



TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ MORAVY A V OBLASTI POVODÍ DYJE

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

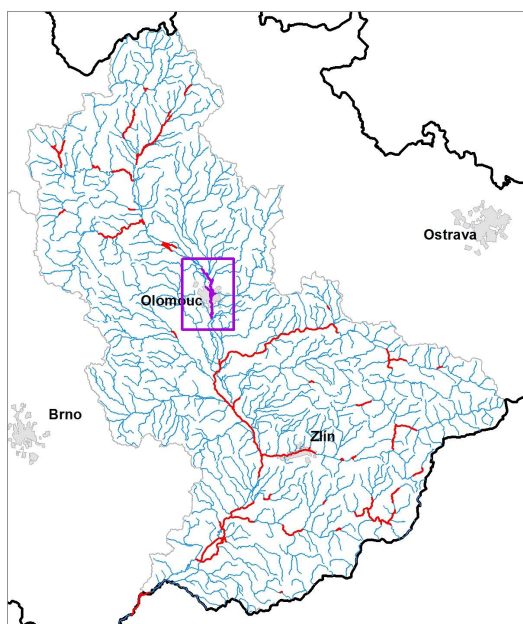
B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

TRUSOVICKÝ P. – 10100157_1 (PM-3) - Ř. KM 0,000 – 1,262

MORAVA – 10100003_4 (PM-4) - Ř. KM 226,352 – 243,353

BYSTŘICE – 10100053_1 (PM-5) - Ř. KM 0,000 – 0,710

MLÝNSKÝ P. – 10100426_1 (PM-6) - Ř. KM 0,000 – 4,861



ČERVENEC 2013





OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ MORAVY A V OBLASTI POVODÍ DYJE

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

TRUSOVICKÝ P. – 10100157_1 (PM-3) - Ř. KM 0,000 – 1,262

MORAVA – 10100003_4 (PM-4) - Ř. KM 226,352 – 243,353

BYSTRICE – 10100053_1 (PM-5) - Ř. KM 0,000 – 0,710

MLÝNSKÝ P. – 10100426_1 (PM-6) - Ř. KM 0,000 – 4,861

Pořizovatel:



Povodí Moravy, s.p.
Dřevařská 11
601 75 Brno

Zhotovitel:



Výzkumný ústav vodohospodářský
T. G. Masaryka, v.v.i.
Podbabská 30/2582
160 00 Praha

Zpracovatel posudku:



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Veveří 331/95
602 00 Brno

V PRAZE, Červenec 2013

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	5
2.1	Všeobecné údaje	6
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	7
3	Přehled podkladů	9
3.1	Soupis zpráv a dokumentů	9
3.2	Související předpisy	9
3.3	Vyhodnocení, rozbor a příprava podkladů	10
4	Popis koncepčního modelu	13
4.1	Schematizace řešeného problému	14
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	17
4.3	Způsob zadávání OP a PP	17
5	Popis numerického modelu	19
5.1	Použité programové vybavení	19
5.2	Vstupní data numerického modelu	19
5.3	Popis kalibrace modelu	23
6	Výstupy z modelu	24
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	24
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	25
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	25
6.4	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	26

Přílohy

5.1 Posudek hydraulického výpočtu

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tab. 1: Seznam zkratek a symbolů

zkratka	vysvětlení
1D / 2D	jednorozměrný / dvourozměrný
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČHP	číslo hydrologického pořadí
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DMT	digitální model terénu
LG	limnigraf (vodočet)
PVPR	Předběžné vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem
RZM	rastrová základní mapa
TPE	Technicko - provozní evidence
ZÚ	záplavová 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 povodně a zpracování těchto údajů do podoby tzv. map povodňového nebezpečí. Ty slouží v dalším kroku jako podklad pro vyjádření povodňového rizika semikvantitativní metodou uvedenou v „Metodice tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik“ [10].

1.3 Předmět práce

Předmět práce zahrnuje tyto činnosti:

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

1.4 Postup zpracování a metoda řešení

- Získání, soustředění a studium dostupných podkladů a jejich doplnění místním šetřením.
- Příprava podkladů pro případné geodetické zaměření a jeho zadání.
- Sestavení hydrodynamického modelu.
- Hydraulické výpočty toku včetně objektů a inundačního území. Výpočty se provádí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} .
- Výsledky výpočtů budou prezentovány v podobě map povodňového nebezpečí.

Výchozím podkladem pro tvorbu map povodňového nebezpečí a následnou rizikovou analýzu jsou hydrodynamické výpočty proudění vody (2D) pro účely vymezení záplavového území v zájmové oblasti.

2 Popis zájmového území

Předmětem řešeného území je úsek na toku Trusovický potok v km 0,000 – 1,270, na toku Morava v km 226,352 – 243,353, na toku Bystřice v km 0,000 – 0,678 a na toku Mlýnský potok v km 0,000 – 4,861.*

Tab. 2: Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	pracovní číslo úseku	vodní tok	říční km, začátek - konec	ČHP
10100157_1	PM-3	Trusovický potok	0,000 – 1,270	4-10-03-090
10100003_4	PM-4	Morava	226,352 – 243,353	4-10-03-021 4-10-03-083 4-10-03-085 4-10-03-091 4-10-03-113 4-10-03-115/1 4-10-03-115/5
10100053_1	PM-5	Bystřice	0,000 – 0,678	4-10-03-112/2
10100426_1	PM-6	Mlýnský potok	0,000 – 4,861	4-10-03-114

*) Komentář k používané kilometrži toku

Kilometráž uvedená v názvu úseku se liší od kilometráže používané při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik. Kilometráž uvedená u názvů úseku vychází z „Předběžného vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem“ (PVPR) [20] a bude v rámci projektu používána jen jako identifikátor jednotlivých úseků.

V celém projektu bude používána kilometráž, která vychází z již zpracovaných studií Povodí Moravy, s. p. Kilometráž, používaná při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik, byla ponechána z geodetického zaměření koryta z roku 2000. V Tab. 3 je uvedeno srovnání staničení dle PVPR [20] a dle geodetického zaměření.

Tab. 3: Srovnání staničení

vodní tok	staničení dle PVPR	staničení používané v projektu
Trusovický potok	0,000 – 1,262	0,000 – 1,270
Morava	226,352 – 243,353	226,352 – 243,353
Bystřice	0,000 – 0,710	0,000 – 0,678
Mlýnský potok	0,000 – 4,861	0,000 – 4,861

Objekty mají tzv. administrativní kilometráž dle Technicko-provozní evidence toku [1, 2, 3, 4], tato slouží spíše jako neměnný identifikátor jednotlivých objektů. Staničení objektů dle TPE je uvedeno v kap. 5.2.1.

V zájmovém území nejsou významnější vodní plochy, kromě Chomoutovského jezera v severovýchodní části modelovaného území a dále několik menších bezejmenných rybníků.

Přítoky Moravy v úseku PM-4 jsou: Hamerský náhon, Mlýnský potok, Bystřice, Trusovický potok, Častava, Oskava a Cholinka.

Trusovický potok, Bystřice a Mlýnský potok nemají v zájmových úsecích žádné významné přítoky.

2.1 Všeobecné údaje

Morava

Morava pramení pod Králíckým Sněžníkem v nadmořské výšce 1 380 m. n. m. V horním úseku protéká úzkým údolím až k soutoku s Desnou u Postřelova, kde se náhle otevírá široké údolí s inundacemi. Kolem Litovle pak Morava protéká malebným Litovelským Pomoravím. Pod Olomoucí přijímá svůj největší levobřežní přítok – řeku Bečvu. Celková délka řeky Moravy na území České republiky dosahuje 284,5 kilometrů. Celková délka řeky až po soutok s Dunajem je 354 kilometrů. V místě, kde řeka Morava (v říčním km 69,468) opouští území České republiky, se vlévá s druhou nejvýznamnější řekou v celém povodí – s Dyjí. Soutok obou toků u Lanžhota leží v nadmořské výšce 148 m. Absolutní spád Moravy od pramene činí 1 232 m.

Úsek 10100003_4 (PM-4), Morava

V řešeném úseku (Obr. 1) protéká Morava katastrálním územím Březce, Horka nad Moravou, Chomoutov, Černvír, Hejčín, Lazce, Klášterní Hradisko, Olomouc-město, Hodolany, Nové sady u Olomouce, Holice u Olomouce, Nemilany a Kožušany. V zájmovém území je 12 mostů, 2 lávky pro pěší a 2 jezy. Úsek Moravy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s. p.

Trusovický potok

Trusovický potok je levostranným přítokem řeky Moravy (Obr. 1).

Tvar povodí Trusovického potoka je podélný. V horější části, nad Horní Loděnicí, se částečně rozšiřuje. Pod Horní Loděnicí protéká úzkými údolními a roklemi. Pramení ve výšce cca 700 m n. m. pod vrchem Pomezí, nad obcí Horní Loděnice, v jejíž jižních výběžcích Jeseníků a teče převážně jižním směrem. V horní části toku má Trusovický potok ráz bystřinného toku. Dolní část Trusovického potoka leží v inundaci řeky Moravy až po železniční most trati Olomouc – Česká Třebová. Tok dostal název od obce Trusovice, kterou protéká. V horní části je též nazýván Bělkovický potok, v nejhorější části i Lužický potok. Do Trusovického potoka ústí několik menších pravobřežních a levobřežních přítoků: Dalovský potok, Těšínský potok, Domašovka, Lipovec, Dolanský potok.

Úsek 10100157_1 (PM-3), Trusovický potok

V řešeném úseku (Obr. 1) protéká Trusovický potok katastrálním územím Černvír. V zájmovém území je 1 most. Úsek Trusovického potoka v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s. p.

Bystřice

Bystřice je levostranný přítok Moravy (Obr. 1), do které se vlévá v Olomouci na jejím km 222,280 v nadmořské výšce 209,53 m. Pramení v Nízkém Jeseníku asi 10 km severně od Moravského Berouna v nadmořské výšce 658,49 m. Největším přítokem je Důlní potok (12,44 km). V povodí se nachází 95 vodních ploch s celkovou rozlohou 17,78 ha, přičemž pouze dvě z nich mají plochu větší než 1 ha. Délka toku Bystřice je 56,14 km. Plocha povodí 266,01 km².

Úsek 10100053_1 (PM-5), Bystřice

V řešeném úseku (Obr. 1) protéká Bystřice katastrálním územím Olomouc-město a Hodolany. V zájmovém území jsou 3 mosty a 1 lávka pro pěší. Úsek Bystřice v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s. p.

