímo v korytě i mimo koryto, kde usměrňují vodní proud zpět do koryta. Prvky v korytě mohou vlnit proudnice. Takovým prvkem může být umístění velkého kamene v korytě. Podobnou funkci usměrňování vodního toku mohou plnit i dřevěné prvky, také označovaná jako „mrtvé dřevo“. Díky kterým lze usměrnit vývoj koryta toku. [6]

Mezi usměrňovací prvky se též považují zápletové plůtky z dřevěných prutů. Výstavba plůtků z vrbového proutí se využívá především v místech, kde je potřeba přispět ke stabilizování svahů a zamezení tak vývoje koryta do nežádoucích míst. Vrbové plůtky v kontaktu s vodou obrůstají novými šlahouny a dochází k přispění oživení břehového doprovodu koryta toku. Příkladem využití může být vedená trasa revitalizace toku mezi soukromými pozemky. [15]

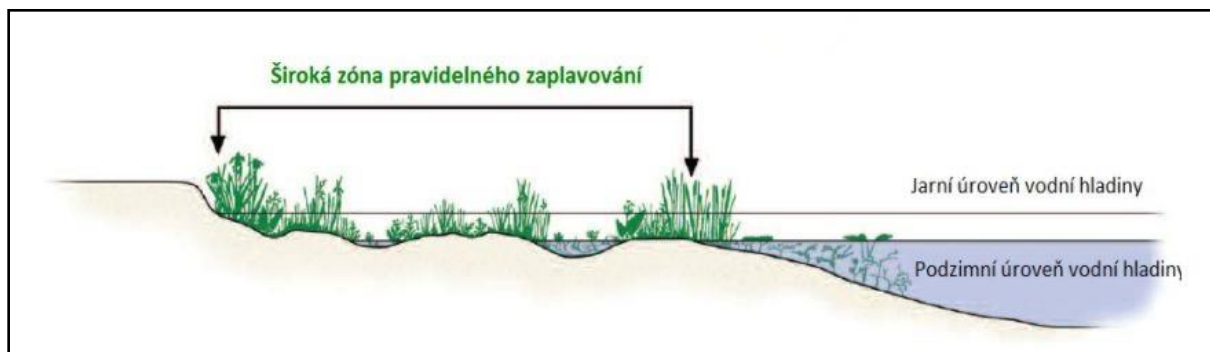
- Prvky podporující retenci vody:

Využit k retenci vody v krajině lze i odstavené meandry v toku. V některých případech docházelo při technických úpravách k zasypání. Pokud to majetkové poměry povolují, je možnost tyto části koryt nechat průtočné. I v případech neprůtočných meandrů lze pomocí případné dosadby vegetace docílit rekultivace za účelem napravení nežádoucích antropogenních zásahů v krajině. [6] [11]

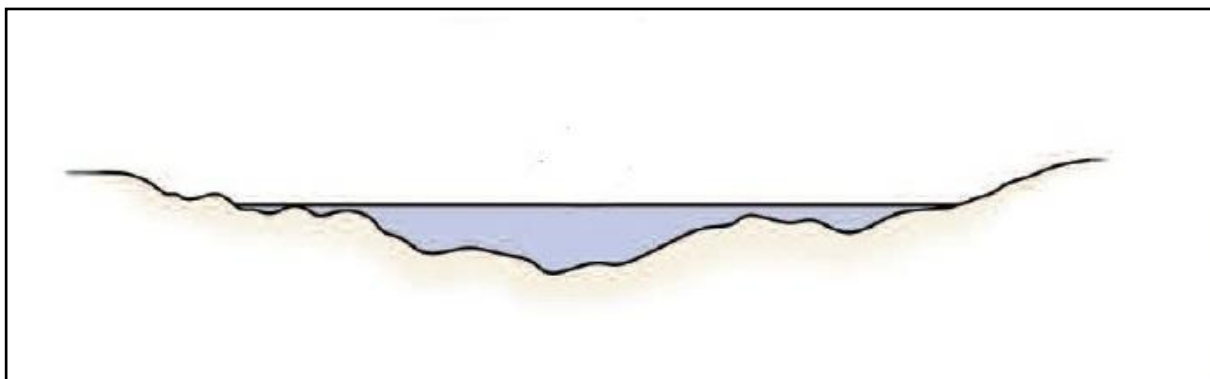
Mezi objekty podílející se na funkci retence vody v krajině patří bezesporu tůně a mokřady. V rámci revitalizačních zásahů na toku se vytváří tůně především hloubením. Tůně se mohou navrhovat propojené s vodním tokem, případně v bezprostřední blízkosti toku či okolí. S umístěním tůní velmi úzce souvisí jejich hydrologický režim zásobování vodou, přičemž se může jednat o dotaci povrchovou vodou, podzemní vodou a vodou z vodního toku. Při návrhu tůní, jako objektů doprovázející revitalizaci, se uvažuje zejména se zdrojem z vodních toků, a to dotací přímo z vodního koryta, kdy lze rozčlenit tůně na protékané a neprotékané, tak na tůně s periodickou zálivkou, při které dochází k rozlivům vody z revitalizovaného koryta překročením navrhovaného průtoku, Q_{30d} . [6] [10] [16]

Tůně, které jsou hloubené v blízkosti revitalizovaného toku, jsou schopny akumulovat vodu, díky této funkci napomáhají k již zmíněné retenci vody v krajině a zároveň vytváří vlastní mikroprostor pro vznik a rozvoj dalších ekosystémů. Periodicky zaplavované tůně jsou z biologického hlediska vhodnější, než tůně napájené napřímo povrchovým tokem. Periodicky zaplavované tůně jsou místa, která zpravidla vysychají, čímž dochází k prokysličování dna vzdušným kyslíkem, díky kterému je rozklad organické hmoty rychlejší než přísun z okolí. Na základě tohoto principu je proces zanášení tůní nižší.

Z hlediska zásad provádění je u tůní důležité dodržet prostorovou i hloubkovou členitost bez pravidelných tvarů. Z hlediska svahů, jsou ideální pozvolné svahy bez urovnání, jenž jsou doplněné o vegetační doprovody v podobě rákosin a travních doprovodů, snášející výkyvy vodních stavů. Lepší ekologickou funkci zajišťuje komplex menších tůní, než jedna rozměrově větší. [11] [16]



Obr. 5. Schéma nepravidelného pozvolného břehu tůně s břehovou vegetací. [16]



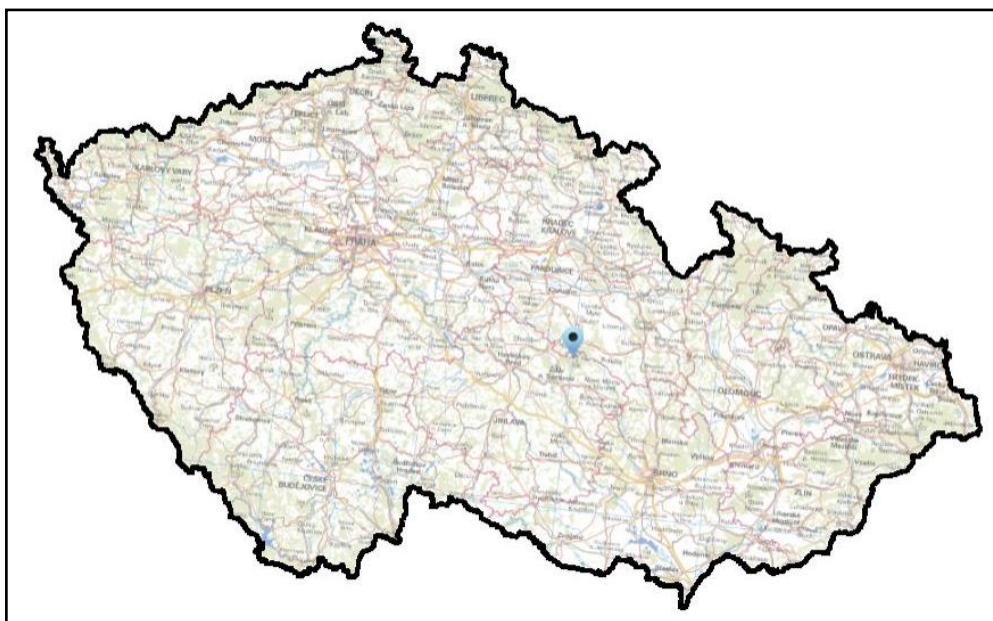
Obr. 6. Schéma řezu tůní s mělkým a členitým dnem s pozvolnými břehy. [16]

Mokřadem se rozumí přechodové prostory mezi vodou a souší. Jsou bohaté na pestrost různých forem života. Mokřady mohou být mokré louky, nivy vodních toků, dále lze za mokřady považovat velmi mělké rybníky s pozvolnými svahy břehů. Zmíněné mokřady zajišťují retenci vody v krajině, zároveň ovlivňují místní klima, a to především odparem vody do vzduchu, čímž dochází k podpoře malého vodního cyklu. [17]

Pro mokřady je typická nepravidelná zátoka s hloubkami do 0,5 m. Nízká zátoka je vhodná pro kořenící vodní rostliny. Mokřady jsou typické pro záplavové oblasti nebo trvale zamokřené. Pro správnou ekologickou funkci je nutné provádět údržbu v podobě kosení vegetačních porostů včetně probírky náletových dřevin. Pro mokřady není příliš vhodná dosadba stromových porostů, naopak vhodně doplňují menší vodní plochy v podobě tůní, které se v rámci komplexu mokřadu umísťují na zoologicky a botanicky méně významná místa. [10] [17]

4 ZÁKLADNÍ INFORMACE ŘEŠENÉ LOKALITY

Diplomová práce se zabývá tokem řeky Svatky, která je také vnímána jako největší levobřežní přítok řeky Dyje s délkou 168 km. Zájmové území se nachází v extravilánu a intravilánu obce Herálec, který leží v severní části kraje Vysočiny, přibližně 11 km jihovýchodně od města Hlinska a 14 km severovýchodně od Žďáru nad Sázavou. Zájmová oblast prochází přes katastrální území: Herálec na Moravě [638358], Český Herálec [638323], Svatka [761567]. Řešená lokalita se nachází v Chráněné krajinné oblasti Žďárské Vrchy, kde řeka Svatka pramení ve výšce 772 m n. m. na jihozápadním úbočí Žákovy hory, v blízkosti obce Cikháj. [18]

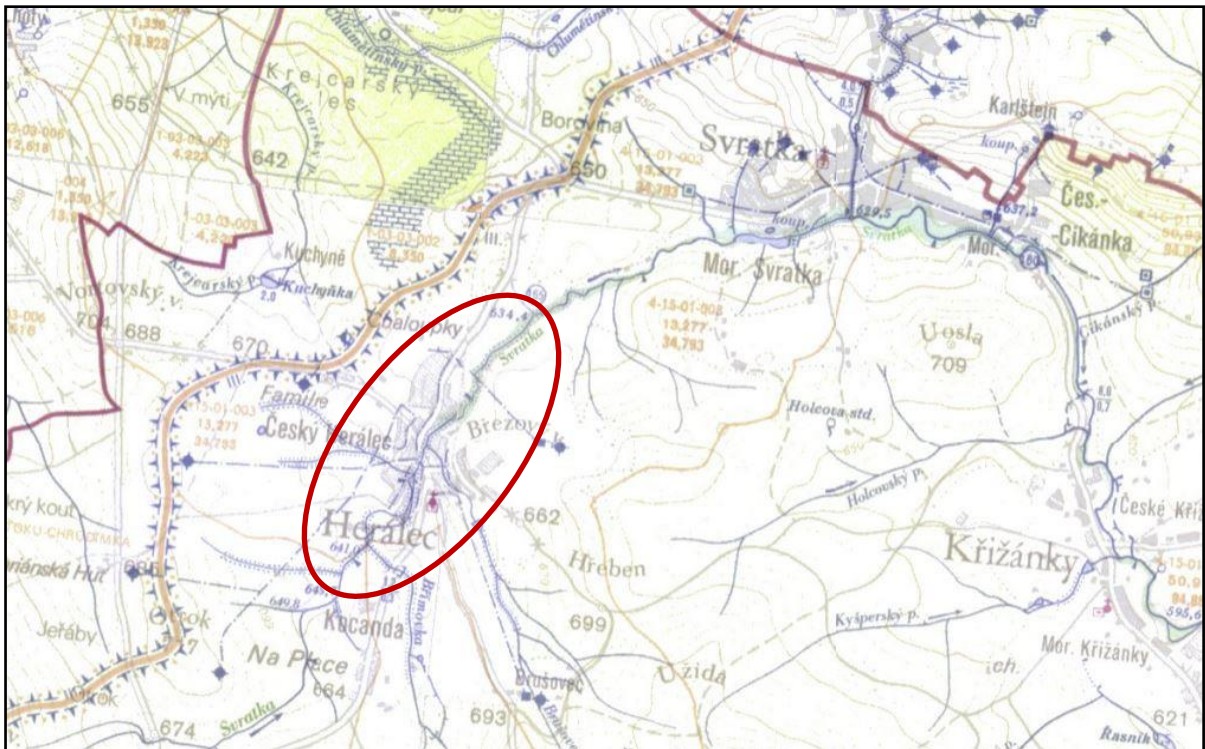


Obr. 7. Základní mapa ČR s vyznačenou zájmovou lokalitou. [19]

4.1 SPRÁVNÍ ÚDAJE

- | | |
|--------------------------------|--|
| • Název toku: | Svatka |
| • Staničení řešeného úseku: | ř. km 163,9809 – ř. km 166,5189 |
| • ID toku: | 10100010 |
| • Obec: | Herálec |
| • Okres: | Žďár nad Sázavou |
| • Kraj: | Vysočina |
| • Správce: | Povodí Moravy, s.p.
Dřevařská 11, 601 75 Brno |
| • Povodí: | Oblast povodí Dyje |
| • Číslo vodohospodářské mapy: | 23-22, 24-11 |
| • Číslo hydrologického pořadí: | 4-15-01-0030 |

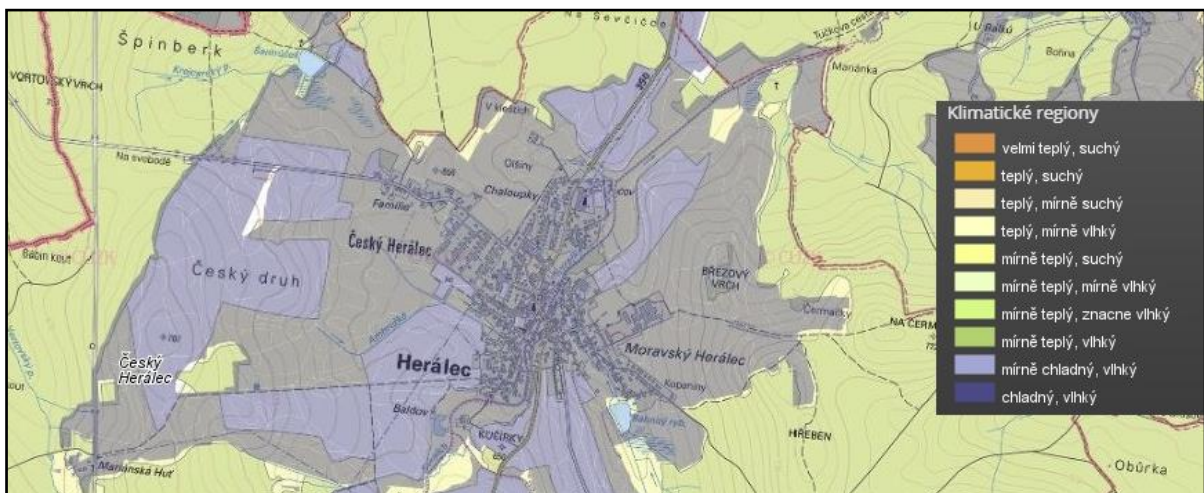
[20]



Obr. 8. Základní vodohospodářská mapa se zájmovým územím. [19]

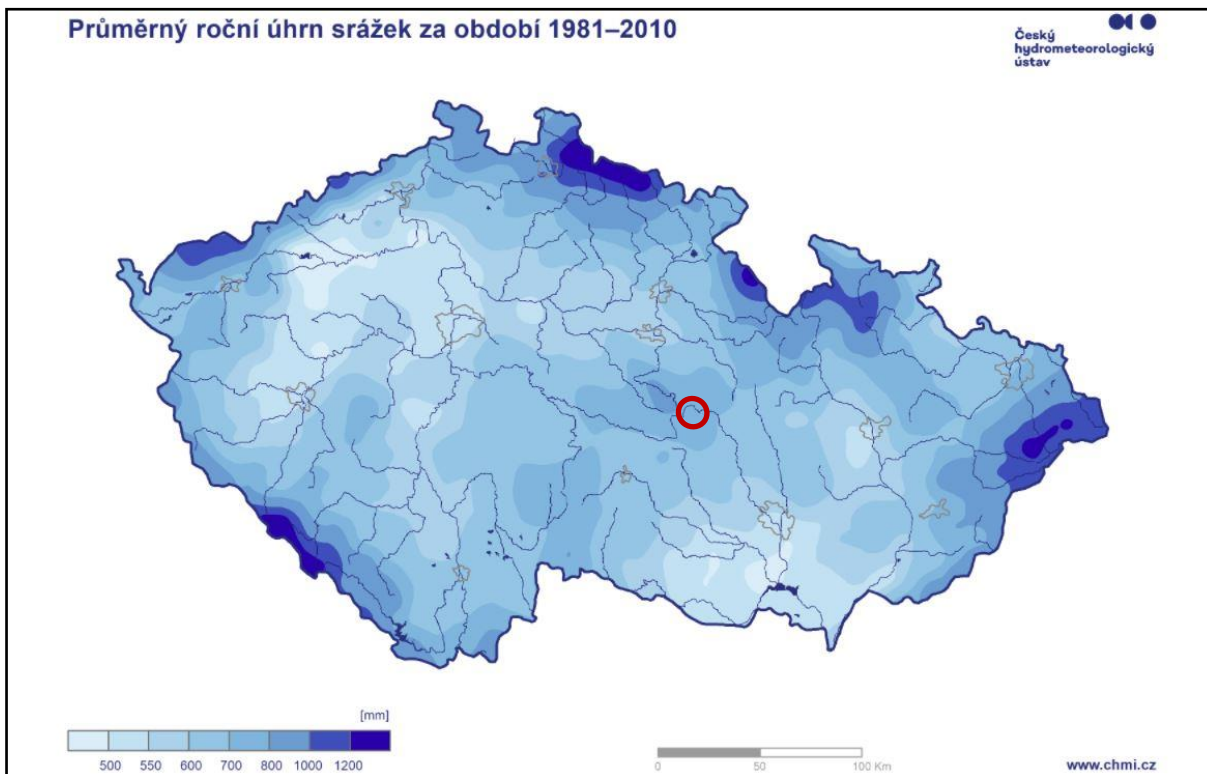
4.2 KLIMATICKÉ POMĚRY

Zájmové území obce Herálec se řadí do chladného, vlhkého regionu.

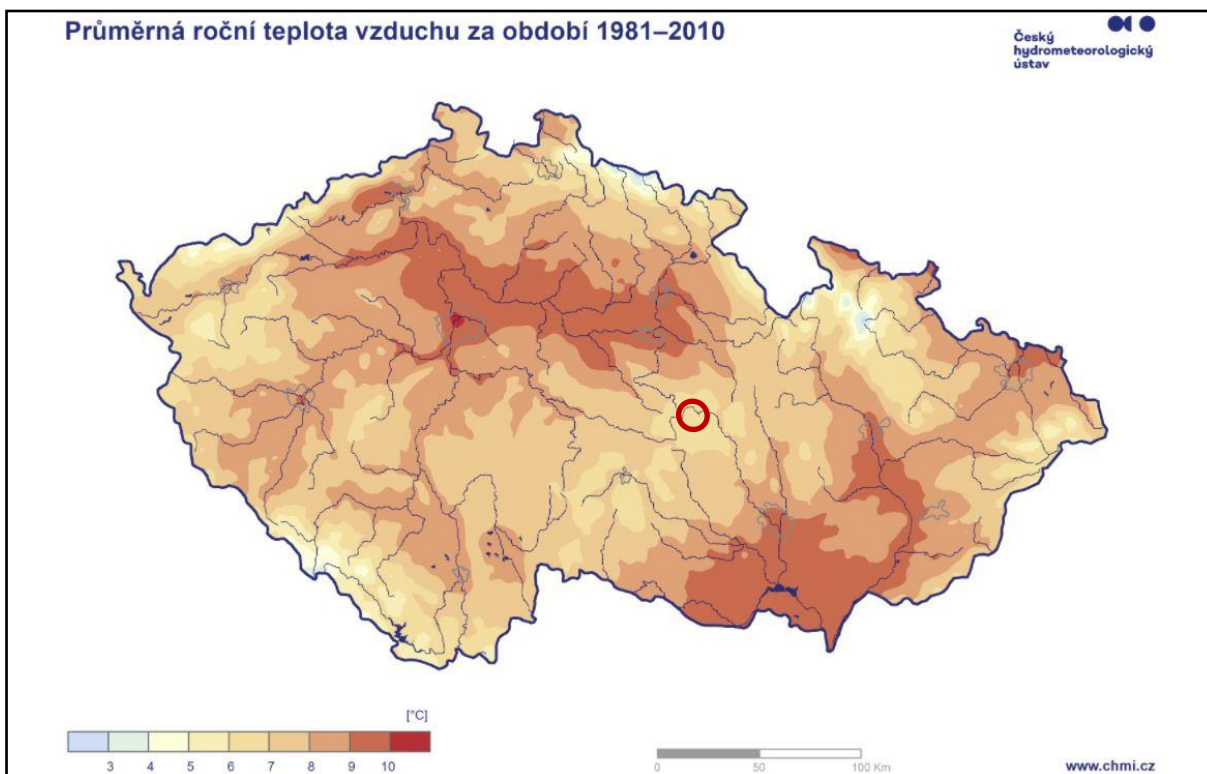


Obr. 9. Klimatické regiony (50% průhlednost). [20]

Na základě zatřídění dle charakteristiky klimatických oblastí ČR podle Quitta (Quitt, 1971), se jedná o oblast s označením „CH 7“. Pro oblast CH 7 je typické mírně chladné jaro, následně kratší, mírně chladnější a vlhčí léto, včetně mírného podzimu a s delší mírnou zimou. [20]



Obr. 11. Průměrný roční úhrn srážek za období 1981-2010. [21]



Obr. 12. Průměrná roční teplota vzduchu za období 1981-2010. [21]

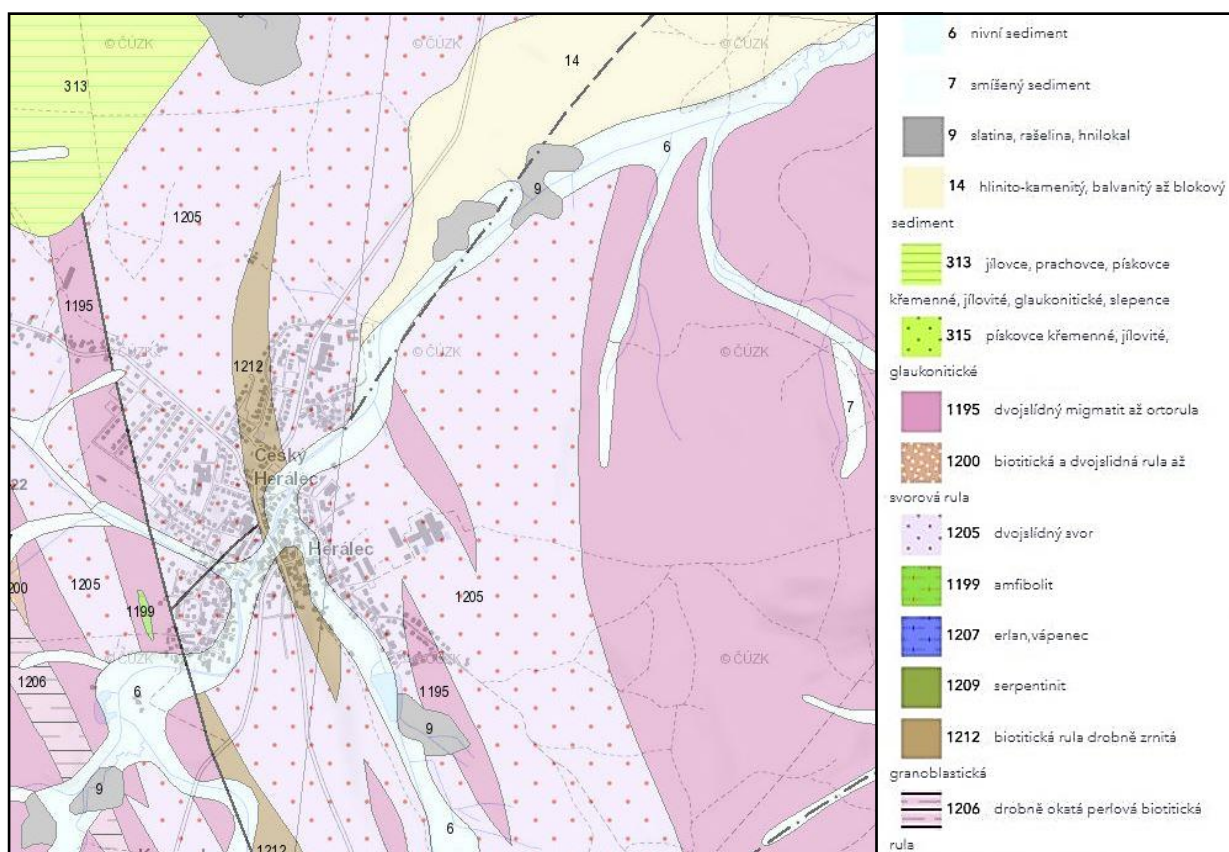
4.3 GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území lze z hlediska Geomorfologického členění zatřídit:

- Systém: Hercynský
- Subsystem: Hercynské pohoří
- Provincie: Česká vysočina
- Subprovincie (soustavy): Česko-moravská soustava
- Podsoustava: Českomoravská vrchovina
- Celek: Železné hory
- Podcelek: Sečská vrchovina
- Okrsek: Kameničská vrchovina
- **Soustava:** **IIC-3B-1** [25]

4.4 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Jádro Kameničské vrchoviny je tvořeno vyvěřelinami nasavrckého masívu. Na severu jsou obklopené usazeninami staršího paleozoika a na jihu horninami paleozoika až proterozoika. V oblasti města Svatky a obce Herálec se vyskytují zbytky křídových usazenin a kotlinová sníženina. Hlavní horninové zastoupení v zájmovém území je především: dvojslídy svor, biotitická rula, dvojslídy migmatit až ortorula. [1] [24] [26]



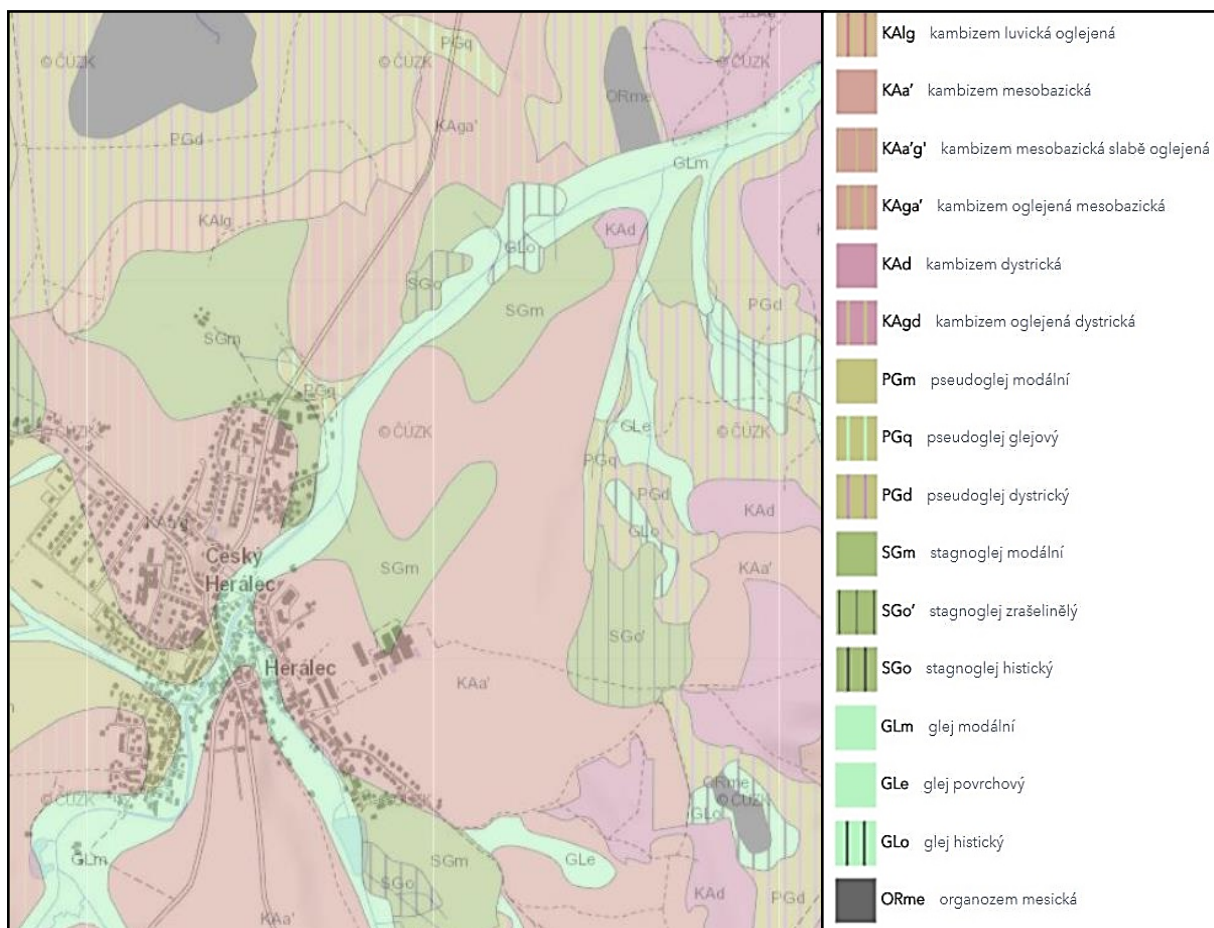
Obr. 13. Geologická mapa zájmového území 1:50 000 včetně legendy. [24]

4.5 PEDOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území obsahuje poměrně bohatou strukturu půdních typů. V oblasti koryta toku Svatky jsou zastoupeny glejemi modálními ze středně těžkých substrátů. Gleje nostické s rašelinným horizontem se nachází po proudu před začátkem zalesněné oblasti mezi Herálcem a Svatkou.

Rozsáhle zastoupené jsou v oblasti obce Herálec kambizemě. Konkrétně v oblasti intravilánu se po obou březích nachází kambizemě mesobazická. Stejně jak má své zastoupení i v extravilánu, kde je doplněna o výskyt kambizemě dystrické.

