



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

IDENTIFIKACE RETENČNÍCH OBJEMŮ NA ÚZEMÍ MĚSTA BRNA

IDENTIFICATION OF RETENTION VOLUMES IN BRNO

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

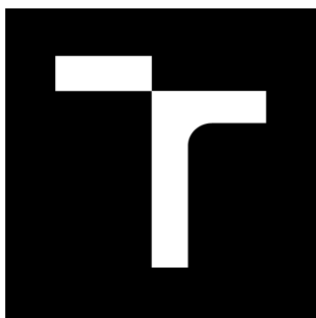
Bc. Radim Man

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JAN JANDORA, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍCH STAVEB

INSTITUTE OF WATER STRUCTURES

IDENTIFIKACE RETENČNÍCH OBJEMŮ NA ÚZEMÍ MĚSTA BRNA

IDENTIFICATION OF RETENTION VOLUMES IN BRNO

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Radim Man

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JAN JANDORA, Ph.D.

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. Radim Man
Název	Identifikace retenčních objemů na území města Brna
Vedoucí práce	doc. Ing. Jan Jandora, Ph.D.
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

Boor, B., Kunštátský, J., Patočka, C. Hydraulika pro vodohospodářské stavby. SNTL. Praha. 1968.
Kolář, V., Patočka, C., Bém, J. Hydraulika. SNTL/ALFA. Praha. 1983.
Chow, Ven Te. Open Channel Flow. Mc Graw Hill Book Company. 1959.
Čihák, F., Valenta, P., Vaněček, S., Zeman, E. Automatizace inženýrských úloh. ES ČVUT. Praha 1991.
Říha, J. a kol. Matematické modelování hydrodynamických a disperzních jevů. VUT v Brně. Brno. 1997.
<http://www.hec.usace.army.mil>
mapové podklady a hydrologická data

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V rámci diplomové práce bude provedena identifikace možných nových retenčních objemů v krajině na území města Brna pro transformaci povodní.

Předmětem diplomové práce bude

- vyhodnocení ekonomické efektivity realizovaných opatření pro zvýšení retence vody za povodně vůči nákladům stavby,
- využití nových plánovaných příčných staveb v území jako hráze poldru,
- určení nátokových a výtokových objektů eventuálního poldru s důrazem na jeho využití při kulminaci povodně.

Mez vybrané oblasti patří:

- Brno – Jih (Přízřenice – Modřice),
- pravobřežní inundace řeky Svratky na Mlýnském náhonu apod.

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).

doc. Ing. Jan Jandora, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je posoudit, jestli je možné v zájmovém území využít nově plánované příčné stavby jako hráze suché nádrže a navázat na ně další protipovodňové prvky. Dále potom navrhnout a nadimenzovat nátokové a výtokové objekty, aby co nejefektivněji snižovaly průtok v korytě řeky Svratky při kulminaci povodně. Poslední část práce je věnována vyhodnocení ekonomické efektivity realizovaných opatření. Součástí práce jsou hydrotechnické výpočty nátokového a výtokového objektu, které jsou provedeny pomocí programu HEC-RAS a technické výkresy stavebních objektů.

KLÍČOVÁ SLOVA

řeka Svratka, město Brno, město Modřice, protipovodňová ochrana, suchá nádrž, biotop, HEC-RAS

ABSTRACT

The aim of the diploma thesis is to assess whether it is possible to use a newly planned transverse structures as a polder dam in the area of interest and to connect other flood protection elements. Furthermore, to design and dimension inflow and outflow objects to reduce the flow in the Svratka river as effectively as possible during the culmination of the flood. The last part of the work is devoted to the evaluation of the economic efficiency of the implemented measures. Part of the work are hydrotechnical calculations of the inlet and outlet object, which are performed using the program HEC-RAS and technical drawings of buildings.

KEYWORDS

the Svratka river, Brno city, Modřice city, flood protection, reservoir, biotope, HEC-RAS

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Radim Man *Identifikace retenčních objemů na území města Brna*. Brno, 2021. 77 s., 14 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodních staveb. Vedoucí práce doc. Ing. Jan Jandora, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Identifikace retenčních objemů na území města Brna* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 2. 1. 2021

Bc. Radim Man
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Identifikace retenčních objemů na území města Brna* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 2. 1. 2021

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce, panu doc. Ing. Janu Jandorovi, Ph.D., za jeho rady, čas a ochotu při vypracování této práce. Dále bych také rád poděkoval firmě AQUATIS a.s., za možnost poskytnutí a vypracování tématu k diplomové práci.

OBSAH

1	ÚVOD	12
2	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	13
2.1	Identifikační údaje	13
2.2	Popis zájmového území	13
2.3	Údaje o řece Svratce	14
2.4	Geologické poměry	15
2.4.1	Geologické mapy	15
2.4.2	Inženýrskogeologický průzkum	16
2.5	Hydrogeologické poměry	19
2.5.1	Hydrologická data	19
2.6	Pedologické poměry	20
2.7	Klimatické poměry	21
2.8	Hladina podzemní vody	21
2.9	Stávající, ochranná a bezpečnostní pásma	24
3	POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU	25
3.1	Popis koryta toku	25
3.2	Popis současné protipovodňové ochrany	25
3.3	Objekty na vodním toku	25
3.4	Údaje o rozlivu	27
4	HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY	31
4.1	1D proudění o volné hladině	31
4.2	Vlastní výpočet – návrh náпустných a výpustných otvorů (1D model)	32
4.2.1	Použití software HEC-RAS	32
4.2.2	Popis základního modelu	32
4.2.3	Popis upraveného modelu	37
4.2.4	Výsledky	38
4.3	Převzaté výpočty – maximalizace využití retenční schopnosti pravého inundačního území (2D model)	39
5	CHARAKTERISTIKA ZÁMĚRU	45
5.1	Původní záměr	45
5.2	Upravená koncepce	45

5.3	Nová koncepce – boční suchá nádrž.....	45
6	STAVEBNÍ OBJEKTY	46
6.1	Etapa A	46
6.1.1	SO 01 Úprava hráze	46
6.1.2	SO 02 Úpravy před nátokem.....	47
6.1.3	SO 02.1 Přeložka cyklostezky na odsazenou hráz	47
6.1.4	SO 02.2 Snížení rampy	47
6.1.5	SO 03 Nátokový objekt.....	47
6.1.6	SO 04 Ochrana stávajícího vodovodu.....	48
6.1.7	SO 05 Terénní úpravy	48
6.1.8	SO 05.1 Navýšení terénu	48
6.1.9	SO 05.2 Opěrná zeď.....	49
6.1.10	SO 06 Biotop „VÝCHOD“	49
6.1.11	SO 07 Biotop „ZÁPAD“.....	49
6.1.12	SO 08 Přeložka VN.....	50
6.1.13	SO 09 Přeložka Telia	50
6.2	Etapa B	50
6.2.1	SO 10 Sdružený objekt – hrázová propust.....	50
6.2.2	SO 11 Navýšení hráze SO 01.....	51
6.2.3	SO 12 Přípojka NN	51
7	NACENĚNÍ STAVEBNÍCH OBJEKTŮ ETAPY A.....	52
7.1	Kubatury	52
7.2	Nacenení objektu SO 01 úprava hráze.....	53
7.3	Nacenení objektu SO 02 Úpravy před nátokem.....	54
7.4	Nacenení objektu SO 03 nátokový objekt.....	55
7.5	Nacenení objektu SO 04 oCHRANA STÁVAJÍCÍHO VODOVODU.....	55
7.6	Nacenení objektu SO 05 Terénní úpravy	56
7.7	Nacenení objektu SO 06 Biotop „VÝCHOD“	57
7.8	Nacenení objektu SO 07 Biotop „ZÁPAD“	58
7.9	Nacenení objektu SO 08 Přeložka VN	58
7.10	Nacenení objektu SO 09 Přeložka Telia.....	58
7.11	Celkový přehled nákladů	59
8	ZHODNOCENÍ EKONOMICKÉ EFEKTIVITY	61
	ZÁVĚR.....	62
	FOTODOKUMENTACE.....	63
	POUŽITÁ LITERATURA.....	70

SEZNAM TABULEK.....	72
SEZNAM OBRÁZKŮ	73
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	75
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ	76
SEZNAM PŘÍLOH	77

1 ÚVOD

Hydrologické extrémy, to je téma, které v posledních letech často slyšíme, aniž bychom si to sami uvědomovali. Objevuje se v televizi, na internetu, anebo ho řešíme při běžných konverzích. Je to téma, které se dotýká každého. Sucho a povodně. Nevybavují si rok, kdy bych nečetl článek o tom, jak voda v místním potoce vyplavila zástavbu rodinných domků, o tom, jak nějaká rozvodněná řeka sebrala vše, co jí v cestě stálo, udělala obrovské škody na majetku a lidských životech. Naopak si ani nepamatuji rok, kdy by u nás na vesnici nehlásili v místním rozhlase, že do odvolání platí zákaz napouštění rodinných bazénů, zalévání zahrad, popřípadě kropení sportovních hřišť. Je to téma, které se opakuje každý rok pořád a pořád dokola. Z environmentálního hlediska patří k jednomu z neřešenějších problémů všude ve světě.

Pro svou diplomovou práci jsem si vybral první zmíněný hydrologický extrém, a to povodně. Budu identifikovat nový retenční objem na území města Brna a města Modřice, na katastrálním území města Brno-Průzřemice a města Modřice. Cílem mé diplomové práce, je navrhnout suchou nádrž (poldr) na daném území, která bude využívat plánových výstaveb obchvatu a protipovodňovou ochranu (PPO) města Modřice a Brno-Průzřemice. Navrhnou nátokové a výtokové otvory suché nádrže tak, aby pokud možno co nejefektivněji snižovaly kulminaci vybraných povodňových vln. V poslední části zhodnotím ekonomickou efektivitu první etapy plánované výstavby suchá nádrže.

Práce je rozdělena na dvě části. První část je technická zpráva, ve které popisují zájmové území stavby a poměry, které se v této lokalitě nacházejí. Popíší zde koryto řeky Svratky, která zájmovým územím protéká. Zabývat se budu také současným rozlivem řeky Svratka. V další části se budu zabývat hydrotechnickými výpočty. Ty se rozdělují na dvě části. Na vlastní výpočet a převzatý výpočet. V rámci vlastního výpočtu navrhnou nátokový a výtokový objekt. Na vlastní výpočet navazuje převzatý výpočet, jehož cílem je maximalizovat využití retenčního prostoru, který se zde nabízí. Vlastní výstavba, která je další částí diplomové práce, je rozdělena do dvou etap, jejíž výstavba je podmíněna výstavbou dalších stavebních objektů v zájmovém území. Poté následuje ekonomická část, ve které nacením první etapy výstavby a následně vyhodnotím její efektivitu. Poslední částí je závěrečné zhodnocení diplomové práce a fotodokumentace

Druhou částí práce jsou přílohy, jejíž součástí jsou technické výkresy a tabulky hydrotechnických výpočtů nátokového a výtokového objektu. Technické výkresy obsahují situaci zájmového území pro obě etapy, podélný profil toku a příčné profily na něm, výkresy nátokového a výkresy výtokového otvoru. Poslední výkresy jsou navýšeným terénem u ulice Modřická.

2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE

2.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název stavby:	Identifikace retenčních objemů na území města Brna
Vodní tok:	Svratka
Říční kilometr:	km 30,864 – 32,029
Číslo hydrologického pořadí:	4-15-01-001
Místo stavby:	k. ú. Brno, Přízřenice (612146) k. ú. Modřice (697931)
Kraj:	Jihomoravský kraj
Okres:	Brno-město Brno-venkov
Uživatel stavby:	Povodí Moravy, s.p., Dřevařská 11, 601 75 Brno
Správce toku:	Povodí Moravy, s.p., Dřevařská 11, 601 75 Brno
Zhotovitel:	Bc. Radim Man

2.2 POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Zájmové území (dále jen ZÚ) se nachází na katastru města Brno, městská část Brno-Přízřenice a města Modřice, ležící v okresech Brno-město a Brno-venkov v Jihomoravském kraji. ZÚ se nachází v pravobřežní inundaci řeky Svratky v km 30,864 až km 32,029, začíná nad mostem ulice Chrlická, přes který vede silnice 15279 a mostem silnice II/152. Končí přibližně v místě soutoku řeky Svratky a Svitavy. V ZÚ je lehce svažující se terén směrem k řece Svratce, která je ohraničena hrází. Nachází se zde především obdělávané pole, zahrádkářské kolonie a Územní systém ekologické stability (ÚSES). Protéká zde staré rameno Svratky, do kterého se vlévá pod zástavbou Přízřenic bezejmenný přítok a Moravanský potok. Dále se zde nachází, v dřívějších letech vybudovaný, pravobřežní průtočný biotop (Bio Lido Modřice), který je napájen Moravanským potokem a vlévá se následně zpět do ramene Svratky.



Obrázek 1: Zájmové území [1]

2.3 ÚDAJE O ŘECE SVRATCE

Řeka Svatka je dlouhá 173,9 km, plocha povodí 7112,8 km² a na jejím počátku tvoří hranici mezi Čechami a Moravou. Pramení pod Žákovou horou v nadmořské výšce 772 m n.m. Řeka Svatka je nejdelší přítok řeky Dyje, do které se vlévá pomocí vodní nádrže Nové Mlýny v nadmořské výšce 162,9 m n.m. Je součástí dílčího povodí řeky Dyje. [2]

Řeka Svatka celkem 26 levostranných a 30 pravostranných přítoků. Mezi nejznámější patří řeka Svitava, Litava, Jihlava, Loučka a Bystřice. Dále se na ni nachází vodní nádrže Vír I a Vír II, vodní nádrž Brno, rybník Svatka a 29 jezových konstrukcí. Leží na ní město Brno, Svatka, Jimramov, Nedvědice, Modřice a spousta dalších měst. [2]

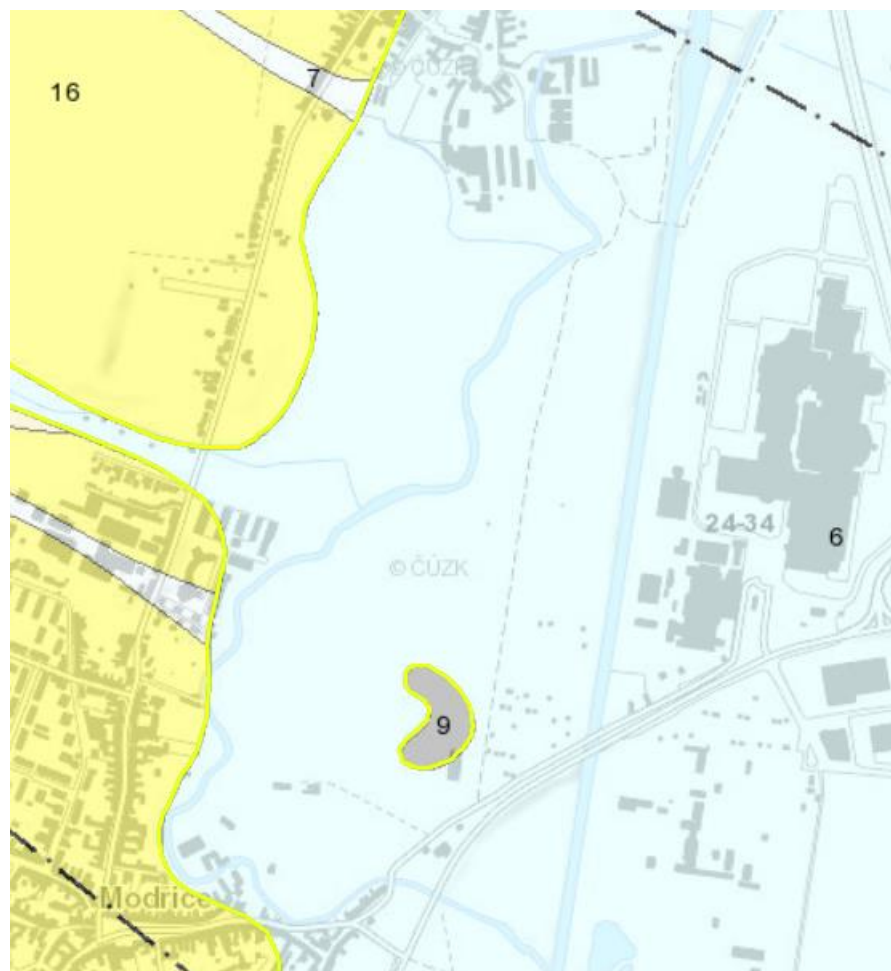
2.4 GEOLOGICKÉ POMĚRY

V České republice se z geologického hlediska nachází dvě geologické jednotky. První je Český masív (Čechy a západní část Moravy) a Západní Karpaty (východní a jihovýchodní část Moravy). [3]

Z toho hlediska se ZÚ nachází v Západních Karpatech, které jsou součástí alpid – rozsáhlého horského systému tvořeného sedimenty mezozoika a terciéru, který se táhne ze Španělska do jihovýchodní Asie. [3]

2.4.1 Geologické mapy

Z podkladů geologických map lze vyčíst, že se v ZÚ nacházejí především fluviální nečleněné + sedimenty vodních nádrží geneze, což je horninový typ nezpevněný a hornina nivní sediment. Zrnitost horniny je hlína, písek a štěrk. Dále také eolická geneze, sediment zpevněný se zrnitostí horniny hlína, písek a štěrk. [4]



Obrázek 2: Geovědní mapa [4]
(6 – nivní sediment,
9 – sediment nezpevněný (organická geneze),
16 – sediment nezpevněný (eolická geneze))

2.4.2 Inženýrskogeologický průzkum

V rámci projektu „Zvětšení retenční schopnosti pravého inundačního území Svratky v úseku Přízřenice-Modřice“ byl v zájmovém území 9.9.2020 realizován podrobný inženýrskogeologický průzkum. Průzkum provedlo geologické oddělení firmy AQUATIS a.s.

Při průzkumu bylo vyhloubeno celkem 8 vrtů (PJ-1 až PJ-8), které byly umístěny v místech budoucí suché nádrže, nátokového objektu a v projektovaných biotopech. Umístění sond je zobrazeno na obrázku č. 3. [5]



Obrázek 3: Mapa vrtů [5]

PJ-1 (192,70 m n.m.)

- 0,00 – 0,20 drn
- 0,20 – 1,40 jíł prachovitý, světle hnědý, slabě písčítý, pevný
- 1,40 – 2,00 jíł středně plastický, hnědý, jemnozrně písčítý, pevný
- 2,00 – 3,50 jíł středně plastický, šedohnědý, písčítý, tuhý až měkce tuhý
- HPV naražená - 2 m
- HPV ustálená - 2 m

PJ-2 (192,60 m n.m.)

- 0,00 – 0,10 drn
- 0,10 – 0,50 navážka – jíł prachovitý, hnědý, písčítý s úlomky kamene a cihel drobné až tuhé zrnitostní frakce, tuhý

- 0,50 – 2,00 jíł středně plastický, hnědý, jemnozrně písčítý se slabým obsahem úlomků valounů kamene drobné až hrubé zrnitostní frakce, pevný
- 2,00 – 2,70 jíł středně plastický, hnědý, jemnozrně písčítý se slabým obsahem úlomků a valounů kamene drobné až hrubé zrnitostní frakce, tuhý
- 2,70 – 3,00 jíł středně plastický, hnědý, jemnozrně písčítý se slabým obsahem úlomků a valounů kamene drobné až hrubé zrnitostní frakce, měkce tuhý
- HPV naražená - 2,70 m
- HPV ustálená - 2,70 m

PJ-3 (192,62 m n.m.)

