

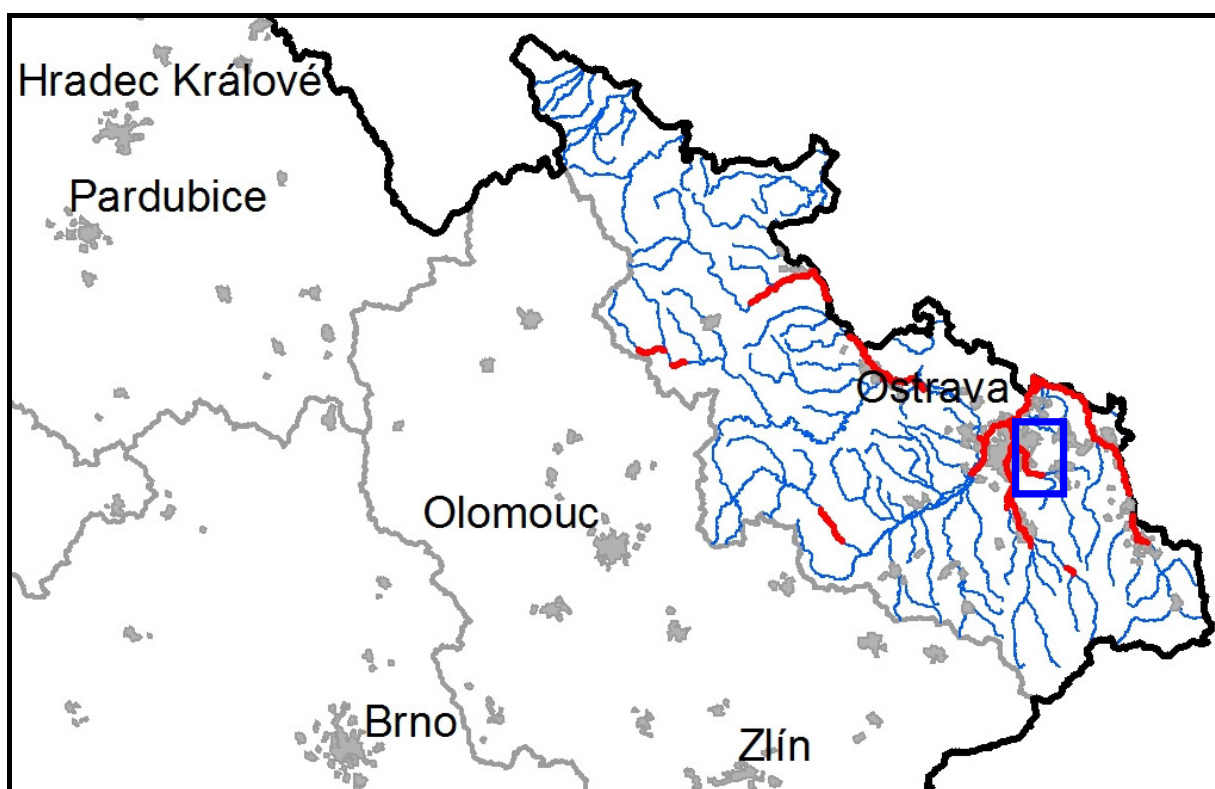


Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Lučině (úsek ústí – Šenov)

POVODÍ LUČINY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

LUČINA – POD-1 - Ř. KM 0.0 – 10.955



BŘEZEN 2013



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Lučině (úsek ústí – Šenov)

POVODÍ LUČINY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

LUČINA – POD-1 - Ř. KM 0.0 – 10.955

Pořizovatel:



ADRESA

Povodí Odry, státní podnik
Varenská 49
Ostrava, PSČ 701 26

Zhotovitel:



ADRESA

Doc. Ing. Aleš Havlík, CSc. - Revital
Suchý vršek 13
Praha 5, PSČ 158.00

Obsah:

1	Základní údaje	4
1.1	Seznam zkratk a symbolů	4
1.2	Cíle prací	4
1.3	Předmět práce	4
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	4
2	Popis zájmového území	6
2.1	Všeobecné údaje	6
2.1.1	Stručný popis zájmového území	7
2.2	Průběhy historických povodní (největší známé povodně)	7
3	Přehled podkladů	8
3.1	Topografická data	8
3.1.1	Mapové podklady	8
3.1.2	Geodetické podklady	8
3.2	Hydrologická data	8
3.3	Místní šetření	9
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	9
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	9
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	10
4	Metodika tvorby modelu	11
4.1	Vytvoření digitálního modelu terénu (DMT)	11
4.2	Hydrodynamický model	11
4.3	Sestavení hydrodynamického modelu	12
4.3.1	Schematizace oblasti	12
4.3.2	Hydraulické řešení objektů na toku	15
4.3.3	Hydraulické parametry výpočtu	16
4.3.4	Okrajové podmínky	16
4.3.5	Kalibrace a verifikace modelu	17
5	Výstupy z modelu	18
5.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	18
5.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	18
5.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	18
5.4	Mapy povodňového nebezpečí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	19
6	Přílohy	20
6.1	Posudek hydraulických výpočtů	Chyba! Záložka není definována.

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka 1 – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
DMT	Digitální model terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
FESWMS	Finite element surface-water modeling system
IDVT CEVT	Identifikátor vodního toku podle Centrální evidence vodních toků
RZM	Rastrová Základní mapa
S-JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SMS	Surface-water modeling system
SOP	Studie odtokových poměrů
TPE	Technicko-provozní evidence
VD	Vodní dílo
VM	Výpočtový model
ZÚ	Záplavové území

1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí na základě stanovení těchto charakteristik průběhu povodně:

- Hranice rozlivů.
- Hloubky vody v záplavovém území.
- Rychlosti proudění vody v záplavovém území.