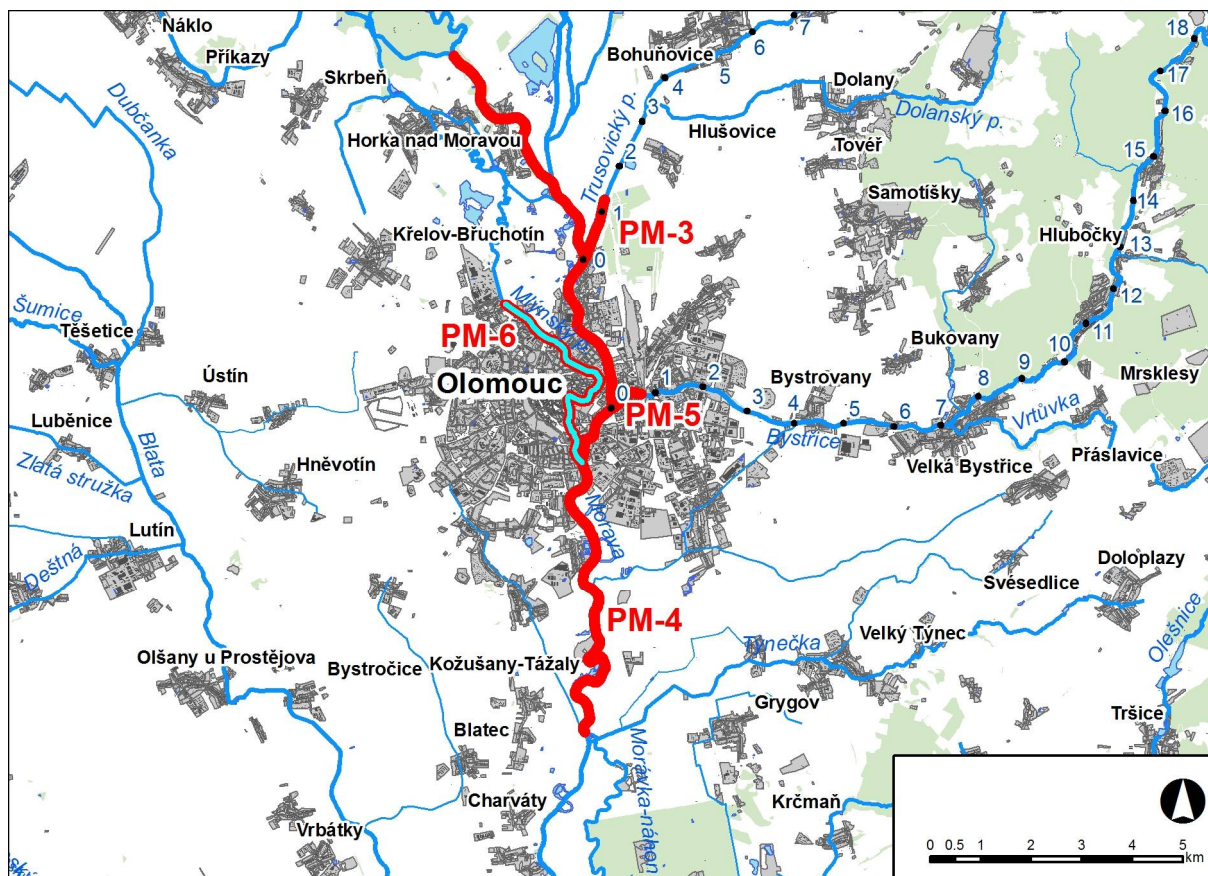
Mlýnský potok

Jeden z nejdelších náhonů Moravy dlouhý 36,3 km. Náhon začíná nad Litovlí a do Moravy se vrací v Olomouci.

Úsek 10100426_1 (PM-6), Mlýnský potok

V řešeném úseku (Obr. 1) protéká Mlýnský potok katastrálním územím Hejčín, Lazce, Olomouc-město a Nové Sady u Olomouce. V zájmovém území je 9 mostů a 11 lávek pro pěší. Úsek Mlýnského potoka v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s. p.

Obr. 1: Přehledná mapa řešeného území



2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

V zájmovém území proběhly dvě významné povodňové události, které negativně zapůsobily na vodohospodářskou infrastrukturu a okolí vodních toků. Jedná se o události z července roku 1997 a dále května a června roku 2010.

Povodeň v roce 1997 byla způsobena dvěma epizodami vydatných dlouhotrvajících srážek. V noci z 6. na 7. 7. byly překročeny stavy směrodatné pro vyhlášení 3. stupně povodňové aktivity ve všech profilech střední a dolní Moravy. Extrémní povodňová vlna vytvořila souvislou širokou řeku mimo koryto a ochranné hráze již vysoko nad Olomoucí. V úterý 8. června se řeka Morava začala rozlévat v Chomoutově, Černovíře či na Nových Sadech. V centru Olomouce voda protékala jen těsně pod mostem na Masarykově třídě. V noci dorazila do města hlavní povodňová vlna, kterou před tím na pár hodin zdrželo Litovelské Pomoraví. Olomouc byla bez elektřiny i telefonního spojení, stovky lidí musely opustit své domovy. Velká část města, včetně těsného sousedství historického centra, se dala projet jen na člunu, lidé se brodili k domům po pás i ramena ve vodě. Jediná přístupová cesta z a do Olomouce byla směrem na Prostějov [9].

V posuzovaném úseku bylo dosaženo kulminačního průtoku na řece Moravě $760 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, který odpovídá pravděpodobnosti překročení $N = 500$ let.

Při řešení projektu byly k dispozici povodňové značky s informací o poloze hladiny při kulminaci povodně z roku 1997. Seznam vybraných povodňových značek použitých pro kalibraci modelu je uveden v Tab. 4.

Tab. 4: Povodňové značky a kulminační průtoky v řešeném úseku

č. bodu	hladina	doba opakování	průtok	souřadnice JTSK	
	m. n. m	N	m ³ .s ⁻¹	X	Y
1	214.47	500	760	-545954.40	-1120897.45
2	216.78	500	760	-547967.54	-1116776.20
3	213.15	500	760	-546169.08	-1121780.83
4	213.68	500	760	-545576.00	-1121353.23
5	211.63	500	760	-547232.96	-1122531.14
6	210.67	500	760	-547598.62	-1124058.54

3 Přehled podkladů

3.1 Soupis zpráv a dokumentů

- [1] Technicko provozní evidence toků – TPE Trusovka (km 0,000 – 30,050), Povodí Moravy s.p., průběžně aktualizováno
- [2] Technicko provozní evidence toků – TPE Morava, Povodí Moravy s.p., průběžně aktualizováno
- [3] Technicko provozní evidence toků – TPE Bystřice, Povodí Moravy s.p., průběžně aktualizováno
- [4] Technicko provozní evidence toků – TPE Mlýnský potok, Povodí Moravy s.p., průběžně aktualizováno
- [5] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970
- [6] DMT digitální model terénu - zpracován ve formátu ESRI GRID s velikostí pixelu 10 m, předpokládanou přesností výškových údajů do 0,5 m, fotogrammetrické zaměření zájmové oblasti. Geodis Brno, spol. s r. o., 2000
- [7] Ortofotomapy. Server VÚV TGM, v.v.i. (sde). Velikost pixelu 5 m, ČÚZK, 2010
- [8] Rastrová základní mapa 1 : 10 000 (RZM 10). ZABAGED, ČÚZK, 2011
- [9] Český hydrometeorologický ústav. Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997: Souhrnná zpráva projektu [online]. [cit. 2013-06-24]. Dostupné z: <http://voda.chmi.cz/pov97/obsah.html>
- [10] Drbal a kol.: Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV TGM. v.v.i., MŽP ČR, 03/2012
- [11] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011
- [12] Kolář V., Bém J., Patočka C: Hydraulika, vysokoškolská učebnice pro stavební fakulty, SNTL, 1983
- [13] Čábelka J., Gabriel P.: Matematické a fyzikální modelování v hydrotechnice, Academia, Praha, 1987
- [14] Maron Philippe. Tutorial Manual for the Mesher in BlueKenue, Canadian Hydraulics Centre of the National Research Council, 2012
- [15] User Manual – 2D hydrodynamics TELEMAC-2D software, version 6.0, update na verzi 6.0: Lang Pierre, Ingerop, 2010
- [16] Reference Manual – 2D hydrodynamics TELEMAC-2D software, version 6.0, update na verzi 6.0: Lang Pierre, Ingerop, 2010
- [17] AutoCAD User's Guide, Autodesk, Inc., 2012
- [18] Vácha, M.: Povodně na Olomoucku, Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní, Diplomová práce, 2009
- [19] Průvodní list útvaru povrchových vod Plánu oblasti povodí Moravy 2010 – 2015. Mlýnský potok po ústí do toku Morava, Povodí Morava, s.p.

3.2 Související předpisy

- [20] Drbal a kol.: Návrh metodiky pro předběžné vyhodnocení povodňových rizik a navržení oblastí s významným povodňovým rizikem v rámci implementace směrnice EU o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik. VÚV TGM, v.v.i. MŽP ČR. 2010
- [21] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [22] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [23] TNV 75 2931 Povodňové plány.

[24] Zákon 254/2001 Sb. o vodách

[25] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).

[26] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

[27] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.

[28] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.

[29] 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).

U uvedených zákonů, nařízení a vyhlášek se předpokládá jejich platné znění.

3.3 Vyhodnocení, rozbor a příprava podkladů

3.3.1 Topografická data

Digitální model terénu (DMT) [6] byl vytvořen s použitím programu ESRI ArcGIS 9.3 (nastavba 3D Analyst). Model pokrývá celé zájmové území na předpokládaný rozliv Q_{500} s přesahem. Podkladem pro vytvoření DMT byla data z fotogrammetrického zaměření a z výškopisu ZABAGED. Výsledný DMT je zpracován ve formátu ESRI GRID s velikostí pixelu 10 m, předpokládanou přesností výškových údajů do 0,5 m (v rozsahu fotogrammetrického zaměření), souřadnicovém systému S-JTSK a výškopisném systému Balt po vyrovnání.

Mapové podklady tvoří Rastrová základní mapa 1 : 10 000 (RZM 10) v rozsahu pokrývajícím zájmové území. RZM 10 tvoří podkladní topografickou vrstvu pro tvorbu výsledných mapových výstupů (mapy povodňového nebezpečí, ohrožení a rizik). Ortofotomapy [7] tvoří nezbytný doplňující podklad pro přípravu numerického modelu a tvorbu map rizik. Další doplňující mapový podklad tvoří polohopisná data ZABAGED ve vektorovém formátu. Soupis mapových listů je uveden v Tab. 5.

Geodetické zaměření pokrývá celé zájmové území Moravy a jejich přítoků. Příčné profily korytem jsou vedeny kolmo na směr proudění, s hustotou dle charakteru koryta. Profily zahrnují samotné koryto toku a bezprostřední okolí za břehovou hranu, včetně hrázek a dalších překážek proudění. Délka zaměření příčného profilu je různá, v závislosti na konfiguraci terénu, většinou se však pohybuje kolem 150 m. Zaměřeny jsou veškeré objekty na toku – jezy, mosty, lávky. V inundaci jsou dále zaměřeny liniové stavby podélné i příčné. Geodetické práce zpracovali geodeti státního podniku Povodí Moravy a firma GEODIS BRNO, spol. s.r.o. v roce 2000.

Ze zaměřených příčných profilů byl sestaven 3D model koryta vodního toku Moravy a zájmových přítoků – Trusovický potok, Mlýnský potok a Bystřice a jejich bezprostředního okolí, podle zaměření příčných profilů v terénu a to pomocí programu AutoCAD 2010 [17]. K těmto tokům byly v rozsahu koryta a inundačního území přidány významné hrany, které mohou proudění v oblasti ovlivnit. Přidanými hranami jsou myšleny silnice, železnice a jiné terénní překážky, které mohou významně ovlivnit proudění v posuzovaném úseku. Zbylá síť pro modelování je popsána získaným digitálním modelem terénu.

Tab. 5: Soupis mapových listů RZM10

mapové listy RZM 10				
11120544	11160546	11200544	11240546	11280548
11120546	11160548	11200546	11240548	
11120548	11160550	11200548	11260542	
11120550	11180542	11220542	11260544	
11140544	11180544	11220544	11260546	

11140546	11180546	11220546	11260548	
11140548	11180548	11220548	11280542	
11140550	11180550	11240542	11280544	
11160544	11200542	11240544	11280546	

3.3.2 Hydrologická data

Aktuální N-leté průtoky jsou uvedeny v Tab. 6

Tab. 6: N-leté průtoky (Q_N) v $m^3.s^{-1}$

pracovní číslo úseku	hydrologický profil	rok pořízení (ověření)	říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	třída přesnosti
PM-3	Trusovický potok - ústí	2013	0,1	19,2	29,3	43,2	65	II
PM-4	Morava - nad Oskavou	2013		228	340	484	645	II
PM-4	Morava – pod Trusovickým potokem	2013		233	347	500	670	II
PM-4	Morava – Nové Sady vodočet	2013		258	384	551	735	I
PM-5	Bystřice - ústí	2012	0,2	34,7	52,4	76,5	115	II

Pro výpočet byla použita aktuální hydrologická data uvedená v tabulce č. 6. Starší hydrologická data nebyla použita. Zdrojem starších hydrologických dat jsou Hydrologické poměry ČSSR [5]. Diference mezi hydrologickými daty v obou tabulkách je způsobena novým statistickým zpracováním hydrologických řad se započítáním nových povodňových událostí (např. 1997).