- 0,00 – 0,40 ornice
- 0,40 – 0,90 jíł středně plastický, hnědý, jemnozrně písčítý se slabým obsahem úlomků a valounů kamene drobné až hrubé zrnitostní frakce, tuhý
- 0,90 – 1,50 jíł středně plastický, hnědý, jemnozrně písčítý se slabým obsahem úlomků a valounů kamene drobné až hrubé zrnitostní frakce, měkce tuhý
- 1,50 – 2,10 jíł středně plastický, hnědý, jemnozrně písčítý se slabým obsahem úlomků a valounů kamene drobné až hrubé zrnitostní frakce, tuhý
- 2,10 – 2,50 jíł středně plastický, hnědý, jemnozrně písčítý se slabým obsahem úlomků a valounů kamene drobné až hrubé zrnitostní frakce, měkce tuhý
- 2,50 – 2,70 jíł středně plastický, šedý, jemnozrně písčítý se slabým obsahem úlomků a valounů kamene drobné až hrubé zrnitostní frakce, tuhý
- 2,70 – 3,20 písek jemnozrně až hrubozrně, šedý, středně zajílovaný s obsahem valounů štěrku drobné až hrubé zrnitostní frakce (do 20 %), slabě ulehlý, zvodnělý
- 3,20 – 6,00 štěrk drobný až hrubý (místy až kamenitý), šedý, písčítý, slabě zajílovaný, slabě ulehlý, zvodnělý
- HPV naražená - 2,70 m
- HPV ustálená - 0,80 m

PJ-4 (191,75 m n.m.)

- 0,00 – 0,50 ornice
- 0,50 – 1,80 jíł prachovitý, hnědý slabě písčítý, pevný
- 1,80 – 2,50 jíł prachovitý až středně plastický, tmavě hnědý, středně písčítý se slabým obsahem úlomků a valounů kamene drobné až hrubé zrnitostní frakce, tuhý
- 2,50 – 3,30 jíł prachovitý, hnědý až rezavohnědý, silně jemnozrně až střednězrně písčítý se slabým obsahem úlomků a valounů kamene drobné až hrubé zrnitostní frakce, tuhý

- 3,30 – 3,60 štěrk drobný až hrubý (místy až kamenitý), šedý, písčítý, silně zajiťovaný, slabě ulehlý, zvodnělý
- 3,60 – 5,80 štěrk drobný až hrubý (místy až kamenitý), šedý, písčítý, velmi slabě zajiťovaný až čistý, slabě ulehlý, zvodnělý
- 5,60 – 6,00 štěrk drobný až hrubý (místy až kamenitý), šedý, písčítý, Středně zajiťovaný, ulehlý, zvodnělý
- HPV naražená - 2,90 m
- HPV ustálená - 2,90 m

PJ-5 (192,60 m n. m.)

- 0,00 – 0,50 ornice
- 0,50 – 1,60 jíl středně plastický, hnědý, jemnozrně písčítý, tuhý
- 1,60 – 1,90 jíl středně plastický, hnědý, jemnozrně písčítý, měkce tuhý
- 1,90 – 2,60 jíl plastický, šedý, jemnozrně písčítý, tuhý
- 2,60 – 3,90 jíl plastický, šedý, jemnozrně písčítý, měkce tuhý
- 3,90 – 4,00 štěrk drobný až hrubý (místy až kamenitý), šedý, písčítý měkce tuhý
- HPV naražená - 1,10 m
- HPV ustálená - 0,60 m

PJ-6 (192,40 m n. m.)

- 0,00 – 0,50 ornice
- 0,50 – 2,80 jíl středně plastický, hnědý, slabě písčítý, tuhý až měkce tuhý
- 2,80 – 4,00 jíl středně až vysoce plastický, šedý, slabě písčítý, měkce tuhý
- HPV naražená - 1,20 m
- HPV ustálená - 0,80 m

PJ-7 (192,40 m n. m.)

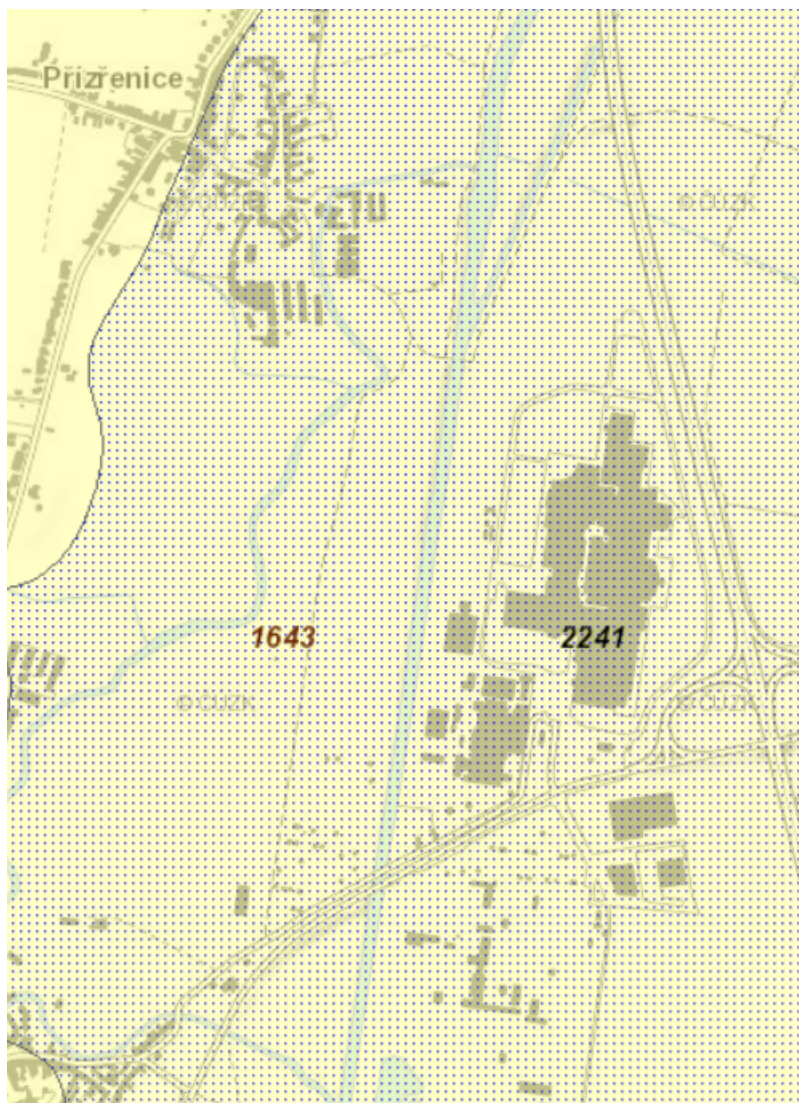
- 0,00 – 0,40 ornice
- 0,40 – 0,60 jíl prachovitý až středně plastický, hnědý, slabě písčítý, povodňový, měkce tuhý
- HPV naražená - 0,35 m

PJ-8 (192,45 m n. m.)

- 0,00 – 0,45 ornice
- 0,45 – 0,60 jíl prachovitý až středně plastický, hnědý, slabě písčítý, povodňový, měkce tuhý až tuhý
- HPV naražená - 0,45 m

2.5 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Podle hydrogeologických rajónů se nachází ZÚ v 1643 Kvartéru Svatky, jehož rozloha je 152,302 km² a hlavním povodím je Dyje. [6]



Obrázek 4: Mapa hydrogeologická [6]
(1643 – Kvartér Svatky
2241 – Dyjsko-svratecký úval)

Kvartérní fluviální uloženiny tvoří štěrkopíský teras, kde nejvýznamnější jsou syrovicko-ivaňská terasa a žabčická terasa. Terasy jsou pokryty sprašemi a sprašovými hlínami a v údolní nivě povodňovými hlínami. Zvodnění je spojitě. [7]

2.5.1 Hydrologická data

Hydrologická data byla naměřena na vodním toku Svatky, v profilu Svatka pod Svitavou. Údaje o průtocích jsou převzaty z hydrologických údajů povrchových vod od ČHMÚ. Hodnoty průtoků jsou zaznamenány v tabulce 1. [12]

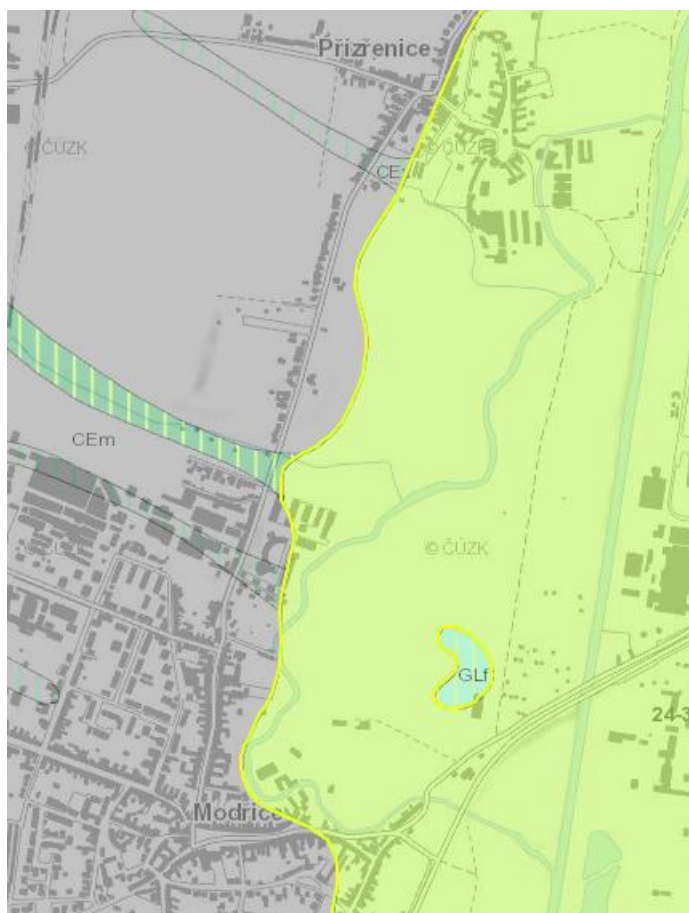
Tabulka 1: *N*-leté průtoky [12]

N -leté průtoky Q_N [m ³ /s]						
1	2	5	10	20	50	100
80,5	109,9	157,8	200,4	248,5	320,7	382,0

2.6 PEDOLOGICKÉ POMĚRY

V okolí povodí Dyje, patří mezi nejčastěji se vyskytující půdní typy kambizemě. Tyhle půdy se vyskytují na téměř 50 % z celkové plochy povodí. Kromě kambizemě se zde dále vyskytují černozemě, hnědozemě a fluvizemě. [8]

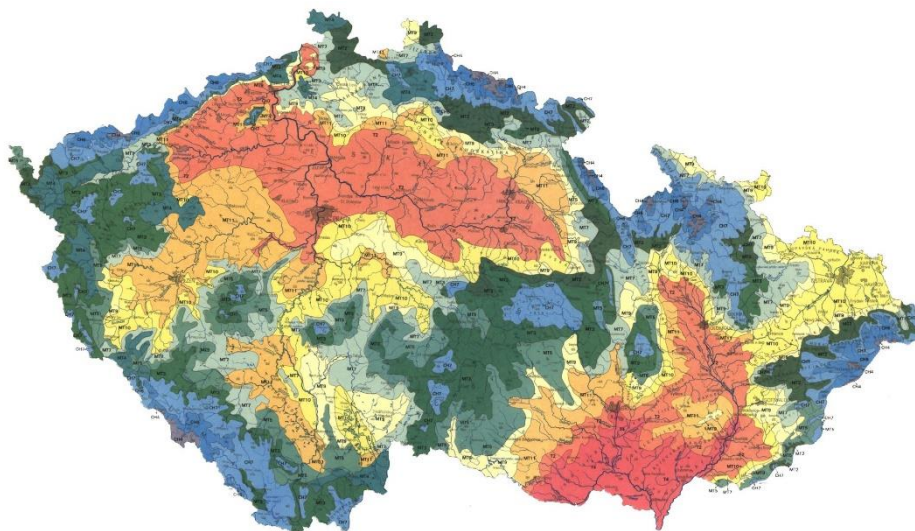
Z podkladů půdních map (obrázek č. 5) je zřejmé, že v ZÚ se nachází modální fluvizem (FLm), která se vyskytují především v říčních nivách, které bývají (nebo bývaly) často zaplaveny při rozlévání vody do inundačního území řek. [9]



Obrázek 5: Mapa půd v ZÚ [9]
(GLf – glej fluvický,
FLm – fluvizem modální,
CEm – černozem modální
CEx – černozem černická
CCf – černozem fluvická)

2.7 KLIMATICKÉ POMĚRY

Oblast v ZÚ po zařídění dle Quitta (1971) spadá do oblasti T2, tedy do teplé oblasti. Počet letních dní v této oblasti je 50–60, naopak počet dní s mrazem je 100–110 a počet ledových dní je 30–40. V průměru zde bývá 160–170 dní s průměrnou teplotou vyšší jak 10°C. Průměrná teplota v lednu bývá -2 °C až -3 °C, v dubnu 8–9 °C, v červenci 18–19 °C a v říjnu 7–9 °C. Bývá zde průměrně 90–100 dní se srážkami 1 mm a více. Suma srážek ve vegetačním období je 350–400 mm a v zimním období 200–300 mm. [10]



Obrázek 6: Klimatické regiony ČR dle Quitta [10]

2.8 HLADINA PODZEMNÍ VODY

V rámci osobní prohlídky ZÚ, byla měřena hladina podzemní vody pomocí šesti studní, které se zde nacházejí. Měření proběhlo ve dnech 9. 6. 2020 a 23. 7. 2020 a výsledky jsou zaznamenány v tabulce 2 a v tabulce 3. Fotografie studní jsou zaznamenány v kapitole FOTODOKUMENTACE, přibližné umístění je zaznamenáno na obrázku č. 7.



Obrázek 7: Zakreslení studen v ZÚ [1]

Tabulka 2: Úroveň HPV (9.6.2020)

ČÍSLO STUDNY	HORNÍ ÚROVEŇ STUDNY	DNO STUDNY	HLOUBKA OD HORNÍ ÚROVNĚ STUDNY	HLADINA PODZEMNÍ VODY
	[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[m n.m.]
1	193,74	193,24	-	-
2	193,20	191,17	1,55	191,65
3	192,76	190,85	1,50	191,26
4	192,65	191,70	-	-
5	192,81	190,14	-	-
6	192,90	SUCHÁ	> 2,6	< 190,30

Tabulka 3: Úroveň HPV (23.7.2020)

ČÍSLO STUDNY	HORNÍ ÚROVEŇ STUDNY	DNO STUDNY (GEODETI)	DNO STUDNY (MY)	HLOUBKA OD HORNÍ ÚROVNĚ SKRUŽE PO VODU	HLADINA PODZEMNÍ VODY	VÝŠKA SKRUŽE NAD TERÉNEM	HPV POD TERÉNEM
	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m]	[m n.m.]	[m]	[m]
1	193,74	193,24	-	-	-	-	-
2	193,20	191,17	-	1,38	191,82	0,40	0,98
3	192,76	190,85	190,86	1,20	191,56	0,30	0,90
4	192,65	191,70	191,55	1,06	191,59	ZÁROVEN S TERÉNEM	1,06
5	192,81	190,14	-	1,20	191,61	0,05	1,15
6	192,90	190,31	190,00	-	-	0,42	-

Měření hladiny podzemní vody bylo provedeno v červnu a červenci roku 2020. V tomto období vydatně pršelo, což zapříčinilo zvýšení hladin mnoha řek, včetně řeky Svratky, to je patrné i z fotografií v kapitole FOTODOKUMENTACE.

V tabulce č. 3 jsou dva sloupce, které odkazují na úroveň studny. Dno studny (GEODETI) a dno studny (MY). Ve sloupci geodeti je zapsaná úroveň dna, který byla naměřena geodety při zaměřování terénu. Ve sloupci my je zapsaná úroveň dna, které byla naměřena při osobní pochůzce ZÚ ve dnu měření hladiny, tedy 23.7.2020

V ZÚ mezi korytem ramene Svratky a ulicí Modřická (v tomto místě se bude nacházet biotop „ZÁPAD“), kde se nachází pět studní (studny č. 1 až 5), se hladiny

podzemní vody nacházely v úrovni přibližně 1 m pod úrovní terénu. Údaje odpovídá hodnotě, která byla naměřena při provádění vrtů v kapitole 2.4.2. Inženýrskogeologický průzkum.

V území mezi korytem ramene Svratky a korytem řeky Svratky (zde bude umístěn biotop „VÝCHOD“) se nachází pouze jedna studna (studna č. 6). Dno studny bylo 2,9 m pod terénem, na úrovni 190,00 m n.m. Studna byla vyschlá. Při provádění inženýrskogeologického průzkumu (viz kapitola 2.4.2. Inženýrskogeologický průzkum) byl poblíž studny č. 6 vrt PJ-4, který byl do hloubky 6 m. V tomto vrtu se hladina podzemní vody naražená i ustálená nacházela 2,9 m pod terénem, na úrovni 188,85 m n.m. Vrt se ovšem v porovnání se studnou nachází blíž k řece Svratce.

2.9 STÁVAJÍCÍ, OCHRANNÁ A BEZPEČNOSTNÍ PÁSMA

V zájmovém území na pravém břehu koryta Svratky se nachází kanalizační sběrač „A“ DN 1300, který vede kolem plánované výstavby odsazené zemní hrázky. Při její výstavbě je dodrženo ochranné pásmo kanalizace a pata vzdušného svahu je ve vzdálenosti 3,5 m od okraje kanalizačního sběrače „A“.

V dolní části zájmového území dochází ke křížení zemní hráze s vedením Telia. Vedení bude přeloženo do bezpečné vzdálenosti tak, aby hráz nezasahovala do jeho ochranného pásma.

Současně s mostem, po kterém vede ulice Chrlická, je veden litinový vodovod DN 200, který je podél mostu chráněn chráničkou DN 500. U mostu je vodovod sveden do šachty. V místě za šachtou dochází ke křížení vodovodu se zemní hrází. Před zahájením výstavby je nutné požádat Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. k vyjádření ohledně způsobu řešení. Jestli dojde k výměně vodovodního potrubí v místě křížení s objektem, nebo jestli bude potrubí vloženo do dělené chráničky.

3 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

3.1 POPIS KORYTA TOKU

V zájmovém území je koryto řeky Svratky napřímené a vede extravilánem města Brno, městské části Přízřenice a extravilánem města Modřice. Koryto je lichoběžníkového tvaru s bermou na pravém břehu. Šířka ve dně koryta je přibližně 22 m se sklonem svahů 1:1 až 1:1,5. Dno koryta je nezpevněné po celé jeho délce. Svahy bermy jsou zatravněné a nachází se zde stromy a keře.



Obrázek 8: Řeka Svratka, pohled ve směru toku z Přízřenického mostu [16]

3.2 POPIS SOUČASNÉ PROTIPOVODŇOVÉ OCHRANY

V současné době je PPO zajišťována pomocí přisazených hrází kolem řeky Svratky, kde do ZÚ patří pravobřežní hráz. Její koruna je na úrovni povodně $Q_{20} = 248,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Při dosažení vyšších průtoků se voda začíná přelévat do inundačního území. Například při dosažení průtoků $Q_{100} = 382 \text{ m}^3/\text{s}$ se v ZÚ může voda dostat až na úroveň 2,5 m nad úroveň terénu (podle map MŽP – mapy povodňového nebezpečí, ohrožení a povodňových rizik). [11]

3.3 OBJEKTY NA VODNÍM TOKU

V ZÚ se nachází jeden stavební objekt, a to Přízřenický most, přes který vede cyklostezka 84150A 5005 a 1EV4 5005. Most se nachází v km 31,891. ZÚ končí u mostu přes silnici Chrlická, km 30,838, a mostu přes silnice II/152, km 30,817. Tyhle mosty se nenachází v ZÚ, nicméně byly zahrnuty do hydrotechnických výpočtů.