Podstatou vyjádření povodňového nebezpečí je určení prostorového rozdělení uvedených charakteristik průběhu povodně a zpracování těchto údajů do podoby tzv. map povodňového nebezpečí. Ty budou sloužit následně jako podklad pro kvantifikaci rizika s využitím metod uvedených v „Metodice stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území“ [04].

Pro získání základní informace o povodňovém nebezpečí budou v první fázi využity existující podklady (např. dokumentace záplavových území (ZÚ) přirozených a zvláštních povodní, studie odtokových poměrů (SOP), mapy a atlasy ZÚ, záznamy z historických povodní apod.), které však obsahují pouze omezený počet řešených kulminačních průtoků (zpravidla průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , popř. průtoky odpovídající zaznamenané historické povodni). Nevýhodou uvedených podkladů je ve většině případů absence údajů o hloubkách, popř. rychlostech proudění vody v ZÚ.

1.3 Předmět práce

Práce bude zahrnovat tyto činnosti:

- Popis postupů souvisejících se zajištěním vstupních podkladů – stávající + nové (dodatečné zaměření profilů, objektů atd.).
- Sestavení hydrodynamických modelů a příslušné simulace.
- Zpracování a vyhodnocení map povodňového nebezpečí (mapy hloubek a rychlostí) na podkladě výsledků numerického modelování.

1.4 Postup zpracování a metoda řešení

Zpracování dokumentace proběhlo v následujícím postupu:

- V prvotních úkonech byly získány dostupné podklady (SOP, ZÚ, hydraulické posudky) doplněné místním šetřením posuzované lokality, které pomohly popsat zájmovou oblast pro stanovení rozsahu geodetického zaměření a předběžně určit charakter proudění.
- Příprava podkladů pro geodetické zaměření a jeho zadání.

- Pořízení a aktualizace hydrologických dat.
- Vytvoření digitálního modelu terénu (DMT).
- Sestavení dvourozměrného hydrodynamického modelu v programu SMS 11.0-FESWMS a podrobnější rekognoskace lokalit pro výpočtové modely.
- Testovací výpočty a hydraulické simulace pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} .
- Presentace výsledků výpočtů v podobě map povodňového nebezpečí.
- Sestavení technické zprávy, verze standardizačního minima 13. 3. 2012 (datum stažení 28. 5. 2012) [36].
- Zajištění hydraulického posudku.

2 Popis zájmového území

Specifikace toku:

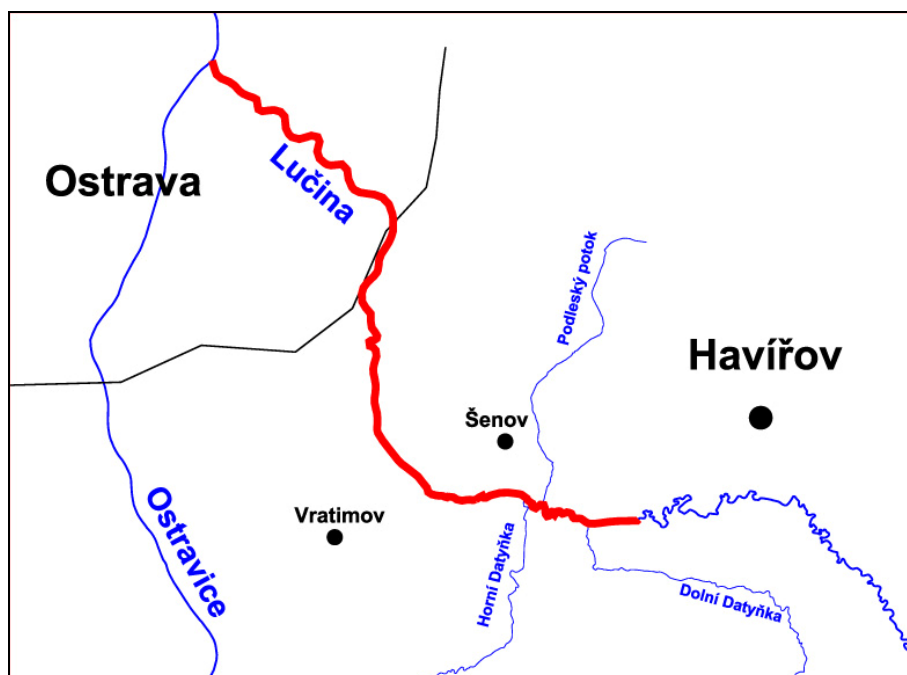
Název toku: Lučina, úsek ústí - Šenov

ID úseku: 10100124, identifikátor vycházející z Centrální evidence vodních toků (IDVT CEVT)

Identifikátor oblasti s potenciálně významným rizikem: POD-01

Číslo hydrologického pořadí toku: 2-03-01-0820.

Obrázek 1 – Přehledná mapa řešeného území



2.1 Všeobecné údaje

Řešený úsek na Lučině je dlouhý 10.955 km a je vymezen od profilu silničního mostu v Šenově ř. km 11.18 (TPE 10.955, podle JTSK X = 1108115.372 a Y = 464270.790) po ústí do Ostravice (TPE 0.0, podle X = 1102034.250 a Y = 469638.710).

Tabulka 2 – Současný stupeň protipovodňové ochrany obcí

Obec	Stupeň ochrany Q_N
Šenov	Q_{100}
Vratimov	Q_{100}
Ostrava	Q_{100}

Staničení toku bylo převzato ze studie [11]. U jednotlivých objektů (mosty) je uvedena kilometráž podle technicko-provozní evidence (TPE) správce povodí.

2.1.1 Stručný popis zájmového území

Postupný tlak na rozvoj průmyslové aglomerace (výstavba Nové Huti v Ostravě Kunčicích po 2. svět. válce), na celkovou urbanizaci území a na rozvoj komunikační sítě (trasy staré a nové silnice I/11 v souběhu s Lučinou po obou jejích březích, křížení silnice II/473 Šenov - Havířov, atd.) vedly k tomu, že řeka byla od ústí až prakticky po prostor Šenova postupně a souvisle na přibližně 11 km své délky upravena. To je právě úsek, kterým se tato studie zabývá.