V menší míře je v rámci zájmové lokality zastoupení organozemí mesická. Další zastoupení je tvořeno: pseudoglejí modální, pseudoglejí glejovou, pseudoglejí bystrickou, stagnoglejí modální a stagnoglejí nostickou. [1] [27]

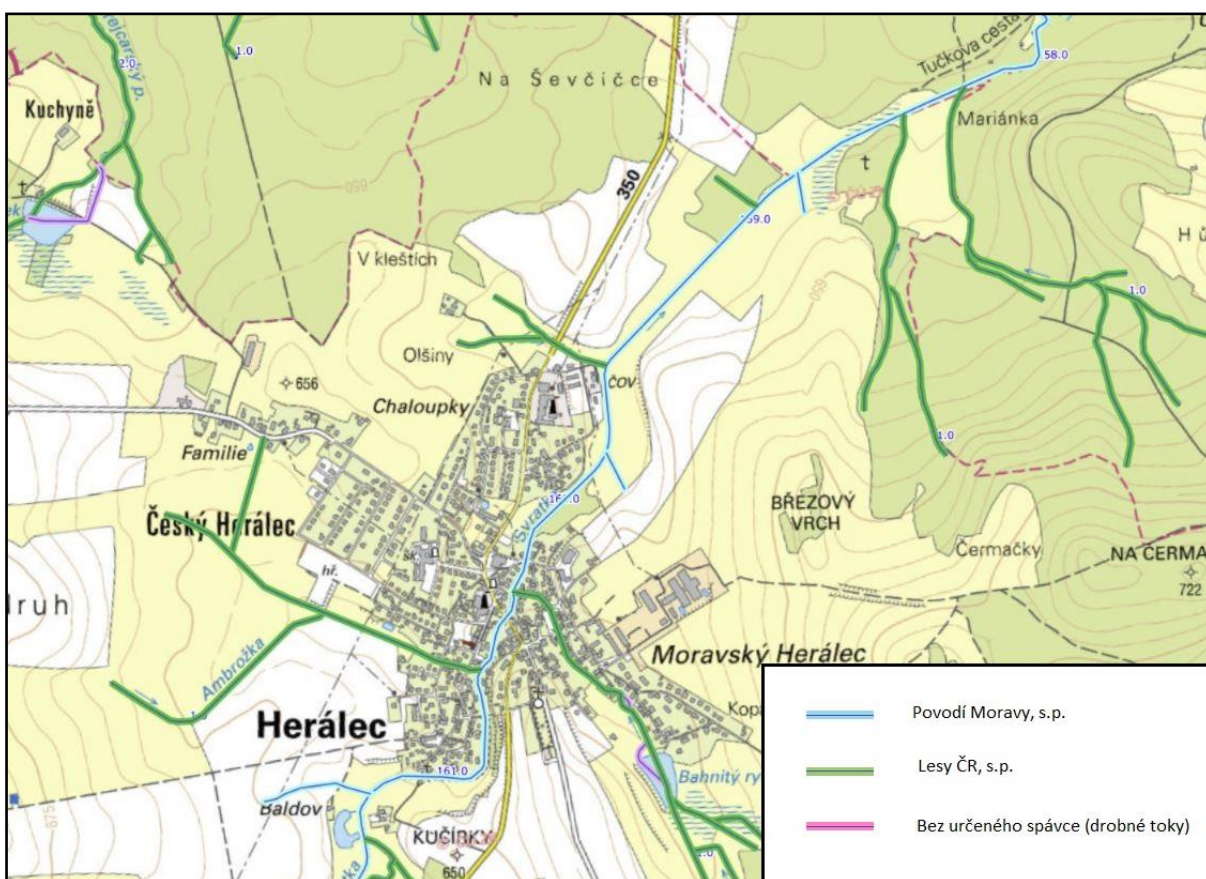


Obr. 14. Pedologická mapa zájmového území 1: 50 000 včetně legendy. [27]

4.6 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Svratka je levostranný přítok Dyje, do které se vlévá ve vodní Nádrži Nové Mlýny na jejím 53,19 ř. km v nadmořské výšce 163 m n. m. Celkovou plochu povodí tvoří 7115,60 km², z toho 5394,00 ha zabírají vodní plochy. [18] [20] [22]

V zájmovém území se do řeky Svratky vlévá levostranný přítok Ambrožka, který se nachází na ř. km 166,0240 a pravostranný přítok Brušoveckého potoka na ř. km 165,7742. Na toku se dále nachází další nepojmenované přítoky, které jsou sezónní, a voda jimi do zájmového území řeky Svratky přitéká zřídka. Správcem hlavního toku řeky Svratky je státní podnik Povodí Moravy. Správcem dílčích přítoků v zájmovém území je především státní podnik Lesy ČR. Ve vzdáleném okolí jsou evidovány i toky bez určeného správce, jedná se o především o drobné toky, viz obrázek 15.



Obr. 15. Správci vodních toků v zájmové oblasti. [29]

Pro posouzení stávajícího stavu a následný návrh přírodně blízkých protipovodňových opatření jsou uvažovány průtoky převzaté ze Studie proveditelnosti – PBPO Herálec – část A – Průvodní a technická zpráva – kapitola 2.4.2 Hydrologická data a údaje. Z této studie je uveden zdroj: ČHMÚ č.j. P14007078/581. [1]

Pro následnou práci s průtoky je uvažována řada N-letých a m-denních průtoků, u kterých jsou již zakomponovány levobřežní a pravobřežní přítoky v zájmovém území.

Data N-letých průtoků jsou odvozena za období 1931-2013 a řada m-denních průtoků za období 1981-2010. Dlouhodobý průměrný průtok $Q_a = 277 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. [1]

Tab. 1. N-leté průtoky Svratky v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ [1]

N-leté průtoky Svratky [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]							
1	2	5	10	20	50	100	TŘÍDA
5,3	7,6	12,2	16,9	22,8	32,7	42	III.

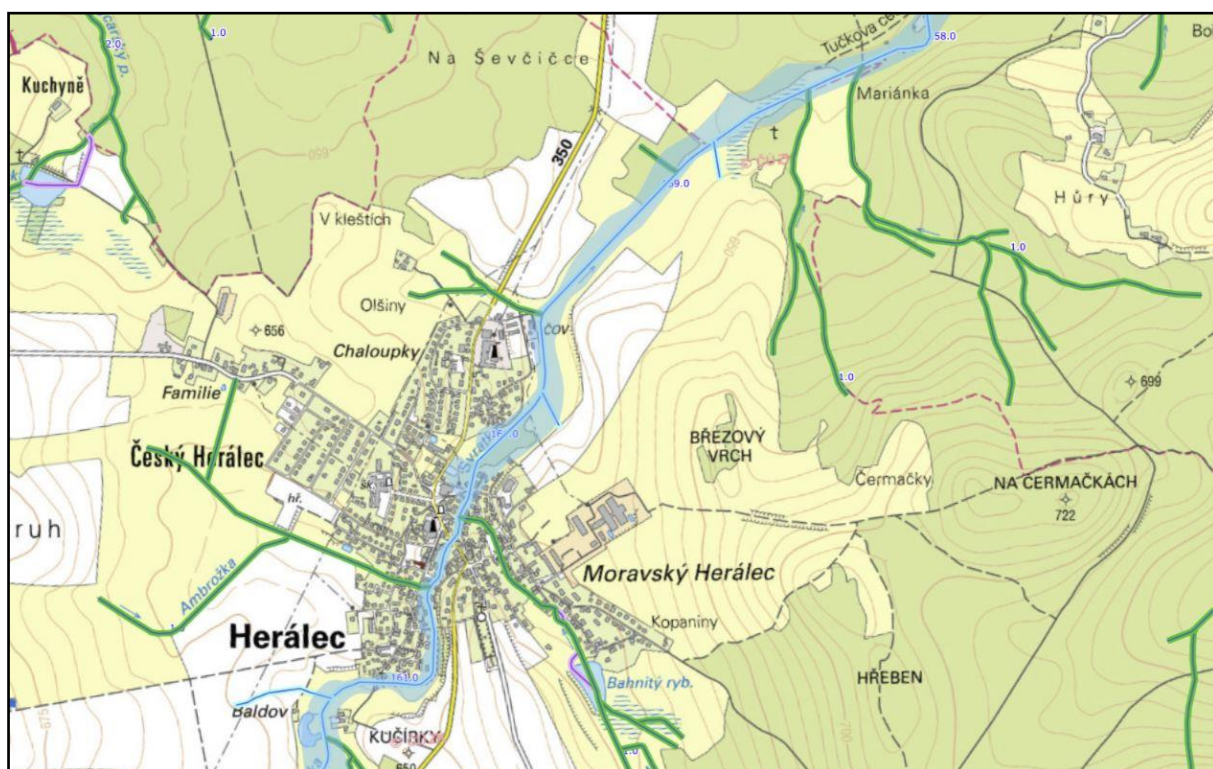
N-leté průtoky mají v případě diplomové práce opodstatnění především při posouzení a návrhu následných protipovodňových opatření v intravilánu obce.

Tab. 2. m-denní průtoky Svratky v $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$ [1]

m-denní průtoky Svratky [$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$]													
30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	355	364	TŘÍDA
649	431	328	260	217	183	156	132	112	94	72	49	31	III.

M-denní průtoky mají v rámci diplomové práce opodstatnění především při návrhu revitalizace.

Třída u řad m-denních a N-letých průtoků značí přesnost údajů, z výše zmíněné přesnosti třídy III., viz tabulka 1. a 2., lze na základě normy ČSN 75 1400, určit jejich směrodatnou chybu [%]. Pro N-leté průtoky Q_1 až Q_{10} ve III. třídě se uvažuje směrodatná chyba 30 %. Pro N-leté průtoky Q_{20} až Q_{100} se uvažuje směrodatná chyba 40 %. [28]



Obr. 16. Voda při průtoku Q_{20} . [29]

4.7 ÚDAJE O LESNICTVÍ

Zájmová oblast se nachází téměř ve středu CHKO Žďárské Vrchy. Pro tuto chráněnou krajinnou oblast jsou typickým znakem morfologická rozmanitost reliéfu doprovázena vysokou mírou zalesnění. Podíl lesních ploch území zájmové oblasti je 1587 ha. Zájmová oblast v okolí Herálce se nachází přibližně mezi 630 a 670 m n. m. S nadmořskou výškou souvisí členění potenciální přirozené vegetace, do které spadají:

- 24 – Bikové bučiny (*Luzulo-Fagetum*),
- 25 – Smrkové bučiny (*Calamagrostio Villosae-Fagetum*),
- 44 – Podmáčené rohozcové smrčiny s rašelinosmrčinou (*Mastigobryo-Pececetum*, *Sphangno-Piceetum*). [1] [30]

V oblasti extravilánu, na začátku řešeného území situované u ř. km 163,9809 dochází vlivem sukcese k postupnému zarůstání dřevinami v zastoupení javořin, olšin dubohabřin. Na levém břehu blíže k Herálci je lesní porost tvořen jehličnatou monokulturou smrku ztepilého. [1]

V nezastavěné oblasti Herálce mezi ř. km 164,4908 až ř. km 165,000, kde se nachází čistírna odpadních vod (ČOV) pro obec Herálec, tok protéká nezalesněnou lučními porosty bez účasti doprovodného i břehového porostu. Pro tento úsek jsou akorát typické osamocené keřové a stromové porosty, také zvané jako solitéry.

Úsek toku protékající levobřežní zástavbou od ř. km 165,000 v blízkosti areálu ČOV až po ř. km 165,5982, kde začíná i zástavba pravého břehu, se nachází náletové dřeviny, ve kterých lze najít zastoupení habrů, jasanů, javorů a vrb.

Intravilán s oboustrannou zástavbou situovaný mezi ř. km 165,5982 a ř. km 166,1723 je typický s plně zastavěnou nivou. Jednotlivé porosty keřové a stromové vegetace jsou uvažovány pouze v rámci přilehlých zahrad patřící soukromým vlastníkům.

Na posledním řešeném úseku mezi ř. km 166,1723 a ř. km 166,5189 se nachází stromový doprovod obsahující jehličnaté i listnaté dřeviny. Doprovodnou dřevinou podél levého i pravého břehu je bříza bělokorá. Po pravém břehu se střídá lesní komplex s lučními porosty. Blíže k centru Herálce pak tok protéká lesní monokulturou smrku ztepilého.

4.8 ÚDAJE O ZEMĚDĚLSTVÍ

Zájmová oblast se nachází v méně příznivé oblasti, také značenou jako „Less Favoured Areas“ (LFA). Podporou obhospodařování méně příznivých oblastí je snaha snížit orbu zemědělské půdy. Z hlediska zemědělství by se zájmová lokalita dala začlenit

do výrobní pícninářské oblasti. V dřívějších dobách se na zemědělských plochách dařilo pěstování lnu, který se v obci Herálci i následně zpracovával. [1] [31]

Z celkových zemědělských ploch, které se nachází na katastrálních územích spadajících pod obec Herálec, zabírá orná půda 344 ha, trvalý travní porost 303 ha a zahrady 16 ha. V zájmové oblasti se nenachází žádné zemědělské plochy, které by se využívaly jako vinice a chmelnice. [1] [30]

4.9 ÚDAJE O PRŮMYSLU

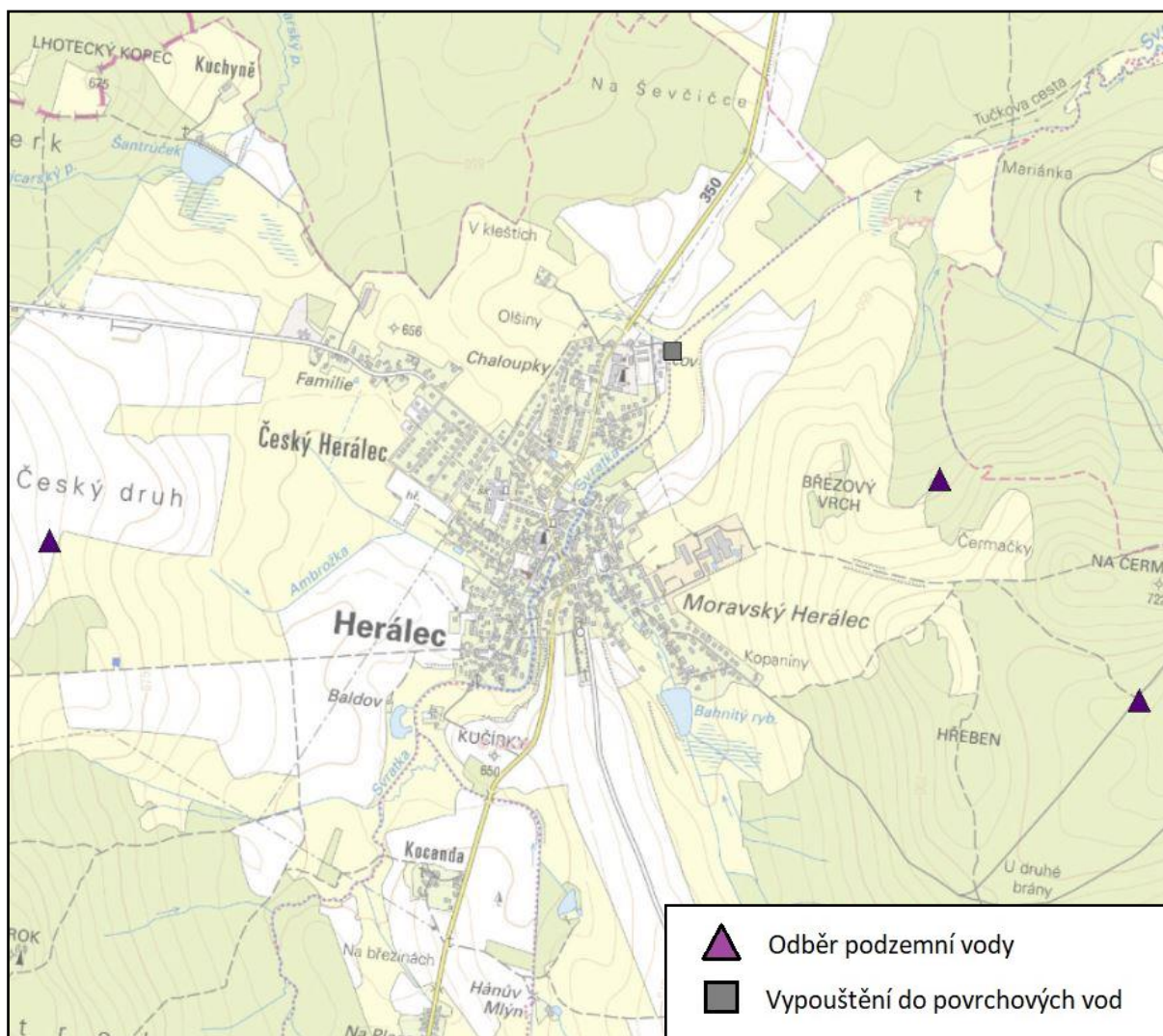
Nejstaršími zmínkami týkající se odvětví průmyslu, jsou sklářské hutě v obci a jejího blízkého okolí. První zmínka o sklářských dílech je datovaná k roku 1604. V 18. a 19. století byla obec Herálec dodavatelem železné rudy pro kadovské a novoměstské železářny. Informace o těžbě železné rudy v okolí Herálce pocházejí z roku 1759 a 1838. Pro obec Herálec byla charakteristická těžba a práce se dřevem, která je také nakonec zobrazena v obecním znaku. [31]

Firmy působící v obci:

- Agrovysočina, a.s. – Agrovysočina, a.s. spadá pod společnost AGRO – Měřín, a.s., akciová společnost se zabývá se zemědělským a následně i potravinářským průmyslem v České republice,
- ANITA Moravia s.r.o. – společnost s ručením omezeným zabývající se dámským oděvnictvím,
- Domestav s.r.o. – společnost zabývající se výrobou a prodejem dřevěných nábytků, plošných materiálů, kování včetně prodeje mobilních domů,
- Dřevostavby Bartoš s.r.o. – stavba rodinných domů ze dřeva, zateplování budov, zednické práce,
- Elektromontáže Miroslav Bodlák – elektroinstalace silnoproud, slaboproud, montáž kamerových systémů, zajištění elektrorevizí,
- PK Izolace s.r.o. – výrobce izolačního materiálu pro obor stavebnictví, především výroba folií proti vodě a radonu,
- Stavební firma Stodola Jiří – rekonstrukce objektů, provádění koupelen, pokládka obkladů, zateplovací systémy, tesařské a pokrývačské práce, provádění bazénu,
- Zdeněk Gregor – provádění veškerých stavební prací včetně výkopových a zemních prací,
- Pavel Troníček – montáže, opravy a revize plynu, vody a topení,
- Ing. Jiří Svoboda – projekce a inženýrský činnost rodinných domů,
- Montáže Vais – montáže obkladů, sádkokartonů, minerálních materiálů a podlahy,
- Radim Zástěra – výroba ocelových konstrukcí a těles. [31] [32]

4.10 NAKLÁDÁNÍ S VODAMI

V zájmovém území a v jeho blízkosti mezi ř. km 163,9809 a 166,5189 se nachází níže zobrazená odběrná a vypouštěcí místa:



Obr. 17. Odběry a vypouštění vod v okolí zájmové oblasti s legendou. [19]

4.10.1 ODBĚRY VOD

Vodovodní sdr. Herálec-Chaloupky – studny

- Typ objektu: místo odběru podzemní vody
- Způsob odběru vody: studna 2 ks
- ID odběru podzemní vody: 511036
- Doplnující název objektu: o19
- Druh užívání vody: komunální
- Zdroj dat: Vodohospodářská bilance – Povodí Moravy, s.p. [19]

ÚSPZ - Herálec

- Typ objektu: místo odběru podzemní vody
- Způsob odběru vody: studna 1 ks, vrt 1 ks
- ID odběru podzemní vody: 510883
- Doplnující název objektu: O19
- Druh užívání vody: zemědělství
- Zdroj dat: Vodohospodářská bilance – Povodí Moravy, s.p. [19]

Obec Herálec

- Typ objektu: místo odběru podzemní vody
- Způsob odběru vody: studna 2 ks
- ID odběru podzemní vody: 510840
- Doplnující název objektu: o19
- Druh užívání vody: komunální
- Zdroj dat: Vodohospodářská bilance – Povodí Moravy, s.p. [19]

Při dokumentaci a monitoringu zájmového území osobní pochůzkou jsem na toku nespatriil žádné zřejmé nepovolené odběry vody.

4.10.2 VYPOUŠTĚNÍ VOD

Obec Herálec ČOV

- Typ objektu: místo vypouštění do povrchové vody
- Umístění vůči břehu: levý
- Staničení v ř. km: 165,0577
- ID místa vypouštění: 517621
- Doplnující název objektu: j19
- Druh užívání vody: komunální
- Zdroj dat: Vodohospodářská bilance – Povodí Moravy, s.p. [19]

Kanalizační výusti dešťových vod v intravilánu:

- ř. km 165,6723 – PB výust kanalizace DN 300,
- ř. km 165,6872 – LB výust kanalizace DN 200 a DN400,
- ř. km 165,8730 – LB výust kanalizace DN 150,
- ř. km 165,9790 – PB výust kanalizace DN 300,
- ř. km 165,9904 – PB výust kanalizace DN 400.

Při dokumentaci a monitoringu zájmového území osobní pochůzkou jsem nespatriil žádné další výusti vod do toku.

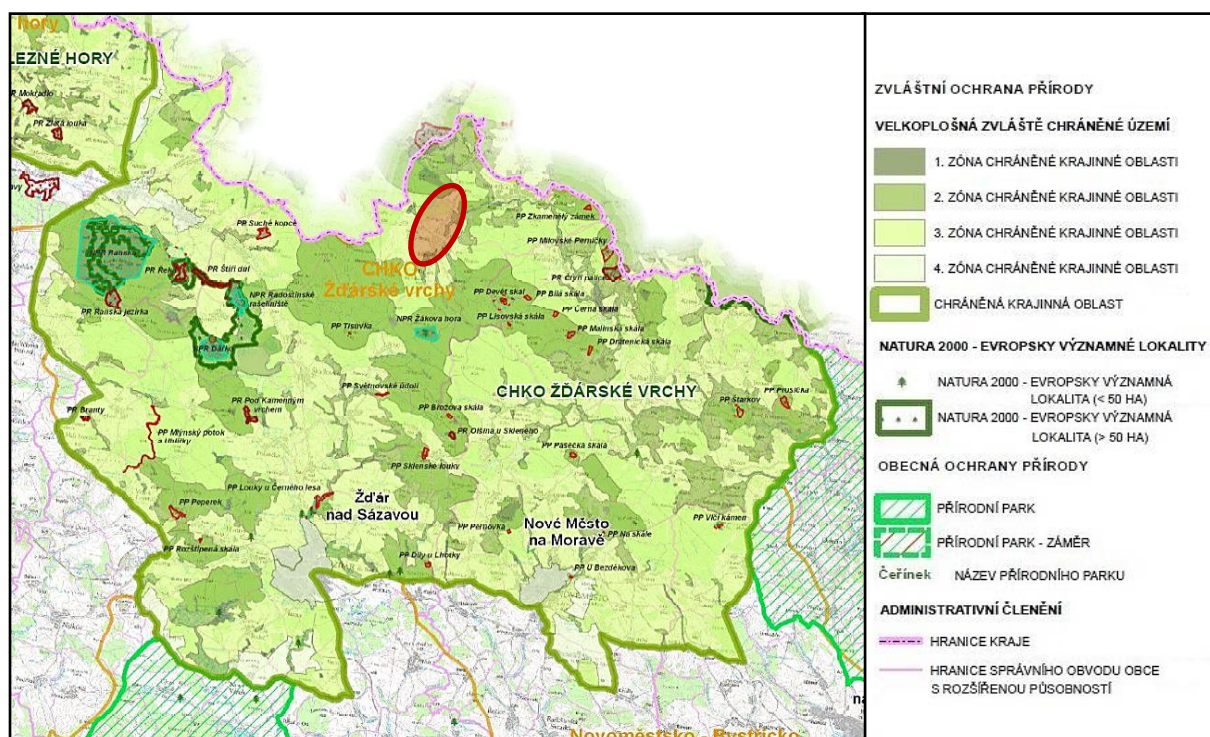
4.11 ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Zájmové území se nachází v Chráněné krajinné oblasti Žďárské Vrchy. Oblast je vyhlášena jako Zvláště chráněné území dle zákona o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb., společně s národními přírodními rezervacemi, přírodními rezervacemi, přírodními památkami a národními přírodními památkami. [22]

Chráněná krajinná oblast Žďárské Vrchy zasahuje kromě dílčího povodí Dyje do dílčích povodí Dolní Vltavy, Horního a středního Labe. [22]

Tab. 3. Dílčí povodí Dyje - Velkoplošná chráněná území [22]

Název	Kraj	Rozloha v dílčím povodí [km ²]	% z plochy dílčího povodí
CHKO Žďárské Vrchy	VYS/PAK	332,84	3,0
CHKO Moravský kras	JMK	91,27	0,8
CHKO Pálava	JMK	85,35	0,8
NP Podyjí	JMK	62,74	0,6



Obr. 18. CHKO Žďárské Vrchy s legendou. [33]

Na základě pochůzky a analýzy dat z nálezové databáze AOPK ČR pro dané území bylo zjištěno, že se v dané lokalitě nachází následující živočichové: čáp bílý (*Ciconia ciconia*), užovka hladká (*Coronella austriaca*), skokan zelený (*Pelophylax*), bramborníček hnědý (*Saxicola rubetra*), ještěrka obecná (*Lacerta agilis*), krahujec obecný (*Accipiter nisus*), sýc rousný (*Aegolius funereus*), [1]

4.12 RYBÁŘSKÝ REVÍR

V zájmové oblasti se nachází rybářský pstruhový revír. Začátek revíru je situován k silničnímu mostu Krásné-Borová u Kučerova mlýna (49°41'28.59"N, 16°08'23.72"E) a končí v Herálci u silničního mostu Herálec-Žďár nad Sázavou (49°41'22.16"N, 15°59'32.92"E). [34]

- **Rybářský revír:** Svatka 14
- Evidenční číslo revíru: 463 071
- Délka toku: 26,0 km
- Rozloha revíru: 9,5 ha
- Typ revíru: pstruhový revír
- Uživatel revíru: Moravský rybářský svaz
- Zastoupení ryb: pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*) 26 cm, pstruh obecný (*Salmo trutta fario*) 25 cm, siven americký (*Salvelinus fontinalis*) 28 cm, štika obecná (*Esox lucius*) 50 cm. [34]

Součástí revíru Svatka 14 je i rybník Svatka, který se nachází ve stejnojmenném městě Svatka (49°42'24.19"N, 16°01'28.66"E). Rozloha této nádrže je 4,0 ha. V rybníku Svatka se mohou nacházet i kapři, amuři, líni a siveni, kteří nejsou pro revír Svatka 14 typickou rybí obsádkou. [34]









Obr. 19. Mapa pstruhového revíru: Svatka 14 s legendou. [34]

4.13 ÚDAJE O POVODNÍCH

K zabezpečení hlásně povodňové služby se zřizují hlásné profily. Jedná se o místa na vodních tocích, která slouží ke sledování průběhu a vývoje povodňových průtoků. Hlásné profily se dělí do tří kategorií:

- KATEGORIE A – Základní hlásné profily,
- KATEGORIE B – Doplnkové hlásné profily,
- KATEGORIE C – Pomocné hlásné profily.

V Herálci, na řece Svatce, se nachází hlásný profil kategorie C. Profily kategorie C mají především lokální význam a mohou je zřídit obce nebo vlastníci ohrožených nemovitostí.

EVIDENČNÍ LIST HLÁSNÉHO PROFILU		KATEGORIE: C
HERÁLEC (SVRATKA)		
Tok:	Svratka	
Stanice:	Herálec (Svratka)	
GPS:	49.68834°N, 15.99174°E	
Obec:	Herálec	
ORP:	Žďár nad Sázavou	
Kraj:	Kraj Vysočina	
Hlásný profil ve správě obce Herálec umístěn na lávce přes Svratku u č. p. 80.		
Číslo hydrologického pořadí: 1-09-01		
Provozovatel stanice: Obec Herálec		
Poznámka:		
Stupně povodňové aktivity (cm)		Četnost hlášení SPA
I.SPA	bdělost  50	I.SPA min. 1 x denně
II.SPA	pohotovost  80	II.SPA min. 4 x denně
III.SPA	ohrožení  90	III.SPA každé 3 hodiny
Vodočetná lat': NE		
Přenos dat: NE		
SMS: NE		
export evidenčního listu: 02.01.2021 16:44		Veškerá uváděná data jsou bez právní záruky.  

Obr. 20. Evidenční list hlásného profilu – Herálec (Svratka). [35]

Obec Herálec se nejčastěji potýká se zvýšenými průtoky především při intenzivních a vydatných deštích. Takové deště obec Herálec zasahují již dlouhodobě a s určitou periodicitou od jarních měsíců přes letní až podzimní. Obec Herálec se v posledních letech i několikrát za rok potýká s II. Stupněm povodňové aktivity. Mapa s rozlivem vody o průtoku Q_{20} , viz obrázek 16. v kapitole 4.6.



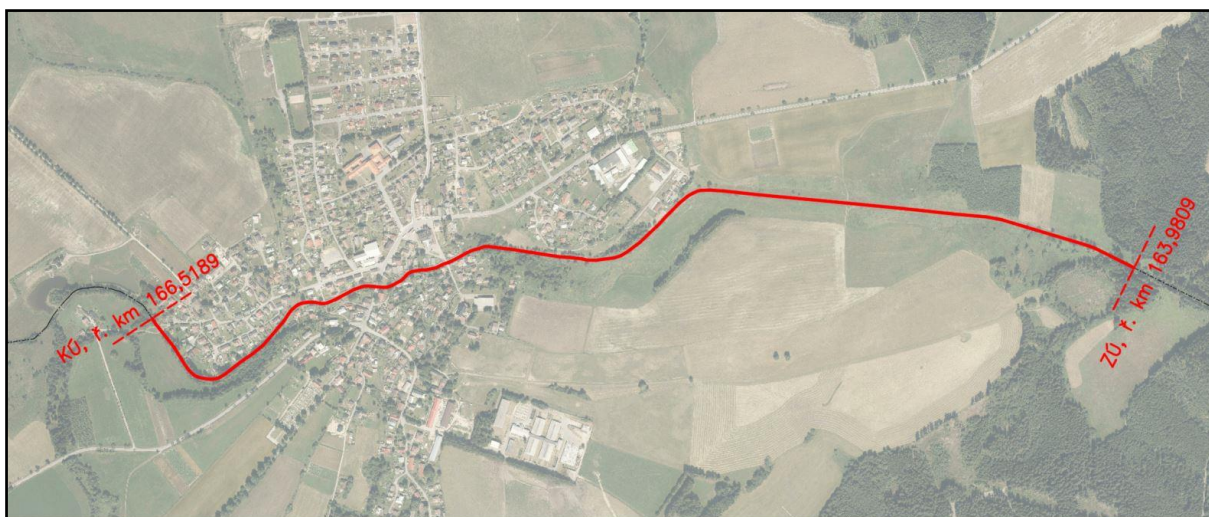
Obr. 21. Herálec – intravilán, pohled z lávky pro pěší, pohled po proudu, ř. km 165,9813. [foto: Ing. H. Uhmánová, CSc., 8/2016]



Obr. 22. Herálec – intravilán, pohled z lávky pro pěší, pohled po proudu, ř. km 165,9813. [foto: HZS Kraje Vysočina, 10/2020]

5 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

Zájmové území na řece Svratce v rámci diplomové práce je vymezeno mezi PF 15 – PF 59; (ř. km 163,9809 – ř. km 166,5189). Tok protéká intravilánem i extravilánem obce Herálec. Celková délka řešené trasy je 2,538 km, hodnota je odvozena ze staničení říčních kilometrů.



Obr. 23. Vymezení zájmového území, ř. km 163,9809 až ř. km 166,5189.