Obrázek 9: Přízřenický most [16]

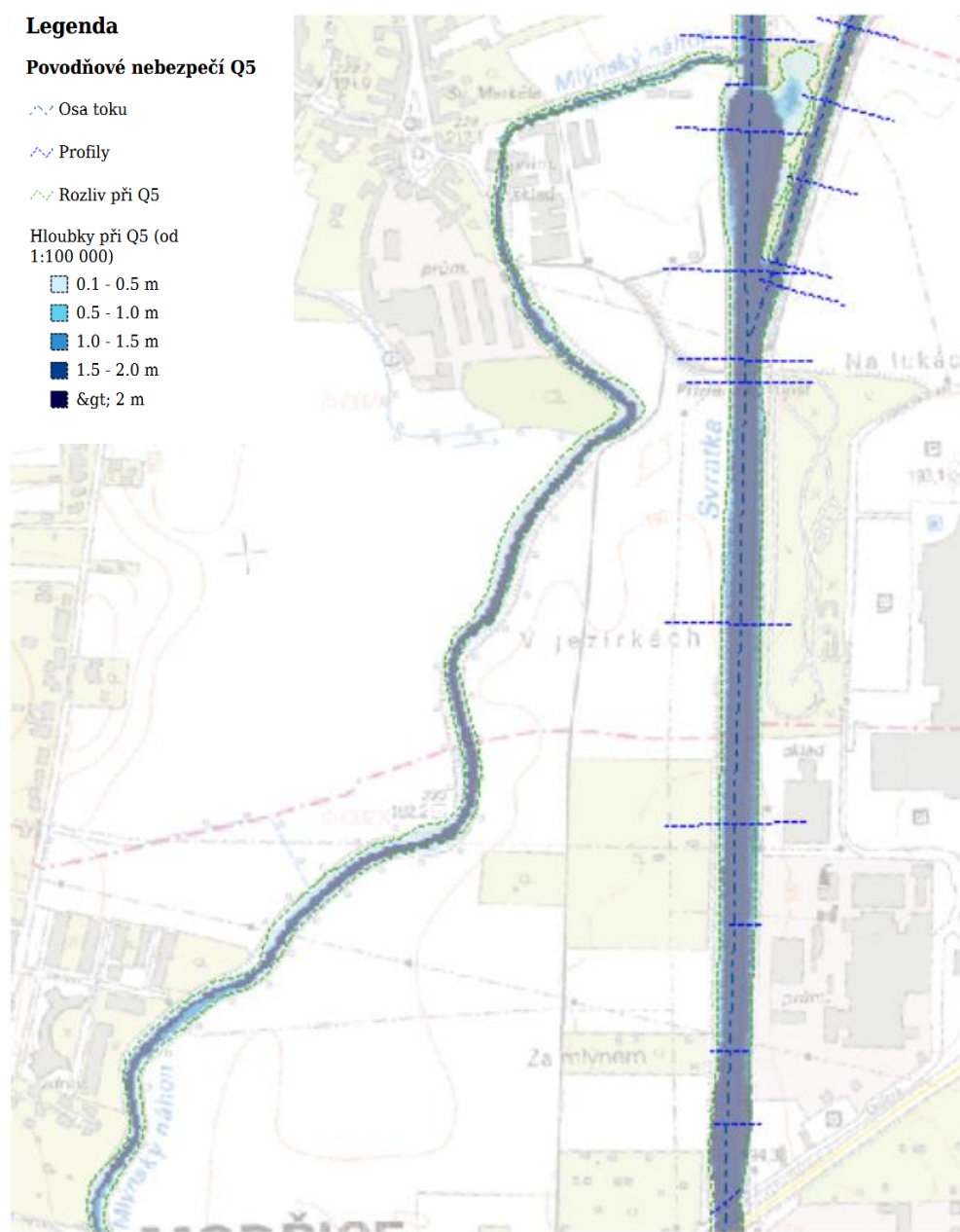


Obrázek 10: Most ulice Chrlická [16]

3.4 ÚDAJE O ROZLIVU

Ministerstvo životního prostředí na svých internetových stránkách vytváří mapové portály, které zobrazují mapy povodňového nebezpečí a mapy povodňových rizik. V průběhu let vymezují úseky na plánovací období, při kterých jsou na vybraných tocích počítány rozlivy a zjišťovány zmíněné mapy. Vše je vypracovááno podle evropské směrnice o vyhodnocování a zvládnání povodňových rizik. Tahle směrnice se nazývá Centrální datový sklad (CDS). [11]

První plánovací období proběhlo mezi lety 2013 až 2020 a v tomto období bylo vymezeno téměř 2900 km vodních toků. V současné době probíhá druhé plánovací období, které bude probíhat mezi lety 2021 až 2027. [11]



Obrázek 11: Povodňové nebezpečí pro Q_5 [11]

Legenda

Povodňové nebezpečí Q20

— Osa toku

— Profily

— Rozliv při Q20

Hloubky při Q20 (od 1:100 000)

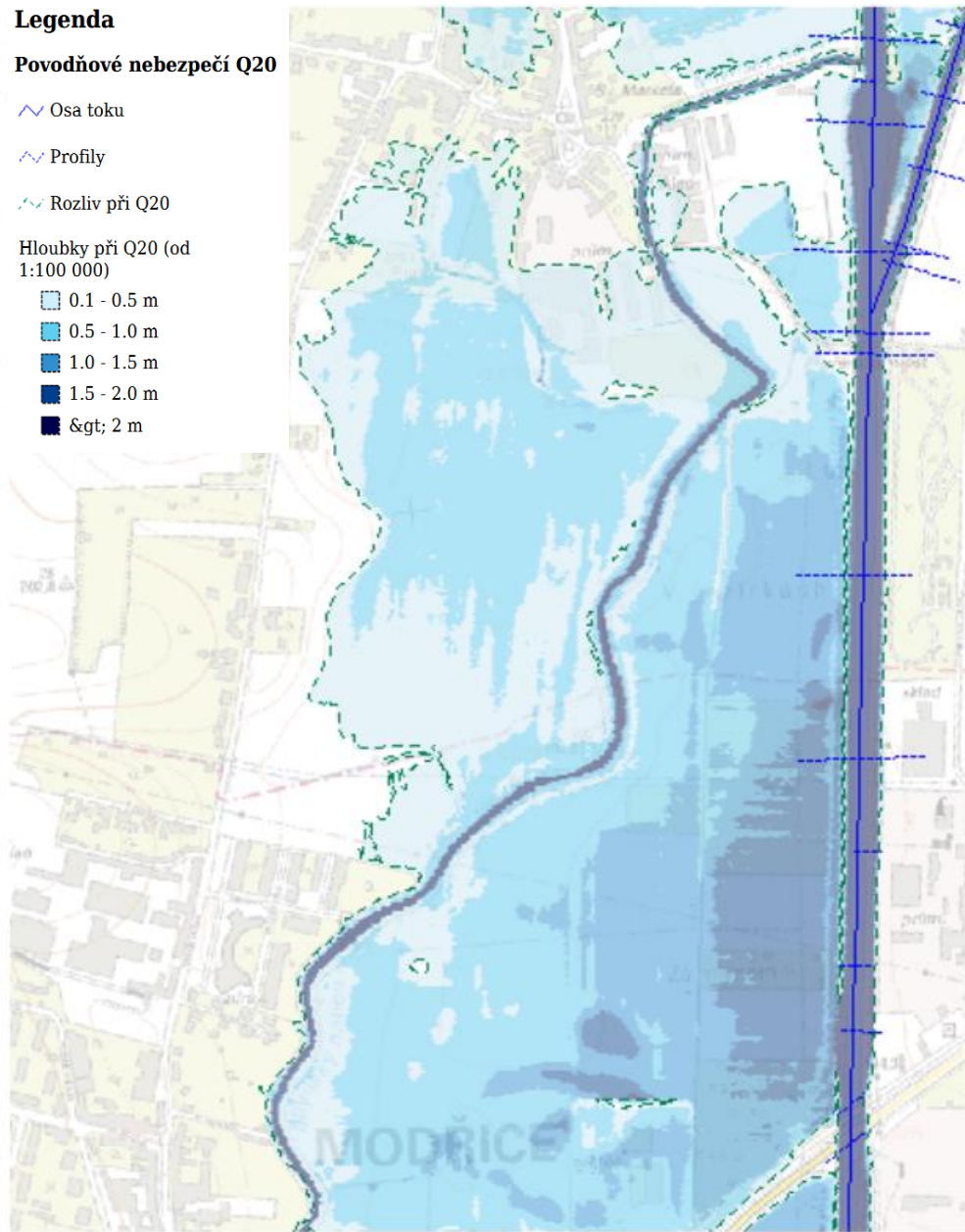
□ 0.1 - 0.5 m

□ 0.5 - 1.0 m

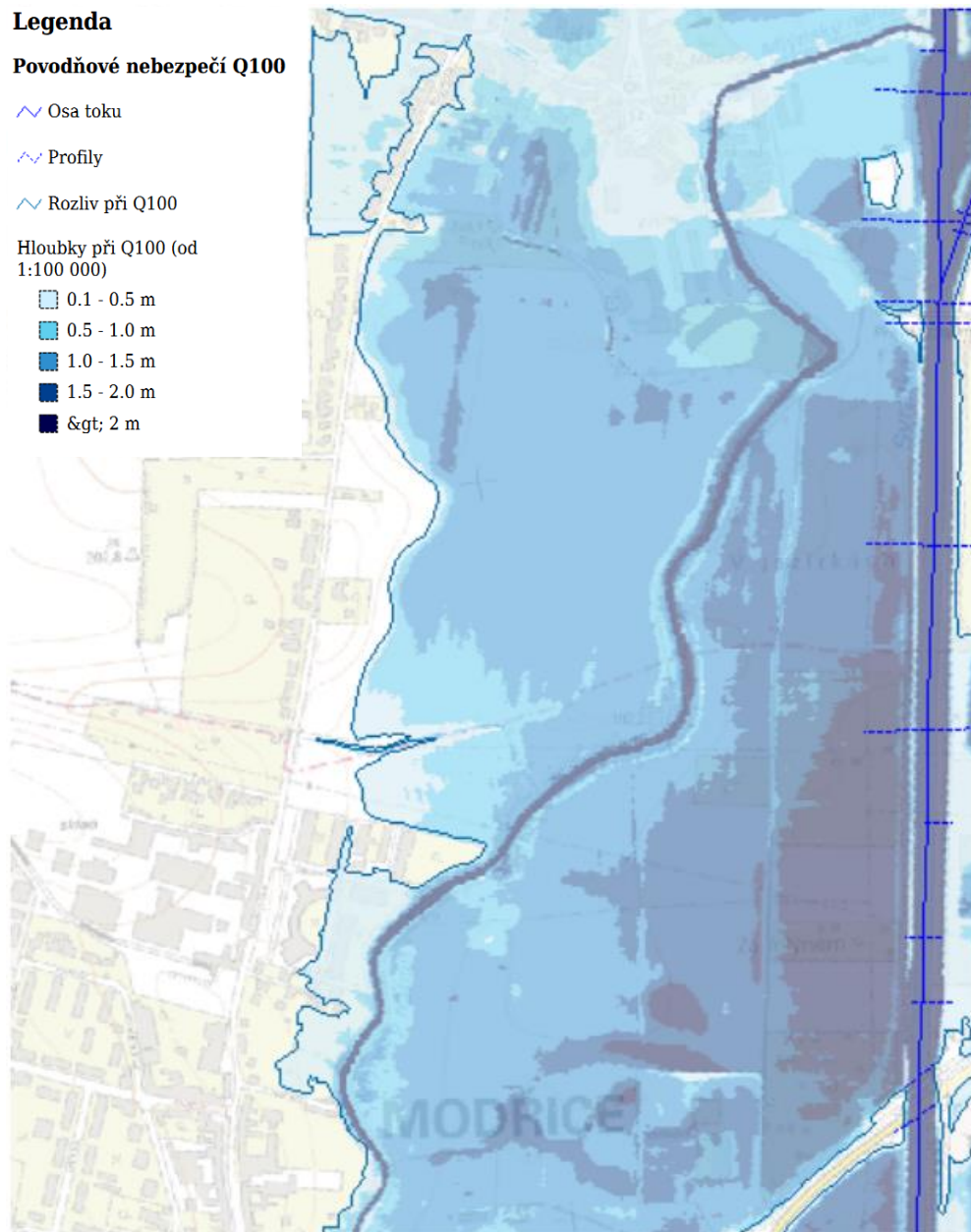
□ 1.0 - 1.5 m

□ 1.5 - 2.0 m

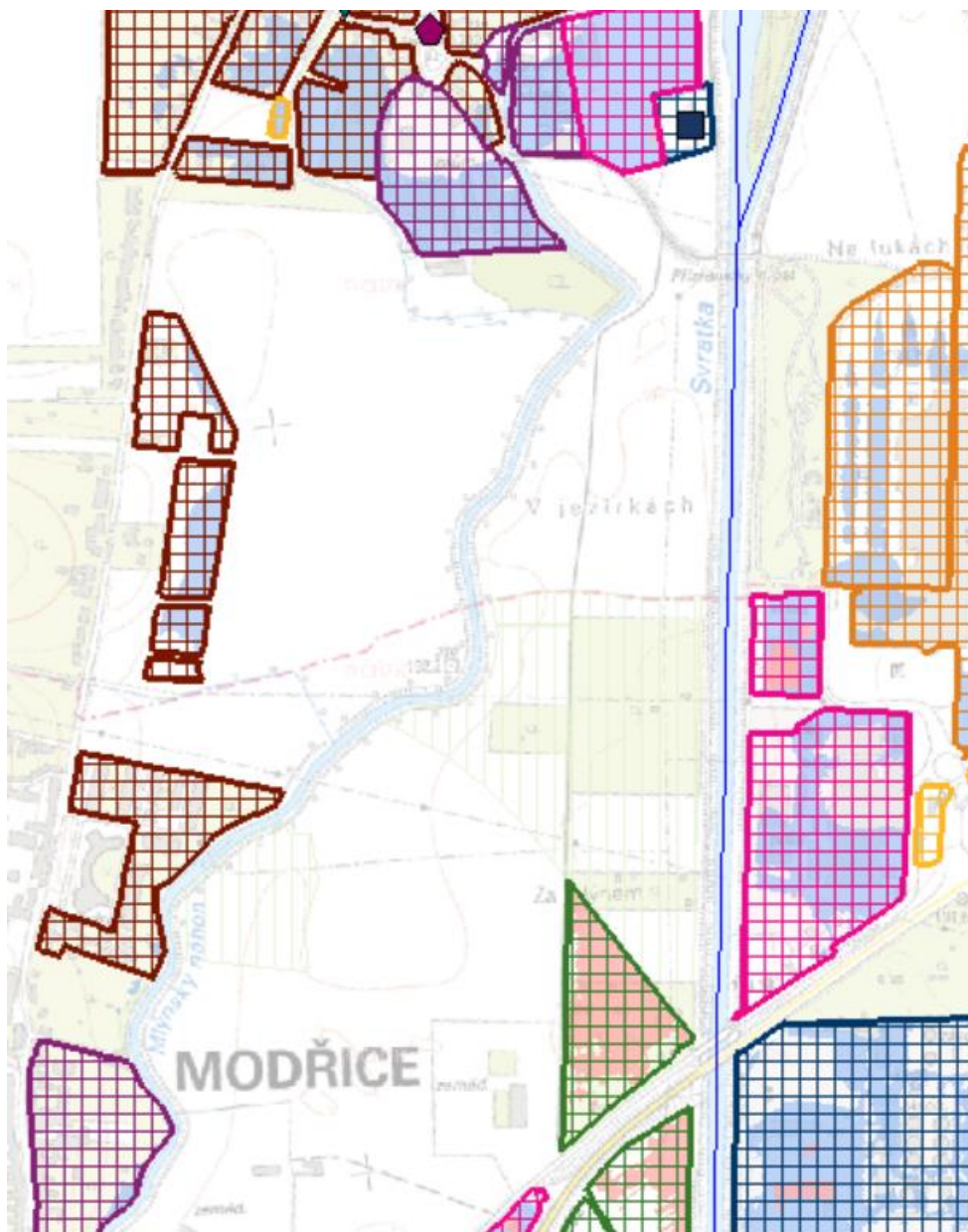
□ > 2 m



Obrázek 12: Povodňové nebezpečí pro Q_{20} [11]



Obrázek 13: Povodňové nebezpečí pro Q_{100} [11]



Legenda

Povodňové riziko

~ Osa toku

Citlivé objekty

- ▼ Energetika
- ◆ Nemovitá kulturní památka
- ◆ Školství
- Vodohospodářská infrastruktura
- ✚ Zdravotnictví a sociální péče
- ★ Policie, Armáda, Hasičský záchranný sbor
- ▲ Zdroje znečištění

Zranitelnost území - nerizikové navrhované plochy

- Bydlení
- Doprava
- Občanská vybavenost
- Rekreace a sport
- Smíšené plochy
- Technická vybavenost
- Výroba a skladování
- Zeleň

Zranitelnost území - stávající plochy v riziku

- Bydlení
- Doprava
- Občanská vybavenost
- Rekreace a sport
- Smíšené plochy
- Technická vybavenost
- Výroba a skladování
- Zeleň

Nepříjatelné riziko

- střední riziko
- vysoké riziko

Obrázek 14: Povodňové riziko [11]

4 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

4.1 1D PROUDĚNÍ O VOLNÉ HLADINĚ

Pro vlastní výpočet byl použit jednorozměrný model (1D), který se v současné době používá nejčastěji. Na rozdíl od dvojrozměrného modelu (2D) jednorozměrný model neposkytuje informace o plošném rozdělení rychlostí a hloubek v celém území. Je ovšem méně náročný na vstupní data, vlastní výpočet a dobu výpočtu. [14]

Neznámými funkcemi v případě 1D proudění o volné hladině jsou [14]:

- průtočná plocha,
- průtočné množství,
- průřezová rychlost,
- hloubka vody,
- sklon čáry energie.

K řešení těchto pěti neznámých funkcí je zapotřebí pět rovnic.

Jedná se o rovnici spojitosti

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (4.1.)$$

Následuje pohybová rovnice

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{Q}{A} \right) + \frac{Q}{A} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q}{A} \right) + g \frac{\partial h}{\partial x} = g [J_d - J_E] \quad (4.2.)$$

Stavové rovnice

$$A = f(h), \quad (4.3.)$$

$$Q = v A. \quad (4.4.)$$

A na závěr empirická rovnice

$$J_E = \frac{v |v|}{C^2 R} \quad (4.5.)$$

První dvě rovnice (4.1.) a (4.2.) jsou tzv. Saint-Venantovy rovnice (rovnice kontinuity a pohybová rovnice). Příslušné počáteční a okrajové podmínky jsou následující:

$$Q(x, t_0) = Q_0(x), \quad (4.6.)$$

$$h(x, t_0) = h_0(x), \quad (4.7.)$$

kde v rovnicích (4.6.) a (4.7.) jsou $Q_0(x)$ a $h_0(x)$ známé zadané funkce prostorové proměnné x charakterizující stav v čase $t_0 = 0$ (např. řešení z ustáleného nerovnoměrného pohybu).

