



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

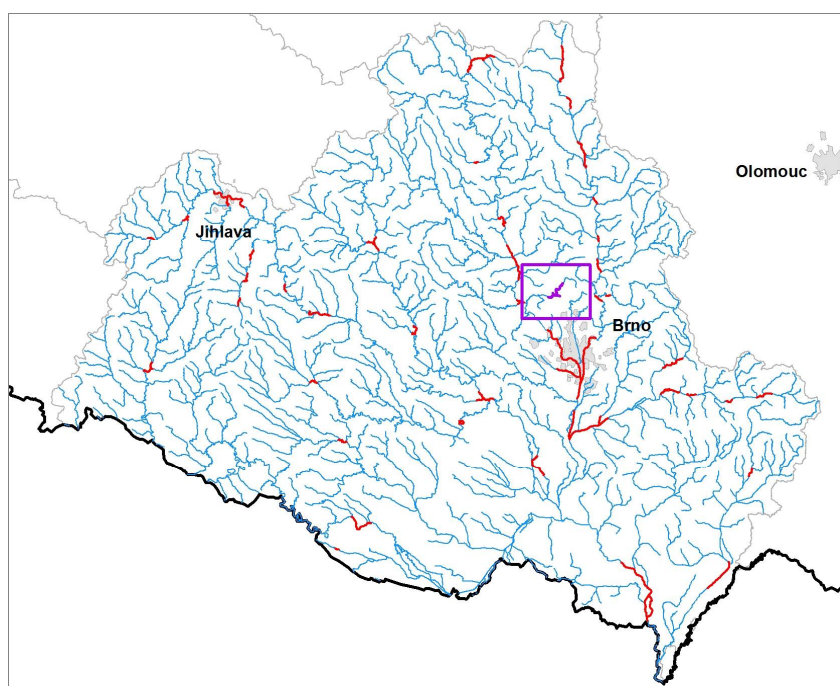
DÍLČÍ POVODÍ DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELÝ A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

KUŘIMKA – 10100442_1 (PM-33) - Ř. KM 6,445 – 12,067

LUČNÍ POTOK – 10197558_1 (PM-34) - Ř. KM 0,000 – 0,417

MOZOVSKÝ P. – 10187384_1 (PM-35) - Ř. KM 0,000 – 0,703



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 PŘÍTOKY VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

KUŘIMKA – 10100442_1 (PM-33) - Ř. KM 6,445 – 12,067

LUČNÍ POTOK – 10197558_1 (PM-34) - Ř. KM 0,000 – 0,417

MOZOVSKÝ P. – 10187384_1 (PM-35) - Ř. KM 0,000 – 0,703

Pořizovatel:



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

Zhotovitel:



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

Zpracovatel posudku:



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

V BRNĚ , 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	5
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	7
3	Přehled podkladů	8
3.1	Topografická data	8
3.2	Hydrologická data	8
3.3	Místní šetření	9
3.4	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady	9
3.5	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	9
3.6	Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny	10
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů	10
4	Popis koncepčního modelu	11
4.1	Schematizace řešeného problému	11
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	12
4.3	Způsob zadávání OP a PP	12
5	Popis numerického modelu	13
5.1	Použité programové vybavení	13
5.2	Vstupní data numerického modelu	13
5.3	Popis kalibrace modelu	16
6	Výstupy z modelu	17
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	20
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	21
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	21
6.4	Mapy povodňového nebezpečí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	22

Přílohy

5.1 Posudek hydraulického výpočtu

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratk a symbolů

Tab. č. 1 Seznam zkratk 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
SOP	studie odtokových poměrů
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“.

1.3 Předmět práce

Předmět práce zahrnuje tyto činnosti:

- Popis postupů souvisejících se zajištěním vstupních podkladů – stávající + nové (dodatečné zaměření profilů, objektů atd.)
- Sestavení (aktualizace) 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.
- Aktualizace nebo 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 hydraulické výpočty pro účely vymezení záplavového území zpracované na Povodí Moravy, s.p.

2 Popis zájmového území

Předmětem řešeného území je úsek na řece Kuřimka v km 6,440 – 12,036 *, Luční potok v km 0,000 – 0,418 * a Mozovský potok 0,000 – 0,703 *.

Tab. č. 2 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100442_1	PM-33	Kuřimka	6,440 – 12,036	4-15-01-142
10197558_1	PM-34	Luční potok	0,000 – 0,418	4-15-01-142
10187384_1	PM-35	Mozovský potok	0,000 – 0,703	4-15-01-142

*) 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) 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 Kuřimky, používaná při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik, byla ponechána z geodetického zaměření koryta z roku 2000, v roce 2008 bylo doplněno zaměření aktuálního stavu koryta a kompletně byly zaměřeny přítoky Luční a Mozovský p. V tabulce č. 3 je uvedeno srovnání staničení dle PVPR a dle geodetického zaměření [5].

Tab. č. 3 Srovnání staničení

Tok	Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
Kuřimka	6,445 – 12,067	6,440 – 12,036
Luční p.	0,000 – 0,417	0,000 – 0,418
Mozovský p.	0,000 – 0,703	0,000 – 0,703

V povodí Kuřimky nejsou zbudována žádná významná vodní díla.

V zájmovém úseku toku Kuřimky nejsou žádné významné přítoky, Luční a Mozovský potok jsou přítoky Kuřimky v km 7,882 a km 8,561.

2.1 Všeobecné údaje

Tok Kuřimka patří do dílčího povodí Dyje, pramení na severovýchodním svahu Babího lomu, horní část úseku je v nezastavěné části, poté protéká obcemi Kuřim, Moravské Knínice, Chudčice a ve Veverské Bítýšce se vlévá zleva do Svratky v km 65,426, již v místech vzdutí Brněnské přehrady.

Nad městem Kuřim se na toku nachází poldr. Stoletá povodeň na Kuřimce z horního povodí Kuřimky je transformována poldrem z 24,5 m³/s na 4,8 m³/s. Zástavba města Kuřim je sice účinně chráněna poldrem v případě povodně, která vznikne na Kuřimce a jejich přítocích Lipůvce, Bělečském potoce, Podlesním potoce v horní části Kuřimky nad poldrem, zástavba je ale stále ohrožena z dílčího povodí Mozovského, Lučního potoka a mezipovodí Kuřimky pod poldrem. Plocha tohoto území dílčího povodí, na kterém může vzniknout lokální povodeň pod poldrem činí 9,324 km². Této ploše teoreticky odpovídá hodnota stoleté povodně 18 m³/s.

Úsek 10100442_1 (PM-033), Kuřimka

V řešeném úseku protéká Kuřimka z velké části katastrálním územím Kuřim, kousek náleží do katastrálního území Moravské Knínice. Řešený úsek začíná (popisováno po toku) u průmyslové zóny nad městem Kuřim, poté protéká Kuřimka v patě hráze poldru, který je v km 10,416 do řeky zaústěn. Polder slouží k transformaci povodní nad městem Kuřim. Dále tok proteče zástavbou města, kde přitéčou levostranné přítoky Bělečský, Podlesný a Mozovský potok a pravostranný Luční potok, obteče ČOV Kuřim a skončí na polích nad městem Kuřim.

V zájmovém úseku je jeden železniční most, dvanáct mostů, 9 mostků a patnáct lávek pro pěší. Úsek Kuřimky v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Úsek 10197558_1 (PM-034), Luční potok