Starší hydrologická data dle [5] jsou uvedena v Tab. 7.

Tab. 7: Starší hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v $m^3.s^{-1}$

pracovní číslo úseku	hydrologický profil	rok pořízení	říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	třída přesnosti
PM-3	Trusovický potok - ústí	1970	0,1	13,0	25,0	50,0		
PM-4	Morava – Nové Sady vodočet	1970		298,0	406,0	470,0		
PM-5	Bystřice - ústí	1970	0,2	73,0	102,0	130,0		
PM-6	Mlýnský potok	1970	0,1	15	25	35		

3.3.3 Místní šetření

Posuzovaný úsek byl podroben terénnímu průzkumu. Terénní průzkum provedli pracovníci Pöyry Environment a.s v průběhu listopadu 2012. V rámci průzkumu byla pořízena fotodokumentace. Byly pořizovány fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území a citlivých objektů v možném záplavovém území Q_{500} . Při terénním průzkumu byla prověřována aktuálnost geodetického zaměření, ověřovány hydraulické parametry ovlivňující proudění vody v korytě a inundaci a zjišťován rozsah historických povodní u místních obyvatel.

V rámci terénní pochůzky byly zjištěny zásadní změny tvaru koryta, inundačního území a technických objektů na toku oproti geodetickému zaměření a DMT použitých pro tvorbu modelu. Tato skutečnost vyplývá z toho, že v rozsahu celého zájmového území se projevuje realizace nových protipovodňových opatření Olomouce, která byla rozdělena na několik etap, z nichž již byly některé realizovány, jiné se budují a zbylé dosud nebyly zahájeny. V současné době probíhá II. etapa PPO Olomouc. Zjištěné skutečnosti nebyly dodatečně zapracovány do výpočtových modelů. Po aktualizaci stávajícího zaměření se doporučuje výpočet zopakovat. Fotodokumentace je přílohou této zprávy (viz příloha E_2_Fotodokumentace_PM_3, PM_4, PM_5, PM_6).

3.3.4 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

Numerický 1D+ model Moravy (včetně přítoků Trusovického potoka, Bystřice a Mlýnského potoka) v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s. p. v roce 2000 vodní tok Morava (je průběžně aktualizován), 2012 vodní tok Trusovický potok, 2012 vodní tok Bystřice. Modely sloužily pro zpracování záplavového území toku Trusovický potok, záplavového území Moravy, záplavového území Bystřice a záplavového území Mlýnský potok. Pro tvorbu modelu bylo využito geodetické zaměření, DMT [6]. V rámci modelu byly řešeny povodňové scénáře pro $Q_1 - Q_{100}$. Výpočet byl proveden pro nerovnoměrné neustálené proudění. Z 1D modelu byly pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik použity polohy hladiny stanovené pro různé průtoky (Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}). Tyto hodnoty byly využity jako dolní okrajová podmínka pro 2D hydrodynamický model.

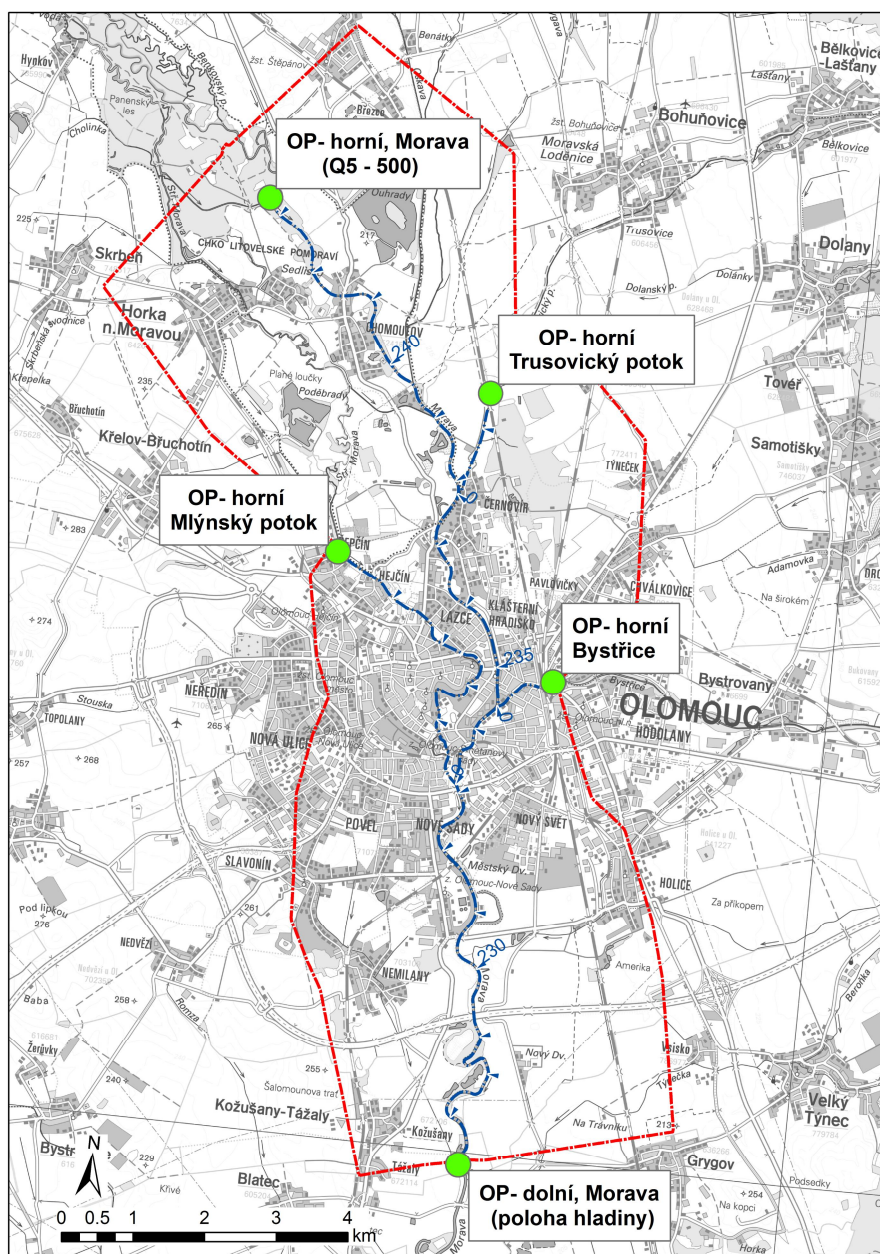
Kalibrační podklady byly využity pro nastavení vybraných charakteristik 2D modelu. K dispozici byly historické povodňové události (viz kapitola 2.2) a výše zmíněné 1D+ numerické modely. Postup kalibrace a výsledné hodnoty jsou podrobněji popsány v kapitole 5.3.

4 Popis koncepčního modelu

Řešený úsek byl zpracován pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik s využitím 2D matematického modelu TELEMAC [15, 16] (popis programu je uveden v kap. 5.1). Výpočetní síť matematického modelu byl popsán průtok vlastním korytem řeky Moravy, všech tří zájmových přítoků a souvisejících inundací.

Řešenou lokalitu zobrazuje Obr. 2. Celý zájmový úsek byl modelován jako jeden celek i s přítoky: Trusovický potok (levostranný přítok, do modelu vtéká severovýchodně od města Olomouc), Bystřice (levostranný přítok, do modelu vtéká ve východní části města Olomouc) a Mlýnský potok (pravostranný přítok, do modelu vtéká v severozápadní části města Olomouc).

Obr. 2: Zájmová oblast s vyznačením rozsahu 2D modelu, koryta toku Moravy a přítoků a vkládaných okrajových podmínek



4.1 Schematizace řešeného problému

Rozsah modelované sítě byl volen na základě známého rozlivu povodně z roku 1997, která byla zhruba ohodnocena na velikost průtoku Q_{500} . Rozsah sítě byl navíc zvětšen o určitou rezervu zohledňující nejistoty ve výškovém uspořádání zájmového území.

Celý zájmový úsek byl modelován jako celek. Využito bylo 2D modelu, který v sobě zahrnoval všechny přítoky (Mlýnský potok, Trusovický potok a Bystřice). V horní části modelu byl přidán navíc úsek o délce cca 1 km nad rozsah zájmové oblasti proudění, aby bylo umožněno plnému rozvinutí rychlostního pole v horní části modelované oblasti (Obr. 2).

V rámci matematického řešení byla provedena schematizace pomocí síťového modelu. Síť pro modelování v programu TELEMAC byla vytvořena v programu BlueKenue [14]. Síť v korytě Moravy byla volena ortogonální s rozměry: 30 výpočetních elementů ve směru příčném, což odpovídá zhruba šířce elementu 2 m (avšak šířka koryta se místy mění), v podélném směru proudění byla délka hrany volena 5 m. Síť v inundačním území byla použita trojúhelníková s délkou hrany 15 m v oblasti zástavby a 40 m v extravilánu (pole, louky). V programu BlueKenue bylo navíc provedeno zahuštění sítě v oblastech významných hran (železniční tratě, silnice a hrázky v oblasti kolem vodního toku). Délka hrany výpočetního elementu v takových oblastech byla volena 5 m.

Přítoky byly ve všech třech případech vkládány do modelu na délce přesahující zadanou zájmovou oblast. Koryta byla modelována až na vymezenou hranici modelu podle získaného zaměření.

Zájmový úsek byl prozkoumán z hlediska výskytu objektů, které mohou ovlivnit proudění vody v inundačním území. Nejvýznamnější překážkami proudění jsou železniční trať v jižní části města Olomouc, která křížuje vodní tok Moravu v blízkosti vlakové stanice Olomouc – Nové Sady a železniční trať vedoucí východní částí města Olomouc. Obě tyto železniční tratě (viz Obr. 4) ovlivňují proudění i za nejvyššího modelovaného průtoku – Q_{500} . V oblasti pravobřežního inundačního území je výraznou překážkou proudění, omezující rozliv v centrální části města, vysoká zeď, kolem které protéká Mlýnský potok (zhruba mezi ř. km 0,80 až 2,80). Popis vlivu na rozlivy, hloubky a rychlosti viz kapitoly 6.1, 6.2 a 6.3.

Na Obr. 3 jsou zobrazeny významné hrany v terénu (silnice, železnice, hrázky) a koryta vodního toku Moravy a zájmových přítoků – Trusovický potok, Mlýnský potok a Bystřice. Tyto byly společně s digitálním modelem terénu [6] použity pro vytvoření 3D modelu, který posloužil jako vstup do výpočetního programu TELEMAC (detail sítě kolem mostu ve 3D viz Obr. 6).