Okrajové podmínky mají tvar:

$$Q(x_0, t) = \overline{Q}_0(t),$$

$$h(x_L, t) = \overline{h}_L(t),$$

jsou předepsané časové průběhy průtoku, resp. hloubky vody, v levém krajním bodě $x = x_0 = 0$, resp. v pravém krajním bodě $x = x_L = L$.

Úkolem je nalézt neznámé funkce A , Q , v , h a J_E , které splňují počáteční a okrajové podmínky a vyhovují rovnicím (4.1.) až (4.5.). [14]

4.2 VLASTNÍ VÝPOČET – NÁVRH NÁPUSTNÝCH A VÝPUSTNÝCH OTVORŮ (1D MODEL)

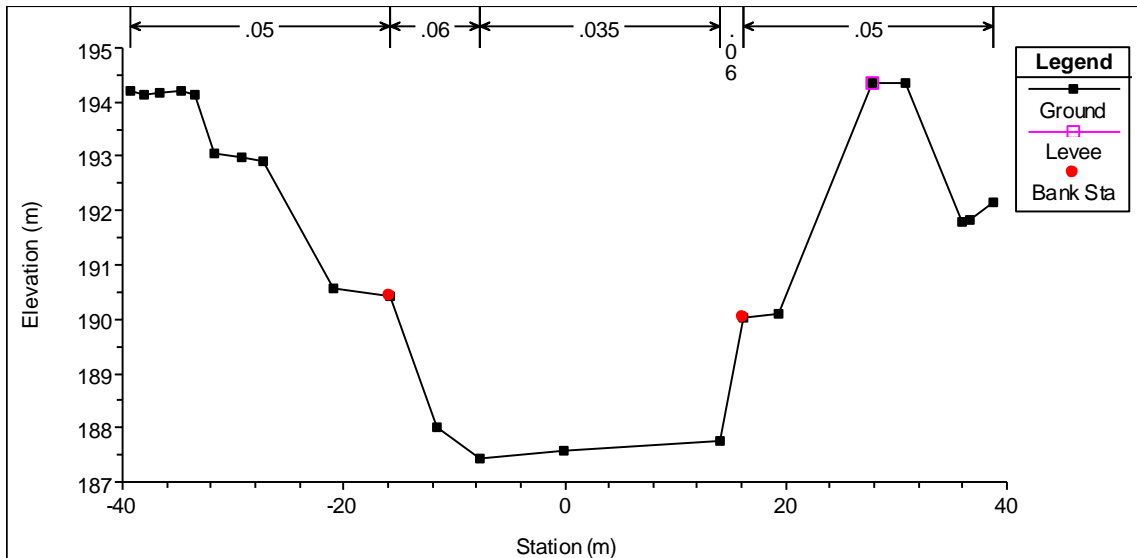
Cílem vlastního výpočtu bylo stanovení velikosti náпустných objektů SO 03 Náпустný objekt a SO 10 Sdružený objekt – hrázová propust, pomocí kterých je napouštěna suchá nádrž, která se v zájmovém území nachází. Dále také úroveň dna náпустných objektů, aby při průběhu vždy dané povodňové vlny byla odřezána její kulminace.

4.2.1 Použití software HEC-RAS

Výpočty byly provedeny v programu HEC-RAS. Tento program byl vyvinutý US Army Corps of Engineers. Zabývá se řešením ustáleného i neustáleného nerovnoměrného proudění v otevřených korytech. Dokáže řešit jak říční, tak i bystřinné proudění využitím obecné metody po úsecích. Při výpočtech je umožněno rozdělit profil na jednotlivé úseky, a to například na koryto a inundaci. Úseky jsou spočítány nejdříve odděleně a na konci jsou jejich hodnoty sloučeny do celkových výsledků. [15]

4.2.2 Popis základního modelu

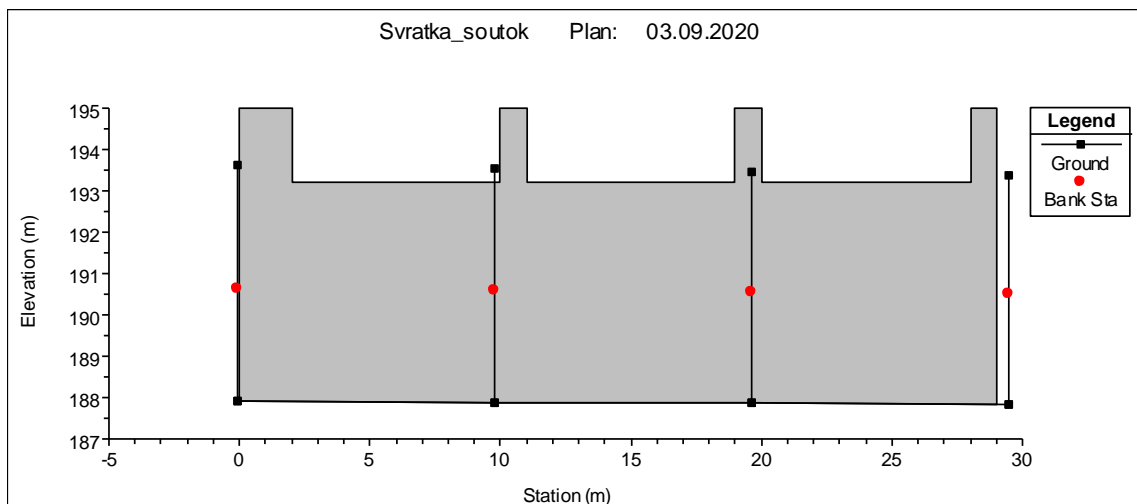
V prvním výpočtu byl do programu zadán úsek dlouhý 1 027 m, který začínal v km 31,891 a končí v km 30,864. V tomto úseku se nachází celkem devět příčných profilů. Řeka v zadaném úseku je rovná a nemá žádný přítok. Začíná pod Přízřenickým mostem a končí u mostu, který vede přes ulici Chrlická. Na úseku se nenachází žádný stavební objekt. Koryto má tvar složeného lichoběžníku a po obou stranách se nachází berma. Mezi všemi příčnými profily pro zpřesnění výpočtu byla provedena interpolace profilů. Interpolací vzniklo celkem 97 nových profilů.



Obrázek 15: Vzorový příčný profil (tečka odpovídá desetinné čárce)

Na úseku byly vytvořeny celkem dvě geometrie. Koryto řeky Svatky bylo po celé délce stejné. V první geometrii se počítal náпустný objekt SO 03. V první fázi výpočtu šlo o výpočet počtu náпустných otvorů a jeho velikost. Celkem byly provedeny výpočty pro:

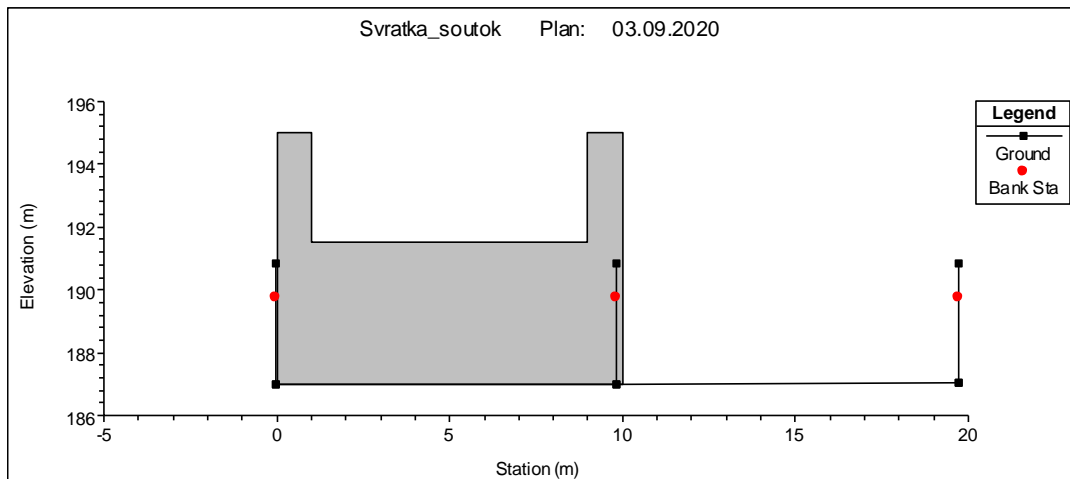
- 2 náпустné otvory s šířkou pole 10 m,
- 2 náпустné otvory s šířkou pole 8 m,
- 3 náпустné otvory s šířkou pole 8 m,
- 4 náпустné otvory s šířkou pole 6 m.



Obrázek 16: Náпустný objekt

V druhé geometrii se počítal sdružený objekt – hrázová propust. Pro tento objekt byly spočítány varianty:

- 1 hrázová propust s šířkou pole 4 m,
- 2 hrázové propusti s šířkou pole 4 m,
- 1 hrázová propust s šířkou pole 8 m.



Obrázek 17: Sdružený objekt

Cílem zadávání více geometrií bylo zefektivnění všech otvorů, s ohledem na odlehčení vody v korytě, ale také ekonomickou stránku.

Manningův součinitel drsnosti

V rámci diplomové práce v zadaném úseku neproběhlo žádné měření drsností. Při výpočtu se vycházelo z drsností, které byly stanoveny Povodím Moravy, a na základě vlastní obchůzky terénu. Hodnoty drsností jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4: Manningův součinitel drsnosti toku – Svratka

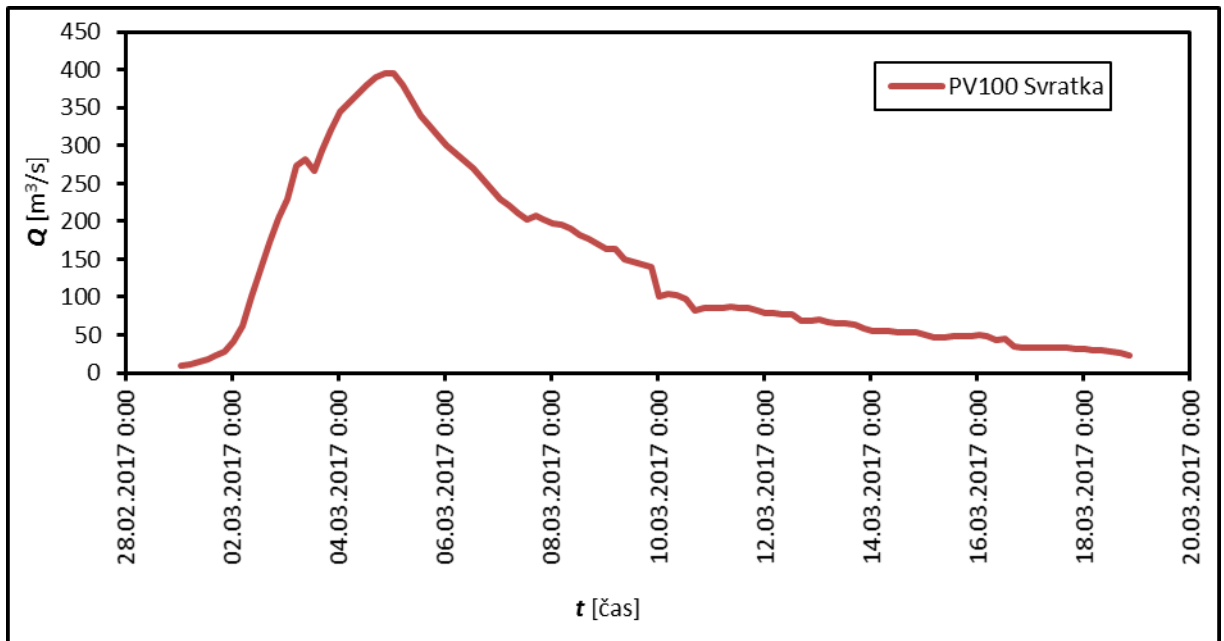
	<i>n</i>
Dno koryta	0,035
Svahy koryta	0,06
Berma	0,05

Okrajové podmínky

V programu HEC-RAS byly okrajové podmínky zadány jako unsteady flow data – tedy jako neustálené proudění. Byly zadány dvě okrajové podmínky, pro horní a dolní profil. Jako horní okrajová podmínka byla zadána povodňová vlna. Dolní okrajová podmínka byl Normal Depth (měrná křivka ustáleného proudění).

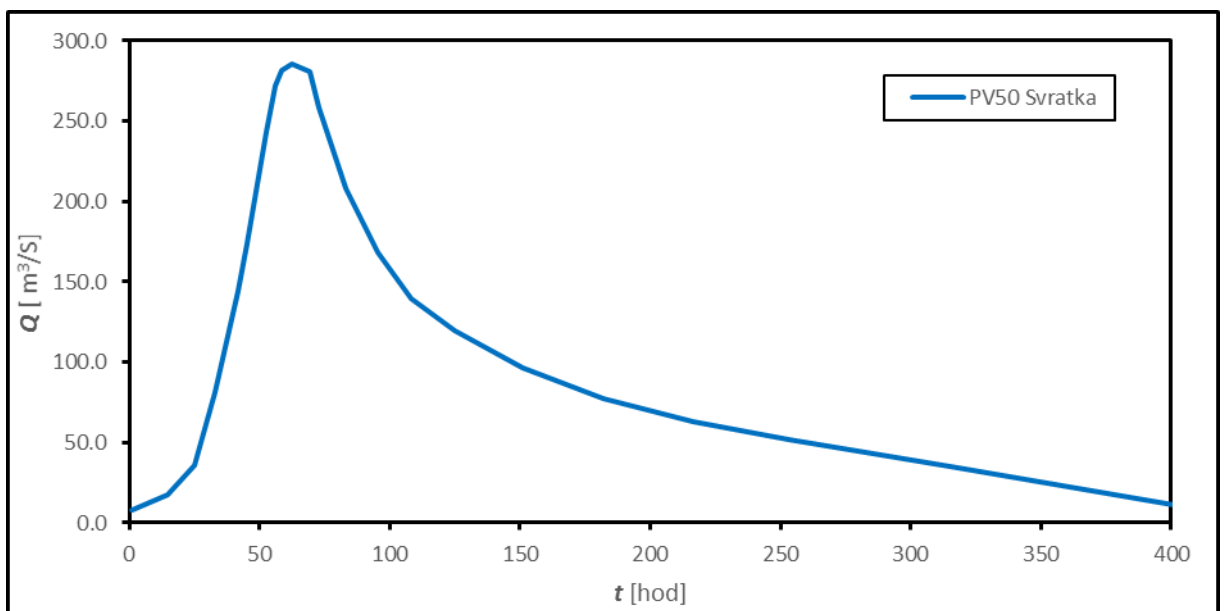
V případě první geometrie, tedy u horního nátokového objektu, byla zadána stoletá povodňová vlna (PV100). V případě druhé geometrie, tedy u hrázové propusti,

kteřá se nachází v dolní části zájmového území, byla zadána padesátiletá povodňová vlna (PV50).



Obrázek 18: Stoletá povodňová vlna na Svatce

Na obrázku č. 18 je znázorněn graf povodňové vlny na řece Svatce. Jedná se o závislost průtoku Q [m³/s], který protéká v korytě, na čase t [hod].



Obrázek 19: Padesátiletá povodňová vlna na Svatce

Na obrázku č. 19 je znázorněn graf povodňové vlny na řece Svatce. Jedná se o závislost průtoku Q [m³/s], který protéká v korytě, na čase t [hod].

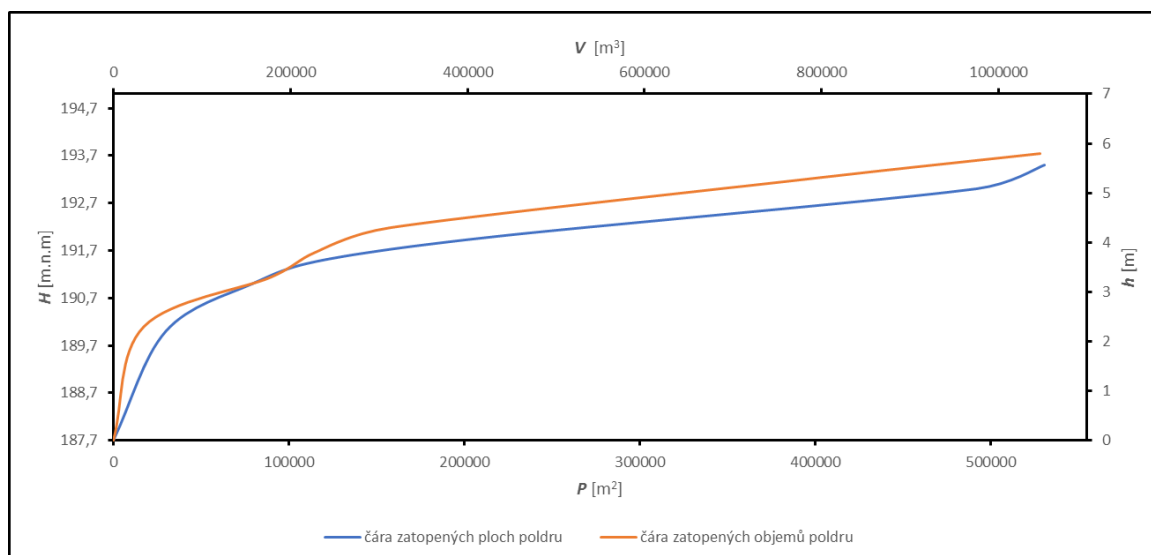
Zadání suché nádrže – Batygrafické křivky

Cílem výpočtu je stanovit, jak se bude zatápět suchá nádrž, jestli se vůbec při průběhu povodňové vlny stihne zatopit, a o kolik se sníží průtok v korytě Svratky.

Suchá nádrž byla zadána do programu HEC-RAS pomocí batygrafických křivek, které znázorňují čáry zatopených ploch a čáry zatopených objemů. Batygrafické křivky popisují tvar údolí, v němž je navržena suchá nádrž. Jedná se o jeden z hlavních podkladů.

Tabulka 5: Batygrafické křivky

H (m.n.m)	h (m)	Δh (m)	P^D (m ²)	P^H (m ²)	P (m ²)	V (m ³)	ΣV (m ³)
187,7	0	0	0	0	0	0	0
190,0	2,3	2,3	0	29895,21	14947,61	34379,49	34379,49
191,0	3,3	1,0	29895,21	79234,16	54564,69	143464,3	177843,8
191,5	3,8	0,5	79234,16	119849,3	99541,73	49770,86	227614,7
192,0	4,3	0,5	119849,3	219118,8	169484	84742,01	312356,7
193,0	5,3	1,0	219118,8	491968,8	355543,8	478616,9	790973,6
193,5	5,8	0,5	491968,8	530808,4	511388,6	255694,3	1046668



Obrázek 20: Graf batygrafických křivek

Na obrázku č. 20 je znázorněna závislost zatopené plochy P na nadmořské výšce H a závislost objemu V v suché nádrži na výšce hladiny h v suché nádrži.