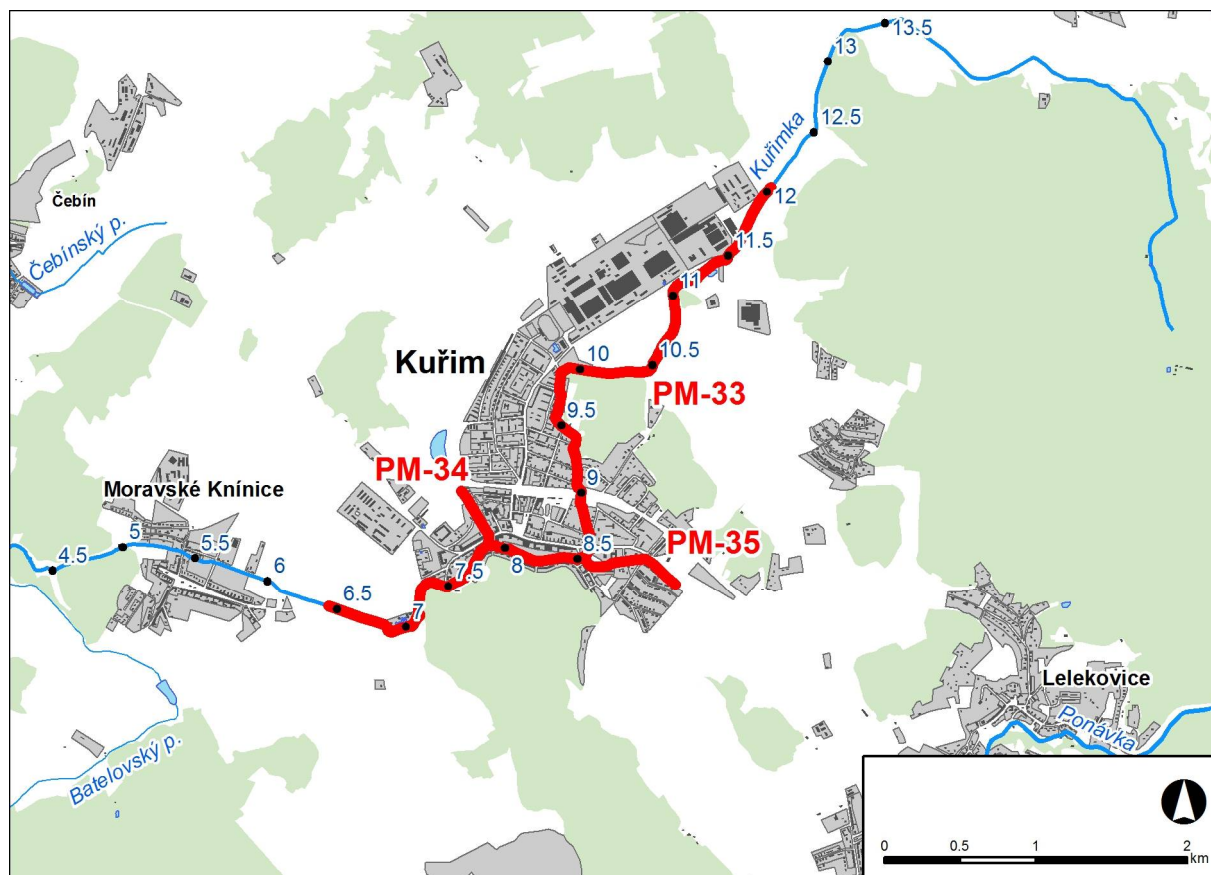
Celková délka Lučního potoka je cca 2,1 km, námi řešený úsek je v km 0,000 – 0,418. Řešený úsek začíná až pod rybníkem Srpek. Tok se nachází v dolní části města Kuřim. Celý řešený úsek je v zástavbě, do Kuřimky je zaústěn v km 7,882 a posledních 76 m je zatrubněných v potrubí DN 1000. Koryto Lučního potoka 0,076 – 0,280 nad zaklenutím je nepřístupné, ohrazené po obou stranách a na mnoha místech i příčně, drátěnými ploty. V korytě Lučního potoka, ohraničeného oboustrannými ploty, se nachází řada provizorních lávek, odběrů a dalších podobných zařízení. V zájmovém úseku se nachází čtyři lávky a dvě zatrubnění (76 a 4 m). Úsek je také ve správě Povodí Moravy, s.p.

Oproti vymezení úseku dle předběžného vymezení (PVPR) byl řešený úsek řešen protažen dále proti proudu o cca 50 m (k železničnímu mostu) a riziková analýza je zpracována tak, aby byla postižena zástavba na LB v horní části úseku. Úsek je stále značen ve vymezené délce.

Úsek 10187384_1 (PM-035), Mozovský potok

Celková délka Mozovského potoka je cca 2 km, námi řešený úsek je v km 0,000 – 0,703. Úsek je od okraje nové zástavby v jihovýchodní části města, po soutok s Kuřimkou v km 8,561. Mozovský potok je od zaústění do Kuřimky zaklenutý potrubím DN 800 mm v délce 466 m pod ulicí Brněnská. Nad zaklenutím je po obou březích zástavba. V zájmovém území se nenachází žádný most, lávka ani jiná překážka na toku. i tento úsek je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Obr. č. 1 Přehledná mapa řešeného území



2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Nedávné povodně v roce 1997, 2002 a 2006 se povodí Kuřimky vyhnuly. Při lokálních průtržích dochází k zaplavení částí ulic nebo sklepních objektů v Kuřimi. Mezi novodobé historické povodně lze započítat povodeň z 06/2005 po přívalovém dešti, kdy došlo k zaplavení části města, povodeň z 09/2005 zaplavení areálu Prefa Brno, závod Kuřim, a povodeň z 06/2009 po přívalovém dešti [16].

Průběhy historických povodní nejsou v dostupných podkladech zaznamenány ani nijak jinak zmíněny.

Obr. č. 2 Povodeň 2009 – Kuřim



3 Přehled podkladů

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 Vytvoření (aktualizace) DMT

- [1] **DMT**, vytvořeno v Arc GIS Version 9.3, model pokrývá celé zájmové území na předpokládaný rozliv Q_{500} s přesahem, zpracováno z fotogrametrického zaměření (GEODIS BRNO, spol. s r.o., 2000) a z výškopisu ZABAGED, formát GRID, velikost pixelu 10 m, přesnost výškových údajů do 0,5 m, polohopisný systém S-JTSK, výškopisný systém Balt po vyrovnání.
- V průběhu zpracovávání map povodňového nebezpečí byly zjištěny nepřesnosti v DMT oproti skutečnému stavu. Proto byl DMT zpracovatelem upraven. Na základě geodetického zaměření (příčných a údolních profilů) [5] bylo vymodelováno koryto posuzovaného toku i přítoků. V případě zjištění dalších nepřesností v DMT (liniové stavby, blízké okolí toku) byl tento DMT upraven dle zaměření a zjištění při pochůzce v terénu. Velikost pixelu výsledného rastru DMT je 5 m.

3.1.2 Mapové podklady

- [2] **Rastrová základní mapa 1 : 10 000** (RZM 10), z vektorového topografického modelu ZABAGED, ČÚZK, 2011, Měřítko 1 : 10 000, velikost pixelu 0,63 m
- [3] **Ortofotomapy**, formát JPG, velikost pixelu 0,25 m, ČÚZK, 2010
- [4] **ZABAGED**, digitální geografický model území, formát SHP, ČÚZK, 2011, měřítko 1 : 10 000

3.1.3 Geodetické podklady

- [5] **Geodetické zaměření**, původní zaměření pro zpracování záplavového území Kuřimky z roku 2000, bylo doplněno o zaměření aktuálního stavu koryta. Zaměření provedl útvar hydroinformatiky Povodí Moravy, s.p. na jaře v roce 2008. Luční, Mozovský, Bělečský a Podlesní potok byly zaměřeny kompletně v roce 2008 útvarem hydroinformatiky. Doměření bylo provedeno v roce 2010. Příčné profily jsou zaměřeny od cca 30 m na Lučním potoce, přes cca 50 m na Kuřimce, po cca 100 m na Mozovském potoce. Zaměření je v polohopisném systému S-JTSK, výškopisném systému Balt po vyrovnání. Výkresová dokumentace je k dispozici u zhotovitele.

3.2 Hydrologická data

- [6] **N-leté průtoky**, ČHMÚ. V tab. č. 4 jsou uvedena data použitá pro výpočet. U ČHMÚ byla ověřena data Q_5 , Q_{20} a Q_{100} starší pěti let a jsou platná.

Tab. č. 4 N-leté průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$

Pracovní číslo úseku	Hydrologický profil	Rok pořízení (ověření)	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
PM-33	Kuřimka - most Moravské Knínice	2013	6,3	9,2	17,5	32	46	III.
PM-34	Luční potok – nad Kuřimkou	2013	0,2	1,9	4,7	11,6	24 *	III.
PM-35	Mozovský potok – nad Kuřimkou	2013	0,2	1,6	4,1	10,0	21 *	III.

*) Poznámka: Hodnota průtoku nebyla dodána ČHMÚ a byla získána extrapolací.

Starší hydrologická data jsou v tab. č. 5.

Tab. č. 5 N–leté průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$

Pracovní číslo úseku	Hydrologický profil	Rok pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
PM-33	Kuřimka - most Moravské Knínice	2002	6,3	11,5	20	32	-	III.
PM-34	Luční potok – nad Kuřimkou	2008	0,2	2,6	5,7	11,6	-	III.
PM-35	Mozovský potok – nad Kuřimkou	2006	0,2	2,1	4,7	10,0	-	III.