Obr. 3 (vlevo): Zobrazení významných hran v terénu a modelovaných koryt vodních toků řešené oblasti v programu BlueKenue

Obr. 4 (vpravo nahoře): Ukázka detailu kolem železničního mostu (ř. km 231,636) v jižní části modelu – situace podle mapy s vyznačením železničních tratí, jež mají vliv na proudění v řešené oblasti

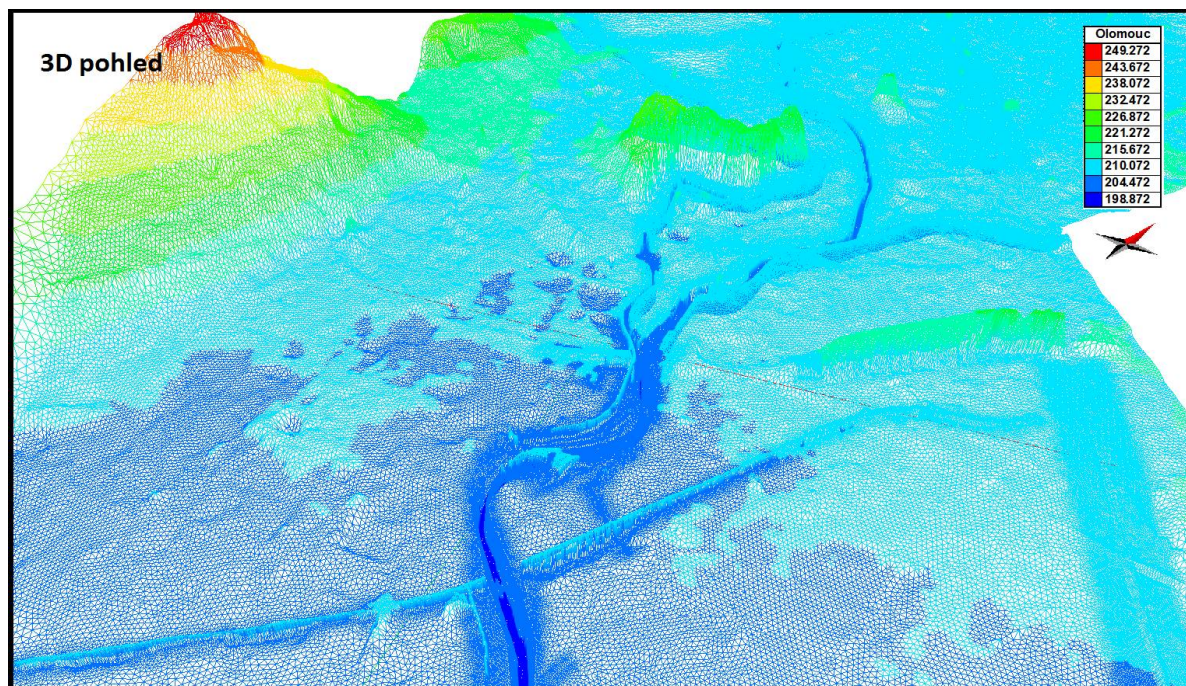
Obr. 5 (vpravo dole): Ukázka detailu kolem železničního mostu (ř. km 231,636) v jižní části modelu – zobrazení významných hran v programu BlueKenue



Oblast mostů byla popsána pomocí významných hran (boční opěry, omezení rozlivu uspořádáním objektu na toku). V případě vyšších průtoků byla pro výpočetní elementy odpovídající oblasti mostů volena vyšší hodnota Manningova součinitele drsnosti, čímž byly přiblíženy podmínky tlakového proudění mostem.

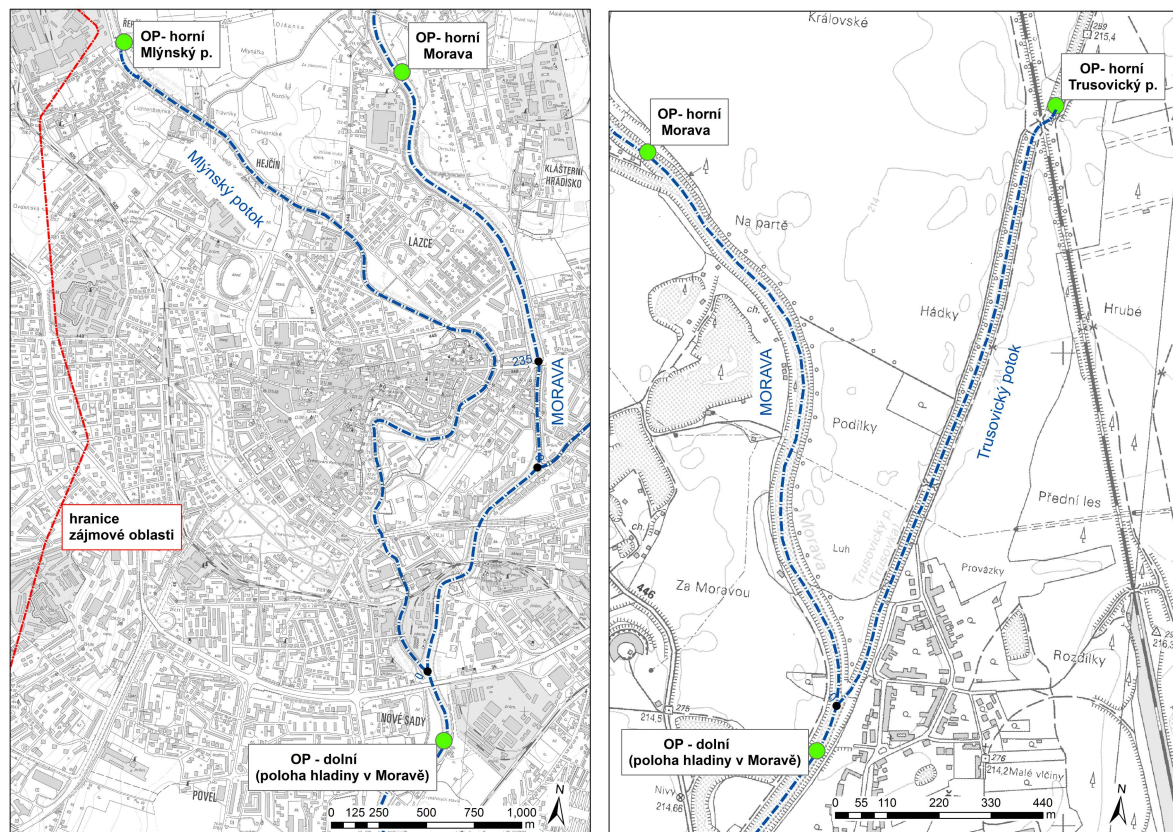
V programu BlueKenue byla vytvořena výpočetní síť. Ukázka její části je ve 3D zobrazena na Obr. 6.

Obr. 6: 3D pohled na výškové uspořádání (m n. m.) části výpočetní sítě v oblasti kolem železničního mostu, který je též zobrazen na Obr. 5

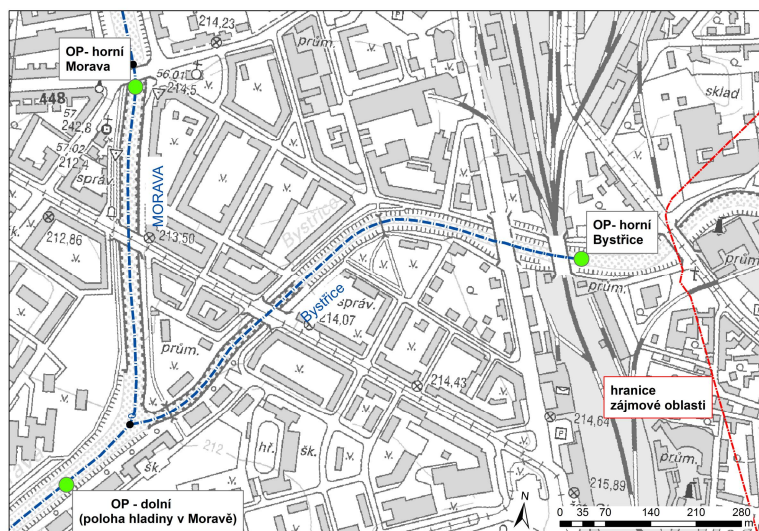


V případě modelování povodňových stavů na přítocích (Trusovický potok, Bystřice, Mlýnský potok) byla využita totožná výpočetní síť jako v případě stanovení povodňového nebezpečí na řece Moravě (Obr. 2). Detailněji jsou zájmové oblasti přítoků zobrazeny na obrázcích 7, 8, 9.

Obr. 7,8 Schematizace řešeného úseku Mlýnský potok (vlevo), Trusovický potok (vpravo)



Obr. 9 Schematizace řešeného úseku Bystřice

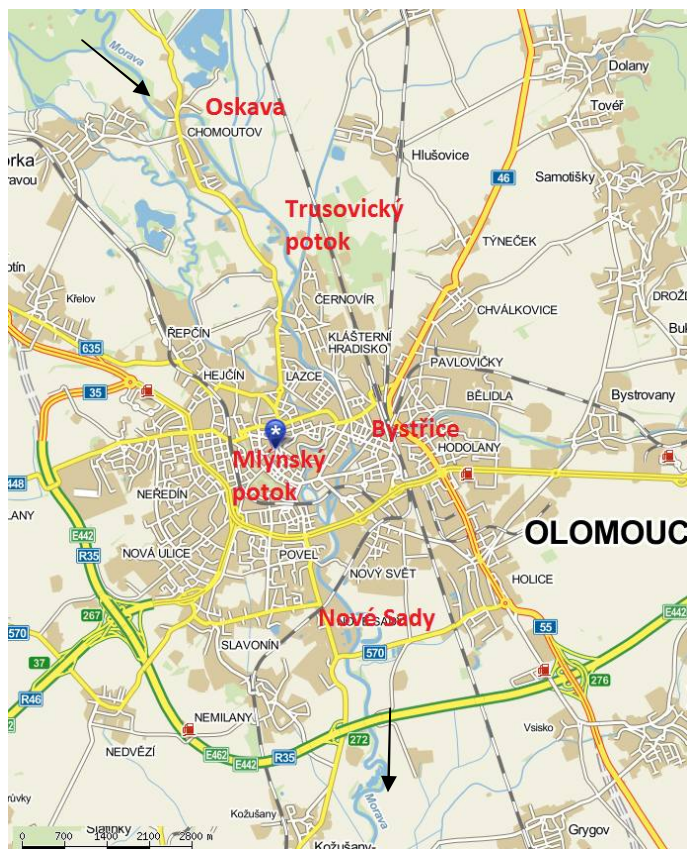


4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Povodňové nebezpečí bylo řešeno hydrodynamickými modely v režimu stacionárním. V modelované oblasti se nepředpokládá transformační schopnost území a proto je simulace proudění za ustáleného režimu dostačující a výsledky přijatelně reprezentují stav za povodňových událostí.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Obr. 10: Situace v modelované oblasti



V modelované oblasti byl zájem nejenom vodní tok Morava, ale také jeho tři přítoky Trusovický potok, Mlýnský potok a Bystřice.

Jako horní okrajové podmínky do modelu vstupovaly N-leté průtoky: Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v horní části modelované oblasti – do koryta Moravy. Dále pak byly vkládány další tři horní okrajové podmínky pro jednotlivé zájmové přítoky, viz Obr. 2. Velikosti průtoků v jednotlivých zájmových přítocích byly dopočítávány ze znalosti měřených N-letých průtoků v několika hydrologických profilech na vodním toku Morava. Z Tab. 6 je evidentní, že jsou známy N-leté průtoky v několika místech po délce zájmového úseku, a to profily nad Oskavou, pod Trusovickým potokem a profil v dolní části modelované oblasti Morava – Nové Sady (situace viz Obr. 10)

Hydrologická data pro Mlýnský potok byly zadány na základě Tab. 7 [5]. Aktuálnost těchto hodnot se potvrdila podkladem [19].

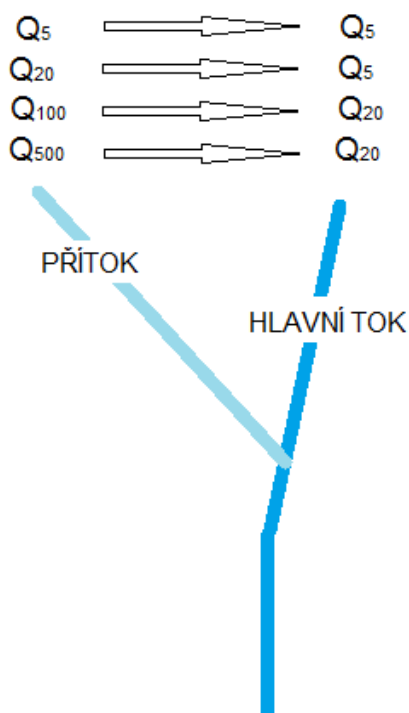
Dopočítané hodnoty pro jednotlivé přítoky (způsob výpočtu a hodnoty vkládané do modelu viz kapitola 5.2.3) odpovídají zhruba pětiletému průtoku. Hodnoty okrajových podmínek byly tedy zadávány jako kombinace povodňové události s nízkou mírou pravděpodobnosti výskytu (Q_{500} , Q_{100}) na řece

Moravě a s vysokou mírou pravděpodobnosti na přítoku, která odpovídala hodnotě Q_5 . Současně jsou dodrženy požadavky Vyhlášky č. 236/2002 Sb. [27]

V případě řešení povodňových průtoků na přítocích Moravy (Trusovický potok, Bystřice a Mlýnský potok) byly horní okrajové podmínky zadány na základě Tab. 6. Hodnoty OP pro Mlýnský potok byly zadány na základě Tab. 7 [5]. Aktuálnost těchto hodnot se potvrdila podkladem [19]. Horní okrajová podmínka v řece Moravě byla zadána na základě Tab. 6 (Obr. 11).