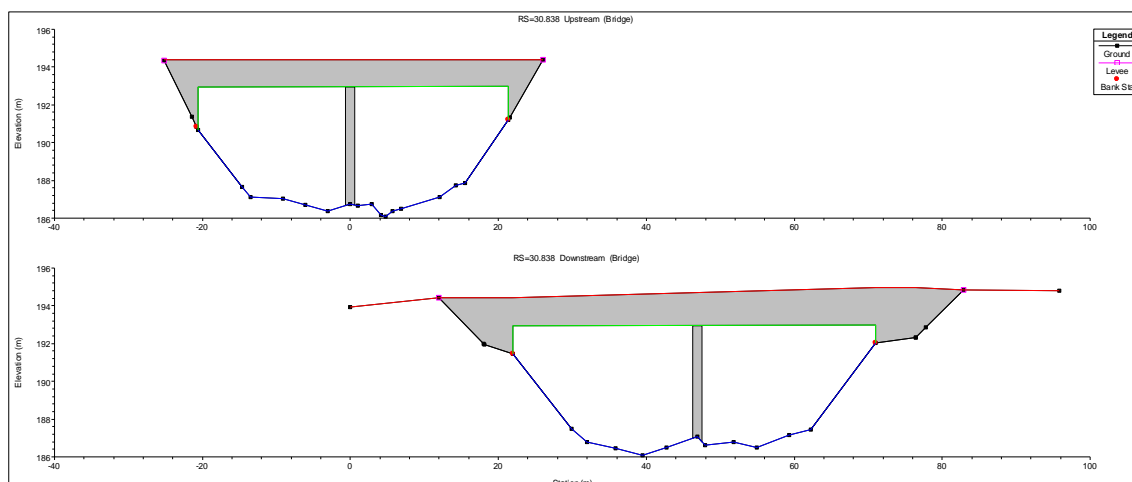
Zpřesnění

Poté, co proběhly první výpočty byl model zpřesněn. Jako podklad pro zpřesnění sloužily výsledky hladin, které byly stanoveny při dřívějších výpočtech Povodím Moravy.

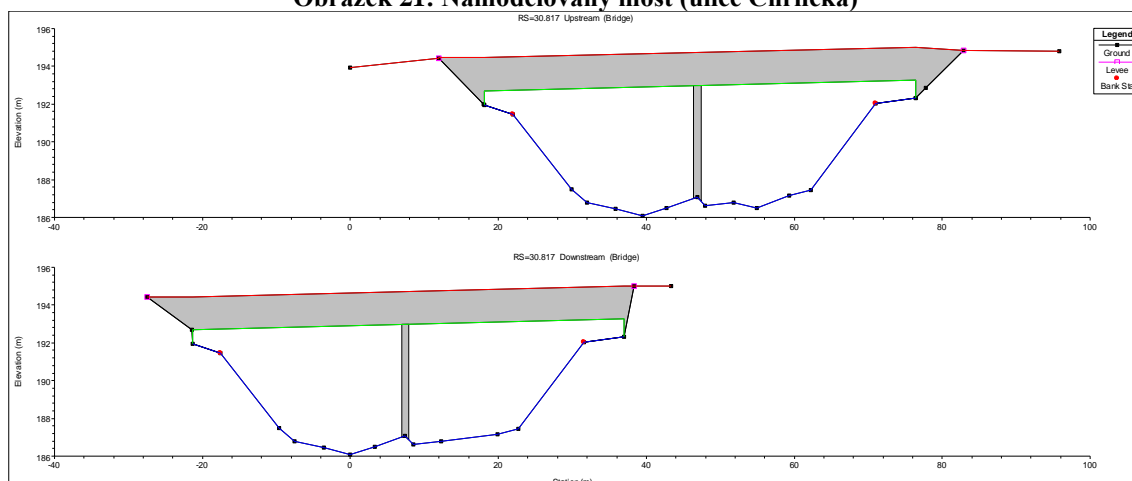
4.2.3 Popis upraveného modelu

Pro zpřesnění výpočtů byl úsek prodloužen o 2 659 m do km 28,205. K původním devíti příčným profilům bylo přidáno dalších jedenáct příčných profilů. Mezi profily byla opět provedena interpolace. Interpolací vzniklo dalších 259 nových profilů.

Součástí rozšířeného modelu jsou dva mosty, po kterých vede ulice Chrlická a silnice II. třídy II/152. Mosty se nachází vedle sebe v km 30,838 a km 30,817.



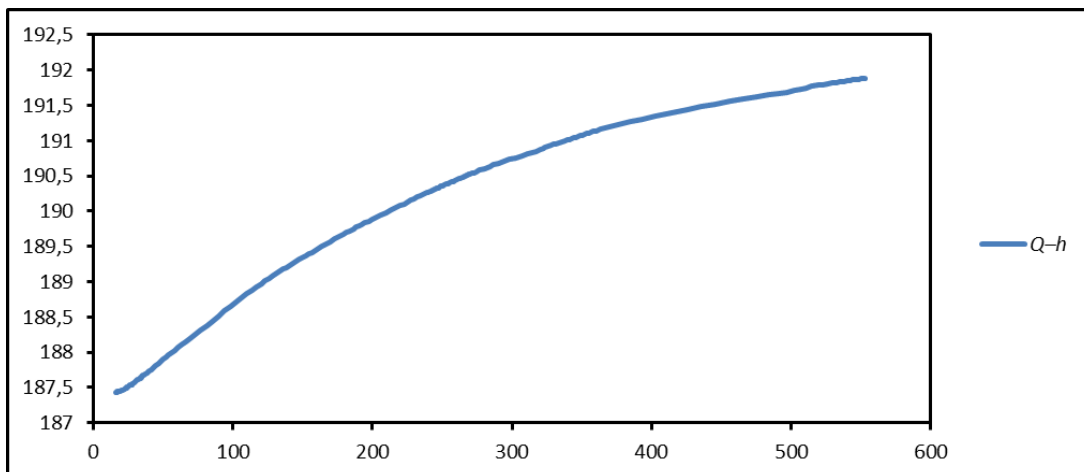
Obrázek 21: Namodelovaný most (ulice Chrlická)



Obrázek 22: Namodelovaný most (silnice II/152)

Okrajová podmínka

Jeden z hlavních důvodů rozšíření úseku bylo, že v profilu na km 28,208 byla známá konsumpční křivka ($Q-h$ křivka), která byla zadána jako okrajová podmínka v dolním profilu. Konsumpční křivka je zobrazena na obrázku č. 23. Okrajová podmínka v horním profilu zůstala nezměněná, tedy povodňová vlna (opět jako u prvního výpočtu byly zadány pro každou geometrii jiné povodňové vlny).

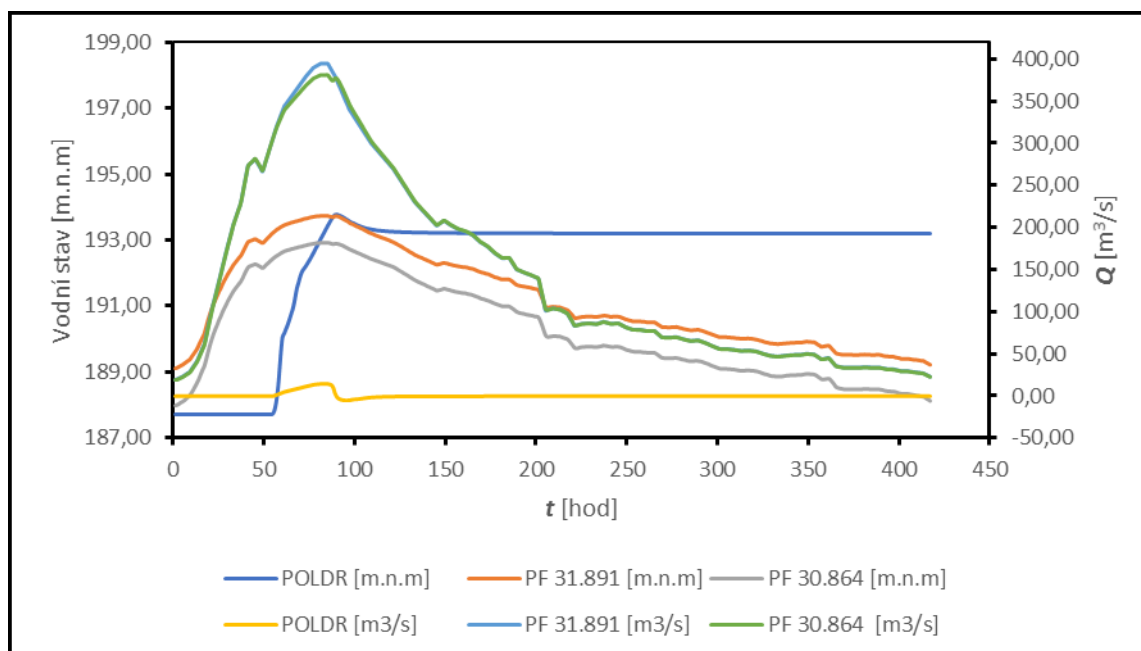


Obrázek 23: $Q-h$ křivka

Na obrázku č. 23 je graf, který znázorňuje závislost hladiny h [m n.m.] v korytě toku na průtoku Q [m³/s].

4.2.4 Výsledky

Díky výpočtům bylo zjištěno, že oba mosty jsou kapacitní. Dále také, že v případě první geometrie u nátokového otvoru, při průchodu stoleté povodňové vlny, dojde ke zploštění povodňové vlny. Dojde tedy ke snížení kulminace, což je patrné z obrázku č. 24. V korytě řeky Svatky dojde k snížení průtoku až o 15 m³/s.

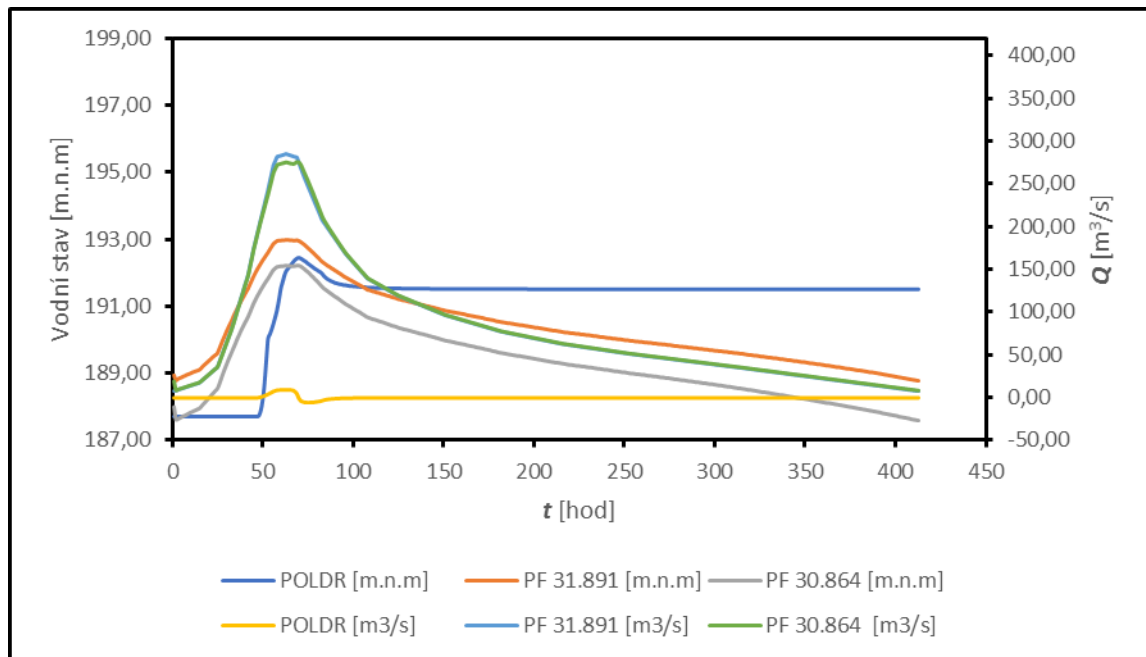


Obrázek 24: Náпустný objekt 3 × 8 m

Na obrázku č. 24 je znázorněná závislost vodního stavu [m n.m.] v suché nádrži a v korytě na času t [hod] a závislost průtoku Q [m³/s] v korytě a do poldu na čase t [hod].

Podrobné tabulky průběhu hladin a průtoků v korytě a suché nádrži v závislosti na čase jsou uvedeny v příloze 14. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY NÁPUSTNÉHO A VÝPUSTNÉHO OTVORU.

V případě druhé geometrie, u sdruženého objektu, dojde ke zploštění průběhu padesátileté povodňové vlny a ke snížení její kulminace. V korytě řeky Svratky dojde k snížení průtoku až o 10 m³/s.



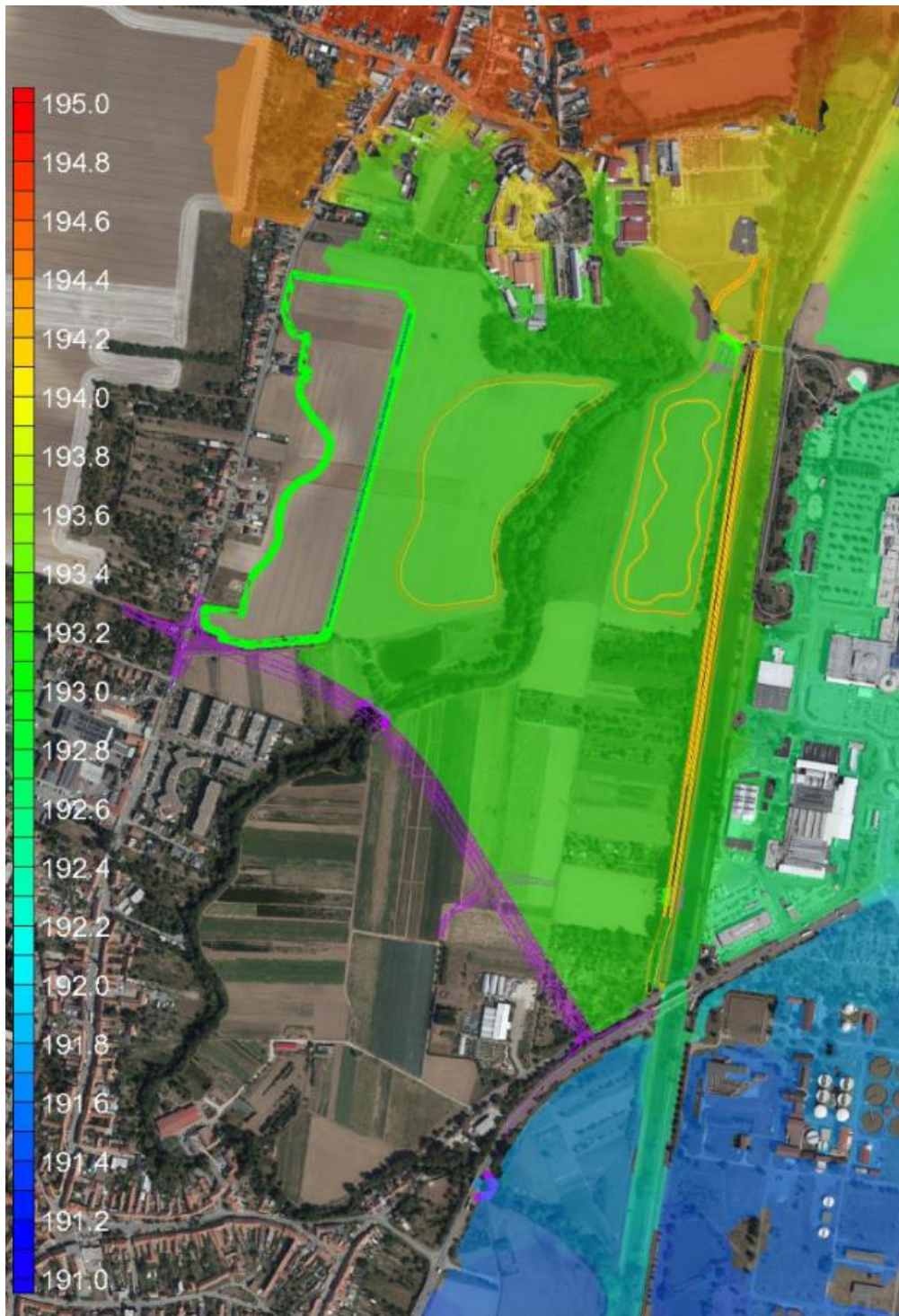
Obrázek 25: Sdružený objekt-hrázová propust 1 × 8 m

Na obrázku č. 25 je znázorněná závislost vodního stavu [m n.m.] v suché nádrži a v korytě na času t [hod] a závislost průtoku Q [m³/s] v korytě a do poldu na čase t [hod].

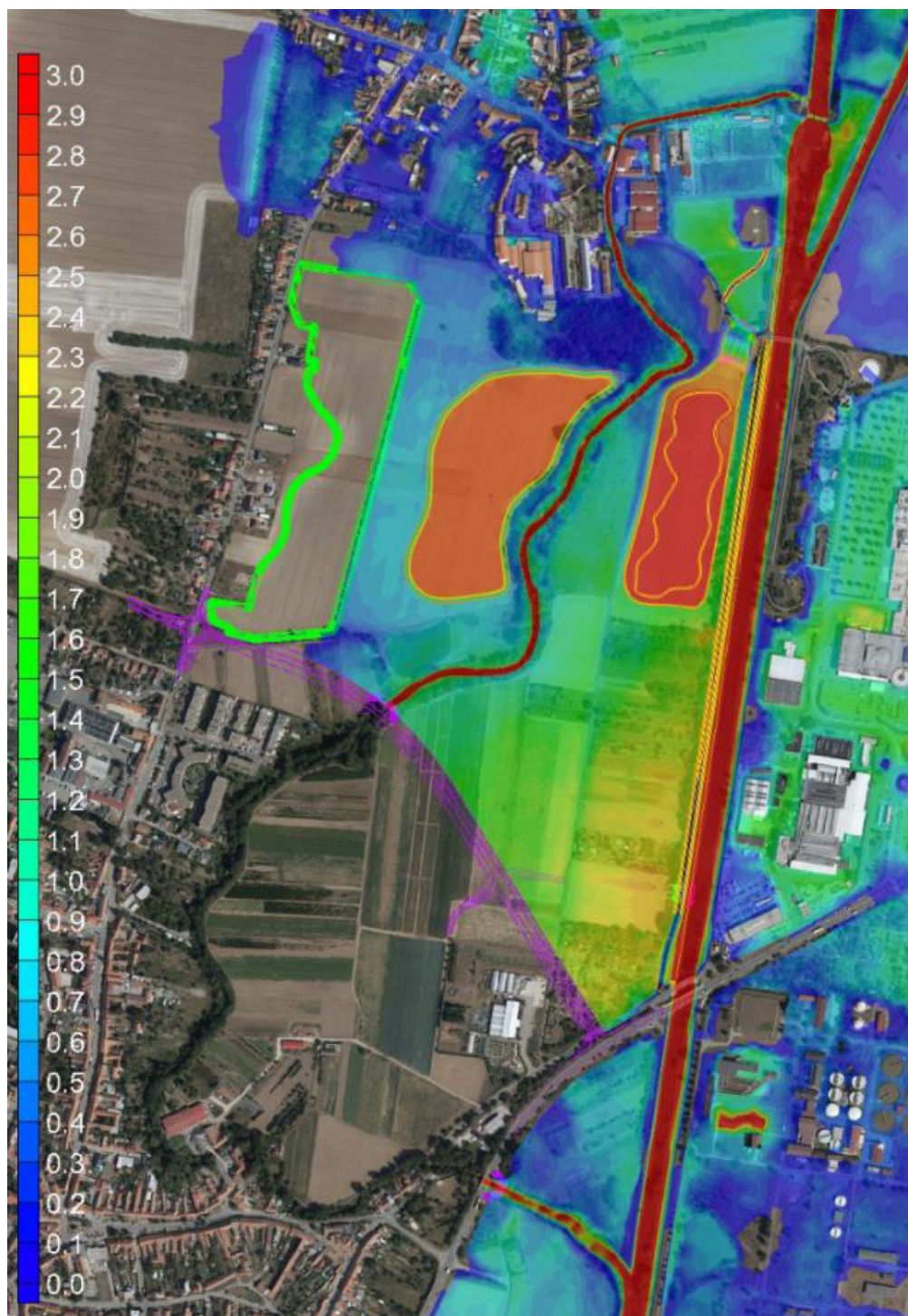
Podrobné tabulky průběhu hladin a průtoků v korytě a suché nádrži v závislosti na čase jsou uvedeny v příloze 14. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY NÁPUSTNÉHO A VÝPUSTNÉHO OTVORU.

