



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

DÍLČÍ POVODÍ DYJE

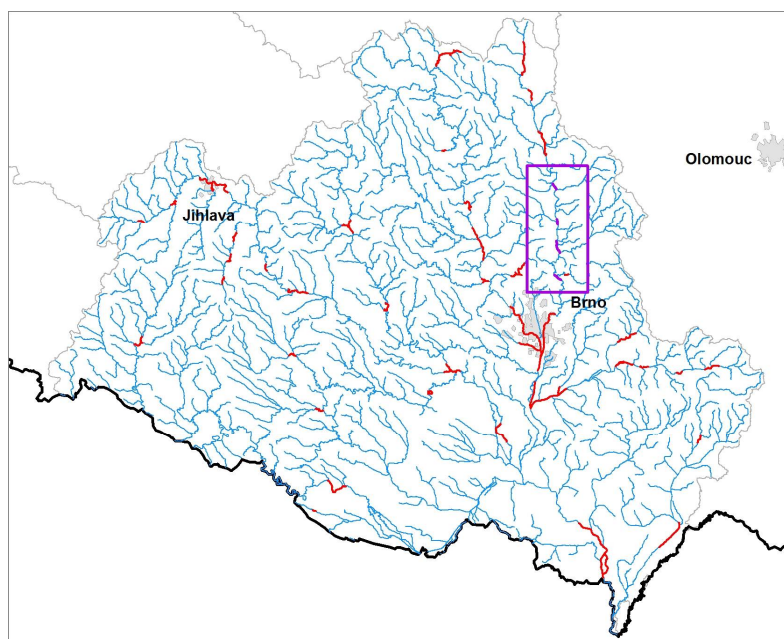
B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODEL Y A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

SVITAVA – 10100024_3 (PM-32) - Ř. KM 32,958 – 35,772

SVITAVA – 10100024_5 (PM-91) - Ř. KM 49,400 – 51,008

SVITAVA – 10100024_2 (PM-103) - Ř. KM 23,566 – 25,372

SVITAVA – 10100024_4 (PM-105) - Ř. KM 40,396 – 41,730



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 DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

SVITAVA – 10100024_3 (PM-32) - Ř. KM 32,958 – 35,772

SVITAVA – 10100024_5 (PM-91) - Ř. KM 49,400 – 51,008

SVITAVA – 10100024_2 (PM-103) - Ř. KM 23,566 – 25,372

SVITAVA – 10100024_4 (PM-105) - Ř. KM 40,396 – 41,730

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	9
3.1	Topografická data	9
3.2	Hydrologická data	9
3.3	Místní šetření	10
3.4	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady	10
3.5	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	10
3.6	Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny	11
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů	11
4	Popis koncepčního modelu	12
4.1	Schematizace řešeného problému	12
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	13
4.3	Způsob zadávání OP a PP	13
5	Popis numerického modelu	14
5.1	Použité programové vybavení	14
5.2	Vstupní data numerického modelu	14
5.3	Popis kalibrace modelu	17
6	Výstupy z modelu	18
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	22
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	23
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	23
6.4	Mapy povodňového nebezpečí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	24

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 Svitavě v km 32,975 – 35,789, v km 49,364 – 50,935, v km 23,939 – 25,740 a v km 40,140 – 41,730. *

Tab. č. 2 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100024_5	PM-091	Svitava	49,364 – 50,935	4-15-02-047 4-15-02-041
10100024_4	PM-105	Svitava	40,140 – 41,730	4-15-02-067 4-15-02-059
10100024_3	PM-032	Svitava	32,975 – 35,789	4-15-02-073 4-15-02-071
10100024_2	PM-103	Svitava	23,975 – 25,740	4-15-02-105 4-15-02-097

*) 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 Svitavy, používaná při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik, byla ponechána z geodetického zaměření koryta z roku 2002. V tabulce č. 3 je uvedeno srovnání staničení dle PVPR a dle geodetického zaměření [5].

Tab. č. 3 Srovnání staničení

Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
32,958 – 35,772	32,975 – 35,789
49,400 – 51,008	49,364 – 50,935
23,566 – 25,372	23,939 – 25,740
40,396 – 41,730	40,140 – 41,730

Objekty mají tzv. administrativní kilometráž dle Technicko-provozní evidence toku [10], tato slouží spíše jako neměnný identifikátor jednotlivých objektů. Staničení objektů dle TPE je uvedeno v kap. 5.2.1.

Vodní díla: v zájmovém území se nenachází žádná významná vodní díla.