Jako dolní okrajová podmínka byla do modelu zadána poloha hladiny z Moravy pod soutokem jednotlivých přítoků s Moravou (viz kapitola 5.2.3, Obr. 7 - 9).

Obr. 11 Kombinace zadání horních okrajových podmínek v případě řešení povodňového nebezpečí na přítocích Moravy (Trusovický potok, Bystřice, Mlýnský potok)



5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Výpočet 2D modelu byl proveden v režimu stacionárním, metodou konečných prvků, s využitím rovnic mělkého proudu v prostředí TELEMAC 2D.

TELEMAC 2D je výpočetní prostředí, které vzniklo v konsorciu organizací Artelia (Francie), Bundesanstalt für Wasserbau (Německo), Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales (Francie), Daresbury Laboratory (Velká Británie), Electricité de France R&D (Francie) a HR Wallingford (Velká Británie).

Numerický model využívá k řešení rovnic mělkého proudu metodu konečných prvků. V současné době je k dispozici verze v6p2 (FUDAA) obsahující numerické modely [15, 16]. Jako pre procesor byl využit software BlueKenue [14]. Pro zobrazení výsledků byl využit post procesor, který je součástí FUDAA.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Vstupními daty numerického modelu byla výpočetní síť (viz kapitola 4.1) doplněná o výškové informace z DMT (viz kapitola 3.3.1). Do modelu dále byly vkládány okrajové podmínky (viz kapitola 4. 3 a 5.2.3) a také podmínky počáteční (viz kapitola 5.2.4). Volba Manningova součinitele drsnosti je popsána v kapitole 5.2.2. Informace o příčných stavbách byly přejaty z geodetického zaměření.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Morfologie toku a záplavového území včetně přítoku byla v případě 2D zadána na základě geometrického zaměření (kapitola 3.3.1). Oblast mostů byla ve 2D popsána pomocí významných hran (boční opěry, omezení rozlivu uspořádáním objektu na toku) a tyto oblasti byly zahuštěny na velikost výpočetních elementů o hraně 5 m. V případě vyšších průtoků byl pro výpočetní elementy v korytě odpovídající oblasti mostů volen vyšší Manningův součinitel drsnosti ($n = 0,1$), čímž byly přiblíženy podmínky tlakového proudění mostem. V lokalitě se vyskytují také 2 jezy. Vzhledem k jejich lokalizaci však tyto objekty nebyly zadány v podobě jezové konstrukce, ale zvýšením hodnoty Manningova součinitele drsnosti ($n = 0,1$). Při modelování průtoků s nízkou pravděpodobností výskytu přítomnost jezových konstrukcí výrazně neovlivní proudové poměry. Při zavedení výše zmíněného předpokladu byl zohledněn i hlavní účel práce.

Významné zaměřené objekty na toku, které byly v modelu uvažovány, jsou zaznamenány v Tab. 8.

Tab.8: Objekty vstupující do modelu

vodní tok	ř. km	popis objektu	lokalita
Morava	229,185	silniční most	Holice u Olomouce
Morava	229,245	trubní most	Holice u Olomouce
Morava	230,458	silniční most	Holice u Olomouce
Morava	231,636	železniční most	Holice u Olomouce
Morava	232,197	most	Nové Sady u Olomouce
Morava	232,890	silniční most	Nové Sady u Olomouce
Morava	232,950	LB vyústění Mlýnského potoka	Olomouc-město
Morava	233,585	silniční most	Olomouc-město
Morava	233,659	železniční most	Olomouc-město
Morava	233,870	silniční most	Olomouc-město
Morava	234,239	LB vyústění řeky Bystřice	Olomouc-město
Morava	234,585	silniční most	Lazce

Morava	234,839	silniční most	Lazce
Morava	235,735	lávka	Černvín
Morava	236,946	silniční most	Černvín
Morava	238,160	lávka	Černvín
Morava	241,250	silniční most	Chomoutov
Trusovický potok	0,520	hospodářský most	Černvín
Bystřice	0,049	most	Olomouc
Bystřice	0,265	most	Olomouc
Bystřice	0,683	silniční most	Olomouc
Mlýnský potok	0,229	silniční most	Olomouc-město – ul. V Kotlině
Mlýnský potok	0,430	železniční most	Olomouc-město
Mlýnský potok	0,465	most nový	Olomouc-město
Mlýnský potok	0,794	silniční most	Olomouc-město – ul. 17. listopadu
Mlýnský potok	2,183	silniční most	Olomouc-město – ul. 1. máje
Mlýnský potok	2,278	silniční most	Olomouc-město – ul. Komenského
Mlýnský potok	2,650	silniční most	Olomouc-město – ul. Dobrovského
Mlýnský potok	3,472	silniční most	Lazce – ul. Lazecká
Mlýnský potok	4,399	silniční most	Hejčín – ul. Tomkova

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Hodnoty drsností byly zadány na základě pochůzek v terénu a při nich pořízených fotodokumentací (příloha E_2_Fotodokumentace_PM_3, PM_4, PM_5, PM_6).

Pro zadávání drsnosti je uvažováno letní období se vzrostlou vegetací. Drsnosti svahů a inundace jsou zadávány v rozsahu od 0,05 až 0,120. Drsnost dna koryta je dle charakteru v rozmezí 0,035 – 0,055.

V oblastech mostních objektů, kde může docházet k tlakovému proudění, bylo toto proudění simulováno zvýšením drsností v prostoru mostního profilu a to na hodnotu Manningova součinitele drsnosti 0,1. Obdobným způsobem byly řešeny i jezové konstrukce (viz kapitola 5.2.1).

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Na horní hranici modelované oblasti byl zadáván průtok o hodnotě $Q_5 - Q_{500}$ (viz Obr. 2), který odpovídal hodnotám z hydrologického profilu Morava – nad Oskavou. Další známý profil v zájmové oblasti po směru toku se nachází pod Trusovickým potokem. Proto jako horní okrajová podmínka pro přítok z Trusovického potoka byl použit rozdíl mezi hodnotou N-letého průtoku v hydrologických profilech nad Oskavou a pod Trusovickým potokem. Tento průtok byl například pro 500 letou vodu stanoven na hodnotu o něco větší než Q_5 v přítoku (odpovídá zhruba 40% Q_{500} v tomto přítoku). Podobnou úvahou byly dopočítány hodnoty průtoků do přítoků Mlýnský potok a Bystřice.

Z průtoků mezi hydrologickými profily Morava – pod Trusovickým potokem a Morava – Nové Sady byl stanoven rozdíl a tento rozdělen rovnoměrně mezi oba přítoky. Navíc bylo přihlíženo k tomu, aby procentuální velikosti těchto přítoků odpovídaly co nejbližše procentuální hodnotě (poměr mezi N-letým průtokem z Tab. 6 a hodnoty spočítané výše popsaným způsobem) stanovené jako horní okrajová podmínka pro Trusovický potok.

Součet průtoků vystupující z modelu tedy následně odpovídal sledovaným N-letým průtokům v profilu Morava – Nové Sady: $Q_{500} = 735$, $Q_{100} = 551$, $Q_{20} = 384$ a $Q_5 = 258 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Výsledné dopočítané hodnoty, které byly použity jako horní okrajové podmínky do modelu, jsou v Tab. 9.

Tab. 9 Použité horní okrajové podmínky do 2D modelu

Vodní tok	Q_{500} (m ³ .s ⁻¹)	Q_{100} (m ³ .s ⁻¹)	Q_{20} (m ³ .s ⁻¹)	Q_5 (m ³ .s ⁻¹)
Morava	645,0	484,0	340,0	228,0
Bystřice	33,0	26,0	19,0	13,0
Trusovický potok	25,0	16,0	7,0	5,0
Mlýnský potok	32,0	25,0	18,0	12,0

Jako dolní okrajová podmínka byla v modelu použita poloha hladiny v dolním profilu zájmového úseku za ustáleného rovnoměrného proudění při N-letých průtocích zaznamenaných v hydrologickém profilu Morava – Nové Sady. Tyto hodnoty jsou zapsány v Tab. 10.

Tab. 10: Použité polohy hladiny pro dolní okrajovou podmínku 2D modelu

DOP ₅₀₀ (m. n. m)	DOP ₁₀₀ (m. n. m)	DOP ₂₀ (m. n. m)	DOP ₅ (m. n. m)
207,13	206,28	205,36	204,46

Hodnoty okrajových podmínek v případě řešení povodňového nebezpečí na přítocích řeky Moravy byly zadány na základě tab. 6, tab. 7 (tab. 11)

Tab. 11: Horní okrajové podmínky použité na přítocích

Vodní tok	Q_{500} (m ³ .s ⁻¹)	Q_{100} (m ³ .s ⁻¹)	Q_{20} (m ³ .s ⁻¹)	Q_5 (m ³ .s ⁻¹)
Bystřice	115	76,5	52,4	34,7
Trusovický potok	65	43,2	29,3	19,2
Mlýnský potok	59	35	25	15

Hodnoty dolních okrajových podmínek byly voleny na základě polohy hladiny ve vodním toku Morava.

Pro vodní tok Bystřice se jednalo o následující hodnoty (tab. 12)

Tab. 12: Použité polohy hladiny pro dolní okrajovou podmínku při řešení vodního toku Bystřice

DOP ₅₀₀ (m. n. m)	DOP ₁₀₀ (m. n. m)	DOP ₂₀ (m. n. m)	DOP ₅ (m. n. m)
212,73	212,73	211,70	211,30

Pro vodní tok Mlýnský potok se jednalo o následující hodnoty (tab. 13)

Tab. 13: Použité polohy hladiny pro dolní okrajovou podmínku při řešení vodního toku Mlýnský potok

DOP ₅₀₀ (m. n. m)	DOP ₁₀₀ (m. n. m)	DOP ₂₀ (m. n. m)	DOP ₅ (m. n. m)
211,05	211,05	210,40	210,00

Pro vodní tok Trusovický potok se jednalo o následující hodnoty (tab. 14)

Tab. 14: Použité polohy hladiny pro dolní okrajovou podmínku při řešení vodního toku Trusovický potok

DOP ₅₀₀ (m. n. m)	DOP ₁₀₀ (m. n. m)	DOP ₂₀ (m. n. m)	DOP ₅ (m. n. m)
214,36	214,36	213,70	213,70

Pro všechny modely přítoků platí následující zadání dolních okrajových podmínek (DOP). V případě DOP₅₀₀ se jednalo o polohu hladiny v Moravě při průtoku s dobou opakování 20 let. V případě DOP₁₀₀ se jednalo o polohu hladiny v Moravě při průtoku s dobou opakování 20 let. V případě DOP₂₀ se jednalo o polohu hladiny v Moravě při

průtoku s dobou opakování 5 let. V případě DOP_5 se jednalo o polohu hladiny v Moravě při průtoku s dobou opakování 5 let.

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Počáteční podmínky byly, ve formě úrovně hladiny v modelu na počátku simulace proudění, zadávány tak, aby náhradní oblast řešení byla zcela zatopena. Tato úroveň byla volena zhruba na úrovni hladiny při ustáleném rovnoměrném proudění v horním profilu modelované oblasti. Tímto bylo zabezpečeno dostatečné zaplavení koryta vodního toku na začátku simulací.

Pouze při průtoku Q_5 v řece Moravě byla volena počáteční podmínka taková, aby voda byla přítomna jen v korytě. Tedy ve formě konstantní hloubky vody po celé délce koryta. Tato hloubka odpovídala zhruba kapacitě koryta (v horním profilu), a to 5,5 m.