Na základě osobní pochůzky a monitoringu zájmového území řešeného toku jsem se rozhodl rozdělit oblast na dílčí úseky. Lokalitu jsem rozdělil na úseky s typovou podobností jednotlivých charakteristik, které se týkají toku a jeho blízkého okolí. Důvodem rozčlenění na dílčí úseky, bylo docílit:

- ucelenějšího popisu lokality,
- přesnějšího vyhodnocení hydroekologického monitoringu (HEM),
- navržení vhodných ideových opatření pro konkrétní oblasti v zájmovém území v souladu s dílčími plány povodí Dyje,
- stanovení kapacitních průtoků pro jednotlivé oblasti.

V rámci členění zájmového území na jednotlivé řešené úseky, bylo hleděno především na typovou podobnost níže zmíněných faktorů v zájmovém území:

- charakter koryta (přírodní / přírodě blízký / technický),
- tokem protékaná oblast (zastavěná oblast / nezastavěná oblast / jednostranná zastavěná oblast),
- trasa toku,
- přítomnost břehových a doprovodných porostů.

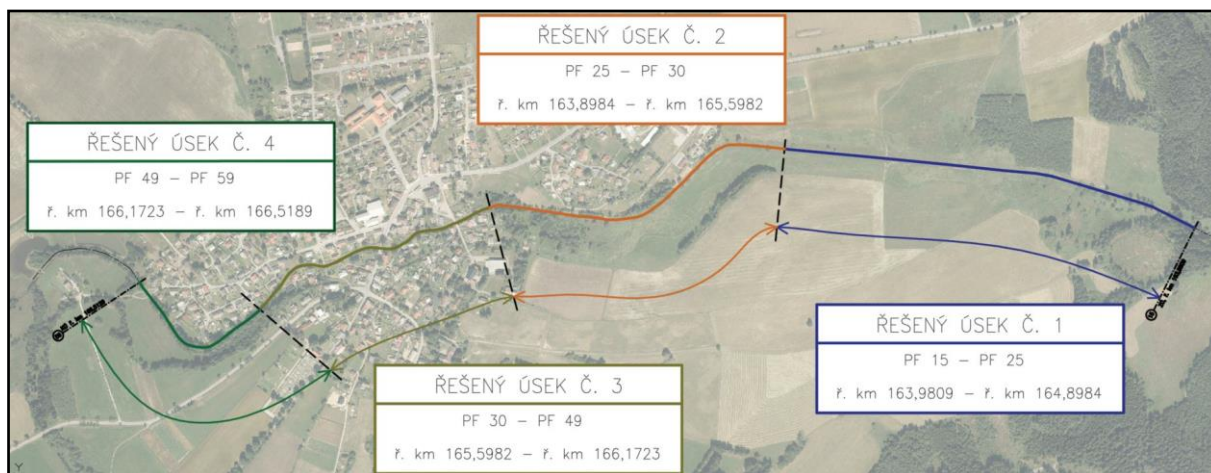
Zájmové území bylo na základě posouzení podobnosti jednotlivých faktorů rozděleno celkem na čtyři dílčí řešené úseky:

Řešený úsek č. 1; ř. km 163,9809 – ř. km 164,8984; (PF 15 – PF 25),

Řešený úsek č. 2; ř. km 164,8984 – ř. km 165,5982; (PF 25 – PF 30),

Řešený úsek č. 3; ř. km 165,5982 – ř. km 166,1723; (PF 30 – PF 49),

Řešený úsek č. 4; ř. km 166,1723 – ř. km 166,5189; (PF 49 – PF 59),



Obr. 24. Zájmová oblast rozdělena na čtyři dílčí řešené úseky.

5.1 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 1

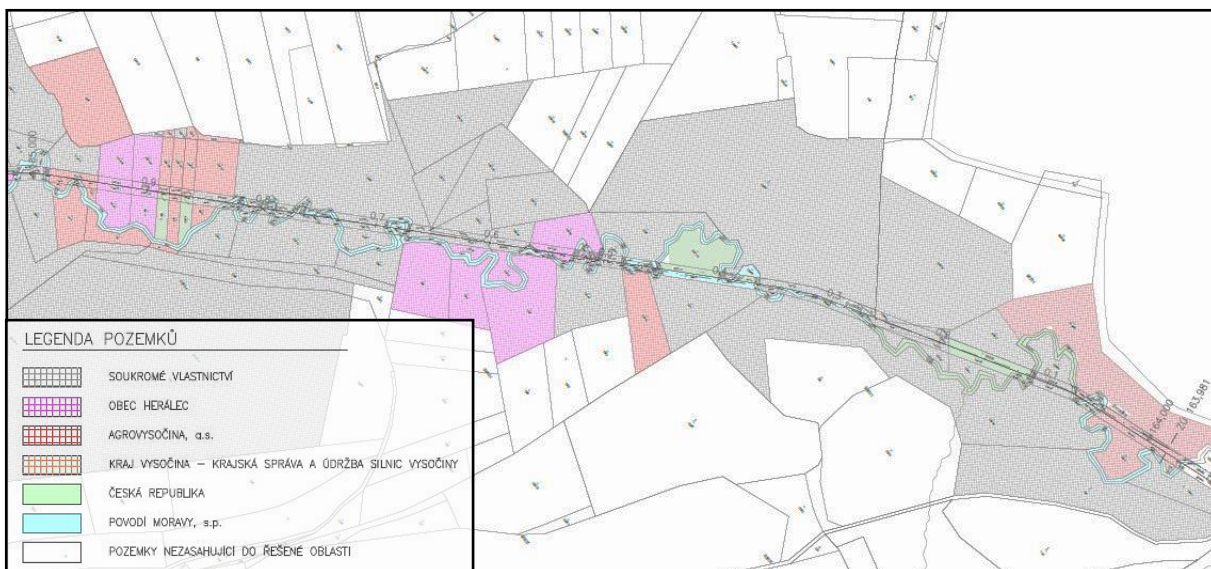
- PF 15 – PF 25
- ř. km 163,8909 – ř. km 164,8984
- délka úseku: 918 m

5.1.1 POPIS DÍLČÍHO ÚSEKU

Řešený úsek č. 1 prochází extravilánem pod Herálcem. Začíná v zalesněné oblasti, následně pokračuje přes zemědělskou půdu a končí před objektem ČOV Herálec. Aktivně zemědělsky využívaných pozemků je v daném úseku minimum, zpravidla se jedná o oblasti s trvalým travním porostem (TTP), které jsou v rámci majetkoprávních vztahů z velké části ve vlastnictví soukromých osob. Koryto toku z hlediska doprovodné a břehové dřevinné vegetace je doplněno zcela minimálně, v blízkosti toku se nachází převážně náletové keřové a stromové solitéry.

Při průzkumu osobní pochůzkou a porovnávání úseku s historickými mapovými podklady lze usoudit, že koryto toku bylo v dřívějších dobách napřímeno a původní trasa toku s meandrovitým charakterem byla zasypana. Tento zásah je také patrný při pohledu do map katastru nemovitostí, kde jsou vymezeny pozemky Povodí Moravy, s.p., ve kterých

byla vedena původní trasa toku. Po napřímení je tok veden přes pozemky soukromých vlastníků, které doposud nebyly z majetkoprávního vztahu vypořádané, viz obrázek 25., také v příloze B.3 a B.4.



Obr. 25. Pozemky v blízkosti toku řešeného úseku č. 1, ilustrace z přílohy B.3.

5.1.2 CHARAKTERISTIKA KORYTA

- Tvar koryta: přibližný obdélník
- šířka hladiny: 2,0 – 5,0 m
- hloubka: 0,5 – 0,9 m
- podélný sklon: 3,6 ‰
- drsnost dna: 0,030 – 0,030
- drsnost břehů: 0,040 – 0,050

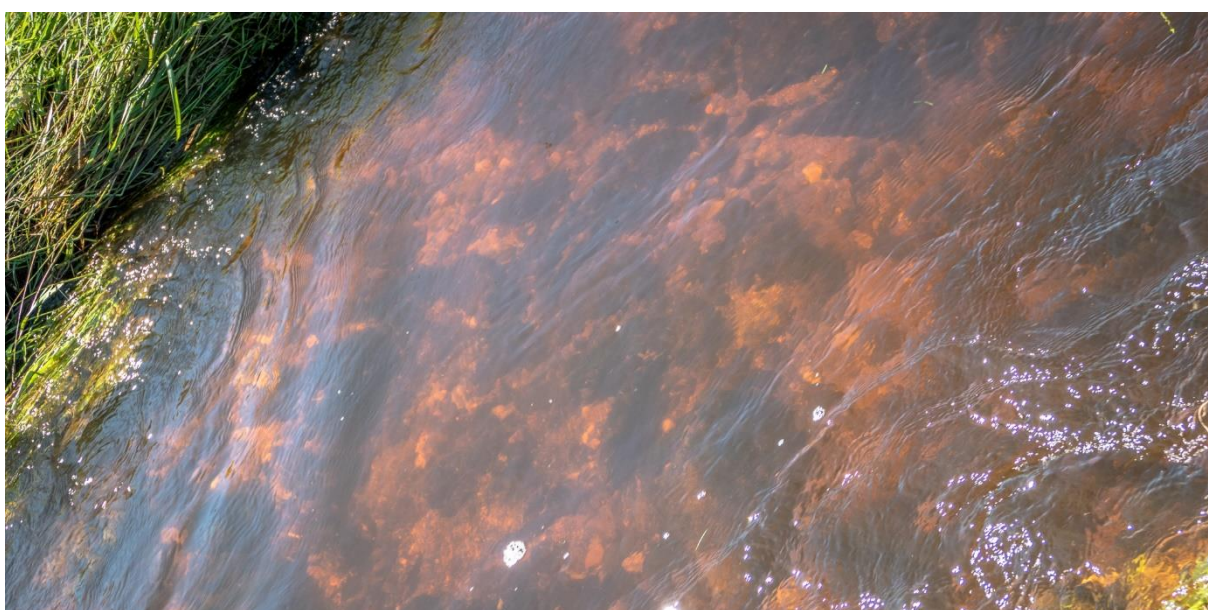


Obr. 26. Pohled z LB, po p., přibližný ř. km 164,400 [6/2020].

V rámci napřímení toku bylo vybudováno koryto, jehož tvar se podobal obdélníku. Tvar koryta byl navržený s neproměnlivými hloubkami, šířkami ani tvarem. Koryto bylo vymodelováno tak, aby v případě vyšších průtoků došlo k rozlivu do okolní nivy, která má charakter zemědělské půdy s většinovým podílem TTP. Do koryta byly uloženy dnové prahy za účelem stabilizace dna a zachycení dnových splavenin. Dno je rovné a je tvořeno převážně šterky a kameny do průměru 250 mm. Z hlediska opevnění břehů nebyla provedena žádná speciální stabilizace, tímto krokem i v případě technického zásahu, který cílil na rychlý odtok vody, byla toku umožněna možnost samovolné renaturace. Vývoj je patrný například z břehových nátrží, které se za určitou dobu začaly na toku vytvářet. Dnové prahy v korytě jsou v současné době zcela zanesené dnovými splaveninami.



Obr. 27. Pohled z LB, proti p., napřímená trasa, přibližný ř. km 164,400 [6/2020].



Obr. 28. Pohled z koryta na dno, přibližný ř. km 163,550 [6/2020].



Obr. 29. Pohled z LB, proti p., tok a niva bez doprovodné vegetace, přibližný ř. km 164,500 [6/2020].



Obr. 30. Pohled z PB, po p., TTP kde byla trasa původního meandrujícího koryta, přibližný ř. km 164,850 [6/2020].

5.1.3 VEGETAČNÍ DOPROVOD

Jak již bylo zmíněno, v blízkosti toku se nachází převážně zemědělské plochy s TTP, zastoupení dřevinných doprovodných porostů je pouze na začátku úseku, kde tok protéká zalesněnou oblastí monokulturou smrku ztepilého (*Picea abies*) a na konci řešeného úseku před objektem ČOV Herálec, kde se nachází náletové dřeviny v podobě solitérů stromů a keřů.

Břehový porost v řešeném území zajišťují především vodní traviny, například puškvorec obecný (*Acorus calamus*) a rákos obecný (*Phragmites communis*). Další zastoupení tvoří traviny luční, kterými jsou psárka luční (*Alopecurus pratensis*), lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratensis*) a další. Zastoupení dřevinami v rámci břehových a doprovodných porostů v blízkosti toku bylo po napřímení chudé a v současné době, až s výjimkou začátku řešeného úseku č. 1, téměř žádné.



Obr. 31. Pohled z PB, po toku, známky chudého vegetačního doprovodu s příčnými dnovými prahy, přibližný ř. km 164,700. [foto: Ing. H. Uhmánová, CSc., 2010]

V rámci invazních druhů se v daném úseku vyskytuje bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), lupina mnoholistá (*Lupinus polyphylus*).



Obr. 32. Pohled z LB, proti p., na PB náletové dřeviny a na LB les tvořený monokulturou smrku ztepilého, přibližný ř. km 164,300 [6/2020].

5.1.4 OBJEKTY NA TOKU

Na řešeném úseku č. 1 se nachází pozůstatky dnových prahů, v přílohách jsou zmíněné objekty nazývány jako stabilizační prahy a brod:

- ř. km 164,3889 – stabilizační práh,
- ř. km 164,5570 – stabilizační práh,
- ř. km 164,6737 – brod,
- ř. km 167,7709 – stabilizační práh.



Obr. 33. Pohled z LB, proti p., brod, ř. km 164,6737 [6/2020].

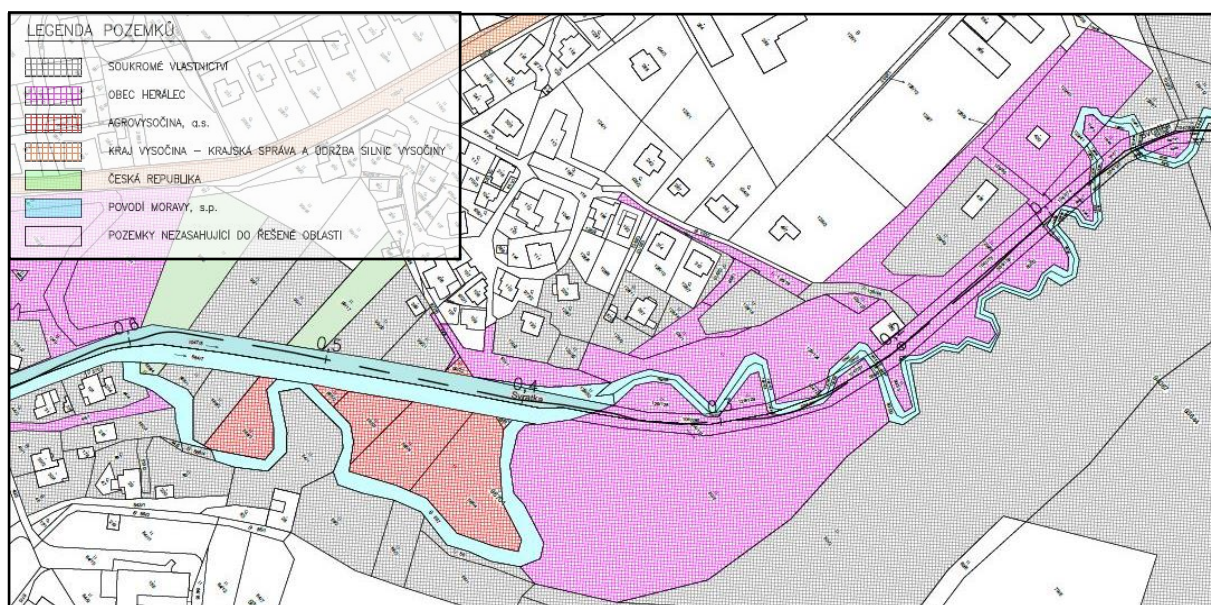
5.2 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 2

- PF 25 – PF 30
- ř. km 164,8984 – ř. km 165,5982
- délka úseku: 700 m

5.2.1 POPIS DÍLČÍHO ÚSEKU

Řešený úsek č. 2 plynule navazuje na řešený úsek č. 1. Úsek prochází oblastí s jednostrannou, konkrétně levobřežní zástavbou, kde se nachází areál ČOV Herálec a směrem proti proudu i zástavba rodinných domů. Pravý břeh je téměř totožný jako v řešeném úseku č. 1. Jedná se zemědělskou půdu s TTP. Hlavním rozdílem je menší absence doprovodné vegetace oproti předchozímu úseku. Začátek úseku je z PB i LB bohatší na doprovodnou vegetaci tvořenou stromy a keři. Směrem proti proudu břehová i doprovodná vegetace houstne. Řešený úsek končí v místě, kde začíná úsek intravilánu s betonovými nábřežními zdmi. Dochází zde, při zvýšených průtocích, k ohrožení především levobřežní zástavby rodinných domů. ČOV Herálec je již na vyvýšeném místě a povodňové průtoky ji přímo neohrožují. Výust z ČOV se nachází na ř. km 165,0577.

I v tomto úseku bylo původní meandrující koryto napřímáno za stejným účelem rychlého odtoku vody, jako v řešeném úseku č.1. Provedený zásah je také patrný při pohledu do map katastru nemovitostí, kde jsou vymezeny pozemky Povodí Moravy, s.p., ve kterých byla vedena původní meandrující trasa toku. Po napřímání je tok veden, oproti řešenému úseku č. 1, především po pozemcích patřící obci a Povodí Moravy, s.p., viz obrázek 34., více v příloze B.3 a B.4.



Obr. 34. Pozemky v blízkosti toku řešeného úseku č. 2, ilustrace z přílohy B.3.

5.2.2 CHARAKTERISTIKA KORYTA

- Tvar koryta: přibližný složený lichoběžník
- šířka hladiny: 2,0 – 5,0 m
- hloubka: 0,6 – 1,1 m
- podélný sklon: 3,6 ‰
- drsnost dna: 0,030 – 0,035
- drsnost břehů: 0,040 – 0,080



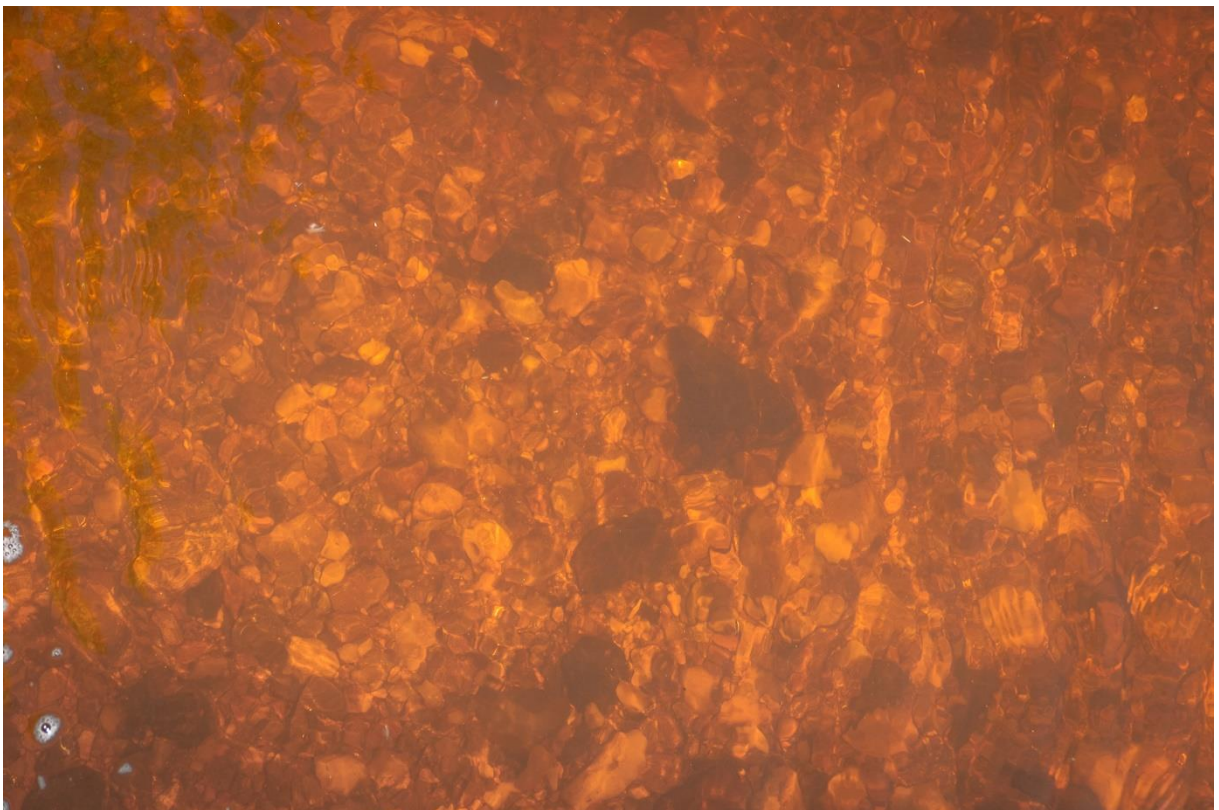
Obr. 35. Pohled z PB, proti p., tvar připomínající složený lichoběžník, přibližný ř. km 165,200 [6/2020].

V rámci napřímení toku bylo vybudováno koryto, jehož tvar připomíná složený lichoběžníkový profil s kynetou navrženou na m-denní vody a pro vyšší průtoky rozšířené o levostrannou a pravostrannou bermu. V případě zvýšených průtoků se voda z koryta rozlévá do obou stran. Na levé straně je zástavba rodinných domů s objektem ČOV Herálec a na pravé straně zemědělské plochy s TTP. Do koryta byly uloženy dnové prahy za účelem stabilizace dna a zachycení dnových splavenin. V průběhu času docházelo k zanášení dnových prahů. Dno je tvořeno především kameny a štěrky s malým zastoupením písků.

Břehy berem jsou stabilizovány travní vegetací. Břehy v kynetě jsou místy opevněné betonovými tvarovkami. Tvarovky sloužily částečně jako rybí úkryty a také jako technická stabilizace břehu.



Obr. 36. Pohled z koryta, po p., napřímený úsek, přibližný ř. km 165,180 [6/2020].



Obr. 37. Pohled z koryta, po p., dno řešeného úseku č. 2, přibližný ř. km 165,180 [6/2020].



Obr. 38. Pohled z PB na technickou stabilizaci paty a svahu betonovými tvarovkami kynetě, taktěž sloužící jako rybí úkryty, přibližný ř. km 165,250 [6/2020].



Obr. 39. Pohled z koryta, po p., přibližný ř. km 165,350 [6/2020].



Obr. 40. Pohled z PB, proti p., pohled na lehlou trávu po zvýšené hladině z důvodu přívalových dešťů z konce června 2020, přibližný ř. km 165,300 [6/2020].



Obr. 41. Pohled z PB na TTP, kde byla původní trasa meandrujícího koryta, přibližný ř. km 165,350 [6/2020].

5.2.3 VEGETAČNÍ DOPROVOD

Břehová a doprovodná vegetace podél břehů toku je v tomto úseku znatelně bohatší vzhledem k množství vzrostlého keřového a stromového porostu, než u předchozího řešeného úseku č. 1., kde dřevinné vegetační zastoupení nebylo téměř žádné.

Doprovodný porost podél toku po obou březích zajišťují stromové pásy s pestrým druhovým zastoupením listnatých stromů, kterými jsou: jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor mléč (*Acer platanoides*), bez černý (*Sambucus nigra*), líska obecná (*Corylus avellana*) a ojediněle i smrk ztepilý (*Picea abies*).

Své zastoupení mají v menší míře i jehličnany, především se jedná o výskyt vzrostlých jedinců smrku ztepilého.



Obr. 42. Pohled z PB, proti p. oboustranný doprovodný porost, přibližný ř. km 165,400 [6/2020].

Břehový porost je tvořen především travinnými porosty v hlavním zastoupení rákosu obecného (*Phragmites communis*) a lučních travin jako je psárka luční (*Alopecurus pratensis*), lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a další.

V blíže ke konci řešeného úseku se přímo v kynetě vyskytuje neustále zaplavená vegetace, která se nazývá lakušník vzplývavý.



Obr. 43. Pohled z LB, po p., bohatý doprovodný i břehový vegetační porost, přibližný ř. km 165,500 [6/2020].



Obr. 44. Pohled z LB, proti p., lakušník vzplývavý (*Ranunculus fluitans*) ve dně kynety, ř. km 165,500 [6/2020].

5.2.4 OBJEKTY NA TOKU

Na řešeném úseku č. 2 se nachází pozůstatek dnového prahu, výust z drenáže a pravobřežní přítok:

- ř. km 164,9745 – dnový práh,
- ř. km 165,0577 – LB výust z ČOV Herálec,
- ř. km 165,2796 – PB výust drenáže,
- ř. km 165,3483 – PB přítok.



Obr. 45. Pohled z LB, proti p., dnový práh, ř. km 165,9745 [6/2020].



Obr. 46. Pohled z LB, PB výust drenáže, ř. km 165,2796 [6/2020].

5.3 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 3

- PF 30 – PF 49
- ř. km 165,5982 – ř. km 166,1723
- délka úseku: 574 m

5.3.1 POPIS DÍLČÍHO ÚSEKU

Řešený úsek č. 3 plynule navazuje na řešený úsek č. 2. Hranicí mezi úseky je přechod do intravilánu obce s oboustrannou zástavbou. Pomezí řešených úseků tvoří začátek betonového opevnění svahů v podobě nábrežních zdí.



Obr. 47. Pohled z LB, proti p., přechod do intravilánu s oboustrannou zástavbou, ř. km 165,5982 [6/2020].

Trasa toku prochází intravilánem s oboustrannou zástavbou, podél toku se nachází především pozemky soukromých osob. Pozemky jsou chráněny technickou protipovodňovou úpravou v podobě rozšířeného dna a výše zmíněných nábrežních zdí. Provedeným protipovodňovým opatřením došlo ke snížení profilových rychlostí v úseku a tím bylo umožněno i lokální akumulování splavenin písčitéch frakcí. Usazenin si lze všimnout především na konvexních obloucích na toku nebo také za obtékanými mostními pilíři kamenného mostu M2 na ř. km 165,8499. Písčité splaveniny jsou při průchodu

větších průtoků transportovány směrem dále po proudu. V korytě tak probíhají korytotvorné procesy, které odpovídají sevřenějším údolím štěrkonosných koryt. [1]



Obr. 48. Pohled z mostu M2, proti p., písčité usazeniny na konvexním břehu, ř. km 164,8499 [6/2020].



Obr. 49. Pohled z PB, po p., oboustranné nábřežní zdi, vyžděné z kamene a betonu, přibližný ř. km 165,900 [6/2020].

5.3.2 CHARAKTERISTIKA KORYTA

- Tvar koryta: přibližný složený lichoběžník
- šířka hladiny: 3,0 – 14,0 m
- hloubka: 0,2 – 0,4 m
- podélný sklon: 3,6 ‰
- drsnost dna: 0,025 – 0,030
- drsnost břehů: 0,020 – 0,030 (zídky)
 0,035 – 0,040 (bermy)



Obr. 50. Pohled z lávky L1, proti p., tvar připomínající složený lichoběžník, ř. km 165,9813 [6/2020].

Tvar koryta v řešeném úseku připomíná složený lichoběžníkový profil s širokou kynetou a zarostlými bermami v blízkosti levé i pravé nábřežní zdi. Dno koryta tvoří především štěrky a písky, které přispívají k vytváření splaveninových ostrůvků. Nánosy následně zarůstají travnatými porosty, čímž dochází k zásadním změnám zejména z hlediska průtočných charakteristik v korytě. Nánosy představují určité riziko spojené s většími průtoky, kde snižují průtočnou plochu koryta. Pro zajištění kapacity a průtočnosti koryta pro velké průtoky se tok s určitou periodicitou udržuje. Údržba koryta je prováděna kosením travin a odstraňováním vytvořených nánosů pomocí těžké techniky.



Obr. 51. Pohled z PB, proti p., vzrostlá vegetace v korytě, přibližný ř. km 165,9790 [foto: Ing. H. Uhmánová, CSc., 6/2018].



Obr. 52. Pohled z PB, proti p., odstraňování nánosů těžkou technikou, přibližný ř. km 165,9790 [foto: Ing. H. Uhmánová, CSc., 7/2019].

Stabilita břehů je tvořena nábřežními zdmi, které definují stálou šířku průtočného profilu a zamezují korytu boční vývoj, kde se podél celého úseku v intravilánu nachází soukromé pozemky s oboustrannou zástavbou rodinných domů. Nábřežní zdi jsou výškově srovnané s terénem. Rozsah výšek nábřežních zdí se pohybuje v rozmezí 0,90-1,60 m.

Na základě pochůzky z července roku 2020 jsem usoudil, že z hlediska stability je stávající stav nábřežních zdí relativně dobrý, až na několik míst, kde by bylo vhodné provést lokální opravy zdí.

Průtokové rychlosti v tomto úseku jsou nejnižší z celé řešené zájmové oblasti, také se jedná o úsek s nejjemnější frakcí dnového materiálu.



Obr. 53. Pohled z mostu M1, po p., ř. km 165,6747 [6/2020].

5.3.3 VEGETAČNÍ DOPROVOD

Z hlediska vegetačního doprovodu je úsek procházející oboustrannou zástavbou chudší. Doprovodnou vegetaci tvoří převážně náletové porosty, které se nachází na soukromých pozemcích nebo v těsné blízkosti nábřežní zdi. Své zastoupení zde mají: jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor mléč (*Acer platanoides*), bez černý (*Sambucus nigra*), líska obecná (*Corylus avellana*) a ojediněle i smrk ztepilý (*Picea abies*).

Malé ostrůvky nebo bermy, které vznikly z dnových nánosů přímo v korytě, pravidelně zarůstají náletovými bylinami a rákosiny.



Obr. 54. Pohled z mostu M2, proti p., vegetace podél toku, ř. km 165,8499 [6/2020].



Obr. 55. Pohled z lávky L1, po p., ř. km 165,9813 [6/2020].

5.3.4 OBJEKTY NA TOKU

Na řešeném úseku č. 3 se nachází pět výustí dešťové kanalizace, dvoje křížení inženýrských sítí, dva přítoky a tři mostní objekty.