2.2 Průběhy historických povodní (největší známé povodně)

Vzhledem k tomu, že se Lučina nachází pod VD Žermanice, jehož jedním účelů je i protipovodňová ochrana podařilo se v průběhu katastrofální povodně v roce 1997 přítok do nádrže transformovat do neškodného odtoku, který nezpůsobil škody na objektech. Z tohoto důvodu nejsou k dispozici ani žádné údaje o úrovni povodňových hladin, které by bylo možné použít pro kalibraci modelu.

3 Přehled podkladů

Použité podklady pro zpracování studie byly čerpány z archivů zpracovatelů a správce toku. Hydrologická data byla poskytnuta Českým hydrometeorologickým ústavem - pobočkou v Ostravě.

3.1 Topografická data

Topografická data jsou základním zdrojem, který je potřebný pro sestavení hydrodynamického modelu. Pomocí nich je možné popsat řešené území, sestavit digitální model terénu a vytvořit vhodnou schematizaci modelu. Jednotlivé topografické podklady jsou popsány v následujících kapitolách.

3.1.1 Mapové podklady

- Rastrové základní mapy (RZM) 1:10 000.
- Ortofotomapy řešeného území [10] (rok pořízení 2011, velikost nejmenšího elementu ortofotomapy 5 cm).

3.1.2 Geodetické podklady

Řešená oblast o ploše cca 5.3 km² byla geodeticky zmapována kombinací podrobného geodetického zaměření a stereofotogrammetrické metody v roce 2011 [07, 08]. Totální stanicí a soupravou GPS byly zaměřeny části údolní nivy, koryto toku a objekty. Pro výškopisné a polohopisné mapování stereofotogrammetrickou metodou bylo použito digitálních leteckých měřičských snímků pořízených kameou UltraCAMXp a přednáletové signalizace zaměřené v terénu. Mapování proběhlo dle metodického pokynu [03]. Stereofotogrammetrickou metodou byly zaměřeny následující prvky polohopisu a výškopisu:

- Podrobné body výškopisu, které jsou zaměřeny v pseudopravidelné síti s krokem 20 m až 30 m, podle lokální konfigurace terénu.
- Povinné spojnice (terénní hrany) s vzájemným převýšením dvou sousedních hran vyšším než 25 cm a delším než 20 m.
- Ploty tvořící překážku v proudění vody.
- Budovy bez rozlišení (budovy jsou zaměřeny po obvodě střešního pláště).
- Základní obrysy komunikací.

Zaměřená data jsou v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém horizontu Balt po vyrovnání. Rozsah zaměření byl větší než největší zaznamenaný rozliv i větší než rozliv při průtoku Q_{500} .

3.2 Hydrologická data

Protože je hydrologický režim ovlivněn nádrží Žermanice, byl pro Lučinu použit z neovlivněných průtoků jen průtok Q_{500} , tato data byla zajištěna u ČHMÚ [09], tabulka [3]. Pro ostatní N-letosti poskytl ovlivněné průtoky VD Žermanice správce toku podnik Povodí Odry, s.p. [10], tabulka [4]. Tyto podklady byly zpracovány ke dni 31.12.2012.

Tabulka 3 - N-leté neovlivněné průtoky pro Lučinu (Q_N) v m³·s⁻¹

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Plocha povodí	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Lučina, ústí do Ostravice	11.11.2011	0	321.28				330	II.

Tabulka 4 - N-leté ovlivněné průtoky pro Lučinu (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Plocha povodí	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Lučina, nad Dolní Datyňkou	31.12.2012	10.60	122.17	65	90	130		
Lučina, nad Horní Datyňkou	31.12.2012	9.52	154.21	80	110	170		
Lučina, ústí	31.12.2012	0	321.28	100	140	210		

3.3 Místní šetření

Podrobná rekognoscace terénu byla provedena v červenci roku 2012.

3.4 Doplnující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura

- [01] Zadávací dokumentace k veřejné zakázce, podle zákona č. 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách. Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na dílčích úsecích řek Morávce, Lučině, Podolském potoce, Moravice a Odře. Zadavatel: Povodí Odry, s.p., Varenská 49, 701 26 Ostrava 1. Ostrava, 2010.
- [02] Posílení rizikové analýzy a stanovení aktivních zón v českém vodním hospodářství. Ministerstvo zemědělství ČR, květen 2004.
- [03] Metodický pokyn č.j.: 28181/2005-16000 k zadávání fotogrammetrických činností pro potřeby vymezování záplavových území. Ministerstvo životního prostředí. Praha, listopad 2005.
- [04] Metodika stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území. Ministerstvo životního prostředí. Brno, prosinec 2008.
- [05] Metodika tvorby map povodňových nebezpečí a povodňových rizik. Ministerstvo životního prostředí, březen 2012.
- [06] Sdělení ZP17/2011 odboru ochrany vod MŽP o aktualizaci Metodiky tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik. 2011.
- [07] Geodetické zaměření řeky Lučiny v úseku ústí - Šenov, Aquageodet, Praha, září 2011.
- [08] Zaměření digitálního modelu terénu řeky Lučiny v úseku ústí - Šenov, září 2011.
- [09] Zpracování N-letých průtoků, ČHMÚ, Ostrava 2011.
- [10] Tlumení povodní údolními nádržemi v dílčím povodí Horní Odry., Povodí Odry, s.p.
- [11] Návrh na stanovení záplavového území, Lučina, Povodí Odry 2009.
- [12] Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Odře v úseku Bohumín – Pohanka. Revital, Praha, 2009.
- [13] User's Manual for FESWMS Flo2DH. Two-dimensional Depth-averaged Flow and Sediment Transport Model. Froelich, D. Release 3. September 2002. FHWA-RD03-053.
- [14] Povodňový informační systém. www.povis.cz (ověřený přístup 5. 3. 2013).