3.3 Místní šetření

- [7] **Fotodokumentace** byla pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedlo Pöry Environment a.s. dne 24.9.2012 pro všechny tři řešené úseky. 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 nebyly zjištěny zásadní změny tvaru koryta, inundačního území a technických objektů na toku oproti geodetickému zaměření a DMT použitých pro tvorbu modelu pro žádný z posuzovaných úseků. Fotodokumentace je přílohou této zprávy.

3.4 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

- [8] **Numerický 1D+ model Kuřimky a přítoků Lučního potoka a Mozovského potoka** v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2012. Model sloužil pro zpracování Záplavového území Kuřimky [11]. Pro tvorbu modelu bylo využito geodetické zaměření [5], DMT [1] a hydrologická data [6]. V rámci modelu byly řešeny povodňové scénáře pro Q_1 - Q_{100} . Výpočet byl proveden pro neustálené nerovnoměrné proudění.

Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo provedeno řešení vymezených úseků ustáleným nerovnoměrným prouděním s využitím okrajových podmínek z výše uvedeného celkového modelu. Model vymezeného úseku byl sestaven společností Pöry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2012. Hydrologická data v modelu byla aktualizována a doplněna o povodňový scénář Q_{500} . Případné rozdíly současného stavu (zjištěné z terénního průzkumu) a výchozího modelu byly zohledněny.

- [9] **Kalibrační data** – v řešených úsecích nebyla k dispozici relevantní data použitelná pro kalibraci.

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

- [10] Technicko provozní evidence toků – Kuřimka, Povodí Moravy, s.p., Brno
[11] Záplavové území Kuřimky km 0,000 – km 13,300, Povodí Moravy, s.p., 6/2012
[12] Plán oblasti povodí Dyje; Pöry Environment a.s.; Brno; 12/2009
[13] Studie protipovodňových opatření na území Jihomoravského kraje, Pöry Environment a.s., Brno, 05/2007
[14] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual, DHI, 2009
[15] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970
[16] Záplavové území Kuřimky, Povodí Moravy, s.p, 06/2012

3.6 Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny

- [17] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [18] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [19] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [20] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [21] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [22] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [23] TNV 75 2910 Manipulační řády vodních děl na vodních tocích.
- [24] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [25] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [26] 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).
- [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] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [30] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012
- [31] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011
- [32] Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik – pilotní projekt v soutokových oblastech, DHI a.s., 07/2011

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

3.7 Vyhodnocení a příprava podkladů

DMT [1] vytvořené z fotogrametrických náletů a z výškopisu ZABAGED pokrývá celé zájmové území v ploše předpokládaného rozlivu při Q_{500} s přesahem.

Mapové podklady (RZM 10 [2], ortofotomapy [3] a ZABAGED [4]) pokrývají celé zájmové území.

Pozemní geodetické zaměření [5] pokrývá celé zájmové území Kuřimky. Příčné profily korytem jsou vedeny kolmo na směr proudění, s hustotou dle charakteru koryta. Zaměřeny jsou veškeré objekty na toku – stupně, jezy, mosty, lávky. V inundaci jsou dále zaměřeny liniové stavby podélné i příčné.

Hydrologická data [6] použitá ve stávajícím výpočtu (Q_5 , Q_{20} a Q_{100}) byla starší pěti let, proto byla ověřena u ČHMÚ, hodnoty Q_{500} byly dodány nově v roce 2013.

Terénní průzkum byl proveden 24.9.2012. Byla pořízena fotodokumentace [7] a prověřena aktuálnost geodetického zaměření.

Ostatní podklady (kalibrační data, studie a koncepční dokumenty) byly shromážděny a využity při hydraulických výpočtech.

Podkladem pro výpočet byl stávající numerický 1D+ model Kuřimky [8] zahrnující zájmové úseky v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2012.

Podkladová kalibrační data [9] nejsou v řešených úsecích k dispozici.

4 Popis koncepčního modelu

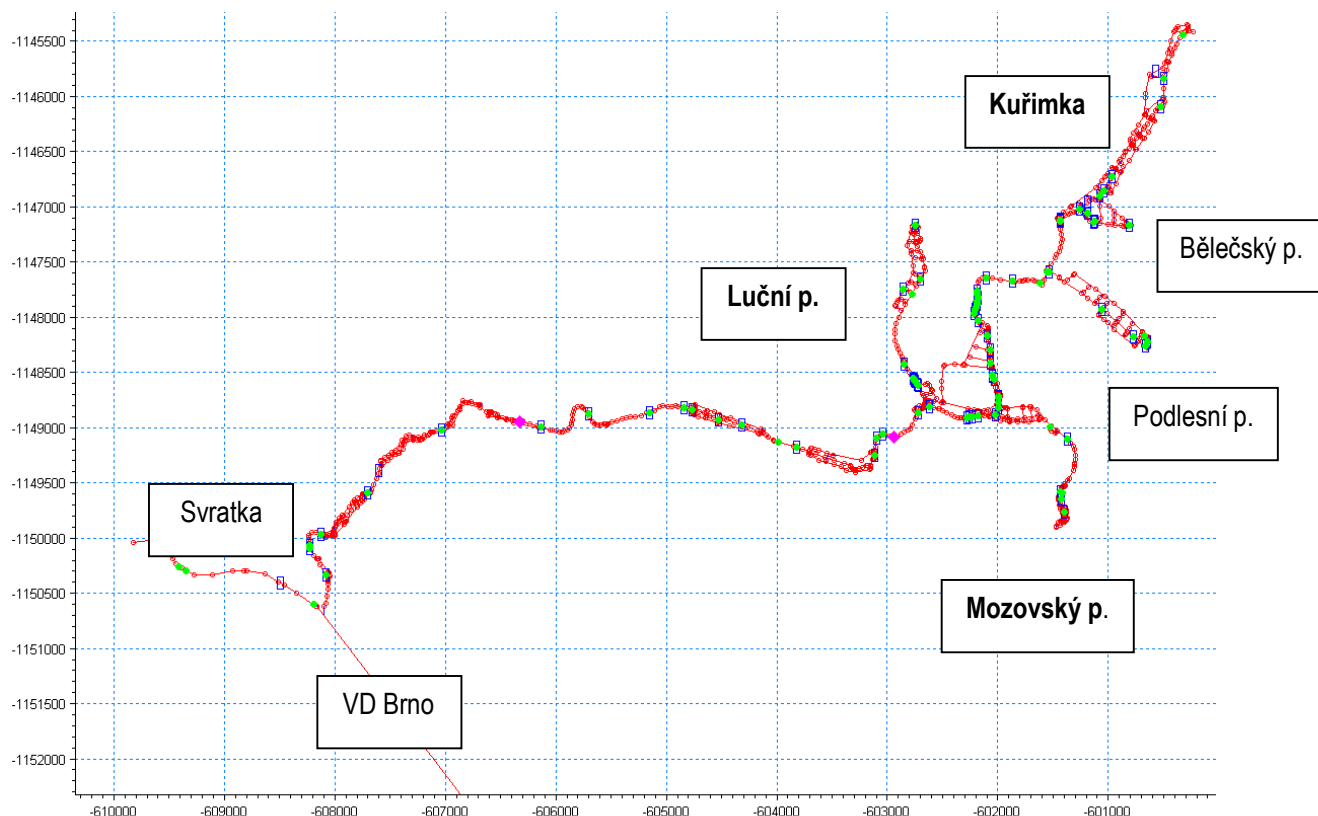
Řešený úsek toku byl schematizován 1D+ modelem. Výpočet průběhu hladin byl proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11 (popis programu je uveden v kap. 5.1). Model vymezeného úseku byl sestaven společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2012.

Matematickým modelem byl popsán průtok vlastním korytem řeky Kuřimky včetně jejích přítoků (Bělečského, Podlesního, Mozovského a Lučního potoka) od Svratky až po obec Lipůvku, souvisejících inundací a veškerých objektů na toku.