Výusti dešťové kanalizace:

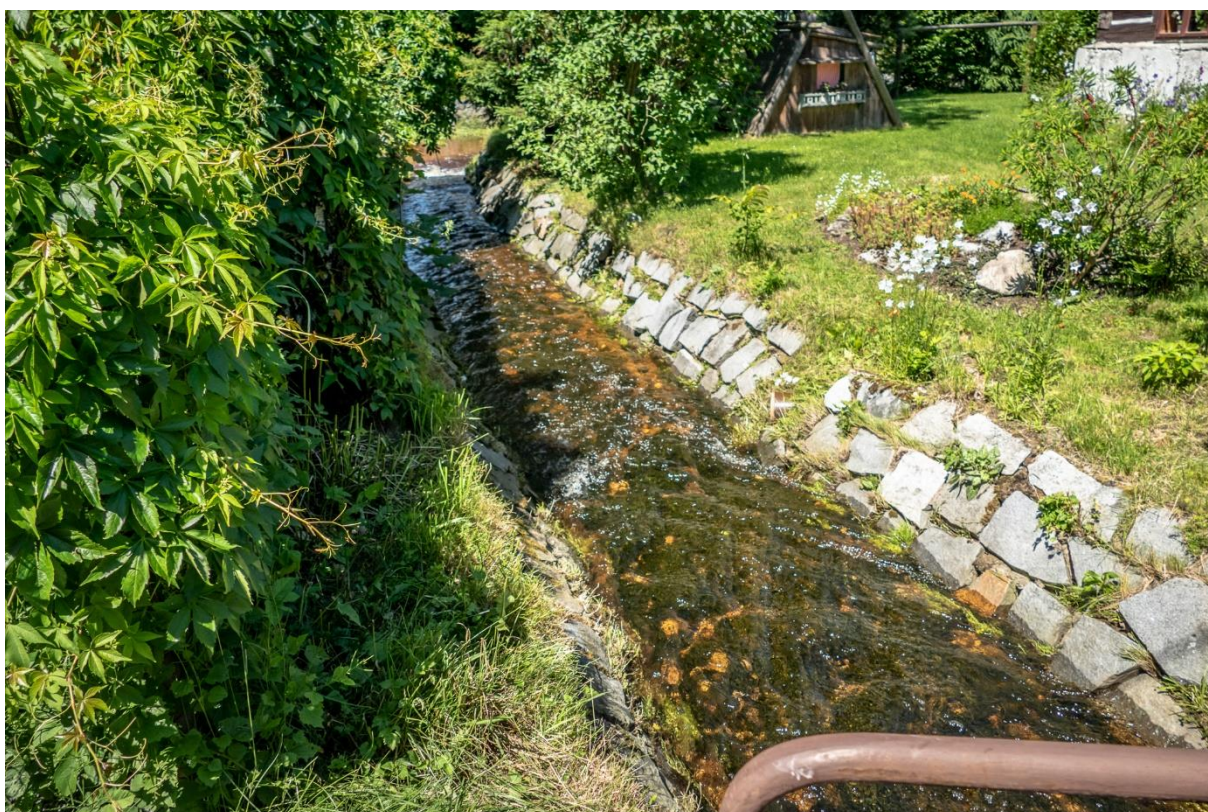
- ř. km 165,6723 – PB výust kanalizace DN 300,
- ř. km 165,6872 – LB výust kanalizace DN 400,
- ř. km 165,8730 – LB výust kanalizace DN 150,
- ř. km 165,9790 – PB výust kanalizace DN 300,
- ř. km 165,9904 – LB výust kanalizace DN 400.

Křížení inženýrských sítí:

- ř. km 165,6872 – křížení plynovodu, vodovodu,
- ř. km 165,9904 – křížení plynovodu, telefonu.

Přítoky:

- ř. km 165,7742 – PB přítok, Brušovecký potok,



Obr. 56. Brušovecký potok, ř. km 165,7742 [6/2020].

- ř. km 166,0240 – LB přítok, potok Ambrožka.



Obr. 57. Potok Ambrožka, ř. km 166,0240 [6/2020].

Mostní objekty:

- ř. km 165,6747 – M1 – Most,
Silniční most dlouhý 11,00 m, široký 3,00 m, tloušťka mostovky 0,40 m.



Obr. 58. M1 – Most, ř. km 165,6747 [6/2020].

- ř. km 165,8499 – M2 – Most,
Kamenný silniční most dlouhý 18,00 m, široký 7,00 m.



Obr. 59. M2 – Most, ř. km 165,8545 [6/2020].

- ř. km 165,9821 – L1 – Lávka.
Lávka pro pěší dlouhá 12,00 m, široká 1,20 m, tloušťka mostovky 0,25 m.



Obr. 60. L1 – Lávka, ř. km 165,9813 [6/2020].

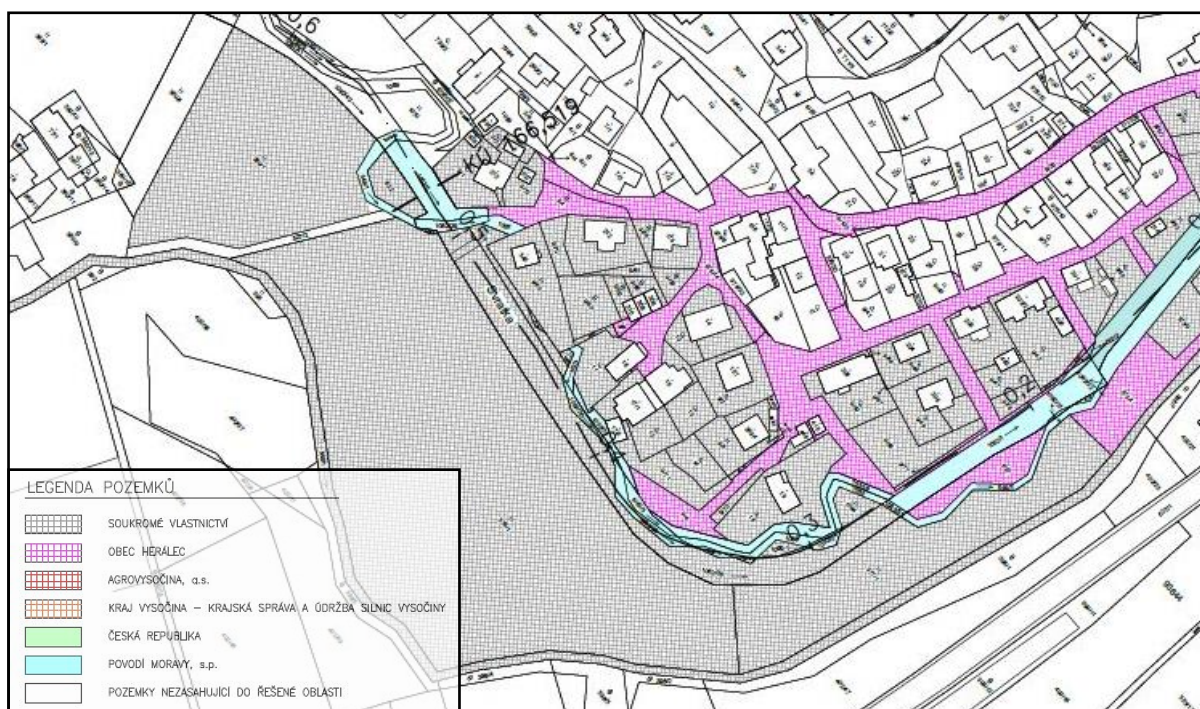
5.4 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 4

- PF 49 – PF 59
- ř. km 165,5982 – ř. km 166,5189
- délka úseku: 921 m

5.4.1 POPIS DÍLČÍHO ÚSEKU

Řešený úsek č. 4 plynule navazuje na řešený úsek č. 3. Přejít mezi zmíněnými úseky je charakterizován koncem pravobřežní zástavby rodinných domů, ale především koncem technické stabilizace břehů. Úsek tedy prochází oblastí, kde se nachází jednostranná levobřežní zástavba s rodinnými domy, na pravém břehu do poloviny dílčího úseku zalesněné plochy společně s náletovými dřevinami a v druhé polovině zemědělské plochy s využitím jako TTP. Na konci úseku se nachází silniční lávka L2 a v těsné blízkosti i brod.

I trasa v řešeném úseku č. 4 byla předchozími úpravami napříměna. Při napřímění došlo ke zkrácení trasy a tím i ke zvýšení podélného sklonu, který byl vykompenzovaný několika zabudovanými dnovými prahy, obdobně jako v řešených úsecích č. 1 a č. 2. V rámci předchozích zásahů do koryta se neřešila otázka soukromých pozemků a napřiměný tok nyní z velké části protéká přes soukromé pozemky obdobně jako v úsecích pod Herálcem. Provedený zásah je patrný při pohledu do map katastru nemovitostí, kde jsou vymezeny pozemky Povodí Moravy, s.p., ve kterých byla vedena původní trasa toku, viz obrázek 61., více v příloze B.3 a B.4.



Obr. 61. Pozemky v blízkosti toku řešeného úseku č. 4, ilustrace z přílohy B.4.

5.4.2 CHARAKTERISTIKA KORYTA

- Tvar koryta: přibližný složený lichoběžník
- šířka hladiny: 3,0 – 5,0 m
- hloubka: 0,3 – 0,6 m
- podélný sklon: 3,6 ‰
- drsnost dna: 0,030 – 0,035
- drsnost břehů: 0,040 – 0,080



Obr. 62. Pohled z PB, proti p., přibližný ř. km 166,3350 [6/2020].

V rámci napřímení toku bylo vybudováno koryto, jehož tvar připomíná složený lichoběžníkový profil s kynetou navrženou na menší průtoky vody. Pro vyšší průtoky rozšířené o levostrannou a pravostrannou bermu. V případě zvýšených průtoků se voda z koryta rozlévá do obou stran. Na levém břehu v těsné blízkosti se nachází zahrady a zástavba rodinných domů. Na straně pravé se nachází také soukromé pozemky, avšak nezastavěné. Dno koryta je tvořeno kameny a štěrkem, frakce je obecně hrubší, než tomu tak bylo v předchozím řešeném úseku č. 3. Úsek nad intravilánem disponuje z hlediska tvaru menších šířek a větších hloubek. Složení dna je ovlivněno unášecí rychlostí, která je v tomto případě vyšší, než v úseku intravilánu, jemné frakce se snáze unášejí, přičemž v intravilánu s nižšími rychlostmi se jemnější frakce zase usazují, viz obrázek 48.

Břehy berem jsou stabilizovány travní vegetací. Ke stabilitě břehů přispívají i vzrostlé náletové dřeviny, které podél celého úseku na pravém i levém břehu, vytváří liniový doprovodný porost.



Obr. 63. Pohled z PB, proti p., konec technické stabilizace, začátek řešeného úseku č. 4, přibližný ř. km 166,1723 [6/2020].



Obr. 64. Pohled z lávky L2, po p., ř. km 166,4946 [6/2020].

5.4.3 VEGETAČNÍ DOPROVOD

Vegetační doprovod je až na začátek úseku, kde se na pravém břehu nachází zalesněná plocha monokulturou smrku ztepilého (*Picea abies*), zastoupen především náletovými porosty, které zde tvoří celkem pestré druhové zastoupení.

Doprovodné porosty zastupují: jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor mléč (*Acer platanoides*), bez černý (*Sambucus nigra*), líska obecná (*Corylus avellana*), smrk ztepilý (*Picea abies*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), dub letní (*Quercus robur*), avšak především bříza bělokorá (*Betula pendula*).

Břehové porosty jsou tvořeny především lučními travinami: psárka luční (*Alopecurus pratensis*), lipnice luční (*Poa pratensis*), bojínek luční (*Phleum pratense*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) a další. [1]

5.4.4 OBJEKTY NA TOKU

Na toku se nachází pět pozůstalých dnových prahů, jedna silniční lávka a jeden brod:

- ř. km 166,2258 – stabilizační práh,
- ř. km 166,2848 – stabilizační práh,
- ř. km 166,3629 – stabilizační práh,
- ř. km 166,4014 – stabilizační práh,
- ř. km 166,4740 – stabilizační práh,
- ř. km 166,4946 – L2 – lávka,
- ř. km 166,5076 – brod.



Obr. 65. Pohled z PB, po p., stabilizační práh ve dne, ř. km 166,3629 [6/2020].



Obr. 66. L2 – Lávka, ř. km 166,4946 [6/2020].



Obr. 67. Pohled z LB, proti p., ř. km 166,5076 [6/2020].

6 HEM – HYDROEKOLOGICKÝ MONITORING

Následující kapitola vychází z textové části metodiky monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků (Langhammer, 2014), která byla schválena v Ministerstvem životního prostředí České republiky.

Hydroekologický monitoring (HEM) je metodika zabývající se hodnocením jednotlivých hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality na vodních tocích pro naplnění požadavků Rámcové směrnice o vodní politice ES 2000/60/ES. Metodika představuje metodický postup pro monitoring, který respektuje základní východiska daná požadavky legislativy ČR i EU, kompatibilitu s dosavadními hodnotícími přístupy i z hlediska praktické aplikovatelnosti při rutinní aplikaci. [36]

Princip monitoringu spočívá především ve formě terénního mapování konkrétních charakteristik, které se týkají hydromorfologie toků a jejich údolní nivy, přičemž část parametrů lze stanovit i na základě distančních podkladů. Hodnoty sledovaných ukazatelů se zaznamenávají do mapovacího formuláře, kde následně slouží jako vstupní data pro finální vyhodnocení monitorované oblasti. [36]

Zájmová oblast byla mezi ř. km 163,9809 až ř. km 166,5189 rozdělena na čtyři dílčí řešené úseky, viz obrázek 24., které byly následně jednotlivě zmapované a vyhodnocené podle výše zmíněné metodiky monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků. Důvodem rozdělení zájmové oblasti na dílčí úseky, bylo především docílení přesnějších výsledků pro jednotlivé oblasti s typovou podobností.

Řešený úsek č. 1; ř. km 163,9809 – ř. km 164,8984; (PF 15 – PF 25), (viz příloha A.2),

Řešený úsek č. 2; ř. km 164,8984 – ř. km 165,5982; (PF 25 – PF 30), (viz příloha A.3),

Řešený úsek č. 3; ř. km 165,5982 – ř. km 166,1723; (PF 30 – PF 49), (viz příloha A.4),

Řešený úsek č. 4; ř. km 166,1723 – ř. km 166,5189; (PF 49 – PF 59), (viz příloha A.5),

6.1 HODNOCENÉ UKAZATELE

6.1.1 HODNOCENÉ ZÓNY

Sledované jednotky se dle metodiky HEM rozdělují do třech zón:

- I. zóna – sledované jednotky uvnitř koryta toku,
- II. zóna – sledované jednotky na březích a příbřežní zóně,
- III. zóna – sledované jednotky v inundačním území pro celý rozsah údolní nivy. [36]

6.1.2 SLEDOVANÉ UKAZATELE

I. zóna

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

II. zóna

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

III. zóna

15. Využití údolní nivy (VNI)
16. Průchodnost inundačního území (PIN)
17. Stabilita břehu a boční migrace koryta (BMK) [36]

6.2 POSTUP PŘI MAPOVÁNÍ A ZPRACOVÁNÍ DAT

1. Vymezení hranic úseků v rámci monitorovaného vodního útvaru.
2. Zákres vymezených úseků do podkladové mapy včetně jejich ID.
3. Záznam jednotlivých parametrů do formuláře, tvorba fotodokumentace.
4. Dohledání doplňujících informací o úseku.
5. Převod údajů z mapovacího formuláře do digitální podoby.
6. Propojení databázových dat s úseky v GIS.
7. Výsledné vyhodnocení monitoringu. [36]

6.3 PRINCIP HODNOCENÍ

Hodnocení HEM je založen na skórování konkrétních jednotlivých parametrů, které mají vliv na hydroekologickou kvalitu toku. Mapovací formuláře se vyplňují pro jednotlivé úseky zvlášť. Podle metodiky HEM se vyhodnotí a zároveň slouží, jako výchozí data pro skórování sledovaných ukazatelů. [36]

Zdroje dat pro sledované ukazatele mohou být:

- (T) – data zjištěná při terénním mapování,
- (D) – data zjištěná na základě distančních podkladů.

U každého sledovaného ukazatele lze určit třídu spolehlivosti A-C, se kterou byl konkrétní ukazatel do formuláře zaznamenán. [36]

Tab. 4. Třídy spolehlivosti stanovení [37]

TŘÍDA SPOLEHLIVOSTI	TERÉNNÍ MAPOVÁNÍ	DISTANČNÍ DATA
A stanovení s jistotou	Ukazatele hodnoceny v korytě toku broděním, případně s jistotou břehu.	Distanční podklady poskytují dostatečnou informaci ke spolehlivému rozlišení jednotlivých kategorií.
B stanovení s částečnou nejistotou	Stanovení z břehu, kdy například nebylo možné určit všechny prvky s jistotou, ale celková míra spolehlivosti stanovení zůstává vysoká.	Distanční podklady poskytují dostatečnou informaci ke spolehlivému rozlišení jednotlivých kategorií, ale zatíženou částečnou nejistotou nebo nepřesností v rozlišení parametrů nebo rozsahu pokrytí úseku.
C stanovení expertním odhadem	Přímé stanovení v korytě nebo z břehu není možné, například z důvodu omezení přístupu mapovatele k toku a hodnota je určena expertním odhadem mapovatele.	Přesné rozlišení kategorií není možné, ale charakter dat a hodnoceného prostředí dává předpoklad, že expertní odhad se nebude významně odchylovat od skutečnosti.

6.4 POSTUP HODNOCENÍ

Hodnocení se řídí následnou posloupností:

1. Skórování hydromorfologické kvality hodnocených ukazatelů,
2. Výpočet hydromorfologické kvality úseku,
3. Klasifikace hydromorfologického stavu úseku,
4. Výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru,
5. Klasifikace hydromorfologického stavu vodního útvaru. [36]

6.4.1 SKÓROVÁNÍ HYDROMORFOLOGICKÉ KVALITY HODNOCENÝCH UKAZATELŮ

Monitorované ukazatele se klasifikují bodovým ohodnocením na stupnici v rozmezí 1-5, kdy hodnota 1 znamená nejlepší stav a hodnota 5 stav nejhorší.

V případě monitoringu ukazatelů, kde jsou zvláště hodnocené levý a pravý břeh, se zpravidla uvažuje vyšší (horší) dosažená hodnota. [36]

6.4.2 VÝPOČET HYDROMORFOLOGICKÉ KVALITY ÚSEKU

Hydromorfologická kvalita úseku se uvažuje jako vážený průměr všech uvažovaných ukazatelů, které jsou vynásobené o váhy zajišťující odlišnou významnost mezi jednotlivými ukazateli ve výpočtu, viz rovnice 6.5.2.

$$HMS = (TRA \cdot ktra_{typ} + VSK \cdot kvsk_{typ} + VHL \cdot kvhl_{typ} + VHP \cdot kvhp_{typ} + DNS \cdot kdns_{typ} + UDN \cdot kudn_{typ} + MKD \cdot kmkd_{typ} + STD \cdot kstd_{typ} + PRO \cdot kpro_{typ} + OHR \cdot kohr_{typ} + PPK \cdot kppk_{typ} + UBR \cdot kubr_{typ} + BVG \cdot kbvg_{typ} + VPZ \cdot kvpz_{typ} + VNI \cdot kvni_{typ} + PIN \cdot kpin_{typ} + BMK \cdot kcpr_{typ}) / 4$$

Váhy pro jednotlivé ukazatele jsou předurčeny na základě zatřídění řešeného toku do skupiny typů toků. Zatřídění toku do skupiny typů se provádí dle čtyř dílčích parametrů, kterými je úmoří, nadmořská výška, geologie podloží a řád toku dle Strahlera. [37]

Řešené úseky č. 1 až č. 4 spadají pod jeden totožný typ toku, kterým je tok vrchovinový (TVR), viz Tab. 5.

Tab. 5. Přiřazení do skupiny typů toků dle kódu typologie vodních toků.

Parametr	Kód	Kategorie
1. Úmoří	3	Středozeem
2. Nadmořská výška	3	500-800 m n. m.
3. Geologie	2	pískovce, jílovce, kvartér
4. Řád toku dle Strahlera	2	řičky (4-6)
TOK VRCHOVINOVÝ	TVR	3-3-2-2

Tab. 6. Váhy ukazatelů – k_i , pro tok vrchovinový (TVR)

Kód	Ukazatele váhy - k_i	Kód	Ukazatele váhy - k_i	Kód	Ukazatele váhy - k_i
TRA	1,10	MKD	0,10	BVG	0,20
VSK	0,05	STD	0,15	VPZ	0,30
VHL	0,10	PRO	0,10	VNI	0,20
VHP	0,10	OHR	0,10	PIN	0,15
DNS	0,15	PPK	0,50	BMK	0,15
UDN	0,25	UBR	0,30		

6.4.3 KLASIFIKACE HYDROMORFOLOGICKÉHO STAVU ÚSEKU

Na základě provedeného výpočtu hydromorfologické kvality úseku se vyhodnocený úsek zatřídí do jedné z pěti tříd hydromorfologického stavu. Jednotlivé třídy jsou vymezeny konkrétními intervaly, které definuje ČSN EN 15843. V souladu s normou ČSN EN 14614 je doporučeno při mapovém zobrazení dodržovat zmíněnou barevnou řadu tříd, viz tabulka 7. [37]

Tab. 7. Klasifikace hydromorfologického stavu – dle ČSN EN 15 843

Skóre		Třída	Hydromorfologický stav	Barva na mapě
≥	<			
1	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	5	Silně modifikovaný	Červená

6.4.4 VÝPOČET HYDROMORFOLOGICKÉ KVALITY VODNÍHO ÚTVARU

Hydromorfologická kvalita vodního útvaru se počítá jako vážený průměr vypočtené hodnoty hydromorfologického stavu dílčích úseků, kde váhu tvoří délka úseku. Výpočet je proveden podle vztahu 6.4.4. [37]

$$HMK_{VU} = \frac{\sum_{i=1}^n HMK_i \cdot L_i}{\sum_{i=1}^n L_i}, \quad (6.4.4)$$

Kde je:

HMK_{VU} – výsledná hydromorfologická kvalita vodního útvaru,

HMK_i – hydromorfologická kvalita i-tého úseku,

L_i – délka i-tého úseku,

n – počet hodnocených úseků v rámci vodního útvaru.

6.4.5 KLASIFIKACE HYDROMORFOLOGICKÉHO STAVU VODNÍHO ÚTVARU

Na základě provedeného výpočtu hydromorfologické kvality vodního útvaru se vyhodnocený úsek zatřídí do jedné z pěti tříd hydromorfologického stavu obdobně jako v kapitole 6.4.3. Jednotlivé třídy jsou vymezeny konkrétními intervaly, které definuje ČSN EN 15843. V souladu s normou ČSN EN 14614 je doporučeno při mapovém zobrazení dodržovat zmíněnou barevnou řadu tříd, viz tabulka 7. [37]

6.5 VYHODNOCENÍ HYDROMORFOLOGICKÝCH STAVŮ DÍLČÍCH ÚSEKŮ

6.5.1 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 1

V tabulce 8. se nachází shrnuté základní informace o řešeném úseku č. 1.

Tab. 8. Základní informace

Název	Svratka
ID úseku	SVR001
Profily	PF 15 - 25
Staničení	ř. km 163,9809 – 164,8984
Délka úseku	918 m
Datum a čas mapování	11. 6. 2020 10:30
Číslo pořadí	4-15-01-0030-0-00

Tab. 9. Klasifikace hydromorfologického stavu – dle ČSN EN 15 843

Skóre ≥ <	Třída	Hydromorfologický stav	Barva na mapě
1 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	5	Silně modifikovaný	Červená

$$\text{HMS} = 3,16$$

Řešený úsek č. 1 mezi ř. km 163,9809 – 164,8984, byl s hodnotou hydromorfologického stavu **3,16** klasifikován do třídy číslo **3/Středně modifikovaný**. Více viz příloha A.2.

6.5.2 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 2

V tabulce 10. jsou shrnuté základní informace o řešeném úseku č. 2.

Tab. 10. Základní informace

Název	Svratka
ID úseku	SVR002
Profily	PF 25 - 30
Staničení	ř. km 164,8984 – 165,5982
Délka úseku	700 m
Datum a čas mapování	11. 6. 2020 11:00
Číslo pořadí	4-15-01-0030-0-00

Tab. 11. Klasifikace hydromorfologického stavu – dle ČSN EN 15 843

Skóre		Třída	Hydromorfologický stav	Barva na mapě
≥	<			
1	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	5	Silně modifikovaný	Červená

HMS = 3,06

Řešený úsek č. 2 mezi ř. km 164,8984 – 165,5982, byl s hodnotou hydromorfologického stavu **3,06** klasifikován do třídy číslo **3/Středně modifikovaný**. Více viz příloha A.3.

6.5.3 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 3

V tabulce 12. jsou shrnuté základní informace o řešeném úseku č. 3.

Tab. 12. Základní informace

Název	Svratka
ID úseku	SVR003
Profily	PF 30 - 49
Staničení	ř. km 165,5982 – 166,1723
Délka úseku	574 m
Datum a čas mapování	11. 6. 2020 12:00
Číslo pořadí	4-15-01-0030-0-00

Tab. 13. Klasifikace hydromorfologického stavu – dle ČSN EN 15 843

Skóre		Třída	Hydromorfologický stav	Barva na mapě
≥	<			
1	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	5	Silně modifikovaný	Červená

HMS = 3,68

Řešený úsek č. 8 mezi ř. km 165,5982 – 166,1723, byl s hodnotou hydromorfologického stavu **3,68** klasifikován do třídy číslo **4/Značně modifikovaný**. Více viz příloha A.4.

6.5.4 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 4

V tabulce 14. jsou shrnuté základní informace o řešeném úseku č. 4.

Tab. 14. Základní informace

Název	Svratka
ID úseku	SVR004
Profily	PF 49 - 59
Staničení	ř. km 166,1723 – 166,5189
Délka úseku	347 m
Datum a čas mapování	11. 6. 2020 12:45
Číslo pořadí	4-15-01-0030-0-00

Tab. 15. Klasifikace hydromorfologického stavu – dle ČSN EN 15 843

Skóre ≥	<	Třída	Hydromorfologický stav	Barva na mapě
1	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	5	Silně modifikovaný	Červená

$$\text{HMS} = 2,95$$

Řešený úsek č. 4 mezi ř. km 166,1723 – 166,5189, byl s hodnotou hydromorfologického stavu **2,95** klasifikován do třídy číslo **3/Středně modifikovaný**. Více viz příloha A.5.

6.6 VYHODNOCENÍ HYDROMORFOLOGICKÉ KVALITY VODNÍHO ÚTVARU

Pro výpočet hydromorfologické kvality vodního útvaru, jsou nutné mít vypočítané hodnoty dílčích hydromorfologických stavů pro jednotlivé úseky. Na základě zjištěných jednotlivých stavů lze provést výpočet pro celý vodní útvar. Do výpočtu v podobě vah vstupují délky jednotlivých řešených úseků, viz tabulka 16. Rovnice pro výpočet hydromorfologického stavu vodního útvaru je zmíněna a popsána v kapitole 6.4.4.

Tab. 16. Vstupní data dílčích úseků

Dílčí úsek	Hydromorfologická kvalita - HMK _i [-]	Délka dílčích úseků - L _i [m]
Řešený úsek č. 1	3,16	918
Řešený úsek č. 2	3,06	700
Řešený úsek č. 3	3,68	574
Řešený úsek č. 4	2,95	347

Tab. 17. Hydromorfologická kvalita vodního útvaru

Skóre		Třída	Hydromorfologický stav	Barva na mapě
≥	<			
1	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	5	Silně modifikovaný	Červená

$$\text{HMK}_{\text{vu}} = 3,22$$

Zájmová oblast nacházející se na toku Svratce mezi ř. km 163,9809 – 166,5189, byl na základě metodiky HEM s hodnotou hydromorfologické kvality vodního útvaru **3,22** klasifikován do třídy číslo **3/Středně modifikovaný**.

6.7 ZHODNOCENÍ HEM

Na řešených úsecích č. 1, č. 2 a č. 4, které byly postihnuty technickou úpravou v podobě napřímení toku, vyšla dle metodiky HEM třída 3/Středně modifikovaná, značená v mapě barvou žlutou.

Řešený úsek č. 3, který prochází oboustrannou zástavbou v korytě mezi technickými nábřežními zdmi, vyšel z hlediska hydromorfologického stavu toku nejhůře a byl klasifikován dle metodiky HEM do třídy 4/Značně modifikovaný, značený oranžovou barvou.

Hydromorfologická kvalita vodního útvaru založená na principu váženého průměru dílčích úseků, je klasifikována jako středně modifikovaná. V případě mapování a vyhodnocování podle metodiky HEM je nutné brát v potaz fakt, že se jedná o metodu, do které vstupuje řada nejistot. Takovou hlavní nejistotou může být například nezkušenost řešitele v činnosti monitoringu, což vnáší do vyhodnocení riziko spojené s nepřesným měřením či chybným odhadem.

Je důležité k výsledkům podle metodiky HEM přistupovat s určitým nadhledem a nechat příslušným výsledkům prostor na případnou odchylku v podobě nepřesnosti.

7 POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

Zájmové území bylo rozděleno na čtyři dílčí úseky, jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách. V rámci kapitoly 7, která je zaměřená na posouzení stávajícího stavu, je proveden souhrn stávajících stavů, jenž vychází z předchozí kapitoly 5, popisující dílčí řešené úseky, konkrétně v kapitolách 5.1, 5.2, 5.3 a 5.4, a také z kapitoly 6, která je věnována problematice HEM.

7.1 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 1

- PF 15 – PF 25; (ř. km 163,9809 – ř. km 164,8984).

Tok protéká extravilánem obce Herálec. Původní trasa toku měla meandrující charakter. Tok byl záměrně napřímený za účelem zajištění rychlého odtoku. Tvar koryta připomíná obdélník, rozměry jsou jednotné bez členitosti. Do dna koryta byly uloženy dnové prahy, které jsou v současné stavu kompletně zanesené zrnitým materiálem tvořící dno. Pata svahu není stabilizována, z pochůzky byly patrné lokální břehové nátrže, které naznačují snahu toku se samovolně vyvíjet a vytvářet si vlastní přirozenou trasu. Břehová vegetace je převážně tvořena lučními bylinami s vysokou absencí dřevin. Doprovodná vegetace je zastoupena pouze náletovými solitéry keřů a stromů. Úsek toku nejeví známky údržby.

Řešený úsek č. 1 byl dle metodiky HEM klasifikován jako 3/Středně modifikovaný.

7.2 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 2

- PF 25 – PF 30; (ř. km 164,8984 – ř. km 165,5982).

Tok protéká oblastí s levobřežní zástavbou rodinných domů a pravobřežní oblastí s TTP. Původní trasa toku měla meandrující charakter. Tok byl záměrně napřímený. Tvar koryta připomíná složený lichoběžník s mírnými změnami rozměrů šířek a hloubek v korytě. Do dna koryta byly dříve uloženy dnové prahy, v současné době jsou buď kompletně zanesené zrnitým materiálem tvořící dno, nebo odstraněné. V patě svahu se místy nachází známky technické stabilizace v podobě betonových dutých tvárnic. Z pochůzky byly patrné lokální břehové nátrže, které naznačují snahu toku se samovolně vyvíjet a vytvářet si vlastní přirozenou trasu. Břehová vegetace je převážně tvořena lučními bylinami. Doprovodná vegetace je zastoupena pásy s náletovými dřevinami po obou březích. Úsek toku nejeví známky údržby.

Řešený úsek č. 2 byl dle metodiky HEM klasifikován jako 3/Středně modifikovaný.

7.3 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 3

- PF 30 – PF 49; (ř. km 165,5982 – ř. km 166,1723).

Tok protéká intravilánem Herálce s oboustrannou zástavbou v podobě rodinných domů. Profil toku je ohraničen kamennými s maltovými spárami. Nábřežní zdi se jeví jako staticky vyhovující, až na několik míst, kde je narušená maltová spára mezi kamennými řadami. Tvar koryta místy připomíná obdélník a místy složený lichoběžník. Charakteristickým rozměrem je šířka, která ostatní řešené úseky přesahuje místy až trojnásobně. S vyšší šířkou koryta souvisí i průtočné rychlosti v korytě ovlivňující splaveninový režim dnových materiálů. V korytě dochází k zanášení konvexních břehů dnovými splaveninami, které zastupují především menší (písčité a štěrkové) frakce. Dno koryta se oproti ostatním řešeným úsekům vyznačuje obecně jemnější zrnitostí dna. Koryto podléhá průběžné údržbě z hlediska odstraňování dnových splavenin, které po stranách vytvářejí splaveninové ostrovy a splaveninové bermy. Údržba koryta probíhá přibližně po deseti letech. Poslední datované odstranění dnových nánosů proběhlo v letech 2019 a předtím v roce 2009. Břehová vegetace je převážně tvořena lučními bylinami. Doprovodná vegetace je tvořena pásy s náletovými dřevinami po obou březích. Úsek toku nejvíe známky údržby. Doprovodnou vegetací je zastoupena převážně náletovými porosty, které se nachází na soukromých pozemcích nebo v těsné blízkosti nábřežní zdi. Břehovou vegetaci tvoří náletové traviny na malých bermách přímo v korytě nebo rákosiny na dnových usazeninách.