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

- [51] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [52] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [53] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [54] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [55] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.

- [56] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [57] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [58] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [59] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [60] Nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení §27 odst. 8 a §28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
- [61] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [62] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [63] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Podklady byly seříděny a analyzovány. Pro potřeby 2D numerického modelování jsou vstupní data velmi podrobná. Zaměření dvou hran s výškovým rozdílem 25 cm, výškový rozdíl komunikace a chodníku, nemusí být topografií při diskretizaci náhradní oblasti vystihnout. Zájmová lokalita je polohopisem, výškopisem a hydrologickými daty dostatečně pokryta. Podrobnost ortofotomap je pro určení druhu pokryvu vynikající. *N*-leté průtoky řeky Lučiny jsou ve II. třídě přesnosti a jejich směrodatná chyba pro průtok větší než Q_{20} je 30 % [52].

4 Metodika tvorby modelu

Proudění v zájmovém území bylo simulováno 2D numerickým modelem FESWMS [12], který je založen na metodě konečných prvků. Příprava výpočetní sítě, další parametry modelu a prezentace výsledků byly řešeny s využitím programu SMS. Tento přístup byl vhodný zejména v případě proudění průtoků Q500, kdy dochází k rozsáhlému vyběžení hladiny. Naopak v případě malých povodňových průtoků (například Q5 a Q20 v dolní části řešeného úseku Lučiny) by řešení s využitím 1D přístupu přineslo alespoň z pohledu průběhu hladin možná přesnější výsledky. Sestavení hydrodynamického modelu je popsáno v následujících kapitolách.

4.1 Vytvoření digitálního modelu terénu (DMT)

DMT je sestaven z geodeticky zaměřeného koryta doplněného ve zbylé části výškopisem a polohopisem stereofotogrammetrické metody. Data před spojením byla zkontrolována a následně spojena v prostředí Microstationu. Se zakomponováním povinných hran byl DMT sestaven v Autocad Civil 3D 2012 a výsledný povrch byl vyexportován do formátu DWG 2012 a XML. DMT je referencován v souřadném systému S-JTSK a výškovém horizontu Balt po vyrovnání.

4.2 Hydrodynamický model

Výpočtový program SMS-FESWMS 10.0 (Surface Modelling System) je prostředek určený především k modelování 2D přibližně horizontálního proudění s volnou hladinou. Jedná se o komplexní nástroj, který umožňuje vytvářet a upravovat síť (Mesh modul, Map modul a Scatter modul), provádět výpočty proudění pomocí některého z modelů založených na 2D přístupu, zpracovávat, vyhodnocovat a prezentovat výsledky. Řešení hydrodynamických rovnic je založeno na metodě konečných prvků. Výpočtové schéma modelu FESWMS (Finite Element Surface-Water Modeling System) řeší 2D neustálené proudění s volnou hladinou za předpokladu, že svislá složka rychlosti je v porovnání se složkami v podélném i příčném směru zanedbatelná. Předpokládá se relativně menší hloubka vody („shallow water“), model tedy není určen k simulaci proudění v nádržích. Modelování proudění vody v záplavovém území tuto podmínku plně splňuje.

Teoreticky se vychází z obecných trojrozměrných rovnic vyjadřujících zákony zachování hybnosti (pohybové rovnice) a hmotnosti (rovnice spojitosti). Z trojrozměrných na dvourozměrné rovnice se přejde zprůměrováním rychlosti po svislici, za předpokladu, že pohyb ve svislém směru je zanedbatelný v porovnání s vodorovným pohybem. Nejvýznamnější řídicí rovnice 2D proudění jsou:

$$\text{Rovnice spojitosti: } \frac{\partial Z_h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = q_m.$$

Pohybové rovnice:

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{q_x^2}{h} + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\beta \frac{q_x q_y}{h} \right) + gh \frac{\partial Z_d}{\partial x} + \frac{h}{\rho} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \Omega q_y + \frac{1}{\rho} \left[\tau_{dx} - \tau_{hx} - \frac{\partial(h\tau_{xx})}{\partial x} - \frac{\partial(h\tau_{xy})}{\partial y} \right] = 0,$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{q_x q_y}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\beta \frac{q_y^2}{h} + \frac{gh^2}{2} \right) + gh \frac{\partial Z_d}{\partial y} + \frac{h}{\rho} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \Omega q_x + \frac{1}{\rho} \left[\tau_{dy} - \tau_{hy} - \frac{\partial(h\tau_{xx})}{\partial x} - \frac{\partial(h\tau_{xy})}{\partial y} \right] = 0.$$

Způsob výpočtu Reynoldsových napětí: Bousinesq – princip turbulentní viskozity:

$$\tau_{xx} = \rho \nu_t \left(2 \frac{\partial v_x}{\partial x} \right); \tau_{xy} = \tau_{yx} = \rho \nu_t \left(\frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x} \right); \tau_{yy} = \rho \nu_t \left(2 \frac{\partial v_y}{\partial y} \right).$$

Výpočet turbulentní viskozity podle Smagorinského:

$$v_t = v_{t0} + c_1 v_* h + c_2 |J| \sqrt{\left(\frac{\partial v_x}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v_y}{\partial y}\right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x}\right)^2}.$$

Vliv tření o omočený obvod:

$$\tau_{zx} = \rho \frac{gn^2}{h^{1/3}} \sqrt{1 + \left(\frac{\partial Z_d}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial Z_d}{\partial y}\right)^2} \frac{q_x \sqrt{q_x^2 + q_y^2}}{h^2},$$

$$\tau_{zy} = \rho \frac{gn^2}{h^{1/3}} \sqrt{1 + \left(\frac{\partial Z_d}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial Z_d}{\partial y}\right)^2} \frac{q_y \sqrt{q_x^2 + q_y^2}}{h^2}.$$