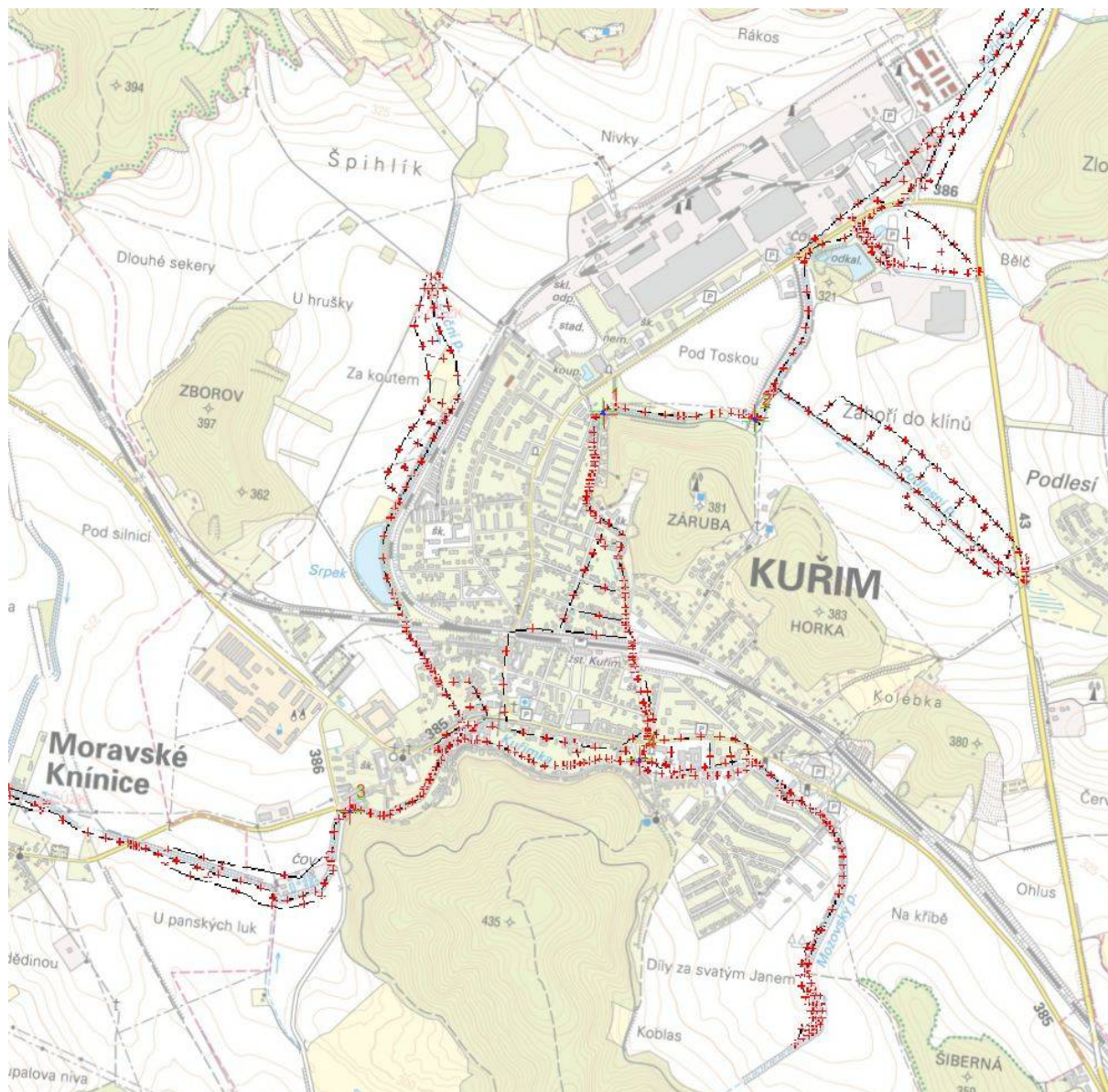
4.1 Schematizace řešeného problému

V rámci matematického řešení byla provedena schematizace pomocí síťového modelu. Příčné řezy a technické objekty na toku jsou zadány dle geodetického zaměření. Zájmové úseky Kuřimky, Mozovského a Lučního potoka byly řešeny v rámci jednoho výpočtového modelu. Použití 1D+ modelu bylo zvoleno vzhledem k faktu, že toky jsou v sevřeném údolí, kde nedochází k výrazným rozlivům do inundace a také vzhledem k poměrně nízkým hodnotám průtoků. Pro namodelování rozlivů v některých úsecích toku je dostačující použití souběžných výpočtových větví, samozřejmě při zajištění dostatečného propojení s hlavní (korytovou) výpočtovou větví tak, aby byla věrohodně popsána komunikace vody v korytě a inundaci.

Obr. č. 3 Schéma celého řešeného modelu



Obr. č. 4 Schéma řešeného modelu pro úseky PM-033, PM-034 a PM-035



4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Výpočet hladin je proveden metodou ustáleného nerovnoměrného proudění a ve výpočtu jsou tedy uvažovány konstantní hodnoty kulminačních průtoků dané ČHMÚ [6].

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Okrajové podmínky jsou zadány následovně.

Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladiny Kuřimky v profilu pod řešeným úsekem.

Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} , a Q_{500} v Kuřimce, Mozovském a Lučním potoce dodaných ČHMÚ [6].

Pro výpočet ustáleného proudění se počáteční podmínky nezadávají.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Výpočet hladin je proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11, vyvinutým Dánským hydraulickým institutem pro výpočet pseudo-dvourozměrného proudění. MIKE 11 je komplexní jednorozměrný matematický model pro simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích a srážko-odtokových jevů. Výpočtové rovnice matematického modelu jsou uvedeny v manuálu [14], který je k dispozici u zhotovitele.

Matematickým modelem je popsán průběh, kdy povodeň vznikne pod poldrem v povodí Mozovského a Lučního potoka a v Kuřimce a na přítocích (Lipůvka, Podlesní, Bělečský, Mozovský, Luční atd) budou průtoky v hodnotách doplňků do příslušných N-letých průtoků pod soutoky. Při tomto scénáři povodně se uplatní retenční účinek poldru pouze částečně a město bude ohroženo nejvíce. Maximální hladiny budou dosaženy v úseku Mozovského a Lučního potoka a Kuřimky pod Mozovským potokem.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Vstupními daty numerického modelu jsou data z geodetického pozemního měření [5], které vstupují do modelu jako příčné profily. Tyto příčné profily jsou dle potřeby doplněny dle údajů z DMT. Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} , a Q_{500} v Kuřimce, Mozovském a Lučním potoce dodaných ČHMÚ [6]. Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladiny Kuřimky v profilu pod řešeným úsekem. Pro stanovení stupně drsnosti byly používány ortofotomapy [3] a fotodokumentace [7] pořízená při terénním průzkumu.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Do výpočtového matematického modelu jsou zahrnuty veškeré objekty na toku. V zájmovém území Kuřimky bylo zaměřeno celkem 134 příčných profilů, na Lučním potoce 13 a na Mozovském potoce 7 příčných profilů, které vystihují morfologii koryta, přilehlého inundačního území a veškeré důležité objekty na toku (viz tab. č. 5, 6 a 7).

Tab. č. 6 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-033, Kuřimka, km 6,440 – 12,036

Km	Popis objektu	Lokalita
7,143	most do ČOV	Kuřim
7,316	silniční most	Kuřim
7,380	mostek	Kuřim
7,488	betonový stupeň	Kuřim
7,486	most	Kuřim
7,815	most	Kuřim
7,937	nový most	Kuřim
8,289	betonová lávka	Kuřim
8,313	betonová lávka	Kuřim
8,334	betonová lávka	Kuřim
8,389	ocelová lávka	Kuřim
8,551	silniční most	Kuřim

8,624	silniční most	Kuřim
8,665	mostek	Kuřim
8,726	lávka	Kuřim
8,889	lávka	Kuřim
8,917	mostek	Kuřim
8,931	lávka	Kuřim
8,968	železniční most	Kuřim
9,053	silniční most	Kuřim
9,167	lávka	Kuřim
9,492	mostek	Kuřim
9,558	lávka	Kuřim
9,597	mostek	Kuřim
9,621	mostek	Kuřim
9,647	mostek	Kuřim
9,671	mostek	Kuřim
9,700	lávka	Kuřim
9,711	mostek	Kuřim
9,739	lávka	Kuřim
9,768	lávka	Kuřim
9,926	dřevěný práh	Kuřim
9,936	lávka	Kuřim
10,171	lávka	Kuřim
10,416	hráz poldru	Kuřim
11,264	silniční most	Kuřim
11,295	betonový práh s lávkou	Kuřim
11,481	silniční most	Kuřim
11,549	silniční most	Kuřim
11,703	hospodářský most	Kuřim

Tab. č. 7 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-034, Luční p., km 0,000 – 0,418

Km	Popis objektu	Lokalita
0,000-0,076	zatrubnění DN 1000	Kuřim
0,211	lávka	Kuřim
0,231	lávka	Kuřim
0,258	lávka	Kuřim
0,272	lávka	Kuřim
0,281-0,285	zatrubnění DN 1000	Kuřim

Tab. č. 8 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-035, Mozovský p., km 0,000 – 0,703

Km	Popis objektu	Lokalita
0,000 – 0,466	Zatrubnění DN 800	Kuřim

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Drsnosti jednotlivých úseků byly zadány na základě fotografického detailního zmapování současného stavu koryt vodních toků v terénu [7].