Řešený úsek č. 3 byl dle metodiky HEM klasifikován jako 4/Značně modifikovaný.

7.4 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 4

- PF 49 – PF 59; (ř. km 166,1723 – ř. km 166,5189).

Tok protéká oblastí s levobřežní zástavbou rodinných domů a pravobřežní oblastí s TTP. Původní trasa toku měla meandrující charakter. Tok byl záměrně napřímený. Tvar koryta připomíná složený lichoběžník s jednotnými rozměry šířek a hloubek v korytě. Do dna koryta byly dříve uloženy dnové prahy, které jsou v současné době částečně zanesené zrnitým materiálem tvořící dno. Pata svahu nevykazuje známky technické stabilizace. Tok je doprovázen vzrostlými náletovými dřevinami. Břehová vegetace je převážně tvořena lučními bylinami. Úsek toku nejvíe známky údržby.

Řešený úsek č. 4 byl dle metodiky HEM klasifikován jako 3/Středně modifikovaný.

8 POSOUZENÍ KAPACITY TOKU A OBJEKTŮ NA TOKU – STÁVAJÍCÍ STAV

Z hlediska posouzení stávajícího stavu koryta vodního toku a mostních objektů nacházející se v zájmové oblasti mezi ř. km 163,9809 a ř. km 166,5189, byl proveden výpočet průběhu hladin v programu Hydrologic Engineering Center – River Analysis System 5.0.6. (dále jen HEC-RAS).

8.1 HEC-RAS

Program HEC-RAS se zabývá hydraulickými výpočty v korytech o volné hladině s možností řešit 1D a 2D modely ustáleného a neustáleného proudění. Dalšími moduly, které program HEC-RAS obsahuje, se zabývají kvalitou vody a transportem sedimentů. [38]

Princip výpočtů programu HEC-RAS vychází z Bernoulliho rovnice popisující zákon zachování energie a pro výpočet využívá tzv. metodu po úsecích. Výstup programu tvoří výšky hladin, průtoky v příčném profilu rozdělení rychlostí, pohyb splavenin atd.

Průběhy hladin průtoků byly v rámci diplomové práce provedeny v modulu ustáleného 1D proudění s říčním režimem. Pro provedení výpočtu je nutné zadat do výpočetního programu vstupní geometrická data a okrajové podmínky.

8.2 GEOMETRICKÁ DATA

8.2.1 PŘÍČNÉ PROFILY

Vstupní geometrická data v podobě příčných profilů byla zadána z poskytnutých podkladů, které byly součástí zadání diplomové práce. Pro řešenou oblast zájmového území byly do výpočtu průběhu hladin zařazené příčné profily PF 15 až PF 59, které se nachází mezi staničením ř. km 163,9809 a ř. km 166,5189.

Příčné profily byly převzaty ze Studie proveditelnosti – PBPO Herálec – část C – Příčné řezy současného stavu, z roku 2015.

Je důležité zmínit, že pro získání přesnějších výsledků z posouzení průběhu hladin, by bylo nezbytné provést geodetické přeměření celého zájmového území včetně zajištění aktuálních hydrologických dat odpovídajících současnému stavu toku. Především pro úsek procházející intravilánem s oboustrannou zástavbou rodinných domů (ř. km 165,5982 až ř. km 166,1723), kde v roce 2019 došlo k pročištění toku od dnových nánosů a vegetace rostoucí v korytě toku.

8.2.2 OBJEKTY NA TOKU

V rámci geometrických dat byly zaneseny do matematického modelu pro posouzení průběhu hladin i čtyři mostní objekty. Rozměry mostních objektů byly převzaty ze vstupních podkladů společně s příčnými profily zmíněné v kapitole 8.2.1. Dodatečné údaje související s objekty, byly doměřeny při osobní pochůzce.

- ř. km 165,6747 – M1 – most,
- ř. km 165,8499 – M2 – most,
- ř. km 165,9821 – L1 – lávka,
- ř. km 166,4946 – L2 – lávka.

8.2.3 MANNINGŮV SOUČINITEĽ DRSNOSTI

Pro výpočet průběhu hladin v korytě je důležité správně určit odpovídající součinitele drsnosti n pro jednotlivé materiály v korytě a blízkosti koryta. Pro následné přiřazení, bylo několika fotografiemi cíleno na přímou dokumentaci dna, břehů, příbřežní zóny a okolí toku pro jednotlivé typově charakteristické úseky, za účelem vhodného přiřazení Manningova součinitele drsnosti.

Dno v zájmové území je v celé délce tvořeno zrnitým materiálem s různorodou frakcí. Odhad Manningova součinitele drsnosti dna byl proveden na základě porovnání dnové frakce dle pořízených fotografií z pochůzky s tabulkou součinitele drsnosti v závislosti na zrnitosti dnového substrátu, viz tabulka 18.

Hodnoty Manningova součinitele drsnosti n v závislosti na zrnitosti dnového substrátu byly odvozeny dle podkladu pro výpočet průtoků v otevřených korytech vydaným Ing. Danielem Mattasem, CSc. Ve spolupráci s Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v.v.i., viz tabulka 18.

Tab. 18. Součinitel drsnosti v závislosti na substrátu [39]

MATERIÁL	PÍSEK	ŠTĚRK	OBLÁZKY	BALVANY
velikost zrna [mm]	1-2	2-64	64-256	> 256
n	0,025-0,035	0,028-0,035	0,030-0,050	0,040-0,070

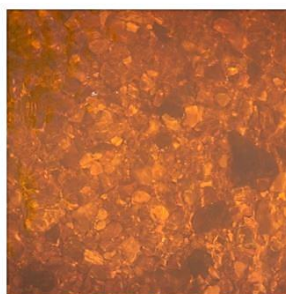
Charakteristiky týkající se zrnitosti dna v zájmovém území převážně odpovídají rozdělení zájmové oblasti na dílčí řešené úseku. Zvolené drsnostní součinitele jsou zmíněné níže, viz tabulka 19.

Tab. 19. Zvolené rozmezí Manningova součinitele n pro dna zájmové oblasti

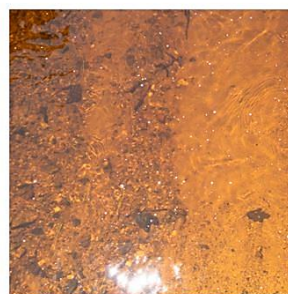
DÍLČÍ ÚSEK	ROZSAH [ř. km]	SOUČINITEL DRSNOSTI n
Řešený úsek č. 1	163,9809 - 164,8984	0,030 - 0,035
Řešený úsek č. 2	164,8984 - 165,5982	0,030 - 0,035
Řešený úsek č. 3	165,5982 - 166,1723	0,025 - 0,035
Řešený úsek č. 4	166,1723 - 166,5189	0,030 - 0,035



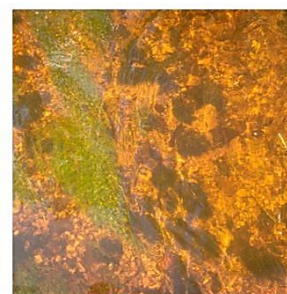
$n = 0,032$



$n = 0,030$



$n = 0,026$



$n = 0,030$

Obr. 68. Jednotlivá dna řešených úseků, (zleva): č. 1; č. 2; č. 3; č. 4, [6/2020].

Hodnoty Manningova součinitele drsnosti n pro břehy, příbřežní zóny a inundační oblasti byly převzaty z podkladu pro výpočet průtoků v otevřených korytech vydaným Ing. Danielem Mattasem, CSc. Ve spolupráci s Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v.v.i.

Pro břehy, příbřežní zóny a inundační oblasti byl vytvořen souhrn s vybranými hodnotami Manningovými součiniteli drsnosti podle konkrétních typů území, která se nachází v zájmové oblasti, viz tabulka 20.

Tab. 20. Hodnoty součinitelů drsnosti n podle typu území [39]

TYPY PLOCH	SOUČINITEL DRSNOSTI n		
	MIN.	STŘED.	MAX.
Lomový kámen do cementové malty	0,017	0,025	0,030
Vegetační opevnění	0,030	0,040	0,050
Asfaltové plochy	0,013	0,015	0,020
Louky bez křovin – nízká tráva	0,025	0,030	0,035
Louky bez křovin – vysoká tráva	0,025	0,035	0,050
Orná půda – bez plodin	0,020	0,030	0,040
Orná půda – zralé okopaniny	0,025	0,035	0,045
Křoviny – hustá buřeň, křoviny rozptýlené	0,035	0,050	0,070
Křoviny – řídké keře, stromy, v létě	0,040	0,060	0,080
Křoviny – střední až husté křoviny, v létě	0,070	0,100	0,160
Stromy – husté vzpřímené vrby v létě, les	0,110	0,150	0,200

I když jsou v mnoha případech oblasti uvnitř dílčích řešených úseků svým způsobem podobné, přesto bylo určení drsnostních součinitelů provedeno pro jednotlivé příčné profily zvlášť. Snahou bylo přiřadit jednotlivé drsnosti pro každý příčný profil individuálně tak, aby bylo docíleno co nejpřesnějšího možného záznamu řešené lokality. Zvolené drsnosti jsou podstatným faktorem týkající se geometrických dat v souvislosti s výpočtem jednotlivých výšek hladin v programu HEC-RAS.

Přiřazování konkrétních drsnostních součinitelů bylo provedeno na základě odborného odhadu, který vycházel z porovnání výše zmíněných tabulek s určením drsnostních součinitelů, viz tabulky 18. a 20., a také dle pořízených fotografií, jejichž místo pořízení bylo vždy zaznamenáno do osobního mapového archu. Tento mapový záznam byl následně porovnán se vstupním podkladem situačního výkresu, který obsahoval mapu zájmové oblasti, osu toku, příčné profily stávajícího toku a staničení v říčních kilometrech.

Z výše popsaného postupu byly pro dna, břehy, příbřežní zóny a inundační plochy jednotlivých příčných profilů odhadnuty a přiřazeny konkrétní drsnostní součinitele podle Manninga. Rozsahy zvolených drsností pro profily nacházející se v dílčích řešených úsecích, jsou zmíněny v kapitolách 5.1.2, 5.2.2, 5.3.2 a 5.4.2.

8.3 OKRAJOVÉ PODMÍNKY

Pro uskutečnění výpočtu v programu HEC-RAS je nutné zanesená geometrická data doplnit o okrajové podmínky. Program HEC-RAS nabízí více možností zadávání, avšak vždy se jedná o dvě podmínky, z nichž jedna je horní a druhá je dolní.

Horní okrajovou podmínku v rámci výpočtu průběhu hladin stávajícího stavu toku a mostních objektů na toku, tvoří zvolená průtoková řada a dolní okrajovou podmínku tvoří podélný sklon.

8.3.1 DOLNÍ OKRAJOVÁ PODMÍNKA

Dolní okrajová podmínka je tvořena hodnotou průměrného podélného sklonu. Průměrný podélný sklon byl počítán mezi příčnými profily PF 15 a PF 17 (ř. km 163,9809 – ř. km 164,0780). Na základě vzdálenosti a rozdílu úrovní dna v toku byl vypočten průměrný podélný sklon 3,6 ‰.

Původní příčné profily tvoří součást vstupních podkladů, které tvoří výkresovou část, jenž patří k dokumentu Studie proveditelnosti – PBPO Herálec – část C – Příčné řezy současného stavu.

8.3.2 HORNÍ OKRAJOVÁ PODMÍNKA

Horní okrajovou podmínku představuje zadaná průtoková řada v horním profilu. Řada je složená z N-letých průtoků, které jsou doplněné o jeden m-denní průtok v zastoupení:

$$Q_{30d} = 0,65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1},$$

$$Q_1 = 5,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1},$$

$$Q_5 = 12,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1},$$

$$Q_{20} = 22,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}.$$

Na základě počtu vstupujících průtoků do výpočtu, se odvíjí i stejný počet výsledných simulací hladin. Řady N-letých a m-denních průtoků jsou více popsány v kapitole 4.6.

8.4 POSOUZENÍ KAPACITY STÁVAJÍCÍHO STAVU TOKU

Posouzení kapacity toku bylo provedeno na průtokovou řadu, která je zmíněná v kapitole 8.3.2, jako horní okrajová podmínka výpočtu.

Výsledky výpočtu v průběhu hladin pro celé zájmové území na výše zmíněnou průtokovou řadu, se nachází v textové příloze A.1. Zároveň je v téže příloze i uvedeno, zdali průtok v daném příčném profilu vybřeží či nikoliv.

Výsledné průběhy hladin pro celé zájmové území jsou znázorněny ve výkresové příloze podélného profilu B.5.

8.4.1 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 1

- PF 15 – PF 25; (ř. km 163,9809 – ř. km 164,8984).

Jedná se o oblast pod obcí Herálec, kde v případě vyšších průtoků dochází k rozlivu do zemědělských ploch s využitím zpravidla jako TTP. K rozlivu vody z koryta dojde u většiny profilů z obou břehů při dosažení průtoků Q_5 . Nejméně kapacitní profil byl v rámci řešeného úseku zvolen PF 17, kde voda vybřeží z levého břehu již při dosáhnutí Q_1 , přičemž kapacitní průtok byl vypočítán $Q_{kap_1} = 4,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Jednotlivé hodnoty, viz tabulka 1. v příloze A.1.

8.4.2 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 2

- PF 25 – PF 30; (ř. km 164,8984 – ř. km 165,5982).

Na pravém břehu se nachází plochy s TTP doplněné o náletové dřeviny. Na PB bylo dříve vedeno původní meandrující koryto toku. Na levém břehu se podél úseku nachází oblast se zástavbou rodinných domů včetně objektu ČOV Herálec, pro případné rozlivy vody z koryta je klíčová právě tato zastavěná strana.

Objekt ČOV Herálec se nachází v blízkosti profilů PF 26 a PF 27, zmíněné profily disponují vyššími břehy. Levý břeh je v tomto případě ještě vyšší, než pravý a oba profily tak převedou bez případného rozlivu průtok Q_{20} . U PF 28 jsou již výškové úrovně obou břehů téměř totožné a k rozlivu dojde v obou případech, již při průtoku Q_5 . Kapacitní průtok úseku lze uvažovat přímo průtok Q_5 , tedy $Q_{kap,2} = Q_5$.

Jednotlivé hodnoty, viz tabulka 2. v příloze A.1.

8.4.3 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 3

- PF 30 – PF 49; (ř. km 165,5982 – ř. km 166,1723).

Úsek procházející intravilánem s oboustrannou zástavbou rodinných domů, jakýkoliv rozliv v této oblasti představuje riziko vzniku škod na majetku soukromých osob. Koryto je vymezeno nábřežními zdmi, které po obou březích dosahují téměř totožných výškových úrovní. Průtočný profil koryta zvládne převést ve všech příčných profilech průtoky Q_{30d} a Q_1 , aniž by došlo k rozlivu vody do intravilánu. Průtok Q_5 již na základě provedeného průběhu hladin místy vyběží. Výška hladiny se ve většině případů shoduje s výškami nábřežních zdí, tudíž by se dalo říct, že průtok pětileté vody je pro řešený úsek č. 3 kapacitní, tedy $Q_{kap,3} = Q_5$. Profily, které zvládnou převést průtok Q_5 a vyběží až při průtoku Q_{20} jsou: PF 31, PF 32, PF 33, PF 35, PF 37, PF 49. Příčný profil PF 39 dokáže převést i průtok Q_{20} , jedná se o profil v blízkosti historického kamenného mostu M2.

Jednotlivé hodnoty, viz tabulka 3. v příloze A.1.

8.4.4 ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 4

- PF 49 – PF 59; (ř. km 166,1723 – ř. km 166,5189).

Na pravém břehu se nachází plochy s TTP doplněné o náletové dřeviny a na levém břehu se v relativně těsné blízkosti nachází zástavba rodinných domů. Nejméně kapacitní příčný profil z celého úseku je PF 51. Z výpočtu průběhu hladin voda v tomto profilu vyběží v obou březích již při dosáhnutí průtoku jednoleté vody, Q_1 . Kapacitní průtok pro řešený úsek č. 4 byl v tomto nejméně kapacitním profilu stanoven na $Q_{kap,4} = 4,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Levý břeh je v následujících profilech ohrožen rozlivem pětileté vody a vyšší.

Jednotlivé hodnoty, viz tabulka 4. v příloze A.1.

8.5 POSOUZENÍ KAPACITY STÁVAJÍCÍHO STAVU MOSTNÍCH OBJEKTŮ

Posouzení kapacity stávajícího stavu mostních objektů bylo provedeno na průtokovou řadu, která je zmíněná v kapitole 8.3.2.

Výsledky posouzení kapacity stávajícího stavu mostních objektů se nachází níže, viz tabulka 21. a také v textová příloha A.1.

Pokud posuzované mostní objekty nejsou kapacitní na návrhový průtok Q_n , nebo nesplňují minimální převýšení 0,5 mezi úrovní hladiny a spodní hranou mostovky podle ČSN 73 6201, musí být provedeno buď navýšení mostovky, nebo jiné technické opatření, které zajistí patřičnou minimální vzdálenost. [40]

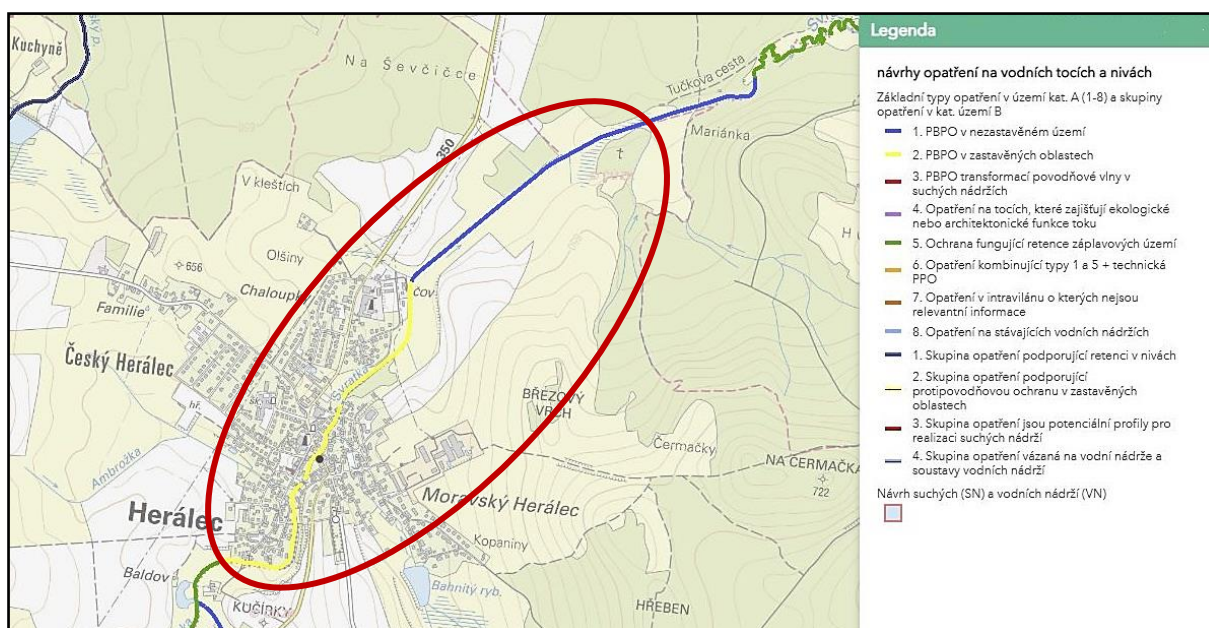
Tab. 21. Průběh hladin pod mostními objekty

OBJEKT	STANIČENÍ [ř. km]	Q_N [m ³ · s ⁻¹]	HLADINA [m n. m.]	MOSTOVKA [m n. m.]	ROZDÍL VÝŠEK [m]	PŘELITÍ	
M1 – Most	165,6765	Q_{30d}	0,65	637,14	638,2	1,064	NE
		Q_1	5,3	637,72		0,477	NE
		Q_5	12,2	638,17		0,026	NE
		Q_{20}	22,8	638,47		-0,271	ANO
M2 – Most	165,8545	Q_{30d}	0,65	637,49	639,96	2,47	NE
		Q_1	5,3	637,99		1,97	NE
		Q_5	12,2	638,43		1,53	NE
		Q_{20}	22,8	638,79		1,17	NE
L1 – Lávka	165,9821	Q_{30d}	0,65	637,55	638,58	1,03	NE
		Q_1	5,3	638,11		0,47	NE
		Q_5	12,2	638,64		-0,06	ANO
		Q_{20}	22,8	638,98		-0,40	ANO
L2 – Lávka	165,4961	Q_{30d}	0,65	639,08	640,02	0,94	NE
		Q_1	5,3	639,65		0,37	NE
		Q_5	12,2	640,13		-0,11	ANO
		Q_{20}	22,8	640,58		-0,56	ANO

Na základě posouzení kapacity stávajícího stavu mostních objektů lze usoudit, že v souladu s ČSN 73 6201 by vyhověl pouze historický kamenný most M2. Nehledě na to, zdali by se jako návrhový průtok Q_n uvažoval průtok pětileté vody Q_5 nebo dvacetileté vody Q_{20} .

9 STRATEGIE NÁVRHU IDEOVÉHO OPATŘENÍ

Dalším cílem diplomové práce, je provést návrh vhodných ideových opatření zvyšující ochranu přilehlého území a zlepšení stavu vodního toku se zaměřením na ochranu fungující retence záplavových území v extravilánu a na opatření, která zajišťují ekologické nebo architektonické funkce toku v intravilánu. Zvolená opatření by měla být v souladu s doporučením projektu „Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodě blízkými opatřeními v České republice“, zpracovaného pro Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí. [41]



Obr. 69. Mapa s doporučenými typy PPO na vodních tocích a nivách vydaná MŽP České republiky. [41]

9.1 VOLBA PPO PRO ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ

Na základě výše zmíněného projektu by měla být pro zájmovou oblast v rámci návrhu zohledňována taková opatření, která by měla zajišťovat přírodě blízkou protipovodňovou ochranu v nezastavěné i zastavěné oblasti obce Herálec.

1. PBPO v nezastavěném území, (v mapě modrá barva):

- „Snížení kapacity koryta revitalizací a formou zvýšení kapacity rozlivů do údolní nivy, které se podílí na transformaci povodňových průtoků,
- snížení kapacity koryta na korytotvorný průtok, rekonstrukce iniciálního tvaru trasy koryta včetně střídání brodů a tůní dle geomorfologické analýzy,
- obnova přirozené nivní vegetace včetně struktury nivních a odstavených ramen minimálně v meandrovém pásu.“ [7]

2. PBPO v zastavěných oblastech, (v mapě žlutá barva):

- „Zkapacitnění koryta a urychlení odtoku, složený profil se stěhovavou kynetou revitalizovaného koryta s možností ohrázení zastavěných území,
- zvýšení kapacity koryta složeným profilem na požadovaný návrhový průtok pro protipovodňovou ochranu,
- korytotvorný průtok definuje návrh stěhovavé kynety, rekonstrukce iniciálního tvaru trasy koryta kynety včetně,
- střídání brodů a tůní dle geomorfologické analýzy,
- vegetace a údržba koryta podléhá režimu městské zeleně.“[7]

V přehledu navržených a schválených opatření pro povrchové a podzemní vody v plánu dílčího povodí Dyje pro období 2015–2021 se nachází opatření na řece Svratce, související s realizací vhodných opatření ze studie proveditelnosti: „Svratka, km 163,000 - 170,400 - přírodě blízká protipovodňová opatření Herálec“ (DY110031). Jedná se o návrh přírodě blízkých PPO mimo oblasti s významným povodňovým rizikem (OsVPR) s předpokládaným datem dokončení vztaženému k období 2016–2021. [42]

Samotný návrh ideových opatření vychází z výše zmíněného projektu MŽP České republiky zabývajícího se návrhem opatření, dále z provedeného průběhu hladin pro stávající stav toku a mostních objektů, společně s poznatky, které byly zjištěné osobní pochůzkou s přihlédnutím na výsledky dle metodiky HEM.

9.2 NÁVRHOVÝ PRŮTOK

V případě návrhu opatření, která souvisí s kapacitou toku, je velmi důležité zvolit vhodnou hodnotu návrhového průtoku Q_n , na který budou konkrétní opatření navrhována. Při zvolení vhodného návrhového průtoku bylo nahlédnuto do technické normy TNV 75 2103 – Úpravy řek, ve které je uveden popis území s příslušným návrhovým průtokem.

Tab. 22. Návrhový průtok dle druhu využití [43]

POPIS VYUŽITÍ ÚZEMÍ	NÁVRHOVÝ PRŮTOK Q_n
Rozptýlená bytová a průmyslová zástavba, souvislá chatová	$\geq Q_{20}$
Souvislá zástavba, liniové stavby, průmyslové areály, významné objekty	$\geq Q_{50}$
Historická zástavba a centra měst	$\geq Q_{100}$

Pro zájmovou oblast obce Herálce je charakteristický intravilán, tvořený zástavbou rodinných domů a místy i rekreačními chatami. V blízkosti toku se nenachází žádný významný objekt, průmyslový areál atd. V blízkosti toku se nachází akorát areál s objektem ČOV Herálec, který se jeví z hlediska posouzení hladin jako neohrožený.

Oblast extravilánu je tvořena především zemědělskými plochami zarostlé TTP, menší oblast tvoří zalesněné plochy.

Na základě výše popsaných skutečností, které se týkají především intravilánu Herálce, lze pro zájmovou oblast v souladu s technickou normou TNV 75 2103, viz tabulka 22., stanovit protipovodňovou ochranu intravilánu Herálce na návrhový průtok dvacetileté vody, tedy $Q_n = Q_{20} = 22,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

9.3 MAJETKOPRÁVNÍ VZTAHY

V zájmové území bylo přibližně v 70. letech provedeno technické napřímení vodního toku. Konkrétně se jednalo o část toku mezi obcí Herálec a městem Svratka, mezi přibližnými ř. km 163,170 až ř. km 165,500, dále se pak jednalo i o oblast nad centrem Herálce od ř. km 166,172 a výše směrem proti proudu. Napřímení je patrné například z historických a také katastrálních mapových podkladů souvisejících s danou zájmovou oblastí.

Především mapové podklady katastru nemovitostí pro území spadající pod správu obce Herálce dokazují, že při předchozích úpravách týkajících se napřímení trasy toku Svratky, nebyly respektovány pozemky soukromých vlastníků.

Vodní tok v napřímených oblastech z velké části protéká přes pozemky soukromých vlastníků. Na tuto skutečnou poukazují v přílohách B.3, B.4, ve kterých jsou tokem dotčené i okolní pozemky graficky rozčleněny podle příslušných vlastníků. Dále pak i v příloze C.3, která je věnovaná navržené trase revitalizace s podloženými hranicemi sousedních a dotčených parcel, včetně s příslušnými majiteli.

Při návrhu ideového opatření v rámci diplomové práce byl kladen důraz na využití především pozemků Povodí Moravy s.p., obce Herálce, Lesů České republiky s.p. a ve výjimečných případech i pozemky Agrovysočina, a.s.

Opatření navržena na soukromých pozemcích a nachází se v zájmové oblasti mezi PF 51 a PF 55; ř. km 166,258 až 166,495. Byla navržena úprava dodržující stávající trasu toku, který je veden přes pozemky soukromých vlastníků.

V případě jakéhokoliv provádění opatření by bylo nutné vyřešit doposud nevyřešené majetkové poměry z předchozích zásahů v toku.

V rámci navržených opatření, které souvisí s protipovodňovou ochranou fungující retence záplavových území je velmi pravděpodobné, že případný rozliv zvýšených průtoků vyběží na pozemky soukromých vlastníků. V těchto případech se jedná o plochy s TTP, kde nedojde k ohrožení lidí či jejich majetku.

10 NÁVRH IDEOVÉHO OPATŘENÍ

10.1 SO1: ZMĚNA TRASY TOKU

- ř. km 163,9809 – ř. km 164,9745

Jedná se o změnu trasy toku neboli revitalizaci. Navržená trasa revitalizace vychází z původní meandrovité trajektorie toku před jeho technickým napřímením. Délka revitalizace je uvažována 1,760 km, s délkou trasy souvisí i dílčí uvažované staničení, jenž vychází z příčného profilu PF 15 (0,000 km = ř. km 163,9809) a končí v přidávaném profilu PF 25a (1,760 km = ř. km 164,9745). Niveleta teoretického dna revitalizace je 1,7‰.

Revitalizované koryto bylo navržené na průtok třicetidenní vody Q_{30d} . V případě průtoku vyšších průtoků dojde k vyběžní a následnému záměrnému rozlivu vody z navrženého koryta s protipovodňovou funkcí retence vody v krajině. Do údolní nivy navržené revitalizace je také zakomponovaná dosadba břehové a doprovodné vegetace po obou březích.

Návrh trasy a příčných profilů revitalizace je z velké části limitován soukromými pozemky, které se nachází v těsné blízkosti toku. Samostatný návrh se snažil tuto skutečnost respektovat. Situace s navrženou trasou revitalizace s vyznačenými vlastníky pozemků, podložené mapovým podkladem se nachází v příloze C.3. Rozsahy jednotlivých úprav včetně staničení, se v rámci nové trasy se nachází v přílohách C.1, C.3 a C.15.

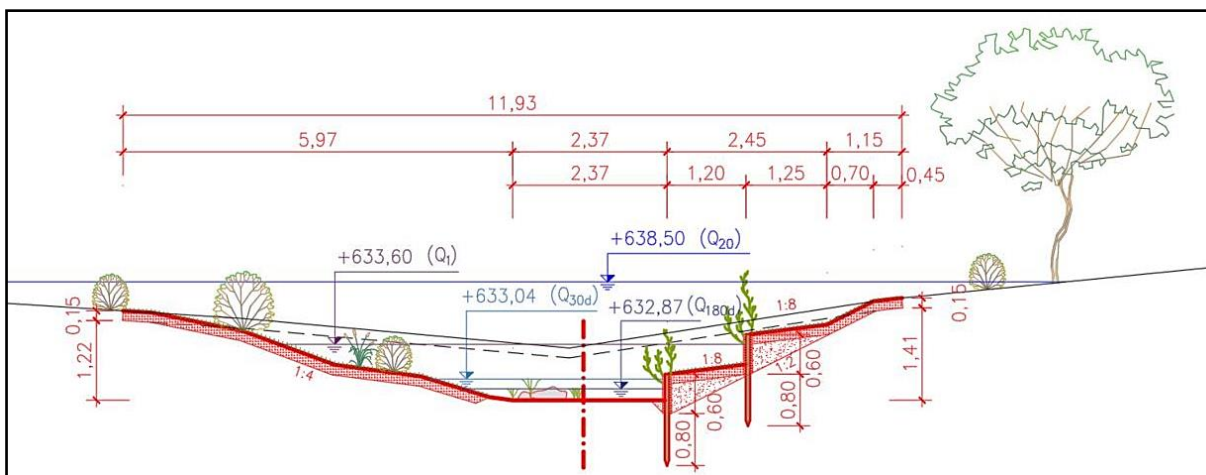
10.1.1 OBLASTI S JEDNOSTRANNÝM OMEZENÍM VÝVOJE TOKU

V rámci míst, kde je stranový vývoj omezený soukromými pozemky pouze z jedné strany, především se jedná o situaci na pravém břehu, je zvolena úprava koryta zaměřující se na stabilizaci paty a svahu právě ohrožené strany. V rámci navržené revitalizace se jedná o úsek od začátku trasy 0,000 km, kde se navržená trasa revitalizace plynule napojuje na stávající koryto, až po 0,330 km dle staničení revitalizované trasy, z hlediska vzorového příčného profilu se jedná o PF 17, který je zároveň graficky znázorněn v příloze C.4.