4.3 Sestavení hydrodynamického modelu

Základem řešení je výpočtová síť. Polygony pro její tvorbu byly zpracovány nad digitálním modelem terénu a osazenými ortofotomapami. Linie polygonů byly tak vytvářeny jak z pohledu odporů terénu (materiálové typy), tak z potřeby zachycení zejména významných terénních hran, kterými byly břehové hrany koryta, paty břehových svahů, hrany koruny hrází a případně i komunikací. Dále linie polygonů respektovaly i všechny významné stavby a další neprůtoční objekty. V takových to místech potom nebyla výpočetní síť vytvářena a byla zajištěna neprůtočnost. Polygony byly dále tvořeny s úmyslem preferovat při vyplnění polygonů elementy čtyřúhelníkového tvaru nad trojúhelníkovými. Velikost elementů byla volena v rozsahu od 6 do 8 metrů. V pásech břehů a dna koryta byly použity i elementy o menším rozměru, naopak v širokých nezastavěných říčních nivách bez výrazných terénních nerovností byl rozměr elementů zvýšen na cca 10 m.

Ze sestavené výpočetní sítě (u čtyřúhelníkových elementů byla použito 9 bodové řešení) byly následně převzaty souřadnice všech výpočtových bodů, pro které byly z digitálního modelu terénu [09] pomocí programového prostředku Atlas napočítány výšky přesně v místě výpočtových bodů. Tím byla zajištěna správnost těchto hodnot i v okolí terénních hran (ochranné hráze apod.). Takto získaný soubor byl následně načten Scatter a s využitím nástroje lineární interpolace byly výšky přiřazeny výpočtovým bodům. Protože byla poloha bodů Scatter souboru shodná s polohou bodů výpočetní sítě, nebylo již potřeba dělat žádnou úpravu výšek

4.3.1 Schematizace oblasti

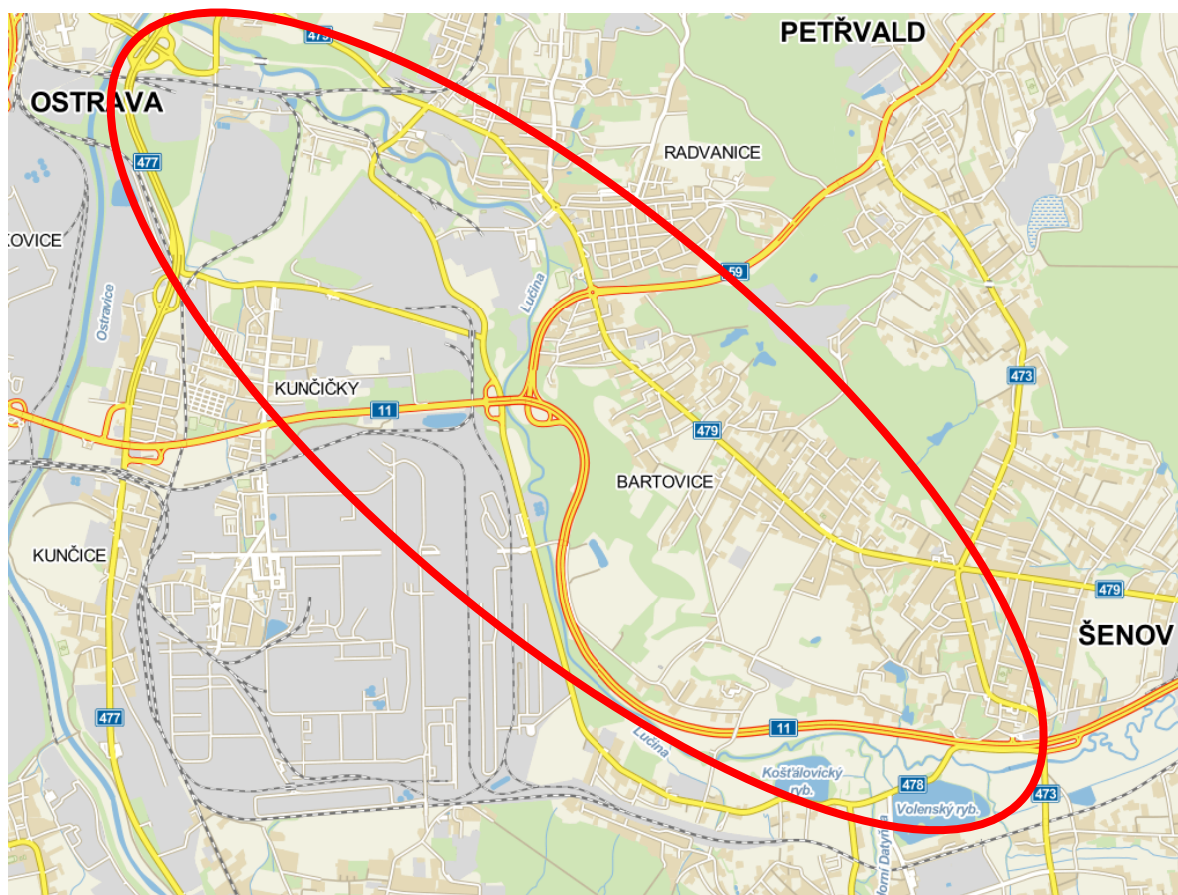
Relativně úzké záplavové území umožnilo přes svou délku přesahující 10 km sestavit pro toto území jeden geometrický model, tak aby po numerické stránce výpočetní technika řešení zvládla. Tím odpadlo složité napojování modelů. Počátek modelu byl vložen cca 270 m nad silniční most v Šenově v profilu km 11.183 (dle TPE km 10.955), konec v místě soutoku s Ostravicí. Rozsah řešeného úseku je znázorněn na obrázku [2].

Při přípravě výpočetní sítě byla věnována pozornost všem neprůtočným objektům, kterých se v záplavovém území příliš nevyskytovalo. Základní parametry výpočetní sítě modelu **Lucina** jsou uvedeny v tabulce [5].