Dnové drsnosti byly zadány podle charakteru jednotlivých úseků toků v rozsahu 0,03- 0,046. Drsnost svahů byla zadána podle druhu a hustoty povrchu a porostů.

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladiny Kuřimky v profilu č. 109 v km 6,340, převzaté ze studie Záplavové území Kuřimky [11].

Tab. č. 9 Použité polohy hladiny pro dolní okrajovou podmínku modelu Křtinského potoka

DOP ₅ (m n.m.)	DOP ₂₀ (m n.m.)	DOP ₁₀₀ (m n.m.)	DOP ₅₀₀ (m n.m.)
268,25	268,77	269,47	270,29

Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} , a Q_{500} v Kuřimce, Mozovském a Lučním potoce dodaných ČHMÚ [6].

Řešení soutokových oblastí

Vzhledem k tomu, že zájmový úsek (soutok) byl řešen jedním výpočtovým modelem, byly v souladu s [32] řešeny dva scénáře hydrologických situací. Řešený průtok byl pod soutokem uvažován v obou scénářích dle ČHMÚ. V prvním toku byl nad soutokem v jednom scénáři uvažován průtok dle ČHMÚ a v druhém toku byl uvažován průtok dopočtený jako rozdíl hodnot průtoků pod soutokem a průtoků v prvním toku nad soutokem. Ve druhém scénáři byl uvažován stejný princip, avšak pro průtok nad soutokem dle ČHMÚ v druhém toku. Pro vynesení rozlivů byla uvažována obálka maximálních rozlivů z těchto dvou uvažovaných scénářů.

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Pro výpočet ustáleného proudění se počáteční podmínky nezadávají.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Zhodnocení vstupních dat z hlediska možných nejistot a úplnosti.

Nejistota může být v hustotě a přesnosti geodetických dat. Sestavený DMT dle fotogrametrických náletů a z vrstevnic ze ZABAGEDU doplněný pozemním měřením může mít vliv na správné sestavení větvené 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.

5.3 Popis kalibrace modelu

Vzhledem k absenci relevantních kalibračních dat v řešených úsecích toku nebyl model kalibrován.

6 Výstupy z modelu

Základními výstupy z 1D modelů jsou úrovně hladin a bodové hodnoty průřezových rychlostí v příčných profilech pro jednotlivé povodňové scénáře. Úrovně hladin jsou tabelárně znázorněny v tab. č. 10 - 12.

Na základě znalosti úrovně hladin v jednotlivých příčných profilech byly do map vyneseny čáry rozlivů pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} . Z úrovní hladin v jednotlivých profilech byly v prostředí programu ArcGIS vytvořeny rastry úrovně hladin pro jednotlivé povodňové scénáře. Za použití rastrů úrovně hladin a rastru DMT byly vytvořeny rastry hloubek. Mapy povodňového nebezpečí znázorňují pro jednotlivé povodňové scénáře hloubky pomocí rastru a bodové hodnoty průřezových rychlostí.

Hodnoty veličin jsou pro řešené průtoky zpracovány v grafickém zobrazení map záplavových čar a map povodňového nebezpečí dokládaných na přiloženém DVD.

Tab. č. 10 Psaný podélný profil pro úsek PM-033, Kuřimka, km 6,440 – 12,036

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
110	6.447	268.93	269.24	269.64	270.32
111	6.524	269.28	269.73	269.92	270.36
112	6.600	270.04	270.53	270.64	270.72
113	6.682	270.74	271.24	271.38	271.48
114	6.762	271.38	271.78	271.93	272.02
115	6.834	271.99	272.37	272.50	272.57
116	6.886	272.39	272.82	272.98	273.06
117	6.942	272.68	273.14	273.32	273.41
118	7.000	272.86	273.31	273.50	273.61
119	7.035	272.96	273.39	273.58	273.68
120	7.100	273.20	273.59	273.87	274.09
121	7.149	273.71	274.16	274.96	275.85
122	7.223	274.07	274.51	275.17	275.99
123	7.321	274.41	274.86	275.68	276.69
124	7.329	274.46	274.86	275.68	276.69
126	7.423	275.42	275.94	276.60	277.30
127	7.468	275.75	276.13	276.72	277.40
128	7.501	277.84	278.43	279.25	280.65
129	7.585	278.41	278.82	279.43	280.69
130	7.652	278.73	279.14	279.66	280.69
131	7.735	279.17	279.59	280.06	280.81
133	7.894	280.12	280.57	281.05	281.68
135	8.015	280.35	280.71	281.28	281.85
136	8.087	280.43	280.77	281.32	281.89
137	8.156	280.55	280.84	281.37	281.93
138	8.229	280.82	281.03	281.44	281.96
139	8.312	281.43	281.71	282.00	282.40
140	8.375	281.72	282.04	282.42	282.83
141	8.456	282.14	282.42	282.78	283.16
142	8.543	282.36	282.77	283.45	283.76

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
145	8.632	282.47	282.86	283.66	283.95
146	8.642	282.49	282.87	283.66	283.95
147	8.667	282.82	282.91	283.67	283.97
148	8.731	283.41	283.47	283.88	284.53
149	8.786	283.60	283.67	284.01	284.56
150	8.863	283.91	283.98	284.28	284.69
151	8.919	284.56	284.62	285.02	285.45
152	8.941	284.94	284.99	285.26	285.63
153	8.996	285.14	285.21	285.57	286.07
154	9.058	285.81	285.87	286.11	286.49
155	9.060	285.83	285.88	286.12	286.50
156	9.092	286.07	286.12	286.36	286.68
157	9.139	286.55	286.60	286.83	287.12
158	9.166	287.03	287.08	287.47	287.82
159	9.221	287.48	287.53	287.78	288.09
160	9.290	288.35	288.40	288.66	288.99
161	9.360	289.69	289.74	289.97	290.28
162	9.402	290.17	290.22	290.46	290.75
163	9.495	291.51	291.56	291.82	292.29
164	9.545	292.11	292.16	292.40	292.72
165	9.557	292.40	292.53	292.93	293.32
166	9.600	293.10	293.16	293.43	293.79
167	9.623	293.31	293.35	293.61	294.19
168	9.649	293.52	293.56	293.81	294.41
169	9.673	293.98	294.05	294.41	294.90
170	9.713	294.50	294.63	295.06	295.47
171	9.741	294.64	294.76	295.16	295.55
172	9.770	294.89	294.93	295.23	295.72
173	9.830	295.53	295.58	295.81	296.12
174	9.883	296.31	296.36	296.58	296.85
175	9.934	297.25	297.29	297.51	297.81
176	10.000	297.74	297.78	297.99	298.27
177	10.072	298.32	298.37	298.62	298.93
178	10.145	298.67	298.74	299.00	299.32
179	10.172	299.07	299.13	299.41	299.77
180	10.257	299.44	299.50	299.79	300.18
181	10.284	299.78	299.83	300.06	300.38
182	10.318	300.12	300.16	300.37	300.66
183	10.356	300.27	300.32	300.54	300.85
184	10.376	300.35	300.40	300.64	300.95
185	10.389	300.40	300.45	300.70	301.02
192	11.048	308.21	308.78	309.91	310.16
193	11.063	308.28	308.78	309.92	310.17
194	11.102	308.44	308.80	309.92	310.18

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
195	11.183	308.95	309.31	309.93	310.19
196	11.278	309.52	309.88	310.35	310.67
197	11.323	309.94	310.24	310.58	310.83
198	11.353	310.22	310.62	311.03	311.44
199	11.416	310.53	310.87	311.18	311.52
200	11.476	311.13	311.71	312.07	312.32
201	11.544	311.29	311.91	312.37	312.65
202	11.603	311.39	311.97	312.43	312.72
203	11.706	312.37	313.01	313.34	313.44
204	11.777	312.55	313.10	313.40	313.53
205	11.849	312.74	313.19	313.45	313.59
207	12.045	314.15	314.26	314.35	314.44