Pro výše zmíněný případ je navržena přírodě blízká úprava, zakládající se na stabilizaci paty a břehu odstupňovanými dvojitými vrbovými plůtky. Opatření tvoří dřevěné kůly o $\varnothing 0,06$ m a délce 1,40 m, jenž jsou zaražené do hloubky 0,80 m s roztečí 0,60 m. Následně se zaplétají vrbové pruty silnějším koncem proti směru proudu o $\varnothing 0,03$ -0,05 m. Za vrbovými plůtky se nachází zhutněný zásyp. Drny z výkopů se použijí pro zpětné drnování prostoru mezi odstupňovanými plůtky a v místech svahů. Drnování mezi dolní a horní řadou vrbových plůtek je vyspádováno ve sklonu 1:8. Nestabilizovaný svah je v mírném sklonu 1:4 a nižším, napojen na původní terén. Dno nového koryta není

stabilizováno a je mu ponechán přirozený vývoj. Pro nové koryto je navržena dosadba břehové a doprovodně vegetace. Dosadba keřů a měkkých dřevin v oblasti eulitorálního pásma se uvažuje spíše až k hladině průtoku Q_1 . V supralitorálním pásmu se navrhuje dosadba doprovodného porostu různorodým druhovým zastoupením dřevin, kterými jsou dub letní, jasan ztepilý, bříza bělokorá, lípa srdčitá, olše lepkavá atd.

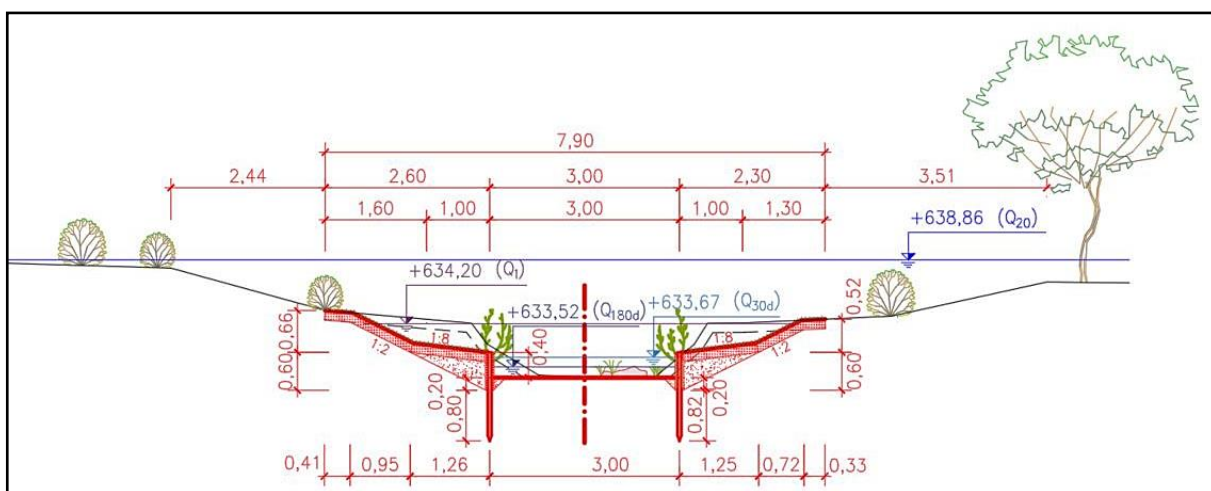
U stabilizace vycházející z návrhu vrbových plůtků se předpokládá, že pruty začnou v těsném kontaktu s vodou částečně ožívat a obrostou novými pruty, které zároveň vytvoří prostor využitelný jako rybí úkryty.



Obr. 70. Řez vybraným příčným profilem – PF 17, příloha C.4.

10.1.2 OBLASTI S OBOUSTRANNÝM OMEZENÍM VÝVOJE TOKU

Pro oblasti s omezením stranového vývoje trasy na pravém i levém břehu, je zvolená úprava podle vzorové příčné profilu PF 19. Rozsah úpravy dle vzorového příčné profilu PF 19, kterých je graficky znázorněn v příloze C.5 se rozprostírá na dvou místech. Konkrétně na úsecích dle dílčího staničení 0,330–0,932 km a 1,308–1,550 km.



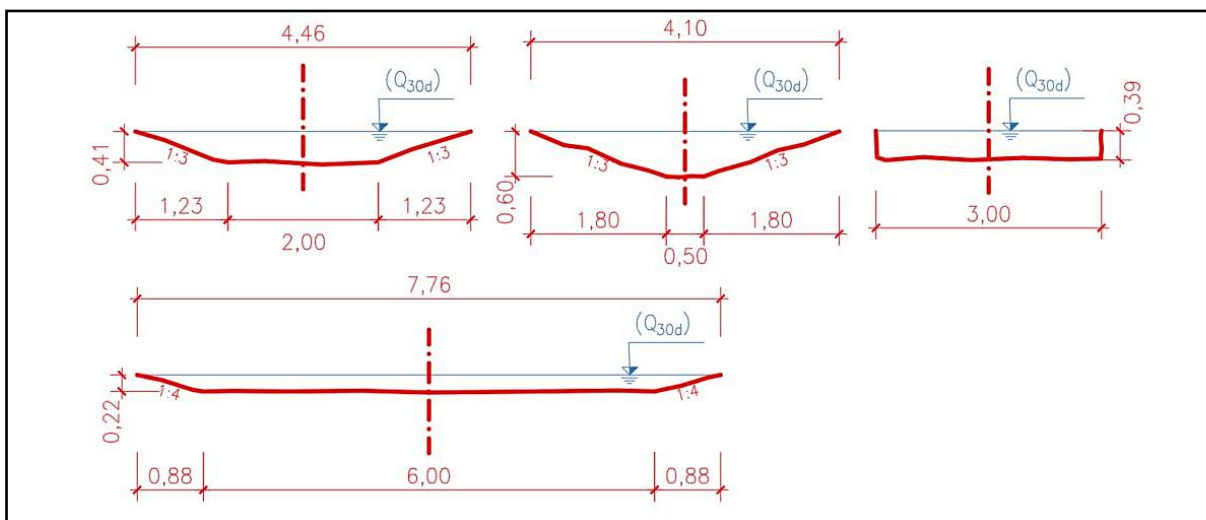
Obr. 71. Řez vybraným příčným profilem – PF 19, příloha C.5.

Navržené opatření je založeno na přírodě blízké úpravě paty a svahu po obou březích. Z hlediska navržené technologie se jedná o obdobný princip, jako u předchozího vzorového příčného profilu PF 17. Zásadním rozdílem navržené úpravy v korytě je jednoduchý vrbový plůtek vedený po obou březích. Průtočný průřez ohraničený vrbovými plůtky je navržený na kapacitní průtok Q_{30d} .

10.1.3 OBLASTI BEZ OMEZENÍ VÝVOJE TOKU

Pro úseky, které nejsou limitovány v rámci přirozeného vývoje trasy toku vztahem se soukromými pozemky, jsou uvažované průtočné profily s absencí stabilizačních prvků v patách a svazích toku. Jedná se především o pozemky patřící obci Herálcí, Povodí Moravy, s.p., Lesům České republiky, s.p. a ve výjimečných případech i Agrovysočina, a.s.

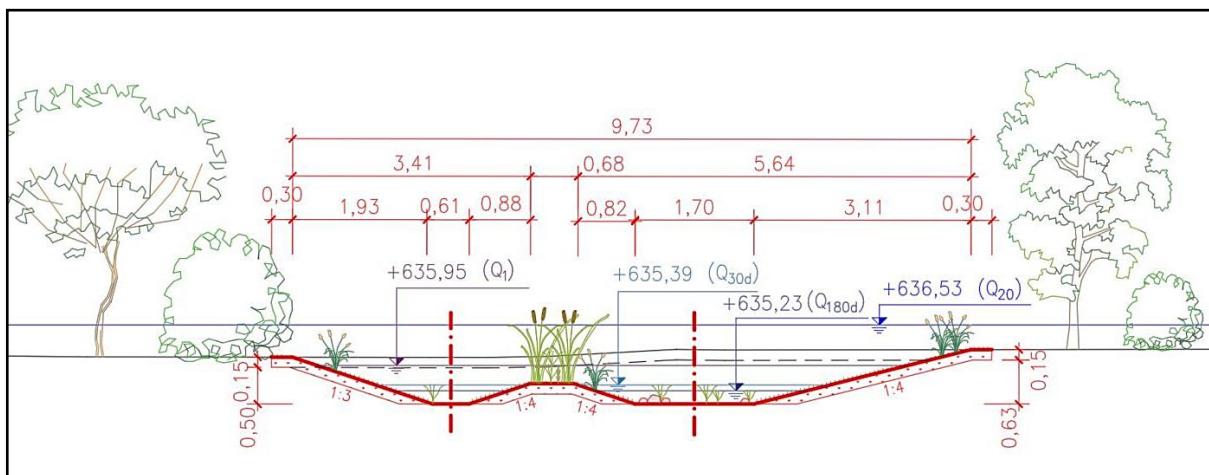
Pro oblast s umožněným vývojem toku není definovaný jednotný charakter průtočného profilu. Základním předpokladem je návrh různorodého průtočného profilu s proměnlivými hloubkami šířkami a svahy, které jsou kapacitní přibližně do Q_{30d} . Možné variace uvažovaných šířek ve dně se pohybují v rozmezí 0,5-6,0 m, rozsahy hloubek 0,2-0,6 m a sklony svahů v rozmezích 1:0-4, viz obrázek 72.



Obr. 72. Průtočné průřezy navržené na Q_{30d} pro oblasti s umožněným stranovým vývojem trasy, příloha C.6.

Úsek v navržené revitalizaci, kde lze minimalizovat stabilizační prvky v korytě a umožnit tak toku jeho přirozený vývoj, se nachází dle dílčího staničení mezi 1,550–1,760 km. Na konci úseku se nová trasa revitalizace plynule napojuje na původní trasu stávajícího toku. Jak již bylo zmíněno, pro úsek s možností samovolného vývoje trasy není určený jednotný profil, přesto je jako vybraný vzorový příčný profil uvažovaný PF 25, který je graficky znázorněn a popsán v příloze C.6.

Ve vybraném příčném profilu PF 25 je navržená rozdvojená kyneta uvnitř průtočného profilu. Dno i paty svahů jsou ponechány přirozenému vývoji, svahy jsou vyhloubené v přibližném sklonu 1:4. Svahy jsou následně ohumusovány travní směsí v zastoupení lipnice luční 40 %, kostřavy červené výběžkaté 25 %, jíllem vytrvalým 20 % a kostřavou červenou trsnatou 15 %. Eulitorální pásmo pak doplňuje dosadba rákosin, případně orobincem úzkolistým, orobincem širokolistým a puškvorcem obecným. Dosadbu doprovodných dřevinných porostů v supralitorálním pásmu nad úrovní hladiny Q_1 tvoří: dub letní, jasan ztepilý, bříza bělokorá, lípa srdčitá, olše lepkavá atd.



Obr. 73. Řez vybraným příčným profilem – PF 25, příloha C.6.

Další úsek s možností přirozeného vývoje toku je také mezi 0,932–1,302 km, jedná se SO2: Komplex tůní, který je popsán v kapitole 10.2. Dalším stavebním objektem nacházejícím se v oblasti revitalizace je i SO3: Brod, popsáný v kapitole 10.3.

Výkop zeminy z nově navržené trasy je uvažovaný na zásyp stávající trasy toku.

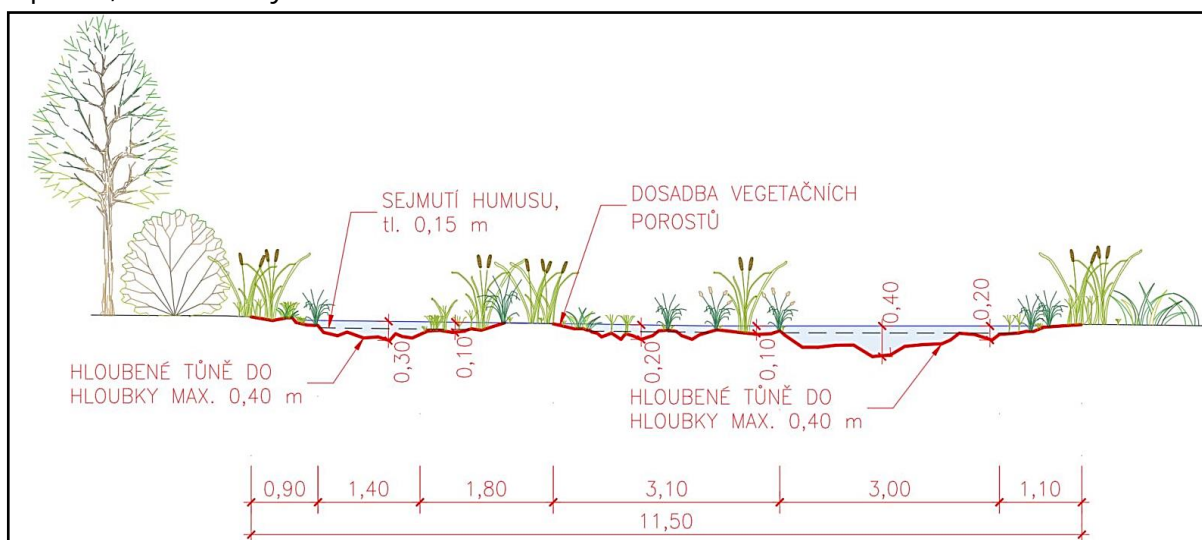
10.2 SO2: KOMPLEX TŮNÍ

- ř. km 164,4908 – ř. km 164,6715

Komplex tůní je doplňujícím objektem pro navrženou revitalizaci. V rámci dílčího staničení se SO2 rozprostírá mezi 0,932–1,302 km na pozemcích patřící Herálci. Hloubené tůně jsou navrženy na pravém i levém břehu revitalizovaného koryta, kde fungují jako prvek podporující retenci vody v krajině. Detail tůní je graficky znázorněn v příloze C.10.

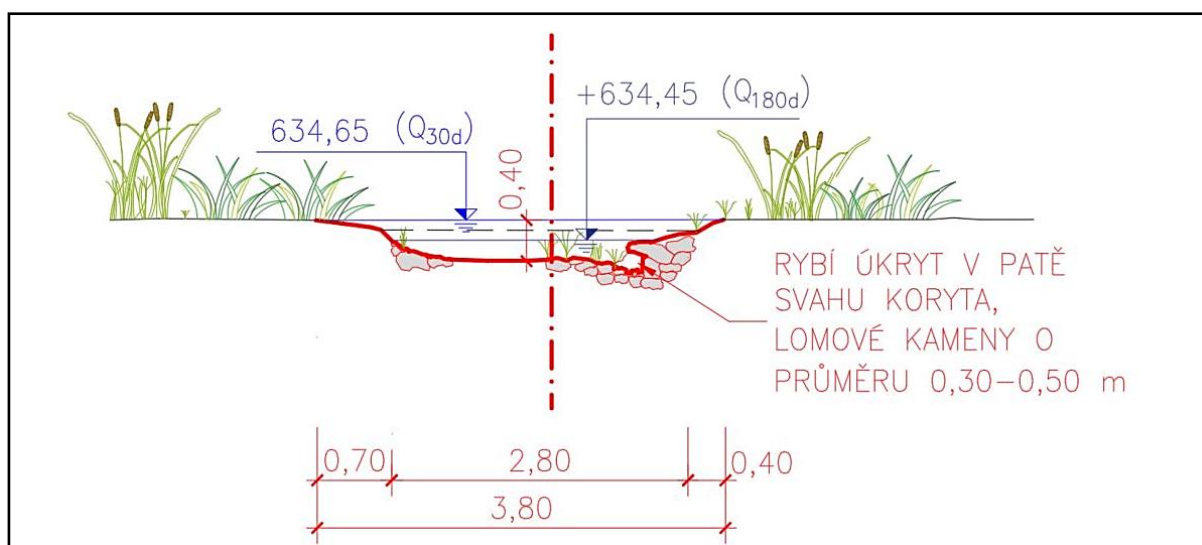
Hlavní vodní zdroj pro navržené tůně zajišťují periodické rozlivy vody z koryta, které nastanou při překročení kapacitního průtoku revitalizovaného koryta, tedy Q_{30d} . Mezi další možnosti spojené s vodními dotacemi tůní, patří například zadržování spadlých dešťových srážek nebo i jarní tání sněhů.

Komplex tůní je navržený z přibližně 28 tůní s rozsahem velikostí mezi 2-100 m². Přibližná uvažovaná vodní plocha celého komplexu je přibližně 750 m². Rozsahy hloubek se pohybují v rozmezí 0,1-0,4 m. Tvary tůní jsou nepravidelné, sklony jsou členité a pozvolné v rozmezí 1:10-15, vyhloubené dno nezarovnané. Dosadba břehového porostu v podobě rákosin, orobince úzkolistého, orobince širokolistého a puškvorce obecného. Doprovodné dřevinné porosty v zastoupení javor babyka, habr obecný, dub letní, olše lepkavá, keřové vrby.



Obr. 74. Detail navržených tůní – Detail A, příloha C.10.

Revitalizovaný tok je kapacitní na průtok Q_{30d} . V rámci vytvoření nové trasy toku jsou v trase mezi 1,120–1,150 km navrženy kamenné rybí úkryty v patách svahů. Jedná se pouze o lokální prvky, které se nachází především v napřímených přímých úsecích a také v konkávních obloucích s maximální délkou 3 m. Velikosti kamenů použitých pro rybí úkryty se pohybují v rozmezí 0,3-0,5 m. Rybí úkryty navržené v patách svahu jsou záměrně zahloubené z důvodu stálého zatopení i při minimálních průtocích.

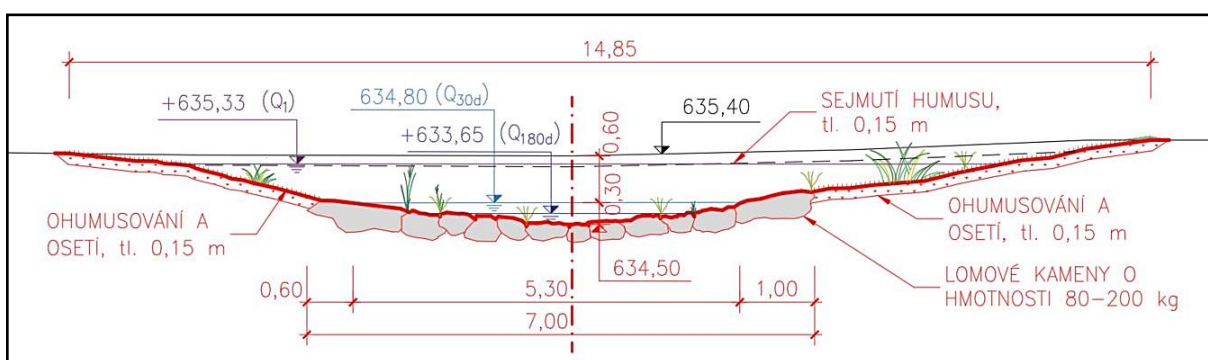


Obr. 75. Detail příčného profilu s rybím úkrytem – Detail A, příloha C.10.

10.3 SO3: BROD

- ř. km 164,6715 – ř. km 164,6737

SO3: Brod se dle dílčího staničení revitalizace nachází mezi 1,302 – 1,308 km a nachází se v těsné blízkosti SO2, který je zmíněný v předchozí kapitole 10.2. Objekt brodu je tvořený rozšířeným dnem koryta, které je vyskládáno lomovými kameny o hmotnosti 80-200 kg s plochou stranou směrem k hladině. Dno brodu je široké 5,3 m. Sklony svahů jsou ohumusovány a osety travní směsí se zastoupením lipnice luční 40 %, kostřava červená výběžkatá 25 %, jílek vytrvalý 20 % a kostřava červená trsnatá 15 %. Svahy jsou navrženy ve sklonu 1:4. Pro stávající brod v napřímené trase toku je navrženo zasypání zeminou vykopanou z brodu v trase revitalizace.



Obr. 76. Brod – Detail B, příloha C.11.

10.4 SO4: LB OCHRANNÁ HRÁZ

- ř. km 165,3438 – ř. km 165,5982

Jedná se o návrh zemní hráze, která chrání levobřežní zástavbu rodinných před rozlivem dvacetileté vody Q_{20} . Navržená hráz je vedena rovnoběžně podél stávajícího toku od ř. km 165,3438 až po ř. km 165,5982, kde se zemní hráz napojuje na SO7: LB navýšení zdi, viz kapitola 10.6. Ochranná hráz je navržena nad průtočný profil a nezasahuje tedy přímo do profilu stávajícího koryta toku.

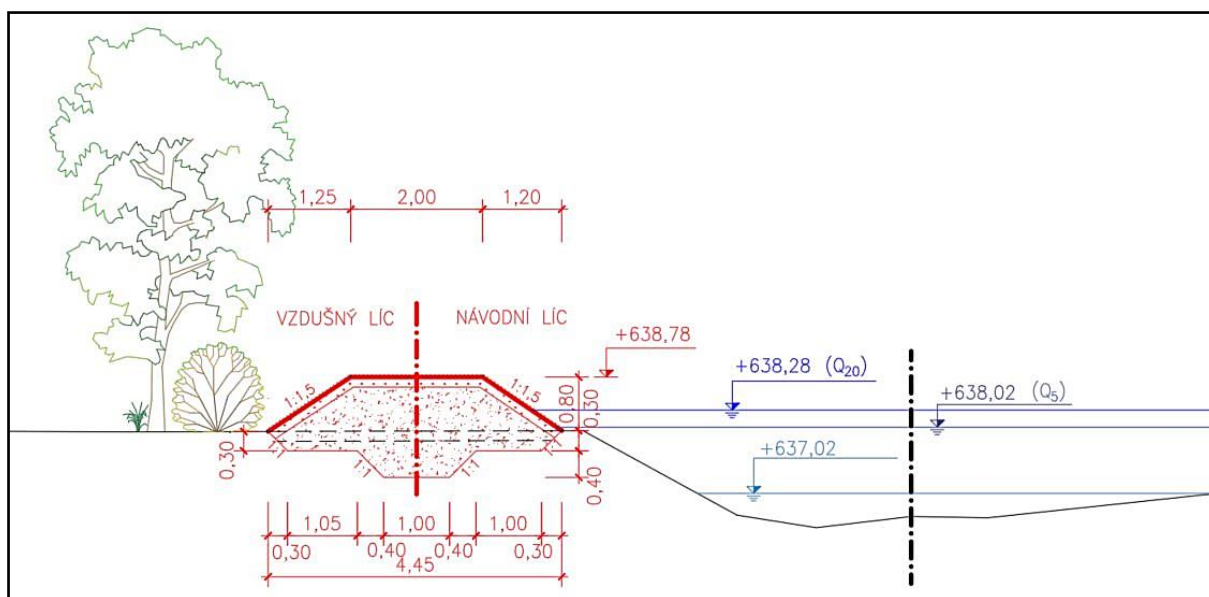
Cílem protipovodňové ochrany v podobě jednostranné zemní hráze, je navýšení úrovně levé břehové čáry nad úroveň pravé břehové čáry. Opodstatnění návrhu spočívá v zajištění jednostranného rozlivu, konkrétně do pravostranné nezastavěné oblasti tvořené TTP s doprovodem náletových dřevin, která umožňuje rozliv a následnou inundaci povodňových vod v nezastavěné oblasti. S vymezením zmíněného inundačního území souvisí SO5: PB Zemní val, který je popsán v kapitole 10.5.

Trasa hráze je vedena po pozemcích Povodí Moravy, s.p. a obce Herálce. Z důvodu omezeného prostoru je nutné provést odstranění současných vzrostlých náletových dřevin tvořící doprovodný porost levého břehu.

Hráz je dlouhá 250 m, v místě nové hráze je odebrána zemina v šířce 4,45 m do hloubky přibližně 0,3 m, zároveň je vyhlouben prostor pro možnost zavázání sypané hráze do stávajícího terénu o hloubce 0,4 m. Výška hráze měřená od terénu je po celé své délce konstantní, konkrétně 0,8 m. Svahy jsou ve sklonu 1:1,5. Koruna hráze disponuje konstantní šířkou 2 m. Svahy a koruna hráze jsou ohumusovány a osety travní směsí ve složení: lipnice luční 40 %, kostřava červená výběžkatá 25 %, jílek vytrvalý 20 % a kostřava červená trsnatá 15 %. Pro hráz je doporučena trvalá údržba kosením travnatých porostů. S návrhem ochranné hráze souvisí i dosadba doprovodných dřevinných porostů za zemní hrází v zastoupení: javor babyka, habr obecný, dub letní, olše lepkavá, jasan ztepilý, bříza bělokorá.

Navržená výška hráze vychází z technických požadavků na bezpečnostní převýšení ochranného prvku stanovené vyhláškou č. 590/2002 Sb., kde návrh převýšení ochranných hrází s nižší periodicitou než 100 let, navrhuje ochranné převýšení do 0,5 m. [44]

Převýšení koruny zemní hráze nad úroveň návrhového průtoku Q_{20} je právě 0,5 m. Stavební objekt SO4: LB ochranná hráz, viz příloha C.7.



Obr. 77. LB ochranná hrázka – PF 29, příloha C.7.

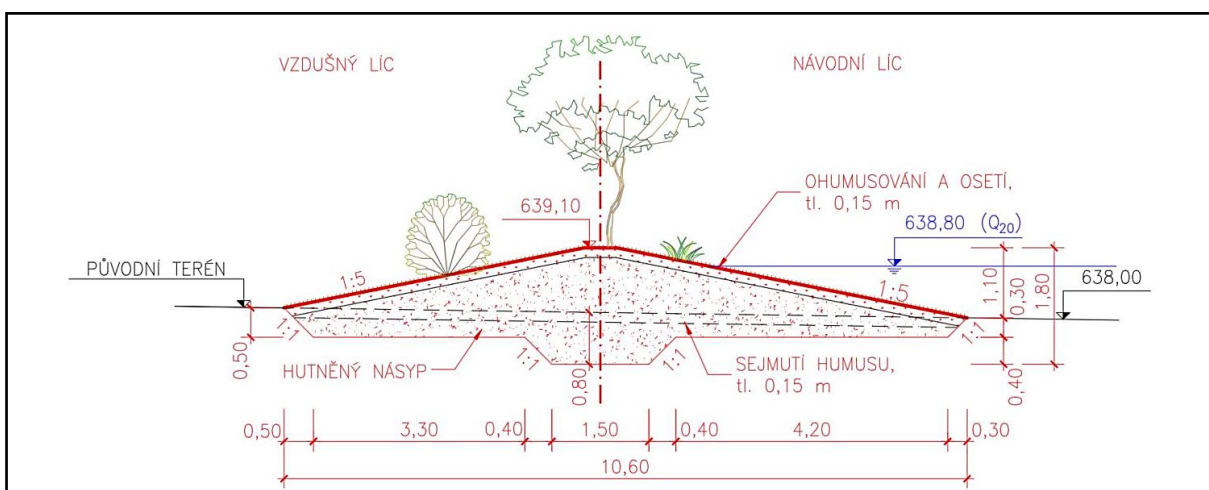
10.5 SO5: PB ZEMNÍ VAL

- ř. km 165,566 – ř. km 165,598

Návrh SO5: PB zemní val úzce souvisí se stavebním objektem SO4: LB ochrannou hrází. Zemní val tvoří hranici mezi oblastí s možností využití inundace vody v nezastavěné oblasti a zastavěné části obce Herálce na pravé straně. Navržený zemní val se nachází na pozemku patřící Povodí Moravy, s.p. a obci Herálci. Zemní val se jedním koncem napojuje

na SO6: PB navýšení zdi, viz kapitola 10.6 a druhým koncem se plynule zavazuje do sklonitého terénu.

Zemní val je dlouhý 65 m, v místě valu je odebrána zemina do hloubky přibližně 0,3-0,5 m a šířky 10,6 m, zároveň je těleso valu zavázané do stávajícího terénu o hloubce 0,4 m. Hodnota převýšení mezi korunou zemního valu a úrovní hladiny průtoku dvacetileté vody Q_{20} , je 0,3 m, rozdíl výšek je v souladu s technických požadavky na bezpečnostní převýšení ochranného prvku stanovené vyhláškou č. 590/2002. Svahy zemního valu jsou ve sklonu 1:5. Svahy jsou ohumusovány a osety travní směsí ve složení: lipnice luční 40 %, kostřava červená výběžkatá 25 %, jílek vytrvalý 20 % a kostřava červená trsnatá 15 %. Na zemním valu je navržena doprovodná vegetace v zastoupení dřevin: javor babyka, habr obecný, dub letní, olše lepkavá. Stavební objekt SO5: PB zemní val, viz příloha C.12.



Obr. 78. Zemní val – Detail C, příloha C.12.

10.6 SO6: PB NAVÝŠENÍ ZDI; SO7: LB NAVÝŠENÍ ZDI

- SO6: ř. km 165,6073 – ř. km 166,1723
- SO7: ř. km 165,5982 – ř. km 166,1723

SO6: PB navýšení zdi a SO7: LB navýšení zdi, (dále jen SO6 a SO7) jsou stavební objekty navržené za účelem technického zkapacitnění stávajícího průtočného koryta, který se nachází v oblasti intravilánu s oboustrannou zástavbou rodinných domů a rekreačních objektů.

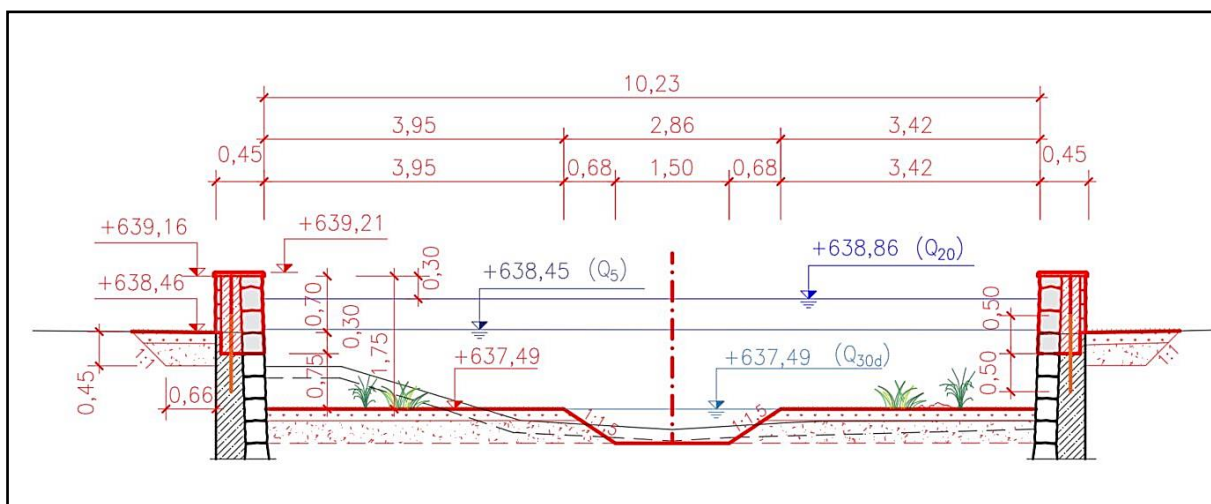
Volba opatření týkající se kapacity koryta ohraničeného nábřežními zdmi, vychází z jejich technického stávajícího stavu. V případě úprav nábřežních zdí by se měl důkladně prošetřit jejich stav z hlediska stability. V případě zjištění nevyhovujícího technického stavu by bylo nutné zdi odstranit a vybudovat nové.