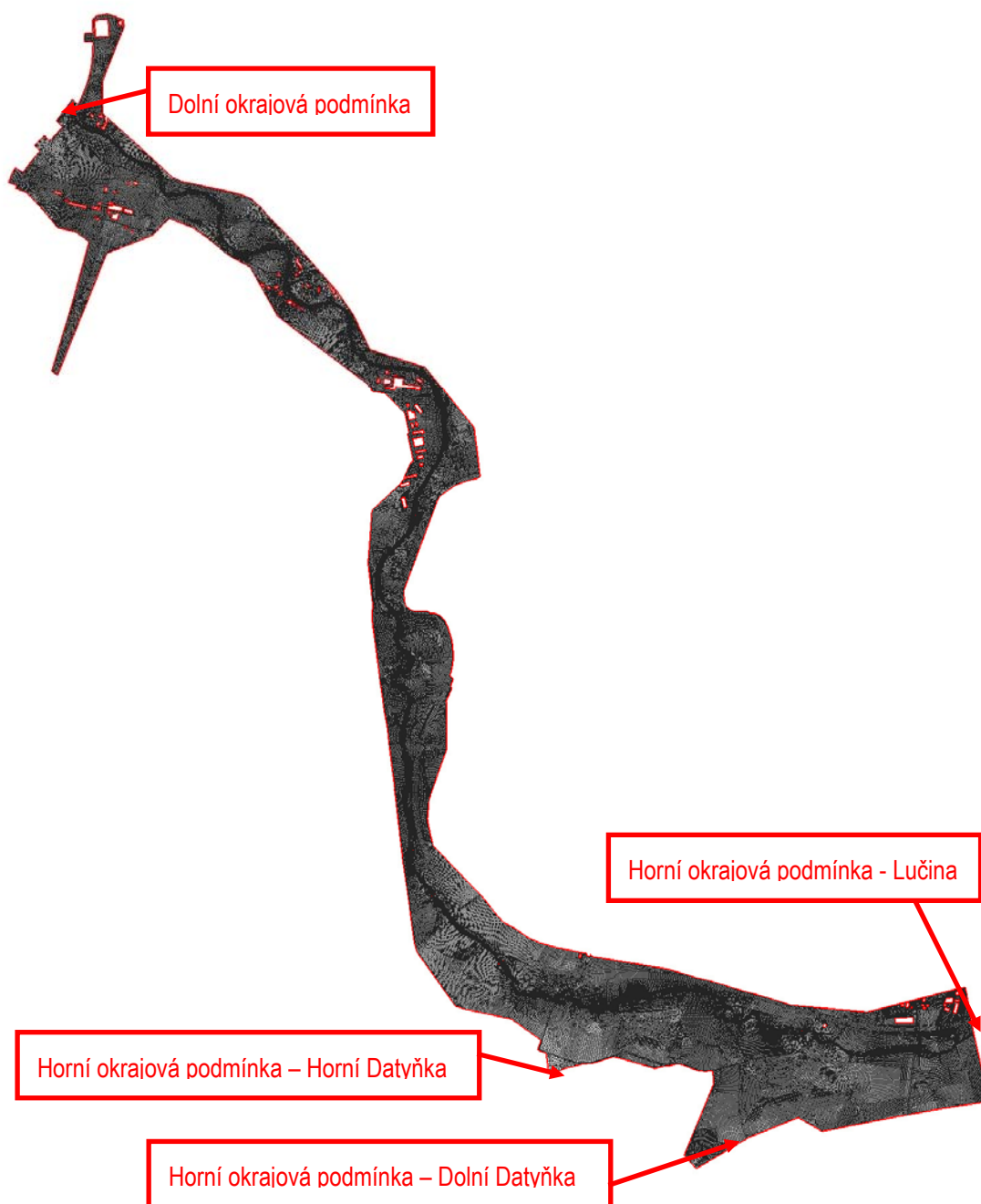
Tabulka 5 – Základní parametry výpočtového modelu Lučiny pro úsek ústí - Šenov

Označení výpočtového modelu	Zahrnuté obce	Počet prvků	Počet bodů
Lucina	Ostrava, Vratimov, Šenov	128 433	493 303

Obrázek 2 – Rozsah řešeného úseku na Lučině



Obrázek 3 – Schéma výpočetní sítě modelu Lucina



Výčet mostů s uvedením úrovně dolní a horní mostovky je v následující tabulce [6].

Tabulka 6 – Výčet mostů v řešeném úseku Lučiny

Objekt	Staničení [ř. km]	Staničení [TPE]	Dolní mostovka [m n. m.]	Horní mostovka [m n. m.]
Silniční most	0.143	0.210	220.20	222.20
Potrubní lávka	0,268		213.20	
Silniční most	0,503	0.565	213.14	215.14
Tramvajový most	0,884	0.940	214.31	216.40
Železniční most	1,452	1.490	213.15	215.15
Potrubní lávka	1.876	1.901	213.54	
Potrubní lávka	2,011	2.050	214.62	
Tramvajový most	2.268	2.300	215.81	216.63
Silniční most	2.277	2.310	215.56	216.62
Silniční most	3.605	3.635	221.40	223.43
Lávka	4.435	4.460	221.89	
Potrubní lávka	4.555	4.586	224.00	
Silniční most Rudná	4,927	4.950	227.56	229.32
Silniční most Mittal	6,171	6.160	225.20	226.90
Potrubní lávka	6,261	6.269	225.60	
Potrubní lávka	7,196		229.24	
Potrubní lávka	7,364	7.368	229.40	
Silniční most	8,341	8.220	230.82	232.57
Potrubní lávka	10,407	10.238	233.96	
Silniční most	10.462	10.255	234.28	235.73
Silniční most Šenov	11.183	10.955	241.80	243.20

4.3.2 Hydraulické řešení objektů na toku

Všechny mostní objekty v modelovaném úseku Lučiny byly řešeny pomocí 2D přístupu. Velikost výpočetních buněk v profilech mostů byla volena tak, aby byla přesně modelována šířka mostního otvoru mezi mostními břehovými opěrami. Středové pilíře nebyly součástí konstrukce žádného mostu.