Tab. 15: Hodnoty počátečních podmínek pro jednotlivé N-leté průtoky:

PP ₅₀₀ (m. n. m)	PP ₁₀₀ (m. n. m)	PP ₂₀ (m. n. m)
220,0	219,5	218,0

Hodnoty PP₂₀, uvedeny v Tab. 15, a hloubka vody v korytě řeky Moravy při průtoku s dobou opakování 5 let, byly využity i při řešení povodňového nebezpečí na přítocích.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Zhodnocení vstupních dat z hlediska možných nejistot a úplnosti.

Nejistoty se dají předpokládat v hustotě a přesnosti geodetických dat. Sestavený DMT dle fotogrametrických náletů a z vrstevnic ze ZABAGEDU doplněný pozemním měřením může mít vliv na správné výškové uspořádání sítě, místy může zkreslovat výsledky výpočtů. Je třeba dbát na to, že přesnost DMT z fotogrametrických náletů je pouze do určitého stavu povrchu terénu. Ve volném terénu je udávána přesnost 0,5 m. Z toho důvodu je i nadále považováno pozemní geodetické zaměření za základ a věnuje se mu patřičná pozornost.

Schematizace modelu je provedena na základě pochůzek v terénu, pozemního geodetického měření a sestaveného DMT.

Popis drsností vychází z terénního průzkumu a zohledňuje tzv. letní stav, kdy je koryto a inundace výrazněji zarostlé.

Rovněž nejistotou může být aktuální stav koryta a inundace za povodně, množství nesených splavenin a tvoření zátaras z plovoucích předmětů. Ve výpočtu je uvažováno se stavem „čistého“ koryta, bez omezení průtočnosti. Kapacitu koryta dále ovlivňuje stav nánosů nebo naopak zahlubování koryta. Při větších povodních navíc dochází k porušení opevnění koryta, výmolům, břehovým nátržím, k porušení hrází nebo násypů a valů. Povodeň je rovněž značně ovlivněna aktuálním stavem inundace.

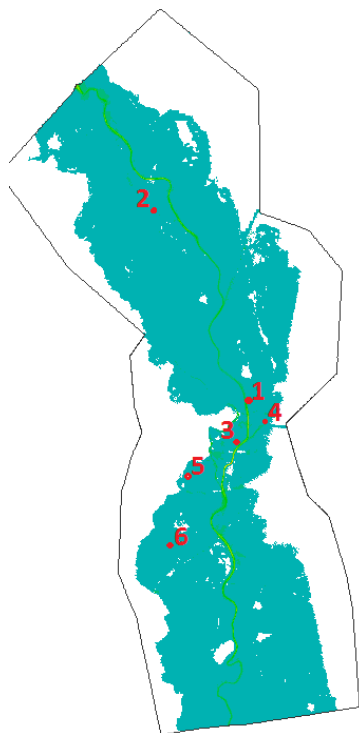
Nejistota dále spočívá v hydrologických údajích stanovených dle ČHMÚ. Je zřejmé, že údaje o N-letých vodách nejsou údaje neměnné. Při zpracování výpočtů jsou tedy posuzovány veškeré dostupné hydrologické podklady - tedy současné platné se porovnávají s historickými i „nedávno minulými“. Rozptyl hodnot N-letých údajů bývá někdy značný. Je nutno zhodnotit i třídu přesnosti poskytovaných hydrologických údajů.

Nejistota může být též spojena se zakřivenou trasou, kdy může docházet k velmi složitému proudění, na jehož popis již nemusí být 2D model dostačující. Takovýto úsek se modelu vyskytuje v dolní části modelu – cca ř. km 228,00 až 228,40. Je však již mimo zástavbu a jedná se pouze o krátký úsek vodního toku.

5.3 Popis kalibrace modelu

Pro kalibraci modelu byla využita dostupná data o povodni z července 1997. K dispozici byl seznam povodňových značek, který je zapsán v Tab. 4. Několik takto zaznamenaných povodňových značek bylo porovnáno s hodnotami namodelovanými pomocí programu TELEMAC. Vybrány byly značky v korytě i mimo koryto v levém i pravém inundačním území modelovaného prostoru.

Obr. 12: Povodňové značky z července 1997 použité pro kalibraci modelu



Umístění jednotlivých značek použitých pro kalibraci modelu je na Obr. 12. V Tab. 16 jsou porovnány změřené a namodelované hodnoty, společně s popisem umístění této značky v prostoru modelu

Z výsledků nejsou patrnější větší rozdíly mezi zaznamenanými a modelovanými hodnotami. Rozdíly se pohybují do 20 cm, u všech porovnávaných pozorování. Hodnoty pozorované a namodelované jsou tedy v poměrně přesné shodě.

Modelové výstupy (poloha hladiny vody) byly kalibrovány na povodňovou událost z roku 1997, kdy v oblasti prošla vlna s kulminací odpovídající zhruba Q_{500} . Kulminační průtok z této události byl stanoven na hodnotu $760 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (viz kapitola 2.2). Q_{500} je v nejnižším hydrologickém profilu v zájmové oblasti Morava - Nové Sady stanoven na hodnotu $735 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (viz Tab. 6). Kulminace při události v roce 1997 byla tedy o něco vyšší než modelovaný pětisetletý průtok. Stanovené povodňové stopy, získané během této události, mohou být také nadhodnoceny z důvodu tzv. hystereze měrné křivky. Hystereze způsobuje, že nejvyšší dosažená hladina není za kulminačního průtoku, ale za průtoku o něco nižšího (při poklesu povodňové vlny). Z těchto důvodů tedy mohou být povodňové značky o něco výše než hladina za kulminačního průtoku během průchodu vlny.

Tab. 16: Porovnání povodňových značek z události v roce 1997 a namodelovaných hodnot v programu TELEMAC, pro značky zobrazené na Obr. 8.

číslo	souřadnice (S-JTSK)		úroveň hladiny (m. n. m)			poznámka
	x	y	značka	model	rozdíl (m)	
1	-545954.4	-1120897.5	214.47	214.3	0.17	koryto
2	-547967.5	-1116776.2	216.78	216.6	0.18	inundační území (v blízkosti hrázky)
3	-546169.1	-1121780.8	213.15	213.26	-0.11	pravostranné inundační území
4	-545576.0	-1121353.2	213.68	213.81	-0.13	levostranné inundační území
5	-547233.0	-1122531.1	211.63	211.58	0.05	pravostranné inundační území
6	-547598.6	-1124058.5	210.67	210.66	0.01	pravostranné inundační území

6 Výstupy z modelu

Rozsah rozlivů, rychlosti proudění a hloubek vody pro vodní tok Morava, jakožto vstupy pro vytvoření map povodňového nebezpečí, byly modelovány použitím 2D matematického modelu TELEMAC, který řeší proudění metodou konečných prvků s využitím rovnic mělkého proudu. Síť pro modelování byla sestavena v programu BlueKenue. Popis koncepčního modelu je v kapitole 4 a popis numerického modelu v kapitole 5. Výstupy z hydrodynamického modelu byly rychlosti proudění, hloubky vody, batymetrie modelované oblasti a volná hladina. Výsledková data byla vyexportována do formátu *.shp a dále byla využitím programu ArcGIS zpracována do podoby map povodňového nebezpečí.

Levostranné přítoky Trusovický potok, Bystřice a pravostranný přítok Mlýnský potok byly modelovány v prostředí TELEMAC s využitím výpočetní sítě a naklibrovaného modelu řeky Moravy. Výsledky byly exportovány do formátu *.shp a dále s využitím programu zpracovány do podoby map povodňového nebezpečí.

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

Záplavové čáry pro jednotlivé povodňové scénáře byly stanoveny jako maximální obálka hranic rozlivů z vodního toku Morava a levostranných přítoků Trusovický potok a Bystřice a pravostranného přítoku Mlýnský potok.

vodní tok Morava

Pro potřeby modelování byly zaznamenány a vloženy do modelu všechny významné hrany v terénu, které by mohly proudění a rozlivy v oblasti ovlivnit (viz Obr. 3 až 5). Hlavními překážkami proudění byly za všech modelovaných průtoků železniční tratě (viz Obr. 4 a situace na Obr. 7). Jedna trať vede přes vodní tok Morava, křížuje ho v oblasti ř. km 231,636. Druhou významnou tratí je železnice vedoucí po východní straně města a z velké části tvoří hranici pro rozliv v levostranném inundačním území. Za průtoku Q_{500} je v oblasti mezi přítokem Trusovického potoka a Bystřice tato trať přelita a voda je zadržena druhou vedlejší tratí vedoucí směrem na severovýchod od města. Za Q_{100} již tato trať přelévána není a tvoří hranici omezující rozliv.

V pravostranném inundačním území vodního toku Morava je voda rozlévána s ohledem na konfiguraci terénu (nejsou zde významné hrany, které by zadržely vodu), pouze ve střední části města Olomouc se vyskytuje vysoké opevnění, které je obtékáno Mlýnským potokem a které omezuje významným způsobem rozliv v této oblasti (oblast Mlýnského potoka cca ř. km 0,80 až 2,80). Na mapových výstupech je tato oblast patrná již na první pohled – jedná se výrazné zúžení rozlivu ve střední části modelu.

Za průtoku Q_5 je voda z velké části zadržována v korytě toku nebo mezi hrázkami přiléhajícími k toku. K větším rozlivům dochází v dolní části modelu, v oblasti pod již zmíněnou železniční tratí křížující vodní tok Morava. Tato oblast zasahuje cca v úseku ř. km 231,64 až 226,35. Tedy v oblasti mimo zástavbu.

Za průtoku Q_{500} jsou zasažené obce: Olomouc, Kožušany a Horka nad Moravou. Město Olomouc je zasaženo z velké části a rozlivy jsou v levostranném inundačním území omezeny železničními tratěmi. Obec Kožušany je zasažena jen z malé části – východní okrajová část obce. V případě obce Horka nad Moravou je zasažena východní polovina obce.

přítoky Trusovický potok, Bystřice, Mlýnský potok

Trusovický potok vybírá z koryta již za Q_5 a to do prostoru pravostranného inundačního území – v dolní části před zaústěním až do ř. km 0,40. Za Q_{20} je v levostranném inundačním území voda zadržována hrázkami a rozlévá se v pravostranném území. V oblasti před železniční tratí se voda mírně vzdouvá před násypem a vylévá z koryta. Za Q_{100} a Q_{500} se voda již značně rozlévá do rozsáhlého inundačního území a to jako levostranného tak i pravostranného. V oblasti před železničním násypem se voda vzdouvá a vylévá.

Vodní tok Bystřice je poměrně kapacitní, voda se z koryta vylévá v profilu ř. km 0,50, kde je břeh v oblasti pravostranného inundačního území snížený (k vylévání dochází od průtoku Q_{20}). Dolní úsek přítoku je ovlivňován dolní vodou z Moravy.

V Mlýnském potoce za Q_5 ještě nedochází k vybřežování, za Q_{20} se již koryto vylévá (v úseku cca ř. km 0,52 až 0,77). Rozliv je za všech průtoků omezen přítomností vysoké zdi v pravostranném inundačním území, jak je popsáno výše. V tomto úseku je koryto velmi kapacitní a voda se z něj nerozlévá ani za Q_{500} (koryto má ještě i značnou kapacitní rezervu) – jedná se o úsek ř. km 2, 61 až 1,80.

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

vodní tok Morava

V inundačním území se vyšší hloubky vyskytují v oblastech nad překážkami omezujícími volné proudění vody. Jedná se tedy o oblast nad železniční tratí křižující vodní tok Moravu v ř. km 231,64 a zejména v oblasti nad omezením volného rozlivu v centrální části města Olomouc – vysokou zdí, kolem které proudí Mlýnský potok (viz výše) ze strany jedné (pravostranné inundační území) a železniční tratí ze strany druhé (levostranné inundační území).