Přítoky: Coufava a Křtinský potok (v úseku PM-103), Šebrovka a Olomoučanský potok (mezi PM-103 a PM-32), Punkva, Palava, Hlučovský potok, Dolnolhotský potok a Sloupečník (v PM-032), Lhotský potok, Chrábek a Špešovský potok (mezi PM-032 a PM-105), Býkovka (v PM-105), Hlavnička, Holešinka, Nešůrka a Klemovský potok (mezi PM-105 a PM-091), Bělá a Úmoří (v PM-091).

2.1 Všeobecné údaje

Řeka Svitava je levostranný přítok Svatavy, do které se vlévá v Brně v km 31,958 ve výšce 191,29 m n.m. Pramení ve Svitavské pahorkatině asi 3 km severozápadně od Svitav ve výšce 471,93 m n.m. Celková délka toku

je 98 km. Největším přítokem je Křetinka. V povodí se nachází 583 vodních ploch s celkovou rozlohou 407,49 ha. Největší z nich jsou VD Letovice (97,80 ha) a VD Boskovice (50,97 ha).

Oblast povodí Svitavy patří administrativně z větší části do Jihomoravského kraje a zasahuje do okresů Blansko, Brno – město a Brno – venkov. Jen ve své severní části zasahuje do okresu Svitavy, který patří do Pardubického kraje.

Tok je z větší části upravený a to zejména v městech a obcích. Strojní průmysl se nejvíce projevuje v okolí brněnské aglomerace. Severně od Brna se v údolí Svitavy nachází řada průmyslových závodů těžkého strojírenství, zejména v Adamově a Blansku. Textilní průmysl je soustředěn mimo Brno, také v povodí horní Svitavy ve Svitavách, Moravské Chrastové, Svitávce atd.

Povodí Svitavy sousedí na severozápadě s povodím Labe, kde rozvodnice mezi nimi tvoří současně předěl mezi Černým a Severním mořem. Na severovýchodě sousedí s povodím Moravy, na jihu a jihozápadě a povodím řeky Svratky. Nejvyšší bod povodí Svitavy je v okolí obce Benešov (734 m n.m.), nejnižší bod je u zaústění Svitavy do Svratky (190 m n.m.).

Úsek 10100024_5 (PM-091), Svitava

V řešeném úseku protéká Svitava katastrálním územím Skalice nad Svitavou a Lhota u Rapotína. Úsek začíná v prostoru pod silnicí na Mladkov. Na PB je železniční stanice Skalice nad Svitavou a areál průmyslového podniku Baumüller s.r.o. Dolní konec úseku je na soutoku s LB přítokem Bělá. Tok je neupravený, zarostlý vegetací. V zájmovém území jsou tři mosty. Úsek Svitavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Horní konec úseku byl protažen k silničnímu mostu, tj. cca 50 m nad vymezený konec úseku. Úsek je stále značen ve vymezené délce.

Úsek 10100024_4 (PM-105), Svitava

V řešeném úseku protéká Svitava katastrálním územím Rájec nad Svitavou. V horní části úseku po most ul. Jurkova je na LB v blízkosti koryta obytná zástavba a pole na PB. Cca 100 m nad mostem ul. Jurkova je na LB rybník a odbočení do LB náhonu. Úsek končí pod mostem silnice II/377. Koryto je spíše neupravené, zarostlé. V zájmovém území jsou dva mosty a jeden jez. Úsek Svitavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Dolní konec úseku byl protažen pod průmyslový areál na PB, tj. cca 120 m pod vymezený konec úseku. Úsek je stále značen ve vymezené délce.

Úsek 10100024_3 (PM-032), Svitava

V řešeném úseku protéká Svitava katastrálním územím Blansko a Klepačov. Úsek je vymezen od LB Přítoku Sloupečnický po LB přítok Punkva. Zástavba je v těsné blízkosti toku Svitavy. Koryto je upraveno do tvaru jednoduchého lichoběžníka. V zájmovém území je pět mostů, dvě lávky a jeden jez. Úsek Svitavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