Tlakový režim nebyl při výpočtech uvažován. S výjimkou jediného mostu (ř.km 6.171) vycházel u všech zbývajících dle 2D výpočtů průběh hladiny při průtoku Q_{100} na nižší úrovni než spodek mostovky.

Jezové objekty byly také řešeny pomocí 2D přístupu. Z důvodu potřeby zajištění stability výpočtu, byl skokový výškový rozdíl mezi přelivnou hranou a podjezím oproti skutečnosti řešen postupným vysvahováním se zvýšenou drsností – tedy jako balvanitý skluz.

4.3.3 Hydraulické parametry výpočtu

V případě modelování pomocí 2D matematické modelů je potřeba při řešení zvolit správné parametry modelují odpory, vyvolané tečným napětím a to jak „turbulentním“, tak tečným napětím na obtékaném povrchu. Zatímco v případě 1D modelů jsou oba tyto jevy vyčísleny velikosti součinitele drsnosti, v případě 2D modelů vstupují do řešení ještě i modely turbulence. Na základě zkušeností s výpočty v rámci rozsáhlé studie [12] byla při výpočtech změněna hodnota viskozity z hodnoty default hodnoty 5 na 0.5.

Vzhledem k tomu, že dominantní část průtoku protéká korytem, je třeba věnovat zásadní pozornost stanovení hodnoty součinitele drsnosti koryta. Pro ostatní plochy z hlediska velikosti odporů povrchu měla zásadní roli hloubka, například v hustě zarostlém lese při hloubkách v desítkách cm nebude voda prakticky vůbec proudit a hodnoty součinitele drsnosti třeba použít větší, než při velkých hloubkách. Tento princip byl při výpočtu použit u většiny povrchů.

Tabulka 7 – Ohodnocení povrchů součinitelem drsnosti

Název	Popis	Součinitel drsnosti
Koryto Lučiny		
Koryto	Lučina v celém úseku upravena	0.045
Vybrané plochy inundace (hodnoty součinitele drsnosti závislé na hloubce vody)		
Pole	Středně zarostlé pole	0.05 až 0.1
Trávníky	Trávníky v parcích a volných plochách s ojedinělými dřevinami	0.03 – 0.05
Silnice	Silnice a asfaltové plochy s možným výskytem parkujících vozů	0.03 – 0.05
Zahrady	Zahrádkářské kolonie s kůlnami a ploty	0.1 – 0.2
Křoviny	Plochy nepravidelně zarostlé křovinami	0.06 – 0.15
Les	Hustý les	0.10 – 0.20

4.3.4 Okrajové podmínky

Hydrologické poměry na Lučině jsou významně ovlivněny funkcí nádrže Žermanice. Proti po dohodě se správcem toku byly při výpočtech až do průtoku Q_{100} použity ovlivněné hodnoty *N-letých* průtoků, které poskytl právě podnik Povodí Odry, s.p., pouze v případě průtoku Q_{500} již vliv nádrže uvažován nebyl a byly převzaty hodnoty z podkladů ČHMÚ [10] viz tabulky [3] a [4]. Vliv nárůstu průtoku z mezipovodí byl v modelu zohledněn horními okrajovými podmínkami pro Dolní a Horní Datýňku.

V místě soutoku s Ostravicí byly v místě dolní okrajové podmínky použity hodnoty úrovní hladin stanovené v paralelně řešícím projektu zaměřeném na řeku Ostravicí. Protože se nepředpokládal souběh povodní na Ostravicí i Lučině o stejné N-letosti, byly použity následné předpoklady. Pro průtok na Lučině Q_{500} na Lučině byla uvažována úroveň hladiny v místě soutoku na Ostravicí pro průtok Q_{100} . Obdobné to bylo i pro další případy (Q_{100} Lučina ↔ Q_{20} Ostravice, Q_{20} ↔ Q_5 Ostravice a Q_5 Lučina ↔ Q_2 Ostravice). Tento přístup byl zvolen po dohodě se správcem toku.

Tabulka 8 – Hodnoty úrovní hladin v místě dolní okrajové podmínky pro model Lucina

Výpočetní model	Staničení [ř.km]	Hladina Q_5 [m n.m.]	Hladina Q_{20} [m n.m.]	Hladina Q_{100} [m n.m.]	Hladina Q_{500} [m n.m.]
Lucina	0.0	209.00	209.55	210.50	211.50

4.3.5 Kalibrace a verifikace modelu

Vzhledem k tomu, že nebyly k dispozici údaje o úrovni povodňových hladin z posledních povodní, nemohla být provedena přesná kalibrace modelu. Proto přistoupil řešitel alespoň k porovnání výsledků výpočtů 2D modelu s výsledky studie [11], která byla zpracována na základě 1D přístupu. Obě porovnávané studie byly řešeny na shodných ovlivněných průtocích.

Studie [11] vycházela z odlišných dolních okrajových podmínek, pro porovnání proto byly vybrány profily mostních objektů, kam již dosah ovlivnění hladiny z Ostravice nezasahoval. Porovnání pro průtoky Q_{20} a Q_{100} je zpracováno v tabulce [9].