Hloubky modelované oblasti za Q_{500} se nejčastěji pohybují v rozmezí hodnot 0,7 až 2,0 m a průměrná hloubka v oblasti je 1,8 m (zahrnutí koryta i inundačního území). Největší hloubky v korytě Moravy jsou ve střední oblasti (zúžená část, kde je omezováno rozlévání vysokou zdí v pravostranném inundačním území a železniční tratí ze strany druhé) – cca ř. km 233,59 až 235,75. V této oblasti se hloubky v korytě pohybují kolem 7,0 m. V inundačním území se hloubky v této oblasti pohybují kolem 2,5 až 3,0 m.

Za Q_{100} jsou hloubky nejčastěji v rozmezí 0,3 až 1,7 m a průměrná hloubka, opět se zahrnutím koryta i inundačního území, je 1,7 m. Při Q_{20} je hloubka nejčastěji mezi hodnotami 0,2 až 1,3 m s průměrem 1,6 m v celé lokalitě. Při Q_5 se voda většinou vyskytuje pouze v korytě, kde se nejčastěji pohybuje v rozsahu 4,7 m až 5,2 m.

přítoky Trusovický potok, Bystřice, Mlýnský potok

Hloubky v Trusovickém potoce se za Q_{100} a Q_{500} výrazněji neliší, pouze v prostoru před železničním mostem (ř. km 1,232) je rozdíl úrovní hladin větší, neboť se voda vzdouvá o železniční trať, která vede na násypu ve východní části města Olomouce. Největší hloubky jsou v oblasti u soutoku s vodním tokem Morava. Z podélného profilu (1D+ modely, kapitola 3.3.4) je evidentní ovlivnění hladinou vody v Moravě za všech modelovaných průtoků, což je důvodem toho, že se hloubky za Q_{100} a Q_{500} již výrazněji nemění. Pouze v oblasti před mostem (ř. km 1,262 až ř. km 1,197) již nemá hladina Moravy vliv, neboť železniční trať na násypu slouží jako bariéra. Největší hloubky jsou tedy v profilu před vtokem do Moravy (za Q_{500} je tato hloubka 5,3 m).

Maximální hloubky v Bystřici nepřesahují v korytě 6,0 m za pětisetletého průtoky, 5,8 m za stoletého průtoky. Proudění za stoletého a pětisetletého průtoky je ovlivněno dolní vodou z Moravy a proto jsou i hloubky největší v oblasti zaústění.

Podobná je situace i v Mlýnském potoce. Na průběh hladin má za všech modelovaných průtoků vliv hladina z Moravy. Největší hloubky se tedy v korytě vyskytují v oblasti před zaústěním (za Q_{100} přes 6 m, za Q_{500} 6,4 m do vzdálenosti cca ř. km 0,40). Větší hloubky se také vyskytují v oblasti přechodu mezi úsekem, kde je umožněno volné rozlévání do inundačního území a místa, kde je koryto kapacitní a z pravé strany ohraničeno vysokou zdí – cca ř. km 2, 5 (hloubka v korytě se pohybuje kolem 6,1 m za Q_{500}).

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

vodní tok Morava

Rychlosti proudění vzrůstají hlavně v oblasti zúžených profilů, a to nejen přirozeně v krajině, ale hlavně u mostních objektů nebo hrázek.

Za průtoky Q_{500} jsou rychlosti proudění největší v prostoru mostu 233,59 (kolem 3 m.s⁻¹). V tomto prostoru je proudění omezeno mostními objekty, kdy v profilu ř. km 233,66 se nachází železniční most a bezprostředně za ním je most silniční ř. km 233,59. Celkově jsou rychlosti v korytě mezi těmito mostními objekty a v určité vzdálenosti po a proti proudu vyšší – pohybují mezi kolem 2,5 až 3,0 m.s⁻¹.

Podobná situace, jak je popsáno výše, je i za průtoku Q_{100} v prostoru mezi mosty ř. 233,59 až ř. km 233,66. Rychlost se zde za stoleté povodně pohybuje mezi hodnotami 2,5 až 2,9 m.s⁻¹. Rychlosti jsou také vyšší v prostoru silničního mostu nad touto lokalitou – ř. km 233,87, kde se rychlosti pohybují kolem 2,4 m.s⁻¹. Obdobně za nižších průtoků – Q_{20} a Q_5 jsou v korytě v této oblasti zaznamenány vyšší rychlosti proudění. Za Q_{20} se pohybují mezi 2,4 až 2,8 m.s⁻¹ a za průtoku Q_5 kolem 1,5 m.s⁻¹.

přítoky Trusovický potok, Bystřice, Mlýnský potok

Nejvyšší rychlosti v Trusovickém potoce se vyskytují v oblasti prostoru železničního mostu (ř. km 1,237). Voda vtéká do uzavřeného prostoru, přičemž z obou stran jsou násypy, které usměřňují proudění do mostního profilu. Maximální rychlosti jsou zde 1,7 m.s⁻¹.

V Bystřici se průměrné profilové rychlosti za průtoků Q_5 až Q_{100} pohybují do 1,1 m.s⁻¹. Za Q_{500} jsou maximální rychlosti v korytě 1,3 m.s⁻¹.

V případě Mlýnského potoka protéká voda v úseku ř. km 1,8 až ř. km 2,6 oblastí, kde je koryto velmi kapacitní. Nejvyšší rychlosti jsou v oblasti, kde se mění tvar koryta a voda se koncentruje do prostoru koryta Mlýnského potoka z oblasti, kde se volně vylévala do obou inundačních území a také na konci tohoto úseku, kde se voda opět rozlévá. Za stoletého průtoku se zde maximální rychlosti pohybují kolem 1,8 m.s⁻¹, za pětisetletého průtoku 2,1 m.s⁻¹.

6.4 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

Jedním z nejdůležitějších faktorů při uvažování nejistot jsou nejistoty způsobené vstupními daty. Jedná se o přesnost zaměření terénu, volba Manningova součinitele drsnosti, aktuální stav koryta a inundačního území za povodně (morfologické změny způsobené povodňovou vlnou). Také nejistoty stanovení N-letých průtoků se odvíjí od jejich třídy přesnosti podle ČHMÚ a také podle jejich aktuálnosti, neboť hodnoty nejsou konstantní v čase, ale neustále se mění s ohledem na nově získané záznamy průtokových událostí. Více viz kapitola 5.2.5.

Přílohy



TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ MORAVY A V OBLASTI POVODÍ DYJE

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

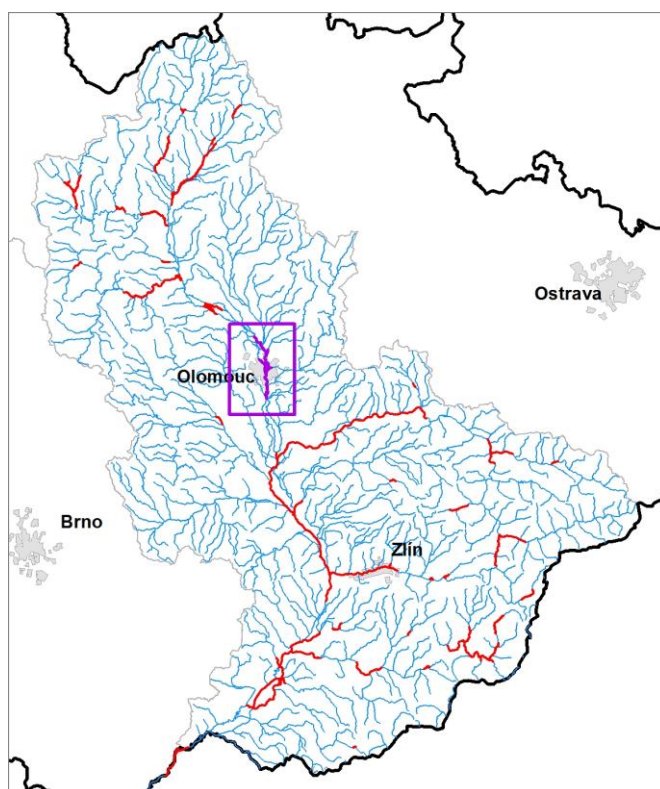
5.1 POSUDEK HYDRAULICKÉHO VÝPOČTU

TRUSOVICKÝ P. – 10100157_1 (PM-3) - Ř. KM 0,000 – 1,262

MORAVA – 10100003_4 (PM-4) - Ř. KM 226,352 – 243,353

BYSTRŽICE – 10100053_1 (PM-5) - Ř. KM 0,000 – 0,710

MLÝNSKÝ P. – 10100426_1 (PM-6) - Ř. KM 0,000 – 4,861





OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Pořizovatel:



Povodí Moravy, s.p.
Dřevařská 11
601 75 Brno

Zhotovitel:



Pöyry Environment a.s.
Botanická 834/56
602 00 Brno

Subdodavatel:



Výzkumný ústav vodohospodářský T. G.
Masaryka, v.v.i.
Mojmírovo náměstí 16
612 00 Brno

Zpracovatel posudku:



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Veveří 331/95
602 00 Brno

Posudek zpracoval: Prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.

Vedoucí ústavu: Prof. Ing. Jan Šulc, CSc.

V Brně, červenec 2013

Obsah:

1	Cíle a předmět posudku	5
2	Zhodnocení relevantnosti vstupních podkladů	5
2.1	Topografická data	5
2.1.1	Mapové podklady.....	5
2.1.2	Geodetické podklady	5
2.1.3	Digitální model terénu (DMT).....	5
2.2	Hydrologická data	6
2.2.1	Základní hydrologická data (ČSN 75 1400).....	6
2.2.2	Diskuze se staršími hydrol. daty, nejistoty	6
2.3	Výkresová dokumentace	6
2.3.1	Situace.....	6
2.3.2	Příčné řezy.....	6
2.3.3	Podélné řezy.....	6
2.3.4	Výkresy objektů	6
2.3.5	Fotodokumentace	6
2.4	Místní šetření	6
2.4.1	Rozsah	6
2.4.2	Soulad zjištěných skutečností s ostatními dostupnými podklady.....	6
2.5	Stávající hydraulické výpočty	7
2.5.1	Dostupné dokumenty a jejich účel	7
2.5.2	Aktuálnost, přesnost výstupů.....	7
2.5.3	Využitelnost dokumentů.....	7
2.6	Podklady pro kalibraci modelu	7
2.6.1	Relevantní povodňové epizody.....	7
2.6.2	Rozsah údajů o průběhu povodně (hladina, průtoky,...)	7
2.6.3	Přesnost získaných údajů - vazba na přesnost hydraulického modelu.....	7
3	Zhodnocení věcné správnosti postupu při hydraulickém výpočtu.....	7
3.1	Koncepční model	7
3.1.1	Vstupní předpoklady, zjednodušení, použité schematizace, typ modelu (dimenzionalita).....	7
3.1.2	Způsob zadání okrajových a počátečních podmínek (OP, PP).....	8
3.1.3	Použité programové vybavení	8
3.2	Hydrodynamický model.....	8
3.2.1	Prostorová diskretizace	8
3.2.2	Okrajové a počáteční podmínky	8
3.2.3	Vstupní parametry modelu.....	8
3.2.4	Kalibrace a verifikace modelu.....	8
3.2.5	Zhodnocení nejistot	8
4	Zhodnocení výsledků hydraulických výpočtů	8
4.1	Zhodnocení způsobu vyhodnocení výstupů.....	8

4.2	Zhodnocení rozsahu výstupů	8
4.3	Zhodnocení správnosti výstupů	9
4.3.1	Podélné profily, hladina	9
4.3.2	Příčné řezy - vazba koryto – inundace.....	9
4.3.3	Hydraulika objektů	9
4.3.4	Interpretace výsledků.....	9
5	Závěry a doporučení.....	9
5.1	Souhrnné zhodnocení	9
5.2	Doporučení	9
6	Podklady.....	9

1 Cíle a předmět posudku

Zpracování map nebezpečí ve smyslu Směrnice 2007/60/ES vyžaduje jednotný způsob vyhodnocení charakteristik průběhu povodní, jako jsou rozsah záplavy, hloubka a rychlost proudění vody. Vzhledem ke značnému rozsahu prací na území celé České republiky lze při realizaci požadavků Směrnice 2007/60/ES očekávat značný počet zpracovatelů jak hydraulické části (mapy povodňového nebezpečí), tak vlastní rizikové analýzy (mapy rizika). Ukazuje se jako potřebné, hospodárné a efektivní „ošetřit“ mezistupeň mezi hydraulickým řešením (a jeho výstupy) a mezi využitím výsledků při procesu hodnocení rizika. Toto je provedeno prostřednictvím „Posudku hydraulických výpočtů“ zpracovaného vybranými odbornými subjekty. Posudek se realizuje ve dvou etapách:

- 1. etapa zahrnuje hodnocení úplnosti zajištěných podkladů a návrh koncepčního modelu. Koncepčním modelem se rozumí formulace vstupních předpokladů s jejich zdůvodněním, schematizace řešeného problému v návaznosti na vymezené cíle, s ohledem na numerický model použitý k výpočtu a s přihlédnutím k následnému zpracování map nebezpečí a rizika.
- 2. etapa je zaměřena na posouzení numerického řešení a dále na zhodnocení věcné správnosti a úplnosti výstupů řešení.