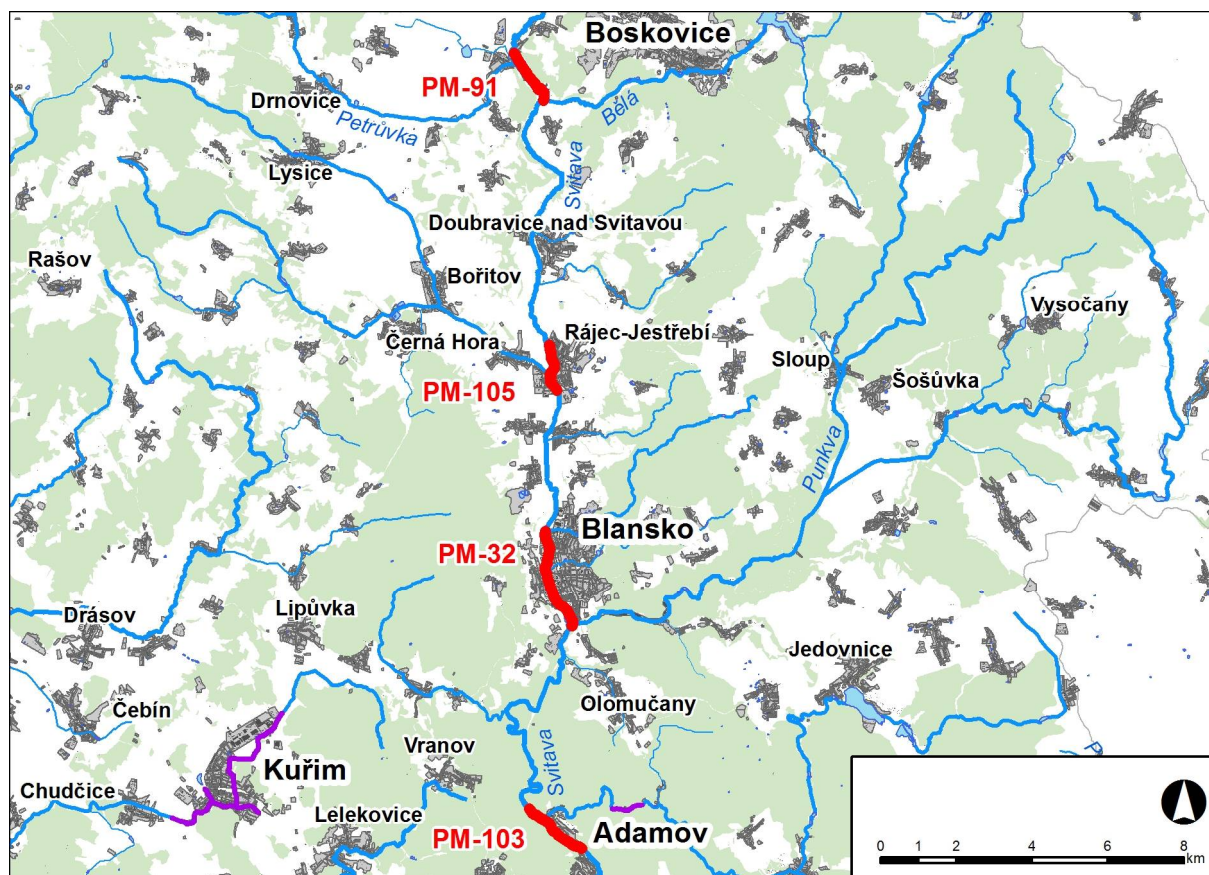
Vzhledem k tomu, že na základě předběžného vymezení byl úsek na horním konci ukončen tak, že nebyl postižen celý průmyslový areál, byl konec úseku protažen nad tento areál, tj. cca 450 m nad vymezený konec úseku. Úsek je stále značen ve vymezené délce.

Úsek 10100024_2 (PM-103), Svitava

V řešeném úseku protéká Svitava katastrálním územím Adamov a Vranov u Brna. V blízkosti toku jsou převážně areály průmyslových podniků. Koryto je upravené do tvaru jednoduchého lichoběžníka. V zájmovém území jsou dva mosty a tři lávky. Úsek Svitavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Horní konec úseku byl protažen nad průmyslový areál na LB, tj. cca 440 m nad vymezený konec úseku. Úsek je stále značen ve vymezené délce.

Obr. č. 1 Přehledná mapa řešeného území



2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Největší zaznamenaná povodeň v novodobé historii na řece Svitavě v limnigrafické stanici Bílovice nad Svitavou v obci Bílovice nad Svitavou je datována k červenci 1997. Příčinou byly zvýšené srážky v horním povodí toku Svitavy. V Blansku byla zatopena Svitavská ulice zhruba do výšky jednoho metru. Voda vnikla do obydlí a sklepů více než desítky rodinných domů ve středu města. Částečně bylo také ochromeno telefonické spojení s městem, protože voda vnikla do telefonní ústředny ve středu města. Svitava v Adamově zaplavila podstatnou část areálu Adamovských strojíren a ve středu města vzniklo jezero, kvůli němuž se náměstí stalo neprůjezdné. Povodeň na Svitavě strhla most v Doubravici, silně poškodila most ve Svitávce a zaplavila velké plochy na polích [18]. Ke kulminaci došlo 9. 7. 1997 a v obci Bílovice nad Svitavou bylo dosaženo kolem $126 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. cca Q_{20} [17]. Limnigraf Bílovice nad Svitavou zaznamenal vodní stav 460 cm [16], přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu 460 cm, tj. $126 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. cca Q_{20} , byla v červenci 1962. K další významné povodni v novodobé historii došlo v březnu 2006 (vodní stav 432 cm, průtok $112 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. cca Q_{10-20}) a v květnu 1962 (vodní stav 427 cm) [16]. V dávnější historii byly zaznamenány povodně v září 1938 (vodní stav 450 cm), v březnu 1941 (vodní stav 440 cm), v březnu 1937 (vodní stav 411 cm) a v březnu 1947 (vodní stav 407 cm) [16].