Tabulka 9 – Porovnání výsledků 2D a 1D modelu na Lučině v řešeném úseku

Staničení	Popis]	Hladina Q_{20} - 1D [m n.m.]	Hladina Q_{20} - 2D [m n.m.]	Hladina Q_{100} - 1D [m n.m.]	Hladina Q_{100} - 2D [m n.m.]
1.452	Železniční most	211.17	210.72	212.21	211.53
2.277	Tramvajový most	213.35	212.81	214.05	213.44
3.605	Silniční most	218.10	217.56	218.82	218.14
4.927	Silniční most	222.10	221.85	222.78	222.56
6.171	Silniční most	224.80	224.32	225.63	225.04
8.341	Silniční most	229.19	229.19	229.56	229.63
10.462	Silniční most	233.05	233.06	233.36	233.34
11.183	Silniční most	234.41	234.60	234.90	235.04

5 Výstupy z modelu

Výstupy jsou dokládány ve formě dvourozměrných polí posuzovaných veličin pokrývajících řešenou oblast, v jednotlivých uzlech modelu jsou doloženy tyto proměnné:

- Úroveň hladiny.
- Hloubka vody.
- Svislicová rychlost.

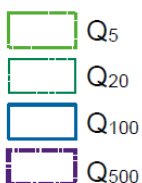
Hodnoty veličin jsou pro řešené průtoky zpracovány v grafickém zobrazení map záplavových čar, map povodňového nebezpečí, map úrovní hladin, datových polí (*.txt) a psaného podélného profilu dokládáných v tištěné podobě nebo na přiloženém DVD. Pro mapy úrovní hladin je použita proměnná barevná škála s výškovým rozdílem intervalu zobrazení 0,5 m.

5.1 Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Záplavové čáry jsou křivky odpovídající průsečnicím hladin vody se zemským povrchem při zaplavení území povodní a jsou zobrazeny jako doprovodné informace pro jednotlivé průtoky na Základní rastrové mapě v měřítku 1:10 000. V mapách jsou vykresleny jako linie specifikované metodikou [05].

Obrázek 8 – Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

Záplavové čáry

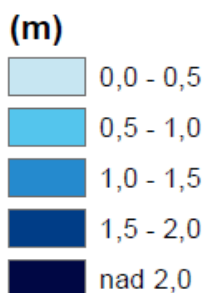


5.2 Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Hloubky vody z numerického programu jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 1 m. Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [05].

Obrázek 9 – Definice barev a intervalů hloubek

Hloubky



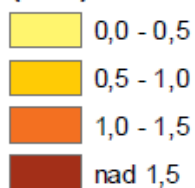
5.3 Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Svislicové rychlosti vody jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 1 m. Rozdělení intervalů rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [05].

Obrázek 10 – Definice barev a intervalů rychlostí

Rychlosti

(m/s)



5.4 Mapy povodňového nebezpečí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí jako hloubka a rychlost proudu jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , kde hranice rozlivů jsou doprovázeny informacemi pro příslušné scénáře. Obrysy budov uvažovaných v numerickém modelu jsou zobrazeny bez linie. Charakteristiky jsou podloženy RZM v odstínu šedé a vyobrazená proměnná má velikost pixelu 1 m.

6 Přílohy

6.1 Psaný podélný profil

V tabulce [10] je uveden psaný podélný profil Lučiny. V případě mostních objektů je hodnota úrovně hladiny vyznačena modrou barvou pro ty případy, kdy je rozdíl mezi touto veličinou a úrovní spodního líce mostovky menší než 0.5 m, ale nedojde k zatopení horního čela mostovky, a červenou čarou, pokud dojde k zatopení horního čela mostovky.

Tabulka 10 – Podélný profil Lučiny

Staničení	TPE	Popis objektu	Úroveň hladiny [m n.m.] při průtoku			
[ř.km]	[ř.km]		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
0.000			209.00	209.55	210.50	211.50
0.143	0.210	Silniční most	209.05	209.58	210.51	211.49
0.500			209.37	209.87	210.75	211.81
0,503	0.565	Silniční most	209.39	209.89	210.80	211.88
0,884	0.940	Tramvajový most	209.86	210.22	211.14	212.38
1.000			210.02	210.36	211.27	212.54
1.452	1.490	Železniční most	210.39	210.69	211.50	212.70
1.500			210.52	210.82	211.64	212.90
2.000			211.65	211.98	212.65	213.69
2.268	2.300	Tramvajový most	212.50	212.79	213.38	214.25
2.277	2.310	Silniční most	212.51	212.81	213.40	214.42
2.500			213.61	213.87	214.49	215.44
3.000			214.95	215.05	215.35	216.68
3.500			217.32	217.52	218.07	219.11
3.605	3.635	Silniční most	217.40	217.48	218.08	218.74
4.000			219.19	219.52	220.27	221.44
4.435	4.460	Lávka	220.34	220.67	221.38	222.35
4.500			220.39	220.72	221.42	222.38
4,927	4.950	Silniční most Rudná	221.48	221.78	222.45	223.44
5.000			221.68	221.97	222.62	223.63
5.500			222.64	222.94	223.68	224.88

Staničení [ř.km]	TPE [ř.km]	Popis objektu	Úroveň hladiny [m n.m.] při průtoku			
			Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
6.000			223.72	224.06	224.77	225.72
6.171	6.160	Silniční most Mittal	224.00	224.33	225.02	225.89
6.500			224.66	224.95	225.62	226.75
7.000			225.85	226.12	226.76	227.92
7.500			227.44	227.77	228.35	229.12
8.000			228.50	228.83	229.26	229.73
8.341	8.220	Silniční most	228.87	229.21	229.67	230.55
8.500			229.28	229.60	230.09	230.96
9.000			230.12	230.42	230.88	231.62
9.500			231.45	231.71	232.09	232.52
10.000			232.27	232.47	232.84	233.17
10.462	10.255	Silniční most	232.90	233.05	233.31	233.62
10.500			233.27	233.45	233.92	234.65
11.000			234.24	234.44	234.83	235.82
11.183	10.955	Silniční most Šenov	234.39	234.60	234.96	236.22

6.2 Posudek hydraulických výpočtů

Příložený posudek hydraulických výpočtů zpracoval Ing. Zbyněk Zachoval, PhD., VÚT v Brně, Ústav vodních staveb.