Dle osobní pochůzky jsem stav nábrežních zdí zhodnotil, jako relativně vyhovující. Výjimku tvoří několik míst, kde je nutné provést lokální opravy v podobě výměny kamenných kvádrů, včetně dodatečného vyspárování mezer mezi kvádry. Dle vlastního úsudku jsem se rozhodl v rámci PPO opatřeními navrhnout opatření související se zachováním stávajících nábrežních zdí.

Pro zajištění kapacity koryta procházející intravilánem s oboustrannou zástavbou, je zvolené opatření související s navýšením nábrežních zdí. Z hlediska technologie se jedná o nástavbu v podobě betonové nadezdívky, která vychází z vhodné úpravy styčné spáry, do které se následně předvrtají pouzdra do hloubky 0,5 m pro možnost vložení a ukotvení ocelových trnů o celkové délce 1,0 m. Ocelová armatura je pevně spojena se stávající konstrukcí nábrežní zdi pomocí chemických kotev. Trny jsou osazovány do nábrežní zdi s konstantní vzdáleností 0,5 m. Připravenou armaturou se zajistí tuhý spoj mezi stávající konstrukcí zdi a monolitické nadezdívky. Pohledové strany jsou obloženy kamenným obkladem. Horní líc je osazen betonovým parapetem.

Technologie navýšení zdí je pro SO6 a SO7 totožná, rozsahy související s navýšením nábrežních zdí se pohybují v rozmezích 0,6-1,2 m po obou březích. Výškový rozdíl mezi úrovní hladiny návrhového průtoku Q_{20} a horní hranou navýšené zdi je navržen na 0,3 m. Hodnota převýšení vychází z vyhlášky č. 590/2002 Sb. Vyhlášky o technických požadavcích pro vodní díla. [44]

Stavební objekt SO6: PB navýšení zdi a SO7: LB navýšení zdi, viz příloha C.8.



Obr. 79. Navýšení nábrežních zdí v intravilánu – PF 37, příloha C.8.

PPO opatření spojená s úpravou nábrežních zdí v intravilánu souvisí také s problematikou výstí dešťové kanalizace. Možné PPO zajišťují například zpětné klapky osazené na zmíněné výstí. Opatření zaměřená na PPO inženýrských sítí nejsou součástí diplomové práce.

Úprava nábrežních zdí dále souvisí i s navýšením konstrukcí mostovek u mostních objektů M1 a L1, viz příloha D.1.

Úzce spřažené stavebními objekty s úpravou nábrežních zdí:

- SO5: PB zemní val, který se společně s SO9: PB zemním valem napojují na SO6: PB navýšení zdi, se záměrem vytvoření spojitě PPO pravobřežní zastavěné části Herálce (místo napojení SO5 = ř. km 165,6073; SO9 = ř. km 166,1723),
- SO4: LB ochranná hráz, která se společně s SO10: LB nábrežní zdi napojují na SO7: LB navýšení zdi, záměrem je vytvoření spojitě PPO levobřežní zastavěné části Herálce (místo napojení SO4 = ř. km 165,5982; SO10 = ř. km 166,1723),
- SO8: Úprava dna v korytě, prochází mezi navýšenými nábrežními zdmi SO6 a SO7.

10.7 SO8: ÚPRAVA DNA V KORYTĚ

- ř. km 165,5982 – ř. km 166,5189

Jedná se úpravu dna v korytě toku procházející úsekem, který ohraničují nábrežní zdi na levém i pravém břehu (ř. km 165,5982 – ř. km 166,1723). Úprava dna dále pokračuje v úseku s levobřežní zástavbou (ř. km 166,1723 – ř. km 166,5189), kde se zmíněnou úpravou dna souvisí již zmíněná SO10: LB nábrežní zeď, která je podrobněji popsána v kapitole 10.9.

Navržená opatření související s úpravou dna cílí na propojení technického PPO opatření nábrežních zdí s možnými PBPO úpravami ve dně, které se svým charakterem přibližují k částečné revitalizaci uvnitř koryta, se snahou podpory základní ekologické funkce toku, viz kapitola 3.1.1. Stavební objekt SO8: Úprava dna v korytě, viz přílohy C.8, C.9

10.7.1 OBLAST S OBOUSTRANNOU ZÁSTAVBOU

- ř. km 165,5982 – ř. km 166,1723

V rámci dílčích úprav dna je navržené pročištění dna v korytě mezi nábrežními zdmi od dnových nánosů s následnou úpravou nivelety mezi příčnými profily, viz příloha C.14:

- PF 33 – PF 44, ř. km 165,6747 – ř. km 166,0565,
- PF 45 – PF 48, ř. km 166,0735 – ř. km 166,1385.

V rámci úprav související se dnem úseku, ohraničeného nábrežními zdmi, jsou navržené bermy se stěhovavou kynetou, která je kapacitní na průtok Q_{30d} . Nově navržená kyneta disponuje tvarem jednoduchého lichoběžníku s výškou 0,45 m, šířkou ve dně 1,5 m se sklony 1:1,5 bez stabilizace svahů a pat s umožněným vývojem. Bermy jsou

tvořené hutněným násypem s následným ohumusováním a osetím travní směsí ve složení: lipnice luční 40 %, kostřava červená výběžkatá 25 %, jílek vytrvalý 20 % a kostřava trsnatá 15 %. Navržené bermy je vhodné udržovat občasným kosením vyšších travin.

Návrh malé průtočné kynety s bermami vychází ze skutečností, ke kterým v úseku s nábřežními zdmi dochází. Průtočný profil podléhá opakovatelnému zanášení dnovými splaveninami, které se pravidelně po 10 letech mechanicky odstraňují. Poslední pročištění proběhlo v roce 2019 a předchozí v roce 2009. V obdobích mezi pročišťováním uvnitř koryta pravidelně vzniká nová průtočná kyneta s bermami vytvořenými z dnových nánosů, které zarůstají různými druhy náletovými travinami.

Navržená šířka kynety vychází z přibližné šířky kynety, která se pravidelně mezi pročišťovanými obdobími v uvnitř koryta toku vytváří. Hlavní myšlenkou navržené úpravy je vytvoření nové průtočné kynety za předpokladu, že se zúží průtočný profil, přičemž dojde k omezení zanášení dnovými splaveninami a tedy i dalšímu zarůstání. V případě průtoku větších vod, než je Q_{30d} , dojde k zaplavení navržených berem s využitím nábřežních zdí, které jsou na dle předchozích navržených opatření kapacitní na návrhový průtok Q_{20} . Navržená kyneta s bermami je graficky znázorněna v příloze C.8.

Na ř. km 165,6872 a na ř. km 165,9904 se nachází křížení inženýrských sítí pod úrovní dna. Při realizaci navržených úprav pro dno je nutné respektovat křížení inženýrských sítí a přistupovat dle požadavků ČSN 75 2130: *Křížení a souběhy vodních toků s dráhami, podzemními komunikacemi a vedeními*. [45]

V rámci úpravy dna jsou v místech přítoků navrženy stabilizační prvky ve dně v podobě dvou stabilizačních kamenných pásů, které jsou široké po 5 m. Navržené pásy zamezující vymílání dna v místě vlévání. Konkrétně se jedná o přítok Brušoveckého potoka z pravé strany, ř. km 165,7671 a přítok Ambrožky ze strany levé, ř. km 166,0240.

10.7.2 OBLAST S LEVOSTRANNOU ZÁSTAVBOU

- ř. km 166,1723 – ř. km 166,5189

Dílčí úprava souvisící s úpravou nivelety mezi příčnými profily, viz příloha C.14:

- PF 49 – PF 53, ř. km 166,1723 – ř. km 166,4014.

Odstranění stávajících stabilizačních prahů na ř. km:

- ř. km 166,2258,
- ř. km 166,2848,
- ř. km 166,3629,
- ř. km 166,4014,
- ř. km 166,4740.

Uvažovaná patření pro úpravu dna jsou totožná, jako v kapitole 10.7.1. Pro průtok Q_{30d} je navržena obdobná stěhovavá kyneta s ohumusovanými a osetými bermami. Rozdílem je napojení a zavázání navržených berem. Pravostranná berma je zavázána do stabilizované paty původního svahu kamenným záhozem z lomových kamenů o hmotnosti 80-200 kg. Levostranná berma je zavázána do nově navržené nábrežní zdi.

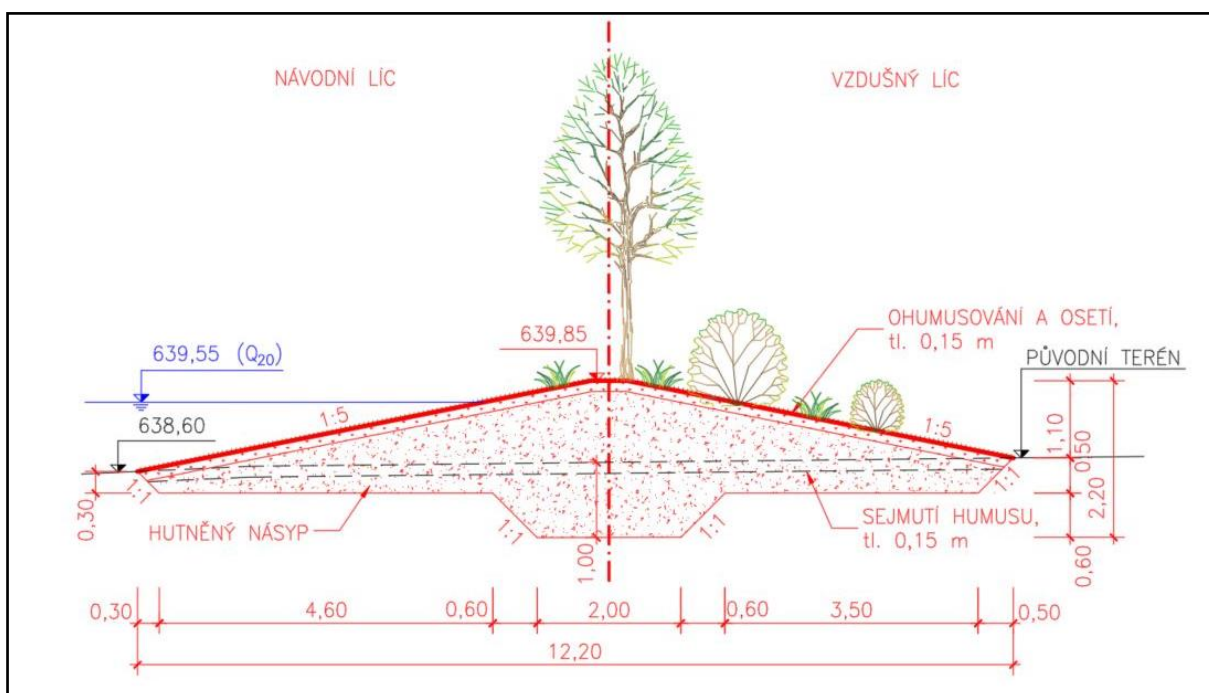
Opatření úpravy dna je prováděno ve stávajícím korytě toku, přesto je trasa vedena přes nevypořádané pozemky, které vznikly vlivem napřímení toků. Pro možné úpravy toku je nezbytné problematiku s pozemky vyřešit. SO10: LB nábrežní zeď, která je více popsána v kapitole 10.9.

10.8 SO9: PB ZEMNÍ VAL

- ř. km 166,1723

Návrh SO9: PB zemní val souvisí s PPO pravobřežní zástavby Herálce objekt zemního valu se napojuje obdobně, jako SO5: PB zemní val na SO6: PB navýšenou zeď.

Zemní val vymezuje zastavěnou oblast pravobřežní zástavby rodinných domů obce Herálce a oblast s umožněným rozlivem. Val je situovaný na pozemku obce Herálce, který je potřeba před výstavbou valu vykácet od vzrostlého náletového porostu. Jak bylo zmíněno výše, zemní val se jedním koncem zavazuje do navýšené pravobřežní zdi a druhým koncem se zavazuje do sklonité terénu.



Obr. 80. Zemní val – Detail D, příloha C.13.

Zemní val je dlouhý 30 m, v místě valu je odebrána zemina do hloubky přibližně 0,3-0,5 m a šířky 12,2 m, zároveň je těleso valu zavázané do stávajícího terénu o hloubce 0,6 m. Hodnota převýšení mezi korunou zemního valu a úrovní hladiny průtoku dvacetileté vody Q_{20} , je 0,3 m, rozdíl výšek je v souladu s technických požadavky na bezpečnostní převýšení ochranného prvku stanovené vyhláškou č. 590/2002. Svahy zemního valu jsou ve sklonu 1:5. Svahy a jsou ohumusovány a osety travní směsí ve složení: lipnice luční 40 %, kostřava červená výběžkatá 25 %, jílek vytrvalý 20 % a kostřava červená trsnatá 15 %. Na zemním valu je navržena doprovodná vegetace v zastoupení dřevin: javor babyka, habr obecný, dub letní, olše lepkavá. Stavební objekt SO9: PB zemní val, viz příloha C.13.

10.9 SO10: LB NÁBŘEŽNÍ ZEĎ

- ř. km 166,1723 – ř. km 166,5189

SO10: LB nábrežní zeď se napojuje na navýšenou nábrežní zeď (SO7) na ř. km 166,1723.

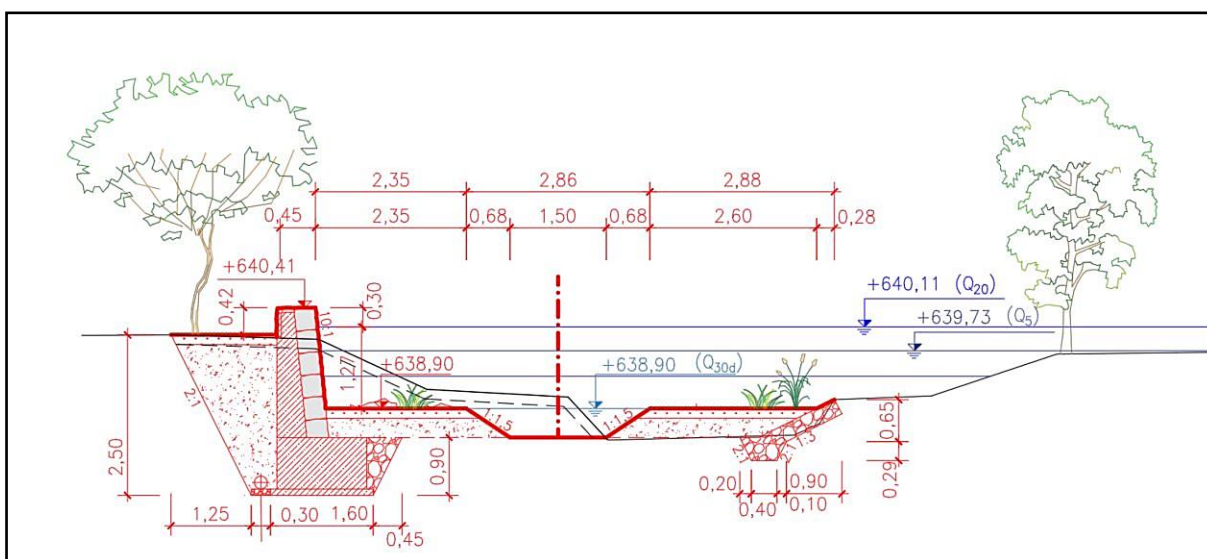
LB nábrežní zeď je v rámci možností vedena po pozemcích obce Herálec, Povodí Moravy s.p. a několika desítkami metrů i po pozemcích soukromých vlastníků, ačkoliv se jedná o opatření navržené ve stávající trase toku. Z toho vyplývá, že v případě provádění jakékoliv navržené úpravy pro zájmovou oblast toku, bylo by nejdříve nutné vyřešit problematiku související s nesouhlasnými majetkovými stavy.

V rámci opatření se jedná o návrh betonové nábrežní zdi s pohledovými kamennými kvádry na návodním líci. S nábrežní zdí souvisí opravený průtočný profil toku označený jako SO8: Úprava dna v korytě. Nábrežní zeď je založena na betonovém pasu, jeho horní hrana je ve stejné úrovni teoretického dna kynety. Rozsah výšek nábrežní zdi mezi příčnými profily PF 49 až PF 59 se pohybuje v rozmezí 1,91-2,17 m od úrovně teoretického dna po horní hranu nábrežní zdi. Největší výškový rozdíl mezi úrovní nábrežní zdi a stávajícího terénu z pohledu levého břehu je do 0,55 m. Výškový rozdíl mezi úrovní hladiny návrhového průtoku Q_{20} a horní hranou navýšené zdi je navržen na 0,3 m. Hodnota převýšení vychází z vyhlášky č. 590/2002 Sb. Vyhlášky o technických požadavcích pro vodní díla. [44]

Cílem protipovodňové ochrany v podobě nábrežní zdi, je navýšení úrovně levé břehové čáry nad úroveň pravé břehové čáry. Opodstatnění návrhu spočívá v zajištění jednostranného rozlivu, konkrétně do pravostranné nezastavěné oblasti se zalesněnou plochou, území tvořené TTP s doprovodem náletových dřevin, která umožňuje rozliv a následnou inundaci povodňových vod v nezastavěné oblasti. S vymezením zmíněného inundačního území souvisí SO9: PB zemní val, který brání vniknutí rozlivu vody do oblasti se zástavou, zemní val je popsán v kapitole 10.8.

Z důvodu omezeného prostoru ze strany stávajících vzrostlých náletových dřevin a soukromých pozemků, je nutné provést odstranění vzrostlých náletových dřevin tvořící doprovodný porost podél celého levého břehu v místě nábrežní zdi.

S návrhem nábrežní zdi souvisí i dosadba doprovodných dřevinných porostů, která je dosázena za novou zdí tak, aby nezasahovala do průtočného profilu. Zastoupení jednotlivých dřevin tvoří: javor babyka, habr obecný, dub letní, olše lepkavá, jasan ztepilý, bříze bělokorá. Při návrhu byl kladen důraz na zachování pravobřežní vegetace v podobě vzrostlých náletových dřevin podél pravého břehu. Stavební objekt SO10: LB nábrežní zeď, viz příloha C.9



Obr. 81. Nábrežní zeď s upraveným dnem – PF 53, příloha C.9.

10.10 SO11: NAVÝŠENÍ A ROZŠÍŘENÍ MOSTOVKY; SO12: ZRUŠENÍ BRODU

- SO11: ř. km 166,4946,
- SO12: ř. km 166,5076.

Předpokladem opatření zaměřeného na navýšení a rozšíření mostovky u silniční lávky – L2 na ř. km 166,4946 je vytvoření nové mostní konstrukce s asfaltovým krytem o přibližné šířce 4,1 m a přibližné délce 15 m. Spodní hrana mostovky je navržena do výšky 640,83 m n. m., kterou se splní požadavek dle ČSN 73 6201 na minimální převýšení 0,5 m nad úrovní hladiny návrhového průtoku Q_{20} . [40]

Brod na ř, km 166,5076 v těsné blízkosti lávky L2 se zruší a případná doprava bude nasměrována přes rozšířený a navýšený mostní objekt L2.

Mezi PF 49 PF 59 (ř. km 166,1723 – ř. km 166,5189) je uvažována úprava toku podle vzorového profilu PF 53 (SO10 a SO8), viz příloha C.9. Navržené opatření prochází pod novou konstrukcí mostu L2, tak i v místě stávajícího brodu.

Tab. 23. Souhrnná tabulka stavebních objektů

SO	NÁZEV	STANIČENÍ [ř. km]		DÍLČÍ STANIČENÍ [km]		DÉLKA [m]	BŘEH
		OD	DO	OD	DO		
1	ZMĚNA TRASY TOKU	163,9809	164,9745	0,000	1,760	1760	
2	KOMPLEX TŮNÍ	164,4908	164,6715	0,932	1,302	340	
3	BROD	164,6715	164,6737	1,302	1,308	6	
4	LB OCHRANNÁ HRÁZ	165,3438	165,5982			250	LEVÝ
5	PB ZEMNÍ VAL	165,566	165,598			65	PRAVÝ
6	PB NAVÝŠENÍ ZDI	165,6073	166,1723			565	PRAVÝ
7	LB NAVÝŠENÍ ZDI	165,5982	166,1723			574	LEVÝ
8	ÚPRAVA DNA V KORYTĚ	165,5982	166,5189			921	
9	PB ZEMNÍ VAL	166,1723	166,1723			30	PRAVÝ
10	LB NÁBŘEŽNÍ ZEĎ	166,1723	166,5189			347	LEVÝ
11	NAVÝŠENÍ A ROZŠÍŘENÍ MOSTOVKY	166,4946	166,4946			6	
12	ZRUŠENÍ BRODU	166,5076	166,5076			3	

Umístění jednotlivých navržených stavebních objektů a úprav je graficky znázorněno v přílohách situací: C.1, C.2 a C.3.

Dále také v přílohách podélných profilů: C.14 a C.15.

11 POSOUZENÍ KAPACITY TOKU A OBJEKTŮ NA TOKU – NAVRŽENÁ IDEOVÁ OPATŘENÍ

V následující kapitole 11, se nachází ověření kapacity navržených ideových opatření na průběh návrhového průtoku Q_{20} , včetně ověření kapacity navýšených mostních objektů a průběh hladin nižších, m-denních průtoků v trase revitalizace.

11.1 POSOUZENÍ KAPACITY NOVĚ NAVRŽENÉHO STAVU TOKU

Průběh hladin po nově navržených úpravách a opatřeních na toku, byl proveden na řadu N-letých průtoků:

$$Q_1 = 5,30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_5 = 12,20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_{20} = 22,80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Z hlediska posouzení kapacity navržených opatření na toku, byl prioritní průtok dvacetileté vody $Q_{20} = 22,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, který byl zároveň návrhovým, viz příloha C.14.

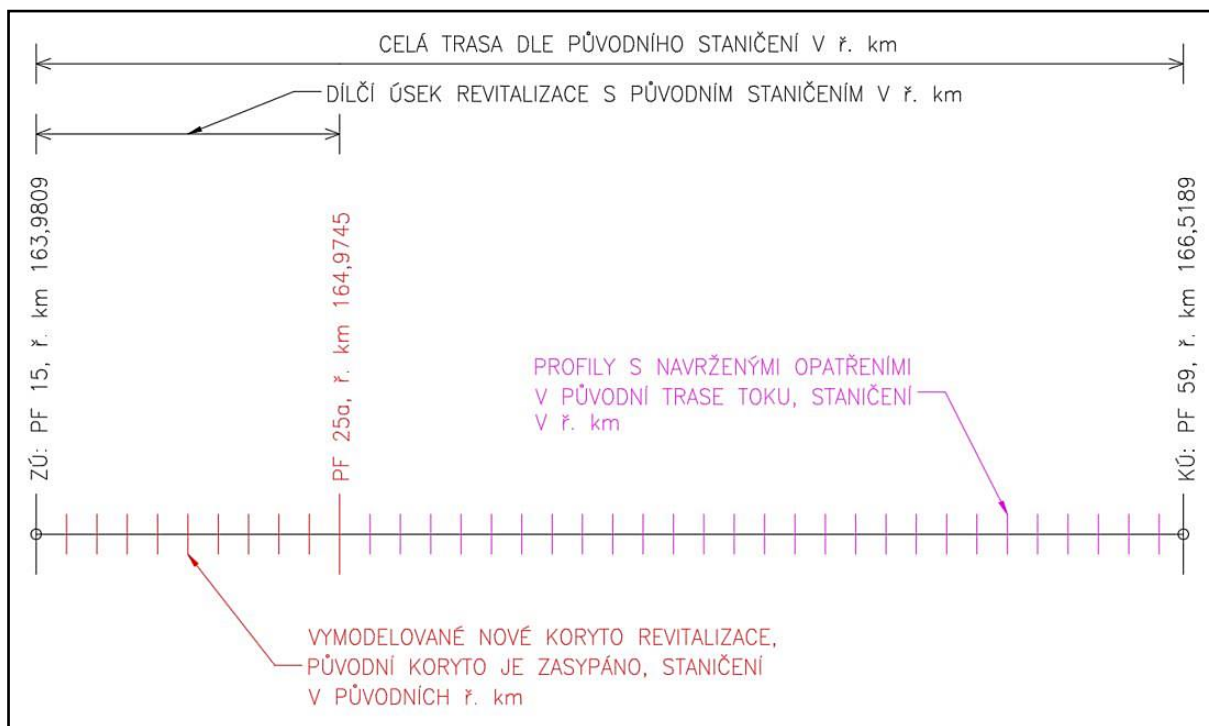
V rámci průběhu hladin byl proveden výpočet celým zájmovým územím mezi příčnými profily PF 15 – PF 59 (ř. km 163,9809 – ř. km 166,5189). Okrajové podmínky pro výpočet byly obdobné jako v případě posouzení průběhu hladin stávajícího stavu, viz kapitoly 8.3.1 a 8.3.2.

Pro průběh dvacetileté vody v místě revitalizace se uvažuje původní staničení příčných profilů v ř. km. Do původních příčných profilů bylo v rámci úprav dat zanesené nové revitalizované koryto a původní zarovnáno s terénem. Opodstatnění zmíněného kroku vycházelo z předpokladu „přímého“ průtoku Q_{20} přes navrženou trasu revitalizace s meandry, jejíž kapacita byla navržená na průtoky Q_{30d} až Q_1 . Pomocné schéma související s geometrickými daty pro výpočet, viz obrázek 82.

Jednotlivé průběhy hladin průtokové řady Q_1 , Q_5 a Q_{20} , protékající zájmovým územím s navrženými PPO opatřeními, se nachází v textové příloze D.1.

Klíčový návrhový průtok Q_{20} je graficky znázorněn ve výkresové příloze podélného profilu C.14.

Na základě navržených PPO opatření s následně doloženým ověřovacím výpočtem průběhu hladin návrhového průtoku Q_{20} lze konstatovat, že návrh PPO opatření zaměřený na zvýšení kapacity toku a ochranu zastavěných oblastí obce Herálce před rozlivy povodňových vod, je vyhovující.



Obr. 82. Znáornění geometrických dat pro výpočet průběhu hladin Q_{20} .

11.2 POSOUZENÍ KAPACITY NOVĚ NAVRŽENÉHO STAVU MOSTNÍCH OBJEKTŮ

Jak bylo zmíněno v kapitole 8.4, pokud posuzované mostní objekty nejsou kapacitní na návrhový průtok Q_n , nebo nesplňují minimální převýšení 0,5 mezi úrovní hladiny a spodní hranou mostovky podle ČSN 73 6201, musí být provedeno buď navýšení mostovky, nebo jiné technické opatření, které zajistí patřičnou minimální vzdálenost. [40]

Z tabulky 21. je patrné, že požadavky související s převýšením spodní hrany mostovky a úrovní hladiny návrhového průtoku, splňuje pouze historický kamenný most M2, na ř. km 165,8545, který není potřeba navýšovat.

Pro objekty M1, L1 bylo navrženo navýšení mostovek, přičemž se souvisejícím navýšením byla navržena i rekonstrukce obou zmíněných objektů. Pro mostní objekt L2 bylo navrženo zvýšení i rozšíření mostovky, které je popsáno v kapitole 10.10.

Tab. 24. Navýšení mostovek

OBJEKT	STANIČENÍ [ř. km]	PŮVODNÍ VÝŠKA MOSTOVKY [m n. m.]	NAVRŽENÁ VÝŠKA MOSTOVKY [m n. m.]	NAVÝŠENÍ MOSTOVKY [m]
M1	165,6765	638,20	639,22	1,02
M2	165,8545	639,96	639,96	0
L1	165,9821	638,58	639,63	1,05
L2	166,4961	640,02	640,83	0,81

Převýšení mezi hladinou návrhového průtoku Q_{20} a spodní hranou mostovky:

- M1 – most, ř. km 165,6765, převýšení o 0,55 m,
- M2 – most, ř. km 165,8545, převýšení o 1,01 m,
- L1 – lávka, ř. km 165,9821, převýšení o 0,55 m,
- L2 – lávka, ř. km 166,4961, převýšení o 0,55 m.

Výškové úrovně spodních hran mostovek u výše zmíněných mostních objektů, splňují podmínku minimálního převýšení, podle ČSN 73 6201. Na základě zmíněného posudku lze konstatovat, že navržené úpravy mostních objektů jsou z hlediska kapacity vyhovující, viz tabulka 14. v příloze D.1 a grafické zobrazení hladin viz příloha C.14.

11.3 PRŮBĚH HLADIN M-DENNÍCH PRŮTOKŮ

Pro zájmovou oblast byl provedený doplňující průběh hladin na menší průtokovou řadu zastoupenou Q_{180d} , Q_{120d} , Q_{60d} , Q_{30d} a Q_1 .

Opodstatnění průběhu hladin nižších průtoků souvisí především s navrženými objekty v revitalizaci, kde je nutné zajistit minimální úroveň hladiny pro jejich správnou funkci. Takovými objekty jsou například rybí úkryty, kde je žádoucí jejich trvalé zatopení. Hodnoty m-denních průtoků jsou:

$$Q_{180d} = 0,18 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_{120d} = 0,26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_{60d} = 0,43 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

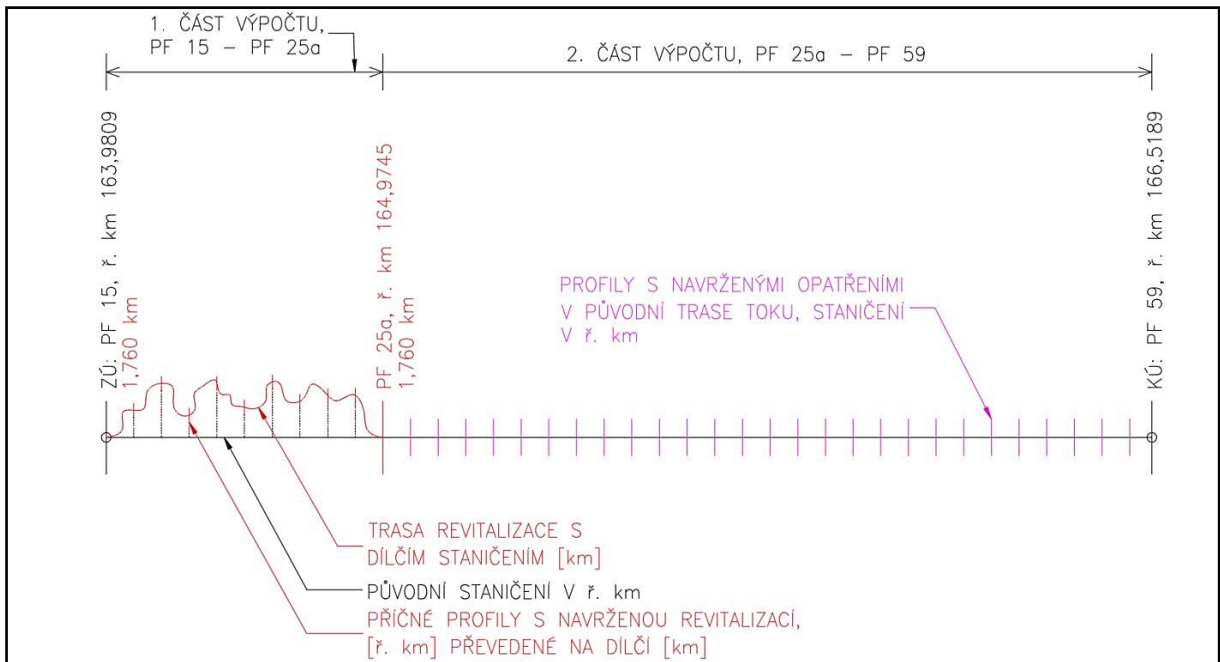
$$Q_{30d} = 0,65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Pro trasu revitalizace bylo stanoveno dílčí staničení, které vycházelo z PF 15 na ř. km 163,9809 = 0,000 km a končilo v přidaném příčném profilu PF 25a na ř. km 164,9745 = 1,760 km. Trasa revitalizace se v rámci zmíněných příčných profilů plynule napojuje na stávající trasu toku.