4.3 PŘEVZATÉ VÝPOČTY – MAXIMALIZACE VYUŽITÍ RETENČNÍ SCHOPNOSTI PRAVÉHO INUNDAČNÍHO ÚZEMÍ (2D MODEL)

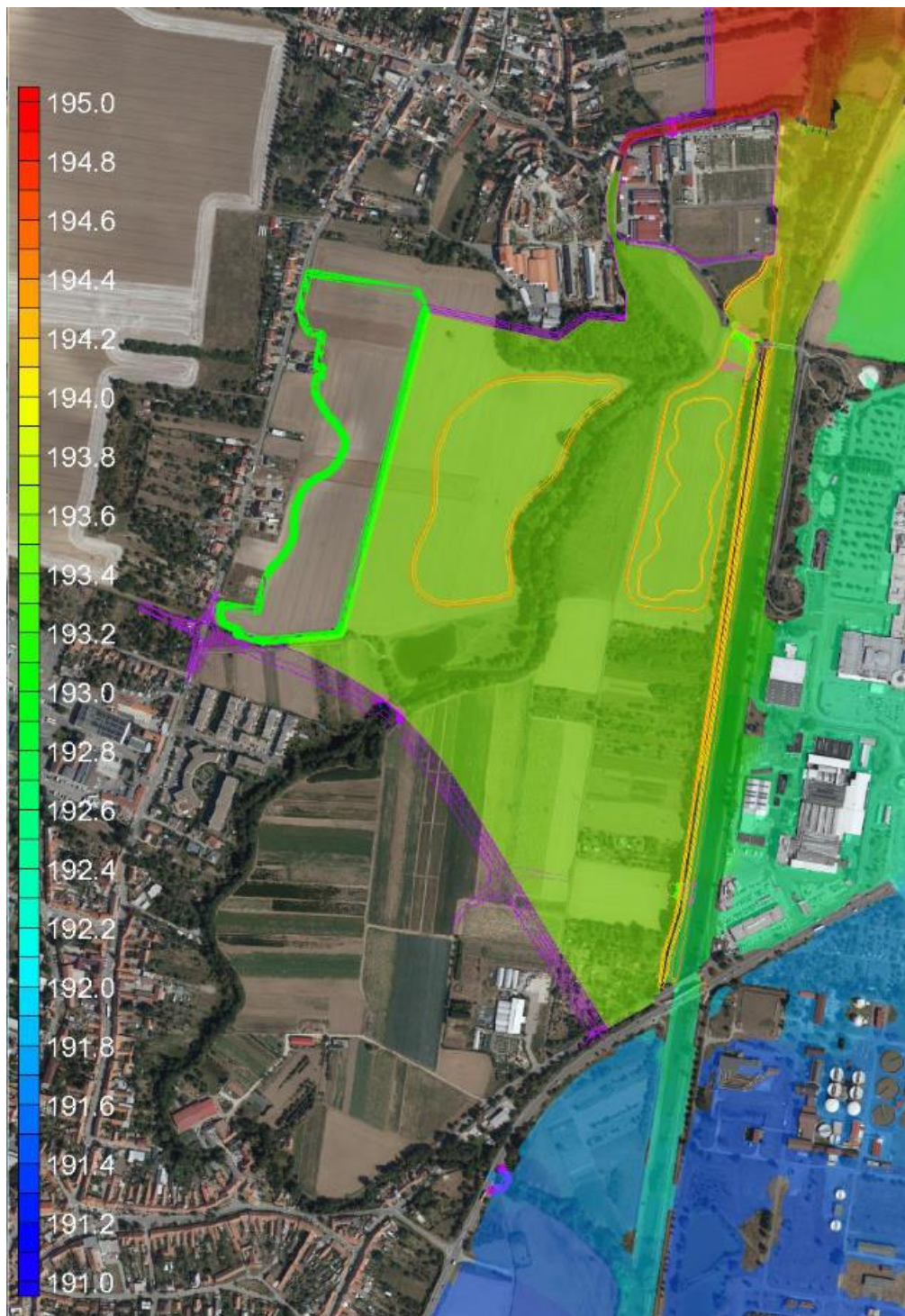
V rámci Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně byly panem doc. Ing. Zbyňkem Zachovalem, Ph.D. zpracovány výpočty 2D modelu pro ZÚ. Účelem výpočtů bylo maximalizovat využití retenční schopnosti inundačního území na pravém břehu řeky Svratky pro transformaci stoleté povodňové vlny (PV100). Jako softwarový prostředek byl využit program Surface-Water Modeling System (SMS) společnosti AQUAVEO. [13]



Obrázek 26: Etapa A - úroveň hladiny v m n. m. [13]



Obrázek 27: Etapa A - úroveň hladiny v metrech nad terénem [13]



Obrázek 28: Etapa B - úroveň hladiny v m n. m. [13]



Obrázek 29: Etapa B - úroveň hladiny v metrech nad terénem [13]

V rámci výpočtů bylo spočítáno několik geometrií, včetně finální geometrie pro etapu A a pro etapu B. První etapa, etapa A, je podmíněna výstavbou modřického obchvatu. Pokud nedojde k výstavbě tohoto obchvatu, bude v zájmovém území docházet k téměř stejným odtokovým poměrům, jako v současné době.

K výstavbě druhé etapy, etapy B, může dojít až poté, co bude provedena PPO Přízřenic a PPO Dolních Heršpic. Bez výstavby těchto protipovodňových opatření by docházelo ke zhoršení situace v ZÚ, která by se především projevila větším zvýšením hladiny v jižní části zástavby Přízřenic. Etapa B tedy může být provedena až poté, co bude vyřešena protipovodňová ochrana zmíněných míst.

V rámci výpočtů byl zjištěn objem akumulované vody v transformačním prostoru. V současném stavu v případě rozlití řeky Svratky do inundačního území byl objem akumulované vody $373\,467\text{ m}^3$. Při provedení etapy A se zvýší objem akumulované vody na $915\,150\text{ m}^3$. To je tedy o $541\,683\text{ m}^3$ větší objem než za současné situace. Po provedení etapy B se tenhle objem navíc ještě zvýší o $205\,562\text{ m}^3$ na $1\,120\,712\text{ m}^3$.

Dále také bylo zjištěno, že v ZÚ na řece Svratce v místě nad mostem silnice II/152 se hladiny v toku zvýší oproti stávajícímu stavu. Za stávajícího stavu úroveň hladiny nad mostem dosahuje hodnot $186,44\text{ m n.m.}$, po provedení etapy A dosahuje úroveň hladiny na hodnotu $192,92\text{ m n.m.}$ a po provedení etapy B se hladiny lehce sníží na $192,804$. Jak most silnice II/152. tak i most ulice Chrlická jsou kapacitní.

5 CHARAKTERISTIKA ZÁMĚRU

5.1 PŮVODNÍ ZÁMĚR

V původním záměru bylo navrženo odsazení a snížení pravobřežní hráze toku Svratky na úroveň ochrany pro povodeň $Q_{10} = 200 \text{ m}^3/\text{s}$ v prostoru km 30,864 až km 31,576, které jsou v současné době kapacitní na povodeň $Q_{20} = 248 \text{ m}^3/\text{s}$. Hlavním prvkem protipovodňové ochrany Přízřenic a Modřic měla být odsazená linie PPO za ramenem Svratky, která by byla navržena na $Q_{100} = 382 \text{ m}^3/\text{s}$. Ohrožené objekty v inundaci byly navrženy s lokální protipovodňovou ochranou. Tímhle původním návrhem byl v celém zájmovém území (ZÚ) zachován stávající rozliv řeky Svratky který byl odvodňován přes otevřený náhon pod silnicí II/152 zpět do Svratky v km 30,364.

5.2 UPRAVENÁ KONCEPCE

Nově předložený návrh respektuje záměr města Modřice na vybudování vlastní linie PPO ve stopě severního silničního obchvatu, jehož zemní těleso má sloužit jako protipovodňová hráz. Na rameni Svratky se má vybudovat stavidlo jak v trase obchvatu, tak proti zpětnému vzduť od Svratky pod silnicí II/152.

Dle hydrotechnických výpočtů (VUT Brno) však nová příčná hráz obchvatu způsobí oproti stávajícímu stavu vzduť hladiny až 0,37 m v areálu firmy KOH-I-NOOR LPS s.r.o. (Přízřenice). Dále hráz způsobí zaplavení areálu ČOV Brno-Modřice. Zde dojde k navýšení úrovně hladiny až o 0,20 m. [13]

5.3 NOVÁ KONCEPCE – BOČNÍ SUCHÁ NÁDRŽ

Nová koncepce uvažuje s využitím Modřického obchvatu jako zemní hráze suché nádrže. Počítá se zachováním původního odsazeného ohrázení (SO 05) proti Q_{100} na území MČ Brno–Přízřenice, které bude za návodní linií řešeno jako dosypaný terén pod ulicí Modřická na úroveň minimálně 0,43 m nad ovlivněnou hladinu od Modřického obchvatu. Tenhle násyp bude napojený na ochvat a díky odsunutí a navýšení původní pravobřežní hráze (SO 01) toku vznikne tak nová boční suchá nádrž, který bude schopný pojmout víc jak 1 000 000 m^3 vody. Součástí návrhu je vytvoření nátokového objektu (SO 03) a sdruženého objektu – hrázové propusti (SO 10).

6 STAVEBNÍ OBJEKTY

Stavba je rozdělena na 12 stavebních objektů a jejich podobjektů:

- SO 01 Úprava hráze
- SO 02 Úpravy před nátokem
- SO 02.1 Přeložka cyklostezky na odsazenou hráz
- SO 02.2 Snížení rampy
- SO 03 Nátokový objekt
- SO 04 Ochrana stávajícího vodovodu
- SO 05 Terénní úpravy
- SO 05.1 Navýšení terénu
- SO 05.2 Opěrná zeď
- SO 06 Biotop „VÝCHOD“
- SO 07 Biotop „ZÁPAD“
- SO 08 Přeložka VN
- SO 09 Přeložka Telia
- SO 10 Sdružený objekt – hrázová propust
- SO 11 Navýšení hráze SO 01
- SO 12 Přípojka NN

Výstavba stavebních objektů bude rozdělena do dvou etap. V první etapě bude probíhat výstavba objektů SO 01 až SO 09. Druhá etapa bude zahájena až potom, co bude provedena PPO Přízřenic a Dolních Heršpic a bude zahrnovat objekty SO 10 až SO 12.

6.1 ETAPA A

6.1.1 SO 01 Úprava hráze

Jedná se o odstranění stávající pravobřežní hráze a její následné odsazení v km 30,864 až km 31,964. Odsazením hráze se zvýší kapacita toku a ten tak bude moci v daném úseku převádět větší množství vody. V rámci odstranění původní hráze bude nutné v prvním kroku provést kácení náletových dřevin a sejmutí humózních vrstev v tloušťce 0,3 m. Nově vybudovaná zemní homogenní hráz bude mít délku 1045 m, šířku v koruně 3 m a sklony svahů 1:2 na obou lících. Výška hráze bude rozdělena na dvě části. V km 30,864 až do km 30,978 bude výška hráze souběžná s výškou původní hráze, která byla navržena na úroveň Q_{20} . V km 30,978 bude vybudována rampa 1:10, pomocí které je hráz navýšena. Od km 30,988 až do km 31,964 bude hráz minimálně 0,5 m nad úroveň stoleté povodňové vlny (PV100). Hráz bude po celé délce ohumusována v tloušťce 0,15 m a zatravněná. Po celé délce hráze v její ose bude vybudován zavazovací ozub, který bude sloužit k lepšímu zavázání zemní hráze do původního terénu. Ozub bude široký 2 m a hluboký 1 m. Rovnoběžně s hrází vede betonový kanalizační sběrač DN 1300 a nad ním je vytvořen násyp. Nová hráz bude odsunuta blíže ke kanalizačnímu sběrači. Vzdušná pata hráze bude kopírovat vzdálenost ochranné pásma kanalizace, tedy 3,5 m. Na hráz bude možné vjet z ulice Břeclavská (u Přízřenickeho mostu) a z ulice Chrlická. V km 30,910 bude vybudován sjezd z hráze a v km 31,03 následný výjezd zpět na hráz. Rampy budou nasměrovány na bermu toku ve sklonu 1:8. Šířka bermy v místech průjezdu je vždy širší než 4,5 m. V místě nově plánované hráze je v současné době pruh stromů a keřů, které budou odstraněny a následně nahrazeny náhradní výsadbou.

Při odstranění původní hráze bude vykopáno 24 200 m³ zeminy. Na násyp nově odsazené hrázky bude potřeba 34 300 m³ zeminy.

V budoucnu, až bude postaven Modřický obchvat, se počítá s tím, že hráz bude součástí boční suché nádrže.

6.1.2 SO 02 Úpravy před nátokem

V rámci úpravy terénu v km 31,896 až km 32,029 před SO 03 Nátokovým objektem dojde ke zrušení původní „ochranné hrázky“ (rampy) (SO 02.2) a odstranění cyklostezky 84150A (EV4, 1) a dojde k jejich odsunutí. Nově vybudovaná hrázka bude napojena na zvýšený terén retenční nádrže na kanalizaci, jejíž úroveň terénu je nad hladinou Q_{100} . Z druhé strany bude napojena na ulici Břeclavskou. Délka hráze je 113 m a šířka v koruně 4 m, sklony svahu po obou stranách 1:2. Úroveň koruny hráze je v rozmezí 194,00 – 194,20 m n.m.

Část hráze zasahuje do územního systému ekologické stability (ÚSES). Tahle část území bude z ÚSES vyjmuta a bude nahrazena na okolních pozemcích, nebo bude rozšířená plocha na jiných přilehlých pozemcích, které taktéž spadají do ÚSES.

6.1.3 SO 02.1 Přeložka cyklostezky na odsazenou hráz

V místě původní „hrázky“ (rampy) vede cyklostezka C1. V rámci úprav dojde k přeložení cyklostezky na nově vybudovanou hráz, na kterou se vjede pomocí rampy ve sklonu 1:12. Cyklostezka bude dále pokračovat po hrázi a následně se napojí na ulici Břeclavskou a cyklostezku 84150A 5005. Šířka cyklostezky je 3 m a délka její přeložky je 144 m. Únosnost cyklostezky bude 25 t.

6.1.4 SO 02.2 Snížení rampy

V km 31,896 až km 32,029 dojde k úplnému zrušení nájezdné rampy na lávku. Díky snížení rampy na okolní terén bude vybudován nápustný prostor. V rámci odstranění hráze bude nutné v prvním kroku sejmutí humózních vrstev v tloušťce 0,3 m. Při snížení rampy dojde k odstranění části cyklostezky 84150A (EV4, 1), která přes rampu vede. Cyklostezka bude přeložena viz. SO 02.1.

V místě současné rampy bude v rámci úprav nutno odstranit vybranou zeleň.

6.1.5 SO 03 Nátokový objekt

Nátokový objekt je umístěn v horní části ZÚ u Přízřenického mostu pod soutokem řeky Svratky a řeky Svitavy. Budou ho tvořit 3 nátokové otvory šířky 8 m. Dno všech tří nátokových otvorů je na úrovni 193,20 m n.m. + 0,3 m provizorní hrazení (dřevěný práh) a je navrženo tak, aby se do něj začala odlehčovat voda z řeky Svratky až při dosažení průtoku Q_{50} a výše. Tím je docíleno toho, že v případě povodňové vlny Q_{100} (PV₁₀₀) se do inundačního území dostane kulminace povodňové vlny a průtok v korytě se sníží až o 15 m³/s.

Nad nápustnými otvory objektu SO 03, na ulici Břeclavská, bude vybudován nový most s niveletou na kótě 195,10 m n.m. a spodní hranou mostovky na kótě 194,70 m n.m.,

který bude z jedné strany napojen na Přízřenický most (lávku), a z druhé strany bude pomocí rampy 1:12 napojen na současnou cyklostezku. Přes most současně povede cyklostezka 84150A 5005 a 1EV4 5005. Šířka mostu bude 5 m a délka 28,2 m. Most budou podpírat dva pilíře, které vytvoří zmíněné tři nápusné otvory. Šířka pilíře bude 0,5 m a délka 6,5 m. Na obou stranách budou pilíře ukončeny půlkruhovým zhlaví. Po stranách je most uložen na zavazovací křídla, které jsou zavázána do násypu. Křídla mají tloušťku 0,5 m. Pravé křídlo má délku 28 m, levé křídlo 19 m. Křídla jsou po obou stranách postupně snížena (kopírují původní terén).

Před i za SO 03 Nátokovým objektem bude vytvořený zához, zpevnění koryta, aby při vyšších rychlostech při odlehčení vody z toku do suché nádrže nedocházelo k vymývání zeminy. Nad objektem je zához v délce 10 m a bude tvořen záhozovým kamenem. Hloubka záhozu bude 0,5 m. Pod objektem bude zához v délce 50 m. Hloubky zásoyu se po délce mění. V první části délky je hloubka záhozu 1 m, v druhé části délky je 0,6 m a v poslední části délky je 0,3 m.

6.1.6 SO 04 Ochrana stávajícího vodovodu

Podél mostu ulice Chrlická vede vodovodní litinové potrubí DN 200, které má na pravém břehu řeky Svatky šachtu. Podél mostu je potrubí umístěno do chráničky DN 500. Za šachtou dochází ke křížení vodovodního potrubí s objektem SO 01 (Úprava hráze). V místě křížení a provádění zemních prací bude vodovod uložen do betonové chráničky, která bude vedena od šachty a bude ukončena 1,5 m za patou nové hráze. Délka chráničky je 26,7 m a je DN 500.

Před zahájením výstavby je nutné požádat Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. k vyjádření ohledně způsobu řešení. Jestli dojde k výměně vodovodního potrubí v místě křížení s objektem SO 01, nebo jestli bude použita zmíněná dělená chránička.

6.1.7 SO 05 Terénní úpravy

Bude vybudována nová odsazená PPO linie za ramenem Svatky na KÚ města Brno Přízřenice.

6.1.8 SO 05.1 Navýšení terénu

V rámci nově vybudované PPO linie dojde mezi ní a ulicí Modřická k dosypání terénu na úroveň 0,5 m nad hladinu Q_{100} . V horní části navýšení bude terén navazovat na SO 05.2 Opěrnou zeď, v dolní části bude navýšení končit u Moravanského potoku sklonem svahů 1:2. V místě dosypání terénu bude odtěžena humózní vrstva v tloušťce 0,5 m (dle geologického průzkumu). Na násyp bude využita odtěžená zemina z biotopu „A“ a „B“. Podle předběžných výpočtů se počítá s tím, že na zasypaní terénu bude využito přibližně 100 000 m³ zeminy. Navýšení terénu je nejefektivnější vzhledem k rozsahu území. Nebude nutné řešit odvedení zahrazových vod. Výška terénu bude od 194,03 m n.m. do 194,79 m n.m.

6.1.9 SO 05.2 Opěrná zeď

Navýšený terén bude v severní části opřen o betonovou opěrnou zeď, která bude zavázána do terénu až u ulice Modřická. Zeď bude vedena podél hranice pozemku 915/10 a 915/1 s tím, že bude založena na pozemku 915/10. Délka zdi bude 212 m, tloušťka v koruně zdi bude 0,3 m. Pod opěrnou zdí bude vybudován základový pas o výšce 0,8 m a šířce 0,5 - 1 m. Oba líce budou kolmo na základový pas.