Struktura posudku odpovídá předepsanému obsahu technické zprávy hydraulického výpočtu (příloha B).

Práce oponenta zahrnuje tyto činnosti:

- studium podkladů,
- účasti na jednáních,
- vyhotovení posudků ve dvou etapách.

Cílem je stručně zhodnotit relevantnost použitých podkladů z pohledu kompletnosti a způsobu zpracování v oblasti s významným povodňovým rizikem (**PM – 3, Trusovický potok, ř. km 0,000 – 1,262; PM – 4, Morava, ř. km 226,353 – 243,353; PM – 5, Bystřice, ř. km 0,000 – 0,710; PM – 6, Mlýnský potok, ř. km 0,000 – 4,861**).

2 Zhodnocení relevantnosti vstupních podkladů

2.1 Topografická data

Topografická data jsou popsána v kapitole 3.3.1, [1]. Jedná se o popis tvorby DMT, mapové podklady a geodetické zaměření.

2.1.1 Mapové podklady

Mapové podklady jsou vyhovující.

2.1.2 Geodetické podklady

Kapitola 3.3.1, [1] obsahuje informace o pozemním zaměření vodního toku Morava a jejich přítoků, včetně zpracovatele a data zaměření.

Geodetické podklady jsou vyhovující.

2.1.3 Digitální model terénu (DMT)

Popis digitálního modelu terénu a jeho tvorba jsou uvedeny v kapitole 3.3.1, [1]. Součástí je podrobný popis tvorby, použití softwarového nástroje, typy a formáty podkladových dat pro tvorbu DMT.

Popis tvorby DMT je vyhovující.

2.2 Hydrologická data

Využívaná hydrologická data jsou popsána v kapitole 3.3.2, [1]. Uvedeny jsou hodnoty N -letých průtoků včetně třídy přesnosti [2].

2.2.1 Základní hydrologická data (ČSN 75 1400)

Data jsou uvedena v tab. č. 6 N -leté průtoky (Q_N) v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, v kapitole 3.3.2, [1].

2.2.2 Diskuze se staršími hydrol. daty, nejistoty.

V rámci kapitoly 3.3.2, [1] je uvedena tab. č. 7 Starší hodnoty N -letých průtoků (Q_N) v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ [3].

Komentář rozdílů hodnot mezi aktuálními hydrologickými daty a daty staršími je vyhovující.

2.3 Výkresová dokumentace

Výkresová dokumentace je k nahlédnutí v digitální podobě u zhotovitele zprávy [1].

2.3.1 Situace

Situace obsahuje příčné řezy vodního toku Morava včetně přítoků. Součástí situace je i popis objektů. Rozsah, resp. šířka příčných řezů neodpovídá dokumentaci příčných řezů. Z toho vyplývá, že příčné řezy v situaci slouží pouze k prostorové lokalizaci.

2.3.2 Příčné řezy

Součástí příčných řezů je poloha hladiny pro vybrané N -leté průtoky. Rozsah příčných řezů je volen s ohledem na předpokládané odtokové poměry.

2.3.3 Podélné řezy

Podélné řezy obsahují výškové uspořádání zájmového území včetně průběhu hladin pro vybrané N -leté průtoky a dále staničení objektů nacházejících se v řešeném území toku.

2.3.4 Výkresy objektů

Součástí dokumentace obsahující příčné řezy je i výškové uspořádání objektů na toku, včetně průběhu hladin pro vybrané N -leté průtoky.

2.3.5 Fotodokumentace

Dle kapitoly 3.3.3, [1] byla fotodokumentace pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedli pracovníci Pöyry Environment a.s. v listopadu 2012. Byly pořizovány fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území a citlivých objektů v možném záplavovém území Q_{500} .

2.4 Místní šetření

Dle kapitoly 3.3.3, [1] proběhlo místní šetření v listopadu 2012.

2.4.1 Rozsah

Rozsah místního šetření byl proveden s ohledem na technické objekty na toku, inundační území a citlivé objekty v záplavovém území Q_{500} .

2.4.2 Soulad zjištěných skutečností s ostatními dostupnými podklady

V kapitole 3.3.3, [1] je uvedeno, že v řešených úsecích byly oproti stávajícím podkladům zaznamenány odlišné parametry stávajících, případně nových konstrukcí. Tato skutečnost vyplývá z toho, že v rozsahu celého

zájmového území se projevuje realizace nových protipovodňových opatření Olomouce, která byla rozdělena na několik etap, z nichž již byly některé realizovány, jiné se budují a zbylé dosud nebyly zahájeny.

Současně je doplněno doporučení k zopakování výpočtu po aktualizaci stávajících geodetických podkladů.

Ke kapitole nejsou připomínky.

2.5 Stávající hydraulické výpočty

2.5.1 Dostupné dokumenty a jejich účel

V kapitole 3.3.4, [1] je popsán numerický 1D+ model [4]. Je zmíněna jeho dimenzionalita, rozsah řešení, vstupní podklady a zpracovatel.

2.5.2 Aktuálnost, přesnost výstupů

S ohledem na kapitolu 3.3.4, [1], kdy záplavová území vodního toku Bystřice a Trusovický potok byla vypočtena v roce 2012 a výpočet pro vodní tok Morava je průběžně aktualizován, lze konstatovat, že výstupy stávajících numerických modelů jsou aktuální a je možné je při řešení využít.

2.5.3 Využitelnost dokumentů

S ohledem na kapitolu 3.3.4, [1], kdy záplavová území vodního toku Bystřice a Trusovický potok byla vypočtena v roce 2012 a výpočet pro vodní tok Morava je průběžně aktualizován, lze konstatovat, že výstupy stávajících numerických modelů jsou aktuální a je možné je při řešení využít.

2.6 Podklady pro kalibraci modelu

2.6.1 Relevantní povodňové epizody

Průběhy historických povodní jsou popsány v kapitole 2.2, [1]. Jednalo se o povodně v červenci roku 1997 a květnu a červnu 2010.

2.6.2 Rozsah údajů o průběhu povodně (hladina, průtoky,...)

Hodnoty hloubek vody, průtoků a dosažených dob opakování událostí byly stanoveny pro povodňovou událost z července roku 1997.

2.6.3 Přesnost získaných údajů - vazba na přesnost hydraulického modelu

I přes nejistoty, které se váží ke stanovení povodňových značek v záplavovém území, lze tato data využít pro následnou kalibraci modelu.

3 Zhodnocení věcné správnosti postupu při hydraulickém výpočtu

3.1 Konceptní model

Popis konceptního modelu je uveden v kapitole 4, [1].

3.1.1 Vstupní předpoklady, zjednodušení, použité schematizace, typ modelu (dimenzionalita)

Schematizace řešeného problému včetně vstupních předpokladů je uvedena v kap. 4.1, [1] a obsahuje obrázky č. 2 – 8, které poměrně přesně popisují složitost řešení.

Posouzení vlivu nestacionarity proudění obsahuje kapitola 4.2, [1].

Ke kapitole nejsou žádné připomínky.

3.1.2 Způsob zadání okrajových a počátečních podmínek (OP, PP)

Zadání OP a PP je popsáno v kapitole 4.3, Způsob zadávání OP a PP, [1]. V textu je informace o dolní a horní OP a dále počáteční podmínce (PP)

Ke kapitole nejsou žádné připomínky.

3.1.3 Použité programové vybavení

Popis použitého programového vybavení je předmětem kapitoly 5.1, [1]. Současně je uveden i manuál, který je k dispozici u zhotovitele.

3.2 Hydrodynamický model

Popis hydrodynamického modelu je uveden v kapitole 5, [1].

3.2.1 Prostorová diskretizace

Popis prostorové diskretizace je uveden v kapitole 5.2, [1]. Pro účely zadání se jeví jako dostačující.

3.2.2 Okrajové a počáteční podmínky

Hodnoty okrajových podmínek jsou popsány v kapitole 5.2.3, 5.2.4, [1]. Pro účely zadání se jeví jako dostačující.

3.2.3 Vstupní parametry modelu

Vstupní parametry modelu jsou popsány v kapitole 5.2, [1]. Pro účely zadání se jeví jako dostačující.

3.2.4 Kalibrace a verifikace modelu

Popis kalibrace modelu je uveden v kapitole 5.3, [1].

Pro účely zadání se jeví jako dostačující.

3.2.5 Zhodnocení nejistot

Nejistoty jsou zhodnoceny v kapitole 5.2.5, [1].

4 Zhodnocení výsledků hydraulických výpočtů

Tato část posudku zahrnuje zhodnocení výstupů z hlediska jejich kompletnosti a věcné správnosti. Jedná se o zhodnocení následujících výstupů:

- Podélné a příčné profily.
- Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} .
- Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} .
- Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} .

4.1 Zhodnocení způsobu vyhodnocení výstupů

Vyhodnocení výstupů numerického modelu bylo provedeno v prostředí ArcGIS [1].

4.2 Zhodnocení rozsahu výstupů

Rozsah výstupů odpovídá zadání.

4.3 Zhodnocení správnosti výstupů

4.3.1 Podélné profily, hladina

Průběh vypočtené polohy hladiny v podélném řezu odpovídá daným podmínkám.

4.3.2 Příčné řezy - vazba koryto – inundace

Pro účely zadání se jeví jako dostačující.

4.3.3 Hydraulika objektů

Přijatá zjednodušení lze při zohlednění účelu zadání považovat za adekvátní.

4.3.4 Interpretace výsledků

Interpretace výsledků modelového řešení do map nebezpečí byla provedena standartními postupy s využitím prostředků GIS.

5 Závěry a doporučení

5.1 Souhrnné zhodnocení

Práce [1] plně splnila svůj účel. Byla provedena soudobými technologiemi při zajištění a zdůvodnění použitých podkladů.

5.2 Doporučení

Je zřejmé, že rozsah záplavových území odpovídá použitým vstupním datům. Vzhledem k situaci, že geodetické zaměření bylo provedeno v roce 2000 a současně probíhá v zájmovém území realizace II. etapy protipovodňového opatření, je vhodné zaktualizovat geodetické zaměření dle skutečného stavu a výpočet zopakovat. Rovněž po významnějších úpravách hodnot N-letých průtoků se doporučuje provést aktualizaci výpočtu, obvykle jde o období 5 let.

6 Podklady

- [1] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje. Dílčí povodí Dyje. B. Technická zpráva – hydrodynamické modely a mapy povodňového nebezpečí na vodním toku **MORAVA v km 226,352 – 243,353, na vodním toku TRUSOVICKÝ POTOK v km 0,000 – 1,262, na vodním toku BYSTŘICE v km 0,000 – 0,710 a na vodním toku MLÝNSKÝ POTOK v km 0,000 – 4,861**. VÚV TGM, v.v.i. 07/2013.
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970
- [4] Numerický 1D+ model Moravy, Bystřice, Mlýnského a Trusovického potoka, MIKE 11, Povodí Moravy, s.p. 2000, průběžná aktualizace.