Pro výpočet průběhu hladin byla zájmová lokalita rozdělena na 2 části:

- 1. část tvoří úsek revitalizace mezi PF 15 – PF 25a, s uvažovanou prodlouženou trasou. Horní okrajovou podmínku zastupovala průtoková řada Q_{180d} , Q_{120d} , Q_{60d} , Q_{30d} a Q_1 . Dolní okrajová podmínka byla zastoupena podélným sklonem 1,7 ‰, který byl vypočten z převýšení mezi PF 15 – PF 25a a jejich předpokládané vzdálenosti pro revitalizaci 1,760 km.
- 2. část tvoří úsek mezi PF 25a – PF 59. Horní okrajovou podmínkou byla průtoková řada: Q_{180d} , Q_{120d} , Q_{60d} , Q_{30d} a Q_1 . Dolní okrajová podmínka byla zastoupena výškami hladin jednotlivých průtoků v profilu PF 25a. Zmíněné hladiny byly vypočteny v 1. části výpočtu.

Pomocné schéma související s geometrickými daty pro výpočet, viz obrázek 83.



Obr. 83. Znárodnění geometrických dat pro výpočet průběhu hladin nižších průtoků.

Jednotlivé průběhy hladin průtokové řady Q_{180d} , Q_{120d} , Q_{60d} , Q_{30d} a Q_1 protékající zájmovým územím, se nachází v textové příloze D.1.

Ve výkresové příloze C.15 se následně nachází podélný profil vymezený příčnými profily PF 15 - PF 25a, kde jsou zobrazené hladiny průtoků Q_{180d} , Q_{30d} a Q_1 .

12 ZÁVĚR

V diplomové práci byla nejdříve uvedena základní terminologie související s řešenou problematikou zájmové oblasti, doplněná o podrobný popis zájmové lokality, včetně popisu zájmového území. Zájmové území bylo rozděleno na čtyři dílčí řešené úseky, pro které bylo jednotlivě provedeno posouzení současného stavu s posouzením dle metodiky HEM. Pro zjištění současného stavu protipovodňové ochrany toku, včetně kapacity koryta a mostních objektů, byl proveden výpočet průběhu hladin na průtokovou řadu Q_{30d} , Q_1 , Q_5 a Q_{20} , pomocí 1D matematického modelu programu HEC-RAS verze 5.0.6. Zjištěnými průběhy hladin byla stanovena konkrétní místa rozlivů vody mimo koryto, společně s kapacitou mostních objektů.

Volba návrhu ideových opatření vycházela z předpokladů předchozích šetření stávajícího stavu, společně s projektem Ministerstva životního prostředí České republiky, které doporučuje pro zájmovou oblast navrhnout PBPO opatření pro zastavěná a nezastavěná území. Návrhový průtok Q_n jsem vzhledem k zájmové lokalitě zvolil $Q_{20} = 22,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. V diplomové práci jsem se potýkal s řešením návrhu PPO opatření v nezastavěných oblastech, ale také v oblastech s jednostrannou i oboustrannou zástavbou. Ze zmíněných oblastí v zájmovém území se následně odvíjel i návrh charakteru PPO úprav, včetně jejich jednotlivých kombinací.

Pro nezastavěnou oblast byla navržena PBPO opatření zaměřená na ochranu fungující retence záplavových území, konkrétně na úplnou revitalizaci. V oblastech s jednostrannou zástavbou byla navržena technická opatření v podobě staveb, doplněné o přírodě blízké úpravy vodního toku, v kombinaci s možností využití jednostranného rozlivu a následné retence vody v krajině. Pro oblasti s oboustrannou zástavbou byla navržena především technická PPO opatření zajišťující kapacitu toku a mostních objektů. Opatření byla propojena s přírodě blízkými úpravami dna a vnitřních prostor koryta toku. Navržená ideová opatření byla následně ověřena průběhem hladiny návrhového průtoku Q_{20} a z hlediska PPO vyhodnocena jako vyhovující.

Závěrem bych chtěl dodat, že zájmová oblast v mnoha místech disponuje složitými nevypořádanými majetkoprávními vztahy, z období předchozích úprav na toku ze 70. let. Skutečnosti jsem se snažil při návrhu jednotlivých opatření zohlednit a respektovat, přesto se domnívám, že je nezbytné zmiňovanou problematiku dále řešit.

V Brně dne 15. 1. 2021

Bc. Petr Serafin
autor práce

13 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.	Geomorfologické členění vodních toků. [10].....	20
Obr. 2.	Princip rozlivů nad a pod obcí v nezastavěných oblastech. [10].....	21
Obr. 3.	Charakteristické rysy příčných profilů. [10]	22
Obr. 4.	Schéma členění břehových zón. [14].....	24
Obr. 5.	Schéma nepravidelného pozvolného břehu tůně s břehovou vegetací. [16]..	26
Obr. 6.	Schéma řezu tůní s mělkým a členitým dnem s pozvolnými břehy. [16]	26
Obr. 7.	Základní mapa ČR s vyznačenou zájmovou lokalitou. [19].....	27
Obr. 8.	Základní vodohospodářská mapa se zájmovým územím. [19].....	28
Obr. 9.	Klimatické regiony (50% průhlednost). [20].....	28
Obr. 10.	Meteorologické stanice v ČR. [23]	29
Obr. 11.	Průměrný roční úhrn srážek za období 1981-2010. [21].....	30
Obr. 12.	Průměrná roční teplota vzduchu za období 1981-2010. [21].....	30
Obr. 13.	Geologická mapa zájmového území 1:50 000 včetně legendy. [24].....	31
Obr. 14.	Pedologická mapa zájmového území 1: 50 000 včetně legendy. [27]	32
Obr. 15.	Správci vodních toků v zájmové oblasti. [29].....	33
Obr. 16.	Voda při průtoku Q_{20} . [29].....	34
Obr. 17.	Odběry a vypouštění vod v okolí zájmové oblasti s legendou. [19].....	37
Obr. 18.	CHKO Žďárské Vrchy s legendou. [33]	39
Obr. 19.	Mapa pstruhového revíru: Svratka 14 s legendou. [34]	40
Obr. 20.	Evidenční list hlásného profilu – Herálec (Svratka). [35].....	41
Obr. 21.	Herálec – intravilán, pohled z lávky pro pěší, pohled po proudu, ř. km 165,9813. [foto: Ing. H. Uhmánová, CSc., 8/2016].....	42
Obr. 22.	Herálec – intravilán, pohled z lávky pro pěší, pohled po proudu, ř. km 165,9813. [foto: HZS Kraje Vysočina, 10/2020].....	42
Obr. 23.	Vymezení zájmového území, ř. km 163,9809 až ř. km 166,5189.	43
Obr. 24.	Zájmová oblast rozdělena na čtyři dílčí řešené úseky.	44
Obr. 25.	Pozemky v blízkosti toku řešeného úseku č. 1, ilustrace z přílohy B.3.....	45
Obr. 26.	Pohled z LB, po p., přibližný ř. km 164,400 [6/2020].....	45
Obr. 27.	Pohled z LB, proti p., napřímená trasa, přibližný ř. km 164,400 [6/2020].....	46
Obr. 28.	Pohled z koryta na dno, přibližný ř. km 163,550 [6/2020].....	46
Obr. 29.	Pohled z LB, proti p., tok a niva bez doprovodné vegetace, přibližný ř. km 164,500 [6/2020].	47
Obr. 30.	Pohled z PB, po p., TTP kde byla trasa původního meandrujícího koryta, přibližný ř. km 164,850 [6/2020].	47
Obr. 31.	Pohled z PB, po toku, známky chudého vegetačního doprovodu s příčnými dnovými prahy, přibližný ř. km 164,700. [foto: Ing. H. Uhmánová, CSc., 2010]	48
Obr. 32.	Pohled z LB, proti p., na PB náletové dřeviny a na LB les tvořený monokulturou smrku ztepilého, přibližný ř. km 164,300 [6/2020].	49
Obr. 33.	Pohled z LB, proti p., brod, ř. km 164,6737 [6/2020].	49

Obr. 34.	Pozemky v blízkosti toku řešeného úseku č. 2, ilustrace z přílohy B.3.....	50
Obr. 35.	Pohled z PB, proti p., tvar připomínající složený lichoběžník, přibližný ř. km 165,200 [6/2020].	51
Obr. 36.	Pohled z koryta, po p., napřímený úsek, přibližný ř. km 165,180 [6/2020].	52
Obr. 37.	Pohled z koryta, po p., dno řešeného úseku č. 2, přibližný ř. km 165,180 [6/2020]......	52
Obr. 38.	Pohled z PB na technickou stabilizaci paty a svahu betonovými tvarovkami kynetě, taktéž sloužící jako rybí úkryty, přibližný ř. km 165,250 [6/2020].	53
Obr. 39.	Pohled z koryta, po p., přibližný ř. km 165,350 [6/2020].	53
Obr. 40.	Pohled z PB, proti p., pohled na lehlou trávu po zvýšené hladině z důvodu přívalových dešťů z konce června 2020, přibližný ř. km 165,300 [6/2020]......	54
Obr. 41.	Pohled z PB na TTP, kde byla původní trasa meandrujícího koryta, přibližný ř. km 165,350 [6/2020].	54
Obr. 42.	Pohled z PB, proti p. oboustranný doprovodný porost, přibližný ř. km 165,400 [6/2020]......	55
Obr. 43.	Pohled z LB, po p., bohatý doprovodný i břehový vegetační porost, přibližný ř. km 165,500 [6/2020].	56
Obr. 44.	Pohled z LB, proti p., lakušník vzplývavý (<i>Ranunculus fluitans</i>) ve dně kynety, ř. km 165,500 [6/2020].	56
Obr. 45.	Pohled z LB, proti p., dnový práh, ř. km 165,9745 [6/2020].	57
Obr. 46.	Pohled z LB, PB výust drenáže, ř. km 165,2796 [6/2020]......	57
Obr. 47.	Pohled z LB, proti p., přechod do intravilánu s oboustrannou zástavbou, ř. km 165,5982 [6/2020].	58
Obr. 48.	Pohled z mostu M2, proti p., písčité usazeniny na konvexním břehu, ř. km 164,8499 [6/2020].	59
Obr. 49.	Pohled z PB, po p., oboustranné nábrežní zdi, vyzděné z kamene a betonu, přibližný ř. km 165,900 [6/2020].	59
Obr. 50.	Pohled z lávky L1, proti p., tvar připomínající složený lichoběžník, ř. km 165,9813 [6/2020].	60
Obr. 51.	Pohled z PB, proti p., vzrostlá vegetace v korytě, přibližný ř. km 165,9790 [foto: Ing. H. Uhmánová, CSc., 6/2018].	61
Obr. 52.	Pohled z PB, proti p., odstraňování nánosů těžkou technikou, přibližný ř. km 165,9790 [foto: Ing. H. Uhmánová, CSc., 7/2019]......	61
Obr. 53.	Pohled z mostu M1, po p., ř. km 165,6747 [6/2020].	62
Obr. 54.	Pohled z mostu M2, proti p., vegetace podél toku, ř. km 165,8499 [6/2020]. .	63
Obr. 55.	Pohled z lávky L1, po p., ř. km 165,9813 [6/2020].	63
Obr. 56.	Brušovecký potok, ř. km 165,7742 [6/2020].	64
Obr. 57.	Potok Ambrožka, ř. km 166,0240 [6/2020].	65
Obr. 58.	M1 – Most, ř. km 165,6747 [6/2020]......	65
Obr. 59.	M2 – Most, ř. km 165,8545 [6/2020]......	66
Obr. 60.	L1 – Lávka, ř. km 165,9813 [6/2020].	66
Obr. 61.	Pozemky v blízkosti toku řešeného úseku č. 4, ilustrace z přílohy B.4.....	67
Obr. 62.	Pohled z PB, proti p., přibližný ř. km 166,3350 [6/2020]......	68

Obr. 63.	Pohled z PB, proti p., konec technické stabilizace, začátek řešeného úseku č. 4, přibližný ř. km 166,1723 [6/2020].	69
Obr. 64.	Pohled z lávky L2, po p., ř. km 166,4946 [6/2020].	69
Obr. 65.	Pohled z PB, po p., stabilizační práh ve dne, ř. km 166,3629 [6/2020].	70
Obr. 66.	L2 – Lávka, ř. km 166,4946 [6/2020].	71
Obr. 67.	Pohled z LB, proti p., ř. km 166,5076 [6/2020].	71
Obr. 68.	Jednotlivá dna řešených úseků, (zleva): č. 1; č. 2; č. 3; č. 4, [6/2020].	85
Obr. 69.	Mapa s doporučenými typy PPO na vodních tocích a nivách vydaná MŽP České republiky. [41]	90
Obr. 70.	Řez vybraným příčným profilem – PF 17, příloha C.4.	94
Obr. 71.	Řez vybraným příčným profilem – PF 19, příloha C.5.	94
Obr. 72.	Průtočné průřezy navržené na Q_{30d} pro oblasti s umožněným stranovým vývojem trasy, příloha C.6.	95
Obr. 73.	Řez vybraným příčným profilem – PF 25, příloha C.6.	96
Obr. 74.	Detail navržených tůní – Detail A, příloha C.10.	97
Obr. 75.	Detail příčného profilu s rybím úkrytem – Detail A, příloha C.10.	97
Obr. 76.	Brod – Detail B, příloha C.11.	98
Obr. 77.	LB ochranná hrázka – PF 29, příloha C.7.	99
Obr. 78.	Zemní val – Detail C, příloha C.12.	100
Obr. 79.	Navýšení nábrežních zdí v intravilánu – PF 37, příloha C.8.	101
Obr. 80.	Zemní val – Detail D, příloha C.13.	104
Obr. 81.	Nábřežní zeď s upraveným dnem – PF 53, příloha C.9.	106
Obr. 82.	Znázornění geometrických dat pro výpočet průběhu hladin Q_{20} .	109
Obr. 83.	Znázornění geometrických dat pro výpočet průběhu hladin nižších průtoků. ...	111

14 SEZNAM TABULEK

Tab. 1.	N-leté průtoky Svratky v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ [1]	34
Tab. 2.	m-denní průtoky Svratky v $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$ [1]	34
Tab. 3.	Dílčí povodí Dyje - Velkoplošná chráněná území [22].....	39
Tab. 4.	Třídy spolehlivosti stanovení [37].....	74
Tab. 5.	Přiřazení do skupiny typů toků dle kódu typologie vodních toků.	75
Tab. 6.	Váhy ukazatelů – k_i , pro tok vrchovinový (TVR).....	75
Tab. 7.	Klasifikace hydromorfologického stavu – dle ČSN EN 15 843.....	76
Tab. 8.	Základní informace	77
Tab. 9.	Klasifikace hydromorfologického stavu – dle ČSN EN 15 843.....	77
Tab. 10.	Základní informace	77
Tab. 11.	Klasifikace hydromorfologického stavu – dle ČSN EN 15 843.....	78
Tab. 12.	Základní informace	78
Tab. 13.	Klasifikace hydromorfologického stavu – dle ČSN EN 15 843.....	78
Tab. 14.	Základní informace	79
Tab. 15.	Klasifikace hydromorfologického stavu – dle ČSN EN 15 843.....	79
Tab. 16.	Vstupní data dílčích úseků	79
Tab. 17.	Hydromorfologická kvalita vodního útvaru	80
Tab. 18.	Součinitel drsnosti v závislosti na substrátu [39]	84
Tab. 19.	Zvolené rozmezí Manningova součinitele n pro dna zájmové oblasti	85
Tab. 20.	Hodnoty součinitelů drsností n podle typu území [39]	85
Tab. 21.	Průběh hladin pod mostními objekty	89
Tab. 22.	Návrhový průtok dle druhu využití [43]	91
Tab. 23.	Souhrnná tabulka stavebních objektů	107
Tab. 24.	Navýšení mostovek.....	109

15 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

15.1 LITERATURA

- [1] Svratka, km 163,000-170,400 - Přírodě blízká protipovodňová opatření Herálec: Studie proveditelnosti - část A - Průvodní a technická zpráva. Hradec Králové: ŠINDLAR s.r.o., 2015.
- [2] DRÁB, Aleš a Jaromír ŘÍHA. Protipovodňová ochrana: MODUL M 01. Studijní opora. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2010.
- [4] DRÁB, A., L. DVOŘÁK, J. KOZUBÍK, T. KACÁLEK, Z. HANZLÍKOVÁ a V. HROMÁDKOVÁ. *Katalog protipovodňových opatření kulturních památek*. MŽP, Praha, 2014, ISBN 978-80-7212-601-9.
- [5] WEYSKRABOVÁ, Lenka, 2011. *PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ: MOŽNOSTI FINANCOVÁNÍ*. Praha. Studie. Fsv ČVUT v Praze, katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství.
- [6] ŠLEZINGR, Miloslav, 2010. *Revitalizace toků: příspěvek k problematice úprav vodních toků*. Brno: VUTIUM. ISBN 978-80-214-3942-9.
- [7] MŽP: Věstník Ministerstva životního prostředí – metodické pokyny a návody. Praha: *Ministerstvo životního prostředí. 11/2008. ISSN – tištěná verze 0862-9013*.
- [9] VRÁNA, Karel, ed., 2004. *Revitalizace malých vodních toků - součást péče o krajinu*. Praha: Pro Ministerstvo životního prostředí vydal Consult. ISBN 80-902132-9-4.
- [10] JUST, Tomáš, 2010. Přírodě blízké úpravy vodních toků v intravilánech a jejich význam v ochraně před povodněmi: revitalizace sídelního prostředí vodními prvky. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 978-80-87457-03-0.
- [11] JUST, Tomáš, 2003. *Revitalizace vodního prostředí: všem, kteří si přejí udělat z příkopů a kanálů zase potoky a řeky*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. ISBN 80-86064-72-7.
- [12] ŠLEZINGR, Miloslav, 2010. *Říční typy I: horní tok : úvod do problematiky úprav toků*. V Brně: Mendelova univerzita. ISBN 978-80-7375-460-0.
- [13] ŠLEZINGR, Miloslav, 2013. *Říční typy III: dolní tok : úvod do problematiky úprav vodních toků*. V Brně: Mendelova univerzita. ISBN 978-80-7375-710-6.
- [14] ŠLEZINGR, Miloslav a Luboš ÚRADNÍČEK. *Vegetační doprovod vodních toků a nádrží*. 2. vyd. Brno: CERM, 2002. ISBN 80-7204-269-6.

- [15] LUSK, Stanislav, 1990. *Rybářství a úpravy vodních toků*. Brno: Hydroprojekt. Vývoj - technický rozvoj vodního hospodářství ČSR. ISBN 80-900067-3-6.
- [28] *ČSN 75 1400: Hydrologické údaje povrchových vod*. Praha: Český normalizační institut, 2014, 16 s. Třídící znak 75 1400.
- [36] LANGHAMMER, Jakub. *HEM 2014: Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*. 1. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2014.
- [37] LANGHAMMER, Jakub. *HEM 2014: Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*. 1. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2014.
- [39] MATTAS, Daniel, 2014. *VÝPOČET PRŮTOKŮ V OTEVŘENÝCH KORYTECH: Toky se zvýšenou drsností*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. ISBN 978-80-87402-27-6.
- [40] ČSN 73 6201. *Projektování mostních objektů*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [43] *TNV 75 2103: Úpravy řek*. Praha: SWECO Hydroprojekt a.s.: MZe ČR; MŽP ČR. Odvětvová technická norma vodního hospodářství. 2014.
- [45] *ČSN 75 2130: Křížení a souběhy vodních toků s dráhami, pozemními komunikacemi a vedeními*. Praha: Český normalizační institut, 2012.

15.2 INTERNETOVÉ ZDROJE

- [3] *MINISTERSTVO VNITRA ČESKÉ REPUBLIKY: Informační servis - Pojmy: Povodeň* [online]. [cit. 2020-12-27]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/povoden.aspx>
- [8] *AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČESKÉ REPUBLIKY: Revitalizace vodních toků* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://strednicechy.ochranaprirody.cz/pece-o-vodni-rezim-krajiny/revitalizace-vodnich-toku/>
- [16] *MOKŘADY z. s.: Budování nových tůní* [online]. [cit. 2020-12-30]. Dostupné z: <https://mokrady.wbs.cz/Budovani-novych-tuni.html>
- [17] *MOKŘADY z. s.: Mokřady - základní informace* [online]. [cit. 2020-12-30]. Dostupné z: <https://mokrady.wbs.cz/Mokrady---zakladni-informace.html>

- [18] *POVODÍ MORAVY s.p.: Významné řeky - Řeka Svatka* [online]. [cit. 2020-12-30]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/o-podniku/vyznamne-vodni-toky/>
- [19] *Vodní hospodářství a ochrana vod.: Hydroekologický informační systém VÚV TGM* [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, 1992 [cit. 2020-12-30]. Dostupné z: <http://heis.vuv.cz>
- [20] *Souhrnné mapy VÚMOP* [online]. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., [cit. 2020-12-30]. Dostupné z: <http://mapy.vumop.cz/>
- [21] *Český hydrometeorologický ústav: Historická data - Mapy charakteristik klimatu* [online]. [cit. 2020-12-31]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>
- [22] *POVODÍ MORAVY s.p.: Plán dílčího povodí Dyje* [online]. [cit. 2020-12-31]. Dostupné z: http://pop.pmo.cz/download/web_PDP_Dyje_kraje/kapitola-i/kapitola-i.html
- [23] *Český hydrometeorologický ústav: Počasí v České republice - Svatouch. Portal.chmi.cz* [online]. [cit. 2020-21-31]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/aktualni-situace/aktualni-stav-pocasi/ceska-republika/stanice/profesionalni-stanice/prehled-panic/svatouch>
- [24] *ČESKÉ GEOLOGICKÁ SLUŽBA: Geovědní mapy - Geologická mapa 1:50 000* [online]. [cit. 2020-12-31]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [25] *AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČESKÉ REPUBLIKY: Přírodní poměry: mapová aplikace zobrazující přírodovědné a fyzicko-geografické charakteristiky území ČR* [online]. [cit. 2020-12-31]. Dostupné z: <https://aopkcr.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=ee190990a1be4ac685d5f7c69c637ae4>
- [27] *ČESKÉ GEOLOGICKÁ SLUŽBA: Půdní mapa 1:50 000* [online]. [cit. 2020-12-31]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [29] *Elektronický digitální povodňový portál: Povodňový plán města Svatka. Edpp.cz* [online]. [cit. 2021-1-1]. Dostupné z: <https://www.edpp.cz/povodnovy-plan/svatka/>
- [30] *RISY: Regionální informační servis: Obce - Herálec* [online], 2018. [cit. 2021-01-01]. Dostupné z: <https://www.risy.cz/cs/vyhledavace/obce/595594-heralec>
- [31] *Herálec pod Žákovou horou: O obci* [online]. [cit. 2021-01-01]. Dostupné z: <https://www.obcheheralec.cz/o-obci>
- [32] *AGRO Měříň: Úvod* [online]. [cit. 2021-01-01]. Dostupné z: <http://www.agro-merin.cz/>

- [33] *Krajský úřad kraje Vysočina - ÚAP KRAJE VYSOČINA: Ochrana přírody a krajiny - Tématický výkres* [online], únor 2011. [cit. 2021-01-02]. Dostupné z: https://extranet.kr-vysocina.cz/download/odbor_uzemni/mapy/Ochrana_prirody_a_krajiny.pdf
- [34] *Chytej.cz: Svazové revíry - 463 071, Svratka 14* [online]. [cit. 2021-01-02]. Dostupné z: <https://www.chytej.cz/svazove-reviry/463071-svratka-14/>
- [35] *Elektronický digitální povodňový portál: Evidenční list hlásného profilu - Herálec (Svratka)* [online]. [cit. 2021-01-02]. Dostupné z: <https://www.edpp.cz/online-povodnova-mapa-cr/>
- [38] *US Army Corps of Engineers: Centrum hydrologického inženýrství* [online]. [cit. 2021-01-08]. Dostupné z: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>
- [41] *VODA V KRAJINĚ: STRATEGIE OCHRANY PŘED NEGATIVNÍMI DOPADY POVODNÍ A EROZNÍMI JEVI PŘÍRODĚ BLÍZKÝMI OPATŘENÍMI V ČESKÉ REPUBLICE* [online], 2015. Praha: Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-01-10]. Dostupné z: <http://www.vodavkrajine.cz/mapove-kompozice>
- [42] *POVODÍ MORAVY s.p.: Plány dílčích povodí - Schválené plány povodí 2015-2021* [online]. [cit. 2021-01-10]. Dostupné z: <http://pop.pmo.cz/cz/stranka/schvalene/>
- [44] Vyhláška č. 590/2002 Sb.: Vyhláška o technických požadavcích pro vodní díla. Zakonyprolidi.cz [online]. [cit. 2021-01-10]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-590>

15.3 FOTODOKUMENTACE

Veškeré obrázky a fotografie, které nejsou opatřeny citací, nebo jsou pouze opatřeny datem (např.: [6/2020]), byly vyhotoveny autorem diplomové práce.

16 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

1D	jednorozměrný model
2D	dvourozměrný model
a.s.	akciová společnost
Bpv	Baltský systém po vyrovnání (výškový systém)
č.	číslo
ČHMÚ	Český hydrometeorologický systém
ČOV	čistírna odpadních vod
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
DN	jmenovitá světlost potrubí
EDPP	elektronický digitální portál
GIS	Geografický informační systém
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Centres River Analysis System
HEIS	hydroekologický informační systém
HEM	hydroekologický monitoring
HMKi	Hydromorfologická kvalita úseku
HMK _{VU}	hydromorfologická kvalita vodního útvaru
HMS	hydromorfologický stav
HZS	hasičský záchranný sbor
CHKO	chráněná krajinná oblast
JMK	Jihomoravský kraj
k_i	váha hydromorfologického ukazatele
km	kilometr
KÚ	konec úseku
L1, L2	lávka
LB	levobřežní
LFA	less favoured areas
m n. m.	metry nad mořem
M1, M2	most
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
n	Manningův součinitel drsnosti koryta
NP	národní park
NV	nařízení vlády
ø	průměr
Obr.	obrázek
OsVPR	oblasti s významným povodňovým rizikem
PAK	Pardubický kraj
PB	pravobřežní
PBPO	přírodě blízká protipovodňová opatření
PF	příčný profil
po p.	po proudu

PPO	protipovodňová ochrana
proti p.	proti proudu
Q	průtok
Q_1	jednoletý průtok
Q_{100}	stoletý průtok
Q_{120d}	stodvacetidenní průtok
Q_{150d}	stopadesátidenní průtok
Q_{180d}	stoosmdesátiletý průtok
Q_{20}	dvacetiletý průtok
Q_{30d}	třicetidenní průtok
Q_5	pětiletý průtok
Q_{60d}	šedesátidenní průtok
Q_a	dlouhodobý průměrný průtok
Q_{KAP}	kapacitní průtok
Q_m	m-denní průtok
Q_N	N-letý průtok
Q_n	návrhový průtok
RD	rodinný dům
ř. km	říční kilometr
s.p.	státní podnik
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
S-JTSK	System jednotné trigonometrické sítě katastrální
SO	stavební objekt
SPA	stupeň povodňové aktivity
Tab.	tabulka
TNV	technické normy vodního hospodářství
TTP	trvalý travní porost
TVR	tok vrchovinový
v.v.i	veřejná výzkumná instituce
VYS	kraj Vysočina
ZÚ	začátek úseku
ŽB	železobeton

17 SEZNAM PŘÍLOH

A.1	PRŮBĚH HLADIN STÁVAJÍCÍHO STAVU	---
A.2	HEM – ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 1	---
A.3	HEM – ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 2	---
A.4	HEM – ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 3	---
A.5	HEM – ŘEŠENÝ ÚSEK Č. 4	---
B.1	SITUACE STÁVAJÍCÍHO STAVU, Č. 1	1:2000
B.2	SITUACE STÁVAJÍCÍHO STAVU, Č. 2	1:2000
B.3	SITUACE MAJETKOPRÁVNÍCH VZTAHŮ, Č. 1	1:2000
B.4	SITUACE MAJETKOPRÁVNÍCH VZTAHŮ, Č. 2	1:2000
B.5	PODROBNÝ PODÉLNÝ PROFIL STÁVAJÍCÍHO STAVU	1:5000/100
C.1	SITUACE S NAVRŽENÝMI OPATŘENÍMI, Č. 1	1:2000
C.2	SITUACE S NAVRŽENÝMI OPATŘENÍMI, Č. 2	1:2000
C.3	SITUACE MAJETKOPRÁVNÍCH VZTAHŮ – TRASA REVITALIZACE	1:2000
C.4	ŘEZ VYBRANÝM PŘÍČNÝM PROFILEM – PF 17	1:75
C.5	ŘEZ VYBRANÝM PŘÍČNÝM PROFILEM – PF 19	1:75
C.6	ŘEZ VYBRANÝM PŘÍČNÝM PROFILEM – PF 25	1:75
C.7	ŘEZ VYBRANÝM PŘÍČNÝM PROFILEM – PF 29	1:75
C.8	ŘEZ VYBRANÝM PŘÍČNÝM PROFILEM – PF 37	1:75
C.9	ŘEZ VYBRANÝM PŘÍČNÝM PROFILEM – PF 53	1:75
C.10	ŘEZ VYBRANÝM STAVEBNÍM OBJEKTEM – SO2, DETAIL A	1:75
C.11	ŘEZ VYBRANÝM STAVEBNÍM OBJEKTEM – SO3, DETAIL B	1:75
C.12	ŘEZ VYBRANÝM STAVEBNÍM OBJEKTEM – SO5, DETAIL C	1:75
C.13	ŘEZ VYBRANÝM STAVEBNÍM OBJEKTEM – SO9, DETAIL D	1:75
C.14	PODROBNÝ PODÉLNÝ PROFIL S NAVRŽENÝMI OPATŘENÍMI	1:5000/100
C.15	PODROBNÝ PODÉLNÝ PROFIL S NAVRŽENÝMI OPATŘENÍMI – REVITALIZACE	1:5000/100
D.1	PRŮBĚH HLADIN NOVĚ NAVRŽENÉHO STAVU	---