Tab. č. 11 Psaný podélný profil pro úsek PM-034, Luční p., km 0,000 – 0,418

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
501	0.076	281.27	281.70	281.95	282.26
502	0.109	281.28	281.71	281.97	282.29
503	0.148	281.28	281.71	281.97	282.29
504	0.211	281.28	281.71	281.98	282.29
505	0.231	281.28	281.72	281.98	282.30
506	0.258	281.29	281.72	281.99	282.31
507	0.281	281.30	281.73	282.01	282.36
508	0.293	281.33	281.76	282.07	282.47
509	0.303	281.66	281.83	282.13	282.55
510	0.308	281.66	281.83	282.13	282.55
511	0.337	281.66	281.85	282.16	282.59
512	0.375	281.67	281.86	282.17	282.60
513	0.399	281.67	281.86	282.17	282.60

Tab. č. 12 Psaný podélný profil pro úsek PM-035, Mozovský p., km 0,000 – 0,703

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
601	0.468	288.10	288.20	288.32	288.44
602	0.484	288.11	288.21	288.36	288.49
603	0.497	288.11	288.23	288.39	288.54
604	0.570	288.86	289.05	289.30	289.49
605	0.603	289.43	289.66	289.95	290.16
606	0.651	290.30	290.56	290.87	291.05

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
607	0.703	291.55	291.79	292.10	292.28
608	0.730	292.05	292.28	292.57	292.80

6.1 Záplavové čáry pro průtoky Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀

Záplavové čáry jsou křivky odpovídající průsečnicím hladin vody se zemským povrchem při zaplavení území povodní. Šířka rozlivu byla v jednotlivých příčných profilech určena zakreslením hladiny do těchto příčných profilů. Ty byly následně přeneseny do situace a mezi profily byly záplavové čáry dokresleny v prostředí ArcGIS na základě znalostech o vrstevnicích. K zákresu čar rozlivů nebyl použit DMT, ale vrstevnicový zákres v RZM 10 [2] či ZABAGED [4]. Jako podpůrného podkladu k zákresu čar rozlivu bylo použito ortofotomap [3] a znalosti terénu z pochůzky.

Úsek 10100442_1 (PM-033), Kuřimka

V řešeném úseku protéká řeka Kuřimka městem Kuřim. Následující popis rozlivů je strukturován od horního konce úseku po proudy.

Nad silničním mostem v km 11,549 dochází při Q₁₀₀ na PB k částečnému zaplavení průmyslového areálu. Pod silničním mostem Blanenská v km 11,481 dochází na levém břehu k zaplavení polních pozemků hladinou Q₁₀₀ z Bělečského potoka, který zaústíje do Kuřimky v km 11,250.

Pod propustkem v 11,044 se rozlévá na levém břehu hladina do suché retenční nádrže. Na pravém břehu Kuřimky se nachází hráz poldru. Do prostoru retenční nádrže zaústíje rozliv N-letých hladin Podlesního potoka.

Koryto pod poldrem je až po železniční most kapacitní, až na výjimku cca km 9,770 – 9,673 (ul Pod Zárubou) kde vybřeží hladina Q₁₀₀ na obou březích. Na levém břehu částečně zaplaví několik rodinných domů, na pravém břehu zahrady. Tato situace je způsobena několika nekapacitními mostky a lávkami v tomto úseku. K rozlivu Q₅₀₀ dochází také v blízkosti mostu Komenského, kdy je na PB zaplaveno několik domů.

K malému rozlivu hladiny Q₁₀₀ dochází také pod železničním mostem v cca km 8,941 – 8,893, kde bude na pravém břehu zaplaven dům s lékařskou ordinací. Vybřežení hladiny je způsobeno nekapacitní lávkou a mostkem. V úseku nad silničním mostem v km 8,624 dochází k levobřežnímu zaplavení budov a pozemků již od Q₅. Zaplavení pozemků je způsobeno zaklenutím Mozovského potoka, který do Kuřimky zaústíje v km 8,561. Rozliv hladin v Kuřimce pod mostem v km 8,551 je na levém břehu omezen svahem a na pravém břehu jsou zaplaveny domy a zahrady při Q₁₀₀ a Q₅₀₀. K rozsáhlejšímu rozlivům dochází nad zaústěním Lučního potoka.

Pod nekapacitním mostkem v km 7,815 budou zaplaveny domy po obou březích koryta Kuřimky, na levém břehu již při Q₂₀. Hladina Q₅ z koryta nevybřežuje. Nad mostem v km 7,486 je koryto kapacitní. Pod tímto mostem dochází k rozlivu hladiny Q₁₀₀ a Q₂₀ na pravém břehu. Na levém břehu hladina Q₁₀₀ zaplaví dva rodinné domy.

Pod silničním mostem Kuřim – Jinačovice dochází od Q₂₀ k rozlivu na PB a dále zaplavuje areál ČOV, kde v současné době sídlí firma Johnny servis. Voda přeteče stávající hráz pod areálem a zpětně ho zaplaví. Hladina Q₅ zůstává v korytě.

Úsek 10197558_1 (PM-034), Luční potok

Vzhledem k malé kapacitě Lučního potoka dochází v horní části úseku po ul. Tišnovskou k výrazným rozlivům v šířce přesahující 100 m již od průtoky Q₅. Takto jsou zaplavovány rodinné domky a přilehlé zahrady při ul. Luční, Kout a Tišnovská. Luční potok je od zaústění do Kuřimky v km 7,882 zaklenutý potrubím DN 1000 mm v délce 76 m po ul. Tišnovskou. Potrubí DN 1000 mm není kapacitní na povodňové průtoky a rozlivy zaplaví proluku podél restaurace „U Mertů“ a přilehlou ulici. Koryto Lučního potoka 0,076 – 0,280 nad zaklenutím je nepřístupné, ohrazené po obou stranách a na mnoha místech i příčně, drátěnými ploty. V korytě Lučního potoka, ohraničeného oboustrannými ploty, se nachází řada provizorních lávek, odběrů a dalších podobných zařízení.

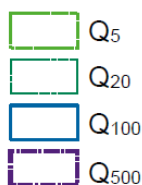
Úsek 10187384_1 (PM-035), Mozovský potok

V horní části úseku teče potok otevřeným lichoběžníkovým korytem, od ulice Brněnské je Mozovský potok zaklenutý potrubím DN 800 mm v délce 466 m až po ústí do Kuřimky. Otevřené koryto je kapacitní na průtok Q_{20} , při Q_{100} a Q_{500} jsou zaplavovány objekty na PB po ul. Tyršovu. Vzhledem k nedostatečné kapacitě zaklenutí dochází v prostoru nad ul. Brněnskou k vybřežení od Q_5 . Voda poté proudí po terénu v prostoru mezi ul. Tyršovou a Brněnskou. Takto jsou zaplavovány objekty v této lokalitě, včetně základní školy.

Záplavové čáry 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 [31] - viz obr. 5.

Obr. č. 5 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

Záplavové čáry



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

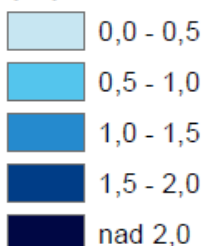
Hloubky vody z numerického programu jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 5 m. Rastry hloubek byly vytvořeny na základě znalostí úrovně hladin v jednotlivých profilech, ze kterých byly vytvořeny rastry úrovně hladin. Následným odečtením rastrů úrovně hladin a rastru DMT (včetně ořezání dle záplavových čar) byly vytvořeny rastry hloubek.

Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [31] - viz obr. 6.

Obr. č. 6 Definice barev a intervalů hloubek

Hloubky

(m)



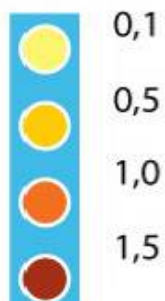
6.3 Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Průřezové rychlosti jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky jako bodové hodnoty, a to vždy pro části profilu tvořené vlastním korytem toku a pravobřežní resp. levobřežní inundací.

Rychlosti v tomto úseku je možno rozdělit na rychlosti v korytě a mimo koryto. V korytě jsou hodnoty rychlostí okolo $1,0 - 2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, místně až $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Hodnoty rychlostí se v inundaci pohybují do $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Rozdělení intervalů rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [31] - viz obr. 7.

Obr. č. 7 Definice barev a intervalů rychlostí



6.4 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 doprovoděny informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky mají podobu rastru, rychlosti jsou popsány bodovými hodnotami. Charakteristiky jsou podloženy RZM v odstínu šedé a vyobrazená proměnná má velikost pixelu 5 m.