Obr. č. 2 Povodeň 1997 – Adamov



Obr. č. 3 Povodeň 1997 – Adamov



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**, z roku 2002 provedl a zpracoval útvar geodézie Povodí Moravy, s.p. 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 byly ověřeny hodnoty průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} u profilu Svitava - pod Býkovkou, u kterého došlo k mírnému nárůstu u Q_{100} a k poklesu o cca třetinu u Q_5 . Pro profily Svitava - nad Punkvou a Svitava - nad Bělou byly dodány hodnoty průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} nově. Pro všechny tři uvedené profily byly získány hodnoty průtoků Q_{500} .

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-91	Svitava – nad Bělou	2013	49,3	29,7	55	108	197,3	II., III.*
PM-105	Svitava – pod Býkovkou	2013	40,7	41,1	73,5	136,5	236,6	II., III.*
PM-32	Svitava – nad Punkvou	2013	33,8	45,2	78,6	143	244,4	II., III.*

*) Poznámka: pokud jsou uvedeny 2 třídy přesnosti, tak první z nich se vztahuje k hodnotám Q_5 až Q_{100} , druhá platí pro hodnotu Q_{500} . V případě, že je uvedena jen 1 třída přesnosti, platí pro všechny poskytnuté hodnoty Q_N .

Starší hydrologická data dle [15] jsou uvedena v tab. č. 5. Oproti [15] došlo u Q_{100} k nepatrnému navýšení hodnoty průtoku v řádech jednotek procent. Hodnoty Q_5 a Q_{20} byly sníženy o cca 30 %.

Tab. č. 5 Starší hodnoty N -letých průtoků (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-105	Svitava – pod Býkovkou	1999	40,7	64,5	92	127,5	-	II.
PM-105	Svitava – pod Býkovkou	1970	40,7	66	102	134	-	

3.3 Místní šetření

- [7] **Fotodokumentace** byla pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedlo Pöyry Environment a.s. dne 11.10.2012. Byly pořízovány 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 v žádném z posuzovaných objektů. Fotodokumentace je přílohou této zprávy.

3.4 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

- [8] **Numerický 1D+ model Svitavy** v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2007. Model sloužil pro zpracování Studii záplavového území Svitavy [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. Modely vymezených úseků byly sestaveny společností Pöyry 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** – zaznamenaný průběh povodně 7/1997 a zaměřené maximální hladiny při této povodni.

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

- [10] Technicko provozní evidence toků – Svitava, Povodí Moravy, s.p., Brno, 1970
- [11] Studie záplavového území Svitavy, Povodí Moravy, s.p., Brno, 2007
- [12] Plán oblasti povodí Dyje, Pöyry Environment a.s., Brno, 12/2009
- [13] Studie protipovodňových opatření na území Jihomoravského kraje, Pöyry 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] Evidenční list hlásného profilu č. 380, tok Svitava, lim. stanice Bílovice nad Svitavou. Aktualizace březen 2006.
- [17] www.pmo.cz, Stavy a průtoky na vodních tocích, březen 2013
- [18] Povodeň v červenci 1997, is.muni.cz/th/43102/prif_b/Kapitola_6.9_7_Seznam_literatury.pdf

3.6 Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny

- [19] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [20] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [21] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [22] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [23] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [24] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [25] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [26] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [27] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [28] 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).
- [29] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [30] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [31] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [32] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012
- [33] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011

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] z roku 2002 provedl a zpracoval útvar geodézie Povodí Moravy, s.p. Zaměření je v polohopisném systému S-JTSK, výškopisném systému Balt po vyrovnání.

Hydrologická data [6] starší pěti let byla ověřena u ČHMÚ ostatní byla pořízena nově. Pro profily bylo zažádáno o dodání hodnot průtoku Q_{500} , které byly poskytnuty v roce 2013.

Terénní průzkum byl proveden 11.10.2012. Byla pořízena fotodokumentace [7] a prověřena aktuálnost geodetického zaměření.

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

Podkladem pro výpočet byl stávající numerický 1D+ model Svitavy [8] zahrnující zájmové úseky v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2007.

Podkladovými kalibračními daty [9] jsou zaměřené maximální hladiny při povodni 7/1997.

4 Popis koncepčního modelu