6.1.10 SO 06 Biotop „VÝCHOD“

Z důvodu navýšení retenčního objemu suché nádrže budou vytvořeny dva nové biotopy. První biotop „VÝCHOD“ se bude nacházet mezi S0 01 a cyklostezkou 84150A 5005 na KÚ města Brno - Přízřenice. Z důvodu minimálního pohybu vody bude biotop brát vodu z ramene Svratky a následně ji vracet zpět do řeky Svratky.

Nápuštěný objekt biotopu je umístěn na rameno Svratky, nad jejím bezejmenným přítokem. Voda je z toku vedena do odběrného objektu, odtud je potom dále vedená pomocí potrubí trvalým průtokem 50–60 l/s do horní části biotopu. Potrubí bude z PVC DN 300 a bude mít délku 35 m. Potrubí bude uloženo do betonu. Nápuštěný objekt je opatřen česlemi, které budou sloužit k zachycení plovoucích nečistot a k tomu, aby nedocházelo k ucpaní (zanesení) potrubí. V dolní části biotopu je potom umístěn výpuštěný objekt, z kterého voda odtéká potrubím DN 300 délky 63 m do řeky Svratky. Vyústění bude opatřeno zpětnou klapkou.

Dno biotopu bude na úrovni 187,50 m n.m. a úroveň hladiny vody na 188,70 m n.m. Hloubka výkopu bude 4,5 m, objem vytěžené zeminy bude 106 681 m³ a retenční objem se díky tomu zvýší o 87 814 m³. Plocha v horní hraně svahu bude 35 000 m². Hloubka vody v biotopu bude 1,2 m. V okolí biotopu dojde k celoplošnému snížení terénu o 2 m. Sklony svahy budou mezi původním terénem a sníženým terénem 1:2, a mezi sníženým terénem a dnem biotopu 1:5 z důvodu stability svahu.

Jelikož se jedná o zemědělsky využívané pole, před začátkem terénních prací bude nutné na celé ploše biotopu a sníženého terénu sejmut humózní vrstvy. Tloušťka sejmutí těchto vrstev bude přibližně 0,4 ÷ 0,5 m dle geologického průzkumu. Část humusu se zpětně využije při zatravnění biotopu, kdy terén bude ohumusovaný do hloubky 0,2 m. Zbytek nevyužitý humus se bude muset rozvést a využít na okolních zemědělsky využívaných polích → mimo zátopu suché nádrže i mimo další inundační plochy.

Součástí vybudování biotopu „A“ bude osázení jeho okolního terénu novou výsadbou zeleně a mokřadních rostlin.

6.1.11 SO 07 Biotop „ZÁPAD“

Druhý biotop, biotop „ZÁPAD“, se bude nacházet mezi ramenem Svratky a SO 05 na KÚ města Brno – Přízřenice. Biotop bude průtočný a bude brát vodu z ramene Svratky a následně je do něj vracet zpět.

Nápuštěný objekt biotopu je umístěn na rameno Svratky, pod jejím bezejmenným přítokem. Voda je z toku vedena do odběrného objektu, odtud je potom dále vedená pomocí potrubí trvalým průtokem 50–60 l/s do horní části biotopu. Potrubí bude z PVC DN 300 a bude mít délku 38 m. Potrubí bude uloženo do betonu. Objekt je opatřen česlemi, které budou sloužit k zachycení plovoucích nečistot a k tomu, aby nedocházelo

k ucpání (zanesení) potrubí. V dolní části biotopu je potom umístěn výpustný objekt, z kterého voda odtéká potrubím DN 300 délky 24 m zpět do ramene Svratky.

Hloubka výkopu biotopu bude 2 m, dno bude na úrovni 190,45 m n.m. a úroveň hladiny 191,25 m n.m. se sklony svahu 1:5. Plocha v horní patě svahu bude 66 878 m², objem vytěžené zeminy 120 576 m³. Tím se zvýší retenční objem suché nádrže o 103 002 m². Hloubka vody v biotopu bude 0,8 m.

Stejně jako u prvního biotopu, i zde bude nutné sejmut humózní vrstvy v hloubce 0,4 ÷ 0,5 m (dle geologického průzkumu). Nicméně zde nebude zpětně žádná humusová vrstva využita, a proto zde bude muset být odvezeno celé množství humózních vrstev mimo zátoku suché nádrže i mimo ostatní inundační plochy.

Součástí vybudování biotopu „B“ bude osázení jeho okolního terénu novou výsadbou zeleně a mokřadních rostlin.

6.1.12 SO 08 Přeložka VN

V místě plánované výstavby suché nádrže „A“ se nachází silové vedení VN na betonových (dřevěných) a ocelových sloupech, které vede podél hráze. Vedení VN bude řešeno přeložkou, která povede mezi cyklostezkou 84150A 5005 a mezi plochou ÚSES (výsadbou mladých dubů, které jsou vysázeny v blízkosti ramene Svratky). Začátek přeložky bude nad Přízřenickým mostem a končit bude 67 m za sníženým terémem biotopu „A“. Bude přeloženo 588 m VN. Nová přeložka bude délky 731 m a bude na celkem sedmi betonových sloupech a jednom ocelovém příhradovém sloupu.

6.1.13 SO 09 Přeložka Telia

V dolní části ZÚ, v místě rozšíření bermy koryta a odsazení objektu SO 01, dochází ke křížení hráze s telekomunikačními sítěmi Telia. Vedení sítě bude řešeno přeložkou, která povede rovnoběžně s patou hráze ve vzdálenosti 3 m od vzdušné paty hráze. Délka přeložky bude 100 m.

6.2 ETAPA B

6.2.1 SO 10 Sdružený objekt – hrázová propust

Z důvodu navýšení pravobřežní hráze (SO 01) z průtoků Q_{20} na Q_{100} a nadimenzování náplavného objektu SO 03 tak, aby do inundačního území odlehčoval průtoky od Q_{50} , mohlo by docházet ke zhoršení odtokových poměrů pod ZÚ při průtocích Q_{20} až Q_{50} , jelikož by se voda do tohoto inundačního území už nedostala tak, jako za stávající situace. Proto je v km 30,991, přibližně 145 m nad mostem ulice Chrlická, na objektu SO 01 navržen sdružený objekt – hrázová propust SO 04.

Hrázová propust je projektována primárně pro vypouštění vody ze suché nádrže, sekundárně pro odlehčování vody z toku do suché nádrže při průtocích Q_{20} až Q_{50} .

Šířka hrázové propusti je 8 m a dno je na úrovni 191,50 m n.m. V případě PV50 je stejně jako u objektu SO 03 objekt dimenzován tak, aby snížil kulminace PV50 a snížil průtok v korytě přibližně o 10 m³/s.

Součástí sdruženého objektu SO 04 je strojovna, ve které dochází k manipulaci se stavidlem. Strojovna je průjezdná pro případ vyšších průtoků v řece. Na obou koncích strojovny jsou vrata šířky 2,5 m.

V případě, že budou výše na toku sledovány vyšší průtoky, než Q_{50} počítá se s tím, že hrázová propust bude uzavřena a napouštění do suché nádrže bude jen přes horní nápuštný objekt.

6.2.2 SO 11 Navýšení hráze SO 01

V km 30,864 až km 30,988 bude hráz navýšena na úroveň stoleté povodňové vlny (PV100). Bude se jednat o navýšení hráze SO 01, které byla v etapě A snížena z důvodu odtoku vody ze suché nádrže. Hráz bude po celé délce ohumusována v tloušťce 0,15 m a zatravněná. V km 30,958 bude na hrázi vybudován objekt SO 10 Sdružený objekt – hrázová propust.

6.2.3 SO 12 Přípojka NN

K objektu SO 10 Sdružený objekt – hrázová propust bude muset být přivedena přípojka NN do strojovny objektu. Přípojka bude dlouhá 78 m. Bude vedena z transformátoru, který se nachází na levém břehu řeky Svratky.

7 NACENĚNÍ STAVEBNÍCH OBJEKTŮ ETAPY A

7.1 KUBATURY

Tabulka 6: Tabulka kubatur

	SO 01	SO 02	SO 03	SO 05	SO 06	SO 07	CELKEM
Kubatura beton [m ³]	-	-	571	442	-	-	1013
Výkop ornice [m ³]	-	242	892	32239	18900	33439	85712
Násyp ornice [m ³]	-	198	-	23467	6283	837	30786
Přebytek ornice [m ³]	-	44	892	8771	12617	32602	54926
Výkop humus [m ³]	7505	-	-	-	-	-	7505
Násyp humus [m ³]	3798	-	-	-	-	-	3798
Přebytek humusu [m ³]	3707	-	-	-	-	-	3707
Výkop jílu [m ³]	14785	-	-	-	66682	87137	168604
Násyp jílu [m ³]	27931	1250	-	144672	-	-	173853
Přebytek jílu [m ³]	-	-	-	-	66682	87137	153819
Nedostatek jílu [m ³]	13146	1250	-	144672	-	-	159068
Výkop štěrku [m ³]	-	-	-	-	37194	-	37194
Násyp štěrku [m ³]	-	-	-	5249	151	1361	6760
Přebytek štěrku [m ³]	-	-	-	-	37043	-	37043
Nedostatek štěrku [m ³]	-	-	-	5249	-	1361	6610
Opevnění [m ³]	-	-	1541	-	-	-	1541
Odstranění cyklo [m ²]	-	486	-	-	-	-	486
Nová cyklo [m ²]	-	430	-	-	-	-	430

Tabulka 7: Celková tabulka

	Vytěží se [m ³]	Využije se [m ³]	Přebytek [m ³]
Ornice	85711.89	30785.57	54926.31
Humus	7505.00	3798.01	3706.99
Jíl	168604.07	168604.07	0.00
Štěrku	37193.87	6760.37	30433.50

Tabulka 8: Odvoz materiálu ze stavby

Odvoz materiálu ornice do 500 m				na pole 8771		na pole 32602	41373
Odvoz materiálu ornice do 2000 m		na pole 44	na pole 892		na pole 12617		13553
Odvoz materiálu humus do 2000 m	na pole 3707						3707
Přesun materiálu jílu do 500 m					na SO 01 13146 na SO 02 1250 na SO 05 52286	na SO 05 87137	153819
Přesun materiálu šterku do 500 m					na SO 07 1361 na SO 05 5249		6610
Odvoz materiálu šterku do 2 km					30433		30433

7.2 NACENĚNÍ OBJEKTU SO 01 ÚPRAVA HRÁZE

Tabulka 9: Nacenení SO 01

Pol. č.	Název položky	Jednotka	Množství	Jednotková cena [Kč]	Cena celkem [tis.Kč]
1	Sejmutí humusu tl. 0,3 m vč. odklizení do 500 m na MD	m ²	25 016,7	37,2	930,6
2	Odkopávky v hornině třídy těžitelnosti I - odkop zeminy - odklizení na MD do 500 m	m ³	14 785,0	144,1	2 130,5
3	Uložení sypanin z horniny tř. 1 až 4 do hrází se zhutněním - naložení na MD - vod. přemístění do 500 m - uložení do hrází se zhutněním	m ³	27 931,3	206,2	5 759,4
4	Ohumusování a osetí - úprava pláně / svahování - naložení a přemístění humusu z MD - rozprostření humusu tl. do 20 cm - dodávka travní směsi 300 kg/ha - osetí travním semenem - ošetření trávníku, vč. zálivky	m ²	198,0	163,6	32,4
5	Ohumusování a osetí přebytku humusu - úprava pláně / svahování - naložení a přemístění humusu z MD na okolní pole - rozprostření humusu tl. 15 cm - dodávka travní směsi 300 kg/ha - osetí travním semenem - ošetření trávníku, vč. zálivky	m ²	24 713,3	271,6	6 712,1
	Celkem:				15 565,1

7.3 NACENĚNÍ OBJEKTU SO 02 ÚPRAVY PŘED NÁTOKEM

Tabulka 10: Nacení SO 02

Pol. č.	Název položky	Jednotka	Množství	Jednotková cena [Kč]	Cena celkem [tis.Kč]
1	Odstranění stávající asfaltové vrstvy - vč. odklizení suti z vybouraných konstrukcí do 20 km - vč. poplatek za uložení na skládce	m ²	486,0	1 062,0	516,1
2	Obnovení asfaltové plochy - asf. vrstvy ACO, asf. vrstvy ACP - podkladní vrstvy ŠD	m ²	430,0	1 339,0	575,8
3	Sejmutí ornice tl. 0,5 m vč. odklizení do 500 m	m ²	484,2	242,4	117,4
4	Uložení sypanin z horniny tř. 1 až 4 do hrází se zhutněním - naložení na MD - vod. přemístění do 500 m - uložení do hrází se zhutněním	m ³	1 250,0	207,5	259,4
5	Rozprostření ornice - úprava pláně / svahování - naložení a přemístění humusu z MD - rozprostření orné vrstvy tl. 50 cm	m ²	660,1	249,7	164,8
Celkem:					1 633,5

7.4 NACENĚNÍ OBJEKTU SO 03 NÁTOKOVÝ OBJEKT

Tabulka 11: Nacení SO 03

Pol. č.	Název položky	Jednotka	Množství	Jednotková cena [Kč]	Cena celkem [tis.Kč]
1	Odstranění stávající asfaltové vrstvy - vč. odklizení sutí z vybouraných konstrukcí do 20 km - vč. poplatek za uložení na skládce	m ²	367,0	1 062,0	389,8
2	Obnovení asfaltové plochy - asf. vrstvy ACO, asf. vrstvy ACP - podkladní vrstvy ŠD	m ²	279,0	1 339,0	373,6
3	Sejmutí ornice tl. 0,4 m	m ²	2 229,5	20,3	45,3
4	Vodorovné přemístění na mezideponii (nedostatek pro SO 02) - vod. přem. do 500 m - uložení na MD	m ³	88,0	71,2	6,3
5	Vodorovné přemístění ornice na okolní pole - vod. přem. do 3 km	m ³	803,9	120,0	96,5
6	Zához z lomového kamene z terénu hmotnost nad 200 do 500 kg	m ³	1 541,0	1 450,0	2 234,5
7	Podkladní beton C 16/20 tl. 10 cm vč. úpravy podloží se zhuťněním	m ²	558,0	367,9	205,3
8	Železobetonové konstrukce - železobeton C 30/37 - XC4, XF3, XA1 - bednění (zřízení a odstranění) - ocelová výztuž (cca 100 kg/m ³) - těsnění a úprava pracovních a dilatačních spár	m ³	514,9	13 900,0	7 157,1
9	Dodávka a montáž ocelového svislého zábradlí výšky 1m	kg	1 652,0	160,0	264,3
10	Výkopávky v hornině třídy těžitelnosti I	m ³	1 165,2	222,2	258,9
	Uložení sypanin z horniny tř. 1 až 4 do hrází se zhuťněním - naložení na MD - vod. přemístění do 500 m - uložení do hrází se zhuťněním	m ³	267,0	206,2	55,1
11	Odklizení přebytku zeminy - vod. přem. do 16 km - poplatek za uložení na skládku	m ³	898,2	1 404,0	1 261,0
	Celkem:				12 347,5

7.5 NACENĚNÍ OBJEKTU SO 04 OCHRANA STÁVAJÍCÍHO VODOVODU

Tabulka 12: Nacení SO 04

Pol. č.	Název položky	Jednotka	Množství	Jednotková cena [Kč]	Cena celkem [tis.Kč]
1	Hloubení jam zeminy třídy I ručně	m ³	16,6	1 090,0	18,1
2	Zásyp jam sypaninou se zhuťněním ručně	m ³	16,6	213,0	3,5
3	Dodávka a montáž ocelové dělené chráničky DN 500	m	26,7	12 500,0	333,8
	Celkem:				355,4

7.6 NACENĚNÍ OBJEKTU SO 05 TERÉNI ÚPRAVY

Tabulka 13: Nacení SO 05

Pol. č.	Název položky	Jednotka	Množství	Jednotková cena [Kč]	Cena celkem [tis.Kč]
1	Sejmutí ornice tl. 0,4 m	m ²	80 596,9	20,3	1 636,1
2	Vodorovné přemístění na mezideponii - vod. prům. do 500 m - uložení na MD	m ³	31 289,8	71,2	2 227,8
3	Vodorovné přemístění ornice na okolní pole - vod. prům. do 3 km	m ³	949,0	120,0	113,9
4	Výkopávky v hornině třídy těžitelnosti I - výkop zeminy - odklizení na MD do 500 m	m ³	664,0	222,2	147,5
5	Rozprostření ornice - úprava pláně / svahování - naložení a přemístění humusu z MD - rozprostření orné vrstvy tl. 50 cm	m ²	78 224,5	161,7	12 648,9
6	Rozprostření ornice na okolní pole - úprava pláně / svahování - rozprostření orné vrstvy tl. 15 cm	m ²	6 326,4	55,7	352,4
7	Uložení sypaniny z hornin soudržných do násypů zhuštěných strojně - naložení na MD - vod. přemístění do 500 m - uložení sypaniny do násypu se zhuštěním	m ³	149 257,0	232,3	34 672,4
8	Podkladní beton C 16/20 tl. 10 cm vč. úpravy podloží se zhuštěním	m ²	595,5	367,9	219,1
9	Železobetonové konstrukce - železobeton C 30/37 - XC4, XF3, XA1 - bednění (zřízení a odstranění) - ocelová výztuž (cca 100 kg/m ³) - těsnění a úprava pracovních a dilatačních spár	m ³	382,4	13 500,0	5 161,9
Celkem:					57 180,0

7.7 NACENĚNÍ OBJEKTU SO 06 BIOTOP „VÝCHOD“

Tabulka 14: Nacenění SO 06

Pol. č.	Název položky	Jednotka	Množství	Jednotková cena [Kč]	Cena celkem [tis.Kč]
1	Sejmutí ornice tl. 0,4 m	m ²	47 250,4	20,3	959,2
2	Vodorovné přemístění ornice na mezideponii - vod. přem. do 500 m - uložení na MD	m ³	8 377,2	71,2	596,5
3	Vodorovné přemístění ornice na okolní pole - vod. přem. do 3 km	m ³	10 523,0	120,0	1 262,8
4	Vykopávky v hornině třídy těžitelnosti I	m ³	103 876,0	222,2	23 081,2
5	Vodorovné přemístění zeminy na mezideponii - vod. přem. do 500 m - uložení na MD	m ³	77 364,3	71,2	5 508,3
6	Odklizení přebytku zeminy - vod. přem. do 16 km - poplatek za uložení na skládku	m ³	26 511,7	1 404,0	37 222,4
7	Rozprostření ornice - úprava pláně / svahování - naložení a přemístění humusu z MD - rozprostření orné vrstvy tl. 50 cm	m ²	20 943,0	161,7	3 386,5
8	Rozprostření ornice na okolní pole - úprava pláně / svahování - rozprostření orné vrstvy tl. 15 cm	m ²	70 153,1	55,7	3 907,5
9	Uložení sypaniny do násypů zhutněných strojně - naložení na MD - vod. přemístění do 500 m - uložení sypaniny do násypu se zhutněním	m ³	151,0	232,3	35,1
Celkem:					75 959,5

7.8 NACENĚNÍ OBJEKTU SO 07 BIOTOP „ZÁPAD“

Tabulka 15: Nacení SO 07

Pol. č.	Název položky	Jednotka	Množství	Jednotková cena [Kč]	Cena celkem [tis.Kč]
1	Sejmutí ornice tl. 0,5 m	m ²	66 878,1	24,6	1 645,2
2	Vodorovné přemístění ornice na mezideponii - vod. prům do 500 m - uložení na MD	m ³	1 395,5	71,2	99,4
3	Vodorovné přemístění ornice na okolní pole - vod. prům. do 3 km	m ³	32 043,6	120,0	3 845,2
4	Výkopávky v hornině třídy těžitelnosti I	m ³	87 137,0	222,2	19 361,8
5	Vodorovné přemístění zeminy na mezideponii - vod. prům do 500 m - uložení na MD	m ³	87 137,0	71,2	6 204,2
6	Rozprostření ornice - úprava pláně / svahování - naložení a přemístění humusu z MD - rozprostření orné vrstvy tl. 50 cm	m ²	2 790,9	161,7	451,3
7	Rozprostření ornice na okolní pole - úprava pláně / svahování - rozprostření orné vrstvy tl. 15 cm	m ²	213 624,0	55,7	11 898,9
8	Uložení sypaniny do násypů zhuštěných strojně - naložení na MD - vod. přemístění do 500 m - uložení sypaniny do násypu se zhuštěním	m ³	1 361,0	232,3	316,2
Celkem:					43 822,1

7.9 NACENĚNÍ OBJEKTU SO 08 PŘELOŽKA VN

Tabulka 16: Nacení SO 08

Pol. č.	Název položky	Jednotka	Množství	Jednotková cena [Kč]	Cena celkem [tis.Kč]
1	Přeložka kabelu elektrického vedení VN	m	727,8	1 965,0	1 430,0
Celkem:					1 430,0

7.10 NACENĚNÍ OBJEKTU SO 09 PŘELOŽKA TELIA

Tabulka 17: Nacení SO 09

Pol. č.	Název položky	Jednotka	Množství	Jednotková cena [Kč]	Cena celkem [tis.Kč]
1	Přeložka kabelu Telia	m	99,8	1 100,0	109,8
Celkem:					109,8

7.11 CELKOVÝ PŘEHLED NÁKLADŮ

Celkový přehled nákladů je uvedený v tis. Kč bez DPH. Předpokládaný náklad stavby je v rámci dokumentace pro stavební povolení vyčíslen v rozsahu nákladů zahrnovaných podle dříve platných předpisů do hlavy II, III, VI, VII, VIII. Náklady v hlavě II a III jsou vyčísleny s věcnou výstižností a výměrovou přesností odpovídající stupni dokumentace. [18]

V rámci stavby se počítá s hlavou I, III, VI, VII, VIII a XI. Hlava I obsahuje projektové a průzkumné práce. Náklady na projektové práce jsou stanoveny podle sazebníku UNIKA 2020 pro navrhování nabídkových cen projektových prací a inženýrských činností, případně podle již uzavřených smluv. Náklady na průzkumné práce jsou stanoveny na základě provedených prací a na základě předpokladů.