Přílohy



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

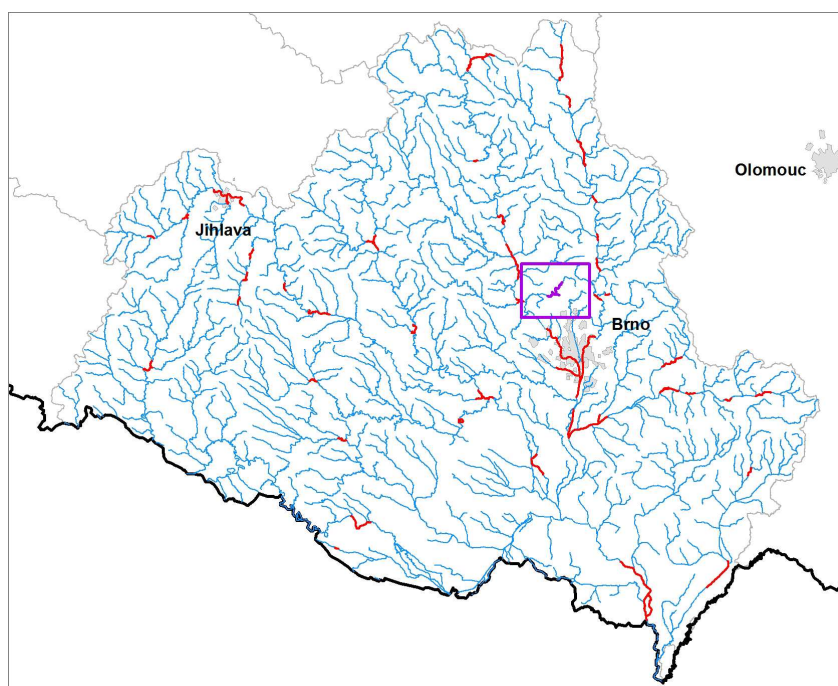
DÍLČÍ POVODÍ DYJE

5.1 POSUDEK HYDRAULICKÉHO VÝPOČTU

KUŘIMKA – 10100442_1 (PM-33) - Ř. KM 6,445 – 12,067

LUČNÍ POTOK – 10197558_1 (PM-34) - Ř. KM 0,000 – 0,417

MOZOVSKÝ P. – 10187384_1 (PM-35) - Ř. KM 0,000 – 0,703





OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Pořizovatel:



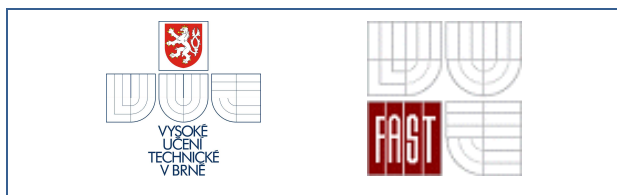
Povodí Moravy, s.p.
Dřevařská 11
601 75 Brno

Zhotovitel:



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

Zpracovatel posudku:



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

Posudek zpracoval: doc. Ing. Aleš Dráb, Ph.D.

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

V Brně , říjen 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	5
2.2	Hydrologická data	6
2.2.1	Základní hydrologická data (ČSN 75 1400)	6
2.2.2	Povodňové vlny	6
2.2.3	Diskuze se staršími hydrologickými 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	6
2.5.1	Dostupné dokumenty a jejich účel	6
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.....	7
3.1.3	Použité programové vybavení	7
3.2	Hydrodynamický model.....	7
3.2.1	Prostorová diskretizace	7
3.2.2	Okrajové a počáteční podmínky	7
3.2.3	Vstupní parametry modelu.....	7
3.2.4	Kalibrace a verifikace modelu.....	7
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	8
4.3.1	Podélné profily, hladina	8
4.3.2	Příčné řezy - vazba koryto - inundace	8
4.3.3	Hydraulika objektů	8
4.3.4	Interpretace výsledků.....	8
5	Závěry a doporučení.....	8
5.1	Souhrnné zhodnocení	8
5.2	Doporučení	8
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 je realizován 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 zahrnuje především tyto činnosti:

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

Cílem posudku je stručně zhodnotit relevantnost použitých podkladů, provedených hydraulických výpočtů a jejich výstupů pro hodnocené úseky vodních toků **Kuřimka – 10100442_1 (PM-33) - ř. km 6,445 – 12,067, Luční potok – 10197558_1 (PM-34) - ř. km 0,000 – 0,417, Mozovský potok – 10187384_1 (PM-35) - ř. km 0,000 – 0,703** z pohledu kompletnosti a způsobu zpracování příloh [4] a [5].

2 Zhodnocení relevantnosti vstupních podkladů

2.1 Topografická data

2.1.1 Mapové podklady

Použité mapové podklady zahrnující rastrovou základní mapu ČR (RZM10), ortofotomapy, a data ZABAGED odpovídají z hlediska obsahu požadavkům zadání. V případě mapových děl by bylo vhodné specifikovat rozsah např. formou výpisu použitých mapových listů.

2.1.2 Geodetické podklady

Rozsah i aktuálnost geodetického zaměření příčných profilů a objektů na vodních tocích Kuřimka, Mozovský potok a Luční potok je vyhovující pro realizaci hydraulického výpočtu s použitím 1D numerického modelu. V oblastech mimo rozsah geodetického zaměření byly výškopisné údaje doplněny s použitím digitálního modelu terénu (DMT).

2.1.3 Digitální model terénu

K řešení byl využit DMT vytvořený na základě fotogrammetrického zaměření v kombinaci s daty ZABAGED. Rozlišení DMT v rastrovém formátu činí 10 x 10 m. Lokální nepřesnosti DMT zjištěné v průběhu zpracování projektu byly kompenzovány doplněním DMT o údaje z dílčích geodetických měření a místních šetření v zájmové lokalitě. Takto vytvořený DMT odpovídá rozsahem i přesností požadavkům zadání. Pro zájmovou lokalitu nejsou aktuálně dostupná data s vyšší přesností, pořízená např. s použitím technologie laserového skenování povrchu.

2.2 Hydrologická data

2.2.1 Základní hydrologická data (ČSN 75 1400)

Zpráva [4] uvádí v souladu s ČSN 75 1400 aktuální hodnoty kulminačních průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} pořízená v roce 2013. Aktuální hydrologické údaje jsou pro srovnání doplněny o starší data z let 2002, 2008, 2006. Rozsah doložených hydrologických dat vyhovuje požadavkům zadání.

2.2.2 Povodňové vlny

Vzhledem ke skutečnosti, že hydraulické výpočty byly provedeny za předpokladu ustáleného nerovnoměrného proudění, není nutné dokládat údaje o povodňových vlnách.

2.2.3 Diskuze se staršími hydrologickými daty, nejistoty.

Starší hydrologická jsou doložena, stručná diskuze k nejistotám je uvedena v kap. 5.2.5. zprávy [4].

2.3 Výkresová dokumentace

Výkresová dokumentace komentovaná v následujících odstavcích kap. 2.3 byla poskytnuta jako součást podkladu [6].

2.3.1 Situace

Situace zájmového území rozsahem i podrobností vyhovuje požadovanému účelu. Linie příčných profilů jsou však zakresleny pouze schematicky a nelze z nich stanovit skutečnou polohu geodeticky zaměřených bodů.

2.3.2 Příčné řezy

K dispozici jsou zaměřené příčné profily toku a souvisejících objektů. Z profilů není zřejmé, jakým způsobem byl do modelu zadán průběh terénu mimo geodetické zaměření. V některých případech vypočtená hladina „vybíhá“ mimo zaměřený profil. Lze předpokládat, že byl k tomuto účelu využit dostupný DMT.

2.3.3 Podélné řezy

Podélné řezy vyhovují požadovanému účelu.

2.3.4 Výkresy objektů

K dispozici jsou základní parametry objektů na řešených tocích uvedené v příčných řezech a podélných profilech. Upřesnění parametrů jednotlivých objektů bylo pravděpodobně provedeno s využitím technicko-provozní evidence citované v podkladech [4] a v rámci realizovaných místních šetření.

2.3.5 Fotodokumentace

Rozsahem a podrobností vyhovuje požadovanému účelu

2.4 Místní šetření

2.4.1 Rozsah

Rozsah místního šetření realizovaného Pöry Environment a.s. v zájmové lokalitě dne 24.9. 2012 odpovídá požadavkům zadání.