Hlava III zahrnuje vlastní stavební práce. Náklady jsou stanoveny na základě druhů a objemů konstrukcí a prací uvažovaných v této dokumentaci a oceněných směrnými cenami stavebních prací 2020 / II (ÚRS Praha).

Hlava VI zahrnuje vedlejší rozpočtové náklady. Jsou zde uvedeny předpokládané náklady na zařízení staveniště, ve výši 3 % z hlavy III.

Hlava VII zahrnuje ostatní náklady, jako jsou například náklady na dokumentaci skutečného provedení stavby.

Hlava VIII zahrnuje nepředvídatelné náklady. Jsou uvažovány ve výši 2 % z nákladů hlavy III na pokrytí věcného a výměrového navýšení, které může nastat při zpracování projektové dokumentace a při realizaci stavby.

Hlava XI zahrnuje přípravu a organizaci výstavby. Jsou zde uvedeny předpokládané náklady na inženýrskou činnost podle sazebníku Unika, náklady na kompletační činnost a záchranný archeologický výzkum.

Tabulka 18: Celkový přehled nákladů

Hlava I	Projektové a průzkumné práce	
	Projektové práce - 12 % z nákladů hlavy III	25 008
	Průzkumné práce - 0,4 % z nákladů hlavy III	834
	Celkem hlava I:	25 842
Hlava III	Stavební práce	
	SO 01 Úprava hráze	15 565
	SO 02 Úpravy před nátokem	1 633
	SO 03 Nátokový objekt	12 347
	SO 04 Ochrana stávajícího vodovodu	355
	SO 05 Terénní úpravy	57 180
	SO 06 Biotop "VÝCHOD"	75 959
	SO 07 Biotop "ZÁPAD"	43 822
	SO 08 Přeložka VN	1 430
	SO 09 Přeložka Telia	110
	Celkem hlava III:	208 403
Hlava VI	Náklady obdobné VRN - zařízení staveniště	
	3 % z nákladů hlavy III	6 252
	Celkem hlava VI:	6 252
Hlava VII	Ostatní náklady	
	např. geodetické práce, realizační dokumentace, dokumentace skutečného provedení, aktualizace povodňového a havarijního plánu, vypracování plánu BOZP apod.	
	1,0 % z nákladů hlavy III	2 084
	Celkem hlava VII:	2 084
Hlava VIII	Nepředvídané náklady	
	2 % z nákladů hlavy III	4 168
	Celkem hlava VIII	4 168
Hlava XI	Příprava a zabezpečení výstavby	
	Inženýrská činnost - 2% z nákladů hlavy III	4 168
	Kompletační činnost - 0,8 % z nákladů hlavy III	1 667
	Celkem hlava XI:	5 835
Náklady celkem:		252 584

8 ZHODNOCENÍ EKONOMICKÉ EFEKTIVITY

V rámci zhodnocení ekonomické efektivity se posuzuje, za jakou hodnotu peněz zadržím x m^3 vody. V rámci suché nádrže na území Brna-Přízřenice a Modřic se za cenu 252 584 000 Kč, sníží průtok v korytě až o $15 m^3/s$ a v první etapě se zadrží $915 150 m^3$. Tedy jeden kubík vyjde na $276 Kč/m^3$.

Ekonomický význam pro město Brno to má poměrně významný. Investice za to stojí i z toho hlediska, že území se nachází v nezastavěné části města v místě rozlivu povodně původní (tedy za současného stavu). Nově vytvořené biotopy navíc vytváří nové možnosti pro obyvatele Brna, Modřic a ostatních přilehlých měst.

V dřívějších letech byla vytvořena studie na poldr v Chrlicích, který byl ale průtočný. Kapacita vybudovaného poldru byla přibližně $2 000 000 m^3$. Odhadovaná cena projektu byla přibližně 130 000 000 Kč. V tomhle případě byla cena za jeden kubík zadržené vody $65 Kč/m^3$.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zjistit a následně navrhnout, zdali se dá v zájmovém územím na katastrálním územím města Brno-Prířřenice a města Modřice navrhnout suchá nádrž pro transformaci povodní.

V rámci diplomové práce byli popsány základní údaje zájmového území a stávající stav koryta řeky Svratky, včetně jejího současného protipovodňového opatření.

Byly provedeny hydrotechnické výpočty, které měly za účel určit, jakým způsobem se bude suchá nádrž naplňovat za průchodu povodňové vlny. Součástí výpočtů bylo dimenzování nápuštného a výpuštného otvoru tak, aby otvory co nejefektivněji snížili kulminaci povodňové vlny, aby se nádrž nezaplnila už na začátku vlny. Po provedení výpočtů byla výstavba suché nádrže rozdělena na dvě etapy. První etapa bude podmíněna výstavbou Modřického obchvatu. Druhá etapa bude zahájena až potom, co bude provedena PPO Přířřenic a Dolních Heršpic.

V rámci diplomové práce byly kromě zmíněného nápuštného a výpuštného otvoru navrženy i dva biotopy. Biotopy jsou umístěny mezi korytem řeky Svratky a ramenem Svratky a mezi ramenem Svratky a ulicí Modřická. Navržené biotopy zvyšují retenční objem v nádrži. Biotopy jsou navrženy jako průtočné. V okolí biotopu budou vysazeny nové stromy. Zároveň také mohou být do biotopu vysazeny vhodné vodní rostliny, které pomohou čistit vodu.

Dále jsou zde navrženy terénní úpravy, jako je úprava hráze u řeky Svratky a navýšení terénu u ulice Modřická. Hráz je navržena tak, aby úroveň koruny hráze byla minimálně 0,5 m nad úrovní Q_{100} . Dále potom tak, aby maximální hladina v poldru byla minimálně 0,3 m pod úrovní koruny hráze. Navýšený terén u ulice Modřická je navržen tak, aby byl minimálně 0,5 m na úrovni maximální hladiny v poldru.

Součástí projektu vybudování suché nádrže je i navržení přeložky vysokého napětí a telekomunikačního vedení.

V poslední části diplomové práce je nacenění všech stavebních objektů, které budou provedeny v první etapě. A na závěr je provedeno zhodnocení ekonomické efektivity.

FOTODOKUMENTACE

V rámci několika individuálních prohlídek v ZÚ byly pořízeny přiložené fotografie. Fotografie byly pořízeny 9. 6. 2020 a 30. 6. 2020.



Obrázek 30: Soutok řeky Svratky a řeky Svitavy (9. 6. 2020) [16]



Obrázek 31: Soutok řeky Svratky a řeky Svitavy (30. 6. 2020) [16]



Obrázek 32: Rameno Svratky (9. 6. 2020) [16]



Obrázek 33: Bio Lido Modřice (biotop) (9. 6. 2020) [16]



Obrázek 34: Místo plánované výstavby biotopu „VÝCHOD" (pohled 1) (9. 6. 2020) [16]



Obrázek 35: Místo plánované výstavby biotopu „VÝCHOD" (pohled 2) (9. 6. 2020) [16]



Obrázek 36: Místo plánované výstavby biotopu „ZÁPAD“ (pohled 1) (9. 6. 2020) [16]



Obrázek 37: Místo plánované výstavby biotopu „ZÁPAD“ (pohled 2) (9. 6. 2020) [16]



Obrázek 38: Studna č. 1 (9. 6. 2020) [16]



Obrázek 39: Studna č. 2 (9. 6. 2020) [16]



Obrázek 40: Studna č. 3 (9. 6. 2020) [16]



Obrázek 41: Studna č. 4 (9. 6. 2020) [16]



Obrázek 42: Studna č. 5 (9. 6. 2020) [16]



Obrázek 43: Studna č. 6 (9. 6. 2020) [16]

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Seznam: Mapy. Seznam: Mapy [online]. 2021 [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=16.6133378&y=49.1315658&z=15&base=ophoto&source=muni&id=>
- [2] Řeka Svratka. *Řeka Svratka* [online]. 2018 [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://reka-svratka.sije.cz/>
- [3] Radonový program České republiky: Geologie ČR. *Radonový program České republiky: Geologie ČR* [online]. [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.radonovyprogram.cz/o-radonu/geologie-cr/>
- [4] Česká geologická služba: Geovědní mapy. *Česká geologická služba: Geovědní mapy* [online]. 2021 [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [5] MUSEL, DIS, Bc. Vítězslav. *Zvětšení retenční schopnosti pravého inundačního území Svratky v úseku Přízřenice-Modřice: E.2 Inženýrskogeologický průzkum*. Brno, 2020.
- [6] Česká geologická služba: Hydrogeologické rajony. *Česká geologická služba: Hydrogeologické rajony* [online]. 2021 [cit. 2021-01-04]. Dostupné z: https://mapy.geology.cz/hydro_rajony/
- [7] Program rozvoje Jihomoravského kraje 2018-2021. *Program rozvoje Jihomoravského kraje 2018-2021* [online]. 2017 [cit. 2021-01-04]. Dostupné z: <http://www.pohorelice.cz/file/17977/c2191-17-0-ozn7-program-rozvoje-jmk-final01.pdf>
- [8] PLÁN OBLASTI POVODÍ DYJE. *PLÁN OBLASTI POVODÍ DYJE* [online]. 2009 [cit. 2021-01-04]. Dostupné z: https://www.kr-jihomoravsky.cz/archiv/ozp/plany_oblasti_povodi_moravy_a_dyje/Navrh_PO_P_Dyje/A_popis/1_text/A_D.pdf
- [9] Česká geologická služba: Půdní mapa. *Česká geologická služba: Půdní mapa* [online]. 2021 [cit. 2021-01-04]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/>
- [10] QUITT, Evžen. *Klimatické oblasti Československa*. 1. Brno: Geografický ústav ČSAV, 1971.
- [11] Ministerstvo životního prostředí: Mapy povodňového nebezpečí, ohrožení a povodňových rizik. *Ministerstvo životního prostředí: Mapy povodňového nebezpečí, ohrožení a povodňových rizik* [online]. [cit. 2021-01-05]. Dostupné z: <https://cds.mzp.cz/about/>
- [12] *Hydrologické údaje povrchových vod*. Brno, 2015.
- [13] ZACHOVAL, PH.D., doc. Ing. Zbyněk. *Zvětšení retenční schopnosti pravého inundačního území Svratky v úseku Přízřenice-Modřice*. Brno, 2020, 51 s.
- [14] JANDORA PH.D., doc. Ing. Jan. *MATEMATICKÉ MODELOVÁNÍ VE VODNÍM HOSPODÁŘSTVÍ*. 1. Brno, 2008.

- [15] *HEC-RAS* [online]. USA: U.S. Army Corps of Engineers [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>
- [16] Vlastní tvorba
- [17] TNV 75 2415. *Suché nádrže*. Odvětvová technická norma vodního hospodářství. MZe. Leden 2013.
- [18] EPRAVO: 107/1966 Sb. VYHLÁŠKA Státní komise pro techniku. *EPRAVO: 107/1966 Sb. VYHLÁŠKA Státní komise pro techniku* [online]. 1966 [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: <https://www.epravo.cz/vyhledavani-asp/?Id=30911&Section=1&IdPara=1&ParaC=2>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: <i>N</i> -leté průtoky [12]	20
Tabulka 2: Úroveň HPV (9.6.2020).....	23
Tabulka 3: Úroveň HPV (23.7.2020).....	23
Tabulka 4: Manningův součinitel drsnosti toku – Svratka	34
Tabulka 5: Batygrafické křivky	36
Tabulka 6: Tabulka kubatur	52
Tabulka 7: Celková tabulka	52
Tabulka 8: Odvoz materiálu ze stavby	53
Tabulka 9: Nacnění SO 01	53
Tabulka 10: Nacnění SO 02	54
Tabulka 11: Nacnění SO 03	55
Tabulka 12: Nacnění SO 04	55
Tabulka 13: Nacnění SO 05	56
Tabulka 14: Nacnění SO 06	57
Tabulka 15: Nacnění SO 07	58
Tabulka 16: Nacnění SO 08	58
Tabulka 17: Nacnění SO 09	58
Tabulka 18: Celkový přehled nákladů	60

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Zájmové území [1]	14
Obrázek 2: Geovědní mapa [4]	15
Obrázek 3: Mapa vrtů [5].....	16
Obrázek 4: Mapa hydrogeologická [6]	19
Obrázek 5: Mapa půd v ZÚ [9].....	20
Obrázek 6: Klimatické regiony ČR dle Quitta [10].....	21
Obrázek 7: Zakreslení studen v ZÚ [1]	22
Obrázek 8: Řeka Svratka, pohled ve směru toku z Přízřenického mostu [16]	25
Obrázek 9: Přízřenický most [16]	26
Obrázek 10: Most ulice Chrlická [16]	26
Obrázek 11: Povodňové nebezpečí pro Q_5 [11].....	27
Obrázek 12: Povodňové nebezpečí pro Q_{20} [11].....	28
Obrázek 13: Povodňové nebezpečí pro Q_{100} [11].....	29
Obrázek 14: Povodňové riziko [11].....	30
Obrázek 15: Vzorový příčný profil (tečka odpovídá desetinné čárce)	33
Obrázek 16: Náпустný objekt	33
Obrázek 17: Sdružený objekt.....	34
Obrázek 18: Stoletá povodňová vlna na Svratce	35
Obrázek 19: Padesátiletá povodňová vlna na Svratce	35
Obrázek 20: Graf batygrafických křivek	36
Obrázek 21: Namodelovaný most (ulice Chrlická)	37
Obrázek 22: Namodelovaný most (silnice II/152).....	37
Obrázek 23: $Q-h$ křivka.....	38
Obrázek 24: Náпустný objekt 3×8 m	38
Obrázek 25: Sdružený objekt-hrázová propust 1×8 m	39
Obrázek 26: Etapa A - úroveň hladiny v m n. m. [13]	40
Obrázek 27: Etapa A - úroveň hladiny v metrech nad terénem [13]	41
Obrázek 28: Etapa B - úroveň hladiny v m n. m. [13].....	42
Obrázek 29: Etapa B - úroveň hladiny v metrech nad terénem [13]	43
Obrázek 30: Soutok řeky Svratky a řeky Svitavy (9. 6. 2020) [16]	63
Obrázek 31: Soutok řeky Svratky a řeky Svitavy (30. 6. 2020) [16]	63
Obrázek 32: Rameno Svratky (9. 6. 2020) [16].....	64
Obrázek 33: Bio Lido Modřice (biotop) (9. 6. 2020) [16].....	64

Obrázek 34: Místo plánované výstavby biotopu „VÝCHOD" (pohled 1) (9. 6. 2020) [16]	65
Obrázek 35: Místo plánované výstavby biotopu „VÝCHOD" (pohled 2) (9. 6. 2020) [16]	65
Obrázek 36: Místo plánované výstavby biotopu „ZÁPAD" (pohled 1) (9. 6. 2020) [16]	66
Obrázek 37: Místo plánované výstavby biotopu „ZÁPAD" (pohled 2) (9. 6. 2020) [16]	66
Obrázek 38: Studna č. 1 (9. 6. 2020) [16].....	67
Obrázek 39: Studna č. 2 (9. 6. 2020) [16].....	67
Obrázek 40: Studna č. 3 (9. 6. 2020) [16].....	68
Obrázek 41: Studna č. 4 (9. 6. 2020) [16].....	68
Obrázek 42: Studna č. 5 (9. 6. 2020) [16].....	69
Obrázek 43: Studna č. 6 (9. 6. 2020) [16].....	69

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ZÚ	zájmové území
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
HPV	hladina podzemní vody
CDS	Centrální datový sklad
KÚ	katastrální území
DN	diameter nominal (vnitřní průměr potrubí v mm)
ÚSES	Územní systém ekologické stability
PPO	protipovodňová ochrana
PV50	padesátiletá povodňová vlna
PV100	stoletá povodňová vlna
VN	vysoké napětí
1D	jednorozměrný model
2D	dvojměrný model
DPH	daň z přidané hodnoty

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

<i>A</i>	průtočná plocha	[m ²]
<i>t</i>	čas	[s]
<i>Q</i>	průtok	[m ³ /s]
<i>h</i>	hloubka vody	[m]
<i>g</i>	tíhové zrychlení	[m/s ²]
<i>J_D</i>	sklon dna	[1]
<i>J_E</i>	sklon čáry energie	[1]
<i>C</i>	Chezyho rychlostní součinitel	[m ^{0.5} /s]
<i>R</i>	hydraulický poloměr	[m]
<i>P</i>	plocha	[m ²]
<i>V</i>	objem	[m ³]
<i>H</i>	poloha hladiny	[m n.m.]
<i>n</i>	Manningův rychlostní součinitel	[1]

SEZNAM PŘÍLOH

1. SITUACE ETAPA A
2. SITUACE ETAPA A+B
3. PODÉLNÝ PROFIL
4. PF1 – PF2(A)
5. PF2(B)-PF2(A+B)
6. PF3-PF4
7. PF5-PF6
8. PF7
9. PF8
10. ŘEZ 1 NÁPUSTNÝM OTVOREM
11. ŘEZ 2 NÁPUSTNÝM OTVOREM
12. ŘEZY NAVÝŠENÝM TERÉNEM (SO 05)
13. VZOROVÝ ŘEZ ZDÍ
14. HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY NÁPUSTNÉHO A VÝPUSTNÉHO OTVORU