2.4.2 Soulad zjištěných skutečností s ostatními dostupnými podklady

V rámci místního šetření nebyly k datu 24.9. 2012 zjištěny zásadní změny oproti geodetickému zaměření koryt toku a souvisejících objektů [6].

2.5 Stávající hydraulické výpočty

2.5.1 Dostupné dokumenty a jejich účel

V kap. 3.4 zprávy [4] je uveden popis dostupných realizovaných hydraulických výpočtů [6], které byly v roce 2012 zpracovány pro účely vymezení rozsahu záplavových území v zájmové lokalitě.

2.5.2 Aktuálnost, přesnost výstupů

Hydraulické výpočty dle [6] lze s ohledem na dobu zpracování a výsledky místních šetření (2012) považovat za aktuální.

2.5.3 Využitelnost dokumentů

Na základě uvedených údajů lze prohlásit, že realizované hydraulické výpočty pokrývají z hlediska rozsahu celou řešenou zájmovou lokalitu. Zpracovaný numerický model je možné po aktualizaci vstupních parametrů využít pro účely zpracování map povodňového nebezpečí.

2.6 Podklady pro kalibraci modelu

Údaje o kalibračních datech nejsou ve zprávě uvedeny. Dle kap. 3.4 zprávy [4] nebyla potřebná kalibrační data v době zpracování modelu k dispozici.

2.6.1 Relevantní povodňové epizody

Údaje o kalibračních datech nejsou ve zprávě uvedeny.

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

Údaje o kalibračních datech nejsou ve zprávě uvedeny.

2.6.3 Přesnost získaných údajů - vazba na přesnost hydraulického modelu

Údaje o kalibračních datech nejsou ve zprávě uvedeny.

3 Zhodnocení věcné správnosti postupu při hydraulickém výpočtu

3.1 Konceptní model

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

Zvolená dimenze modelu (1D+) odpovídá charakteru zájmových úseků toků. Výpočtovou síť uvedenou na obr.4 v kap.4.1 lze považovat za vyhovující.

3.1.2 Způsob zadání okrajových a počátečních podmínek

Způsob zadání okrajových podmínek je v souladu se zvoleným konceptním modelem. V případě horní i dolní okrajové podmínky by bylo vhodné přesněji specifikovat lokalizaci příslušných profilů ve vazbě na staničení toků. Lokalizaci profilu lze přibližně stanovit na základě obr. 3 a 4 v kap.4.1.

3.1.3 Použité programové vybavení

Použité programové vybavení MIKE 11 odpovídá zvolené dimenzi modelu i požadovaným výstupům výpočtů.

3.2 Hydrodynamický model

3.2.1 Prostorová diskretizace

Zvolená prostorová diskretizace odpovídá řešené oblasti i rozsahu požadovaných výpočtů.

3.2.2 Okrajové a počáteční podmínky

Hodnoty okrajových podmínek jsou korektně specifikovány v kap. 5.2.3 zprávy [4].

3.2.3 Vstupní parametry modelu

Na základě údajů doložených v kap. 5.2 lze vstupní parametry modelu považovat za adekvátní. Pouze v případě uváděných hodnot součinitelů drsnosti povrchu nelze zaujmout odpovídající stanovisko s ohledem na absenci podrobnějších údajů o zvolených hodnotách součinitelů pro jednotlivé druhy povrchů a chybějící kalibraci.

3.2.4 Kalibrace a verifikace modelu

Postup kalibrace a verifikace modelu není ve zprávě doložen s ohledem na absenci potřebných podkladů.

3.2.5 Zhodnocení nejistot

V textu zprávy jsou obecně zmíněny základní druhy nejistot s vlivem na výsledky hydraulických výpočtů. Pravděpodobně nebyla provedena jejich podrobnější analýza v souvislosti s realizovanými hydraulickými výpočty.

4 Zhodnocení výsledků hydraulických výpočtů

4.1 Zhodnocení způsobu vyhodnocení výstupů

Výstupy hydraulických výpočtů byly vyhodnoceny standardními metodami s použitím nástrojů GIS. Sporné je však použití rozdílných výškopisných podkladů pro vyhodnocení záplavových čar (ZABAGED, RZM10) a hloubek vody (DMT). Tento postup vede ke stavu, kdy hloubky vody nekorespondují s vymezenými záplavovými čarami.

4.2 Zhodnocení rozsahu výstupů

Rozsah mapových výstupů odpovídá standardizačnímu minimu [3] a požadavkům investora.

4.3 Zhodnocení správnosti výstupů

4.3.1 Podélné profily, hladina

Podélné profily jsou v kap.6 doloženy ve formě tabulek s údaji o staničení profilů a odpovídajících vypočtených kótách hladin pro kulminační průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} . V tabulkách chybí údaje o kótách hladin ve staničení jednotlivých objektů na toku. Podle hrubého hodnocení odpovídajícího dostupným podkladům lze konstatovat, že průběh vypočtené polohy hladiny v podélném řezu koresponduje s danými podmínkami v zájmové lokalitě. Věcnou přesnost a věrohodnost výsledků výpočtů nelze podrobněji posoudit z důvodu absence údajů o kalibraci hydraulického modelu.

4.3.2 Příčné řezy - vazba koryto - inundace

Vazba mezi polohou hladiny v korytě toku a inundací je zajištěna vhodně zvolenou výpočtovou sítí v rámci numerického modelu doloženou v kap. 4.1 na obr. 3 a 4.

4.3.3 Hydraulika objektů

Hydraulické výpočty objektů na toku jsou provedeny korektními postupy, které jsou součástí programového vybavení MIKE11.

4.3.4 Interpretace výsledků

Interpretace výsledků odpovídá výsledkům hydraulických výpočtů a je v požadovaném rozsahu.

5 Závěry a doporučení

5.1 Souhrnné zhodnocení

Použité podklady a provedené hydraulické výpočty na hodnocených úsecích vodních toků Kuřimka – 10100442_1 (PM-33) - ř. km 6,445 – 12,067, Luční potok – 10197558_1 (PM-34) - ř. km 0,000 – 0,417, Mozovský potok – 10187384_1 (PM-35) - ř. km 0,000 – 0,703 **VYHOVUJÍ** z pohledu kompletnosti a způsobu zpracování a lze je využít pro účely tvorby map povodňového nebezpečí, ohrožení a rizik.

5.2 Doporučení

Pro další praktické využití výsledků hydraulických výpočtů [5] je vždy nezbytné zohlednit míru nejistoty, kterou jsou tato data nevyhnutelně zatížena. Dále je nutné posoudit aktuálnost výsledků především ve vztahu k případným změnám, ke kterým mohlo dojít od doby realizace výpočtů. Jedná se především o změny:

- hydrologických podkladů,
- morfologie koryta a záplavového území vč. realizace významných stavebních objektů (např. protipovodňová ochrany, vodohospodářských staveb na toku, liniových dopravních staveb, mostů apod.),
- charakteru povrchu koryta a záplavového území.

V této souvislosti se v budoucnu předpokládá průběžná aktualizace výsledků hydraulických výpočtů. S ohledem na stávající absenci kalibračních dat je třeba dbát na důslednou dokumentaci případných budoucích povodňových událostí. Podstatné jsou z tohoto hlediska především údaje o hodnotách průtoků a odpovídajících zaznamenaných polohách hladin v záplavovém území. Tyto informace umožní následnou kalibraci modelu a s tím související snížení míry nejistot, kterou jsou zatíženy výsledky hydraulických výpočtů a navazující rizikové analýzy záplavových území.

6 Podklady

- [1] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 03/2012.
- [4] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje – dílčí povodí Dyje, B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODEL Y A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ, KUŘIMKA – 10100442_1 (PM-33) - Ř. KM 6,445 – 12,067, LUČNÍ POTOK – 10197558_1 (PM-34) - Ř. KM 0,000 – 0,417, MOZOVSKÝ P. – 10187384_1 (PM-35) - Ř. KM 0,000 – 0,703. Pöyry Environment a.s., Brno. červenec 2013.
- [5] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje – dílčí povodí Dyje, Část B. - MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ, KUŘIMKA – 10100442_1 (PM-33) - Ř. KM 6,445 – 12,067, LUČNÍ POTOK – 10197558_1 (PM-34) - Ř. KM 0,000 – 0,417, MOZOVSKÝ P. – 10187384_1 (PM-35) - Ř. KM 0,000 – 0,703. Pöyry Environment a.s., Brno. červenec 2013.
- [6] Záplavové území Kuřimky km 0,000 – km 13,300, Povodí Moravy, s.p., 6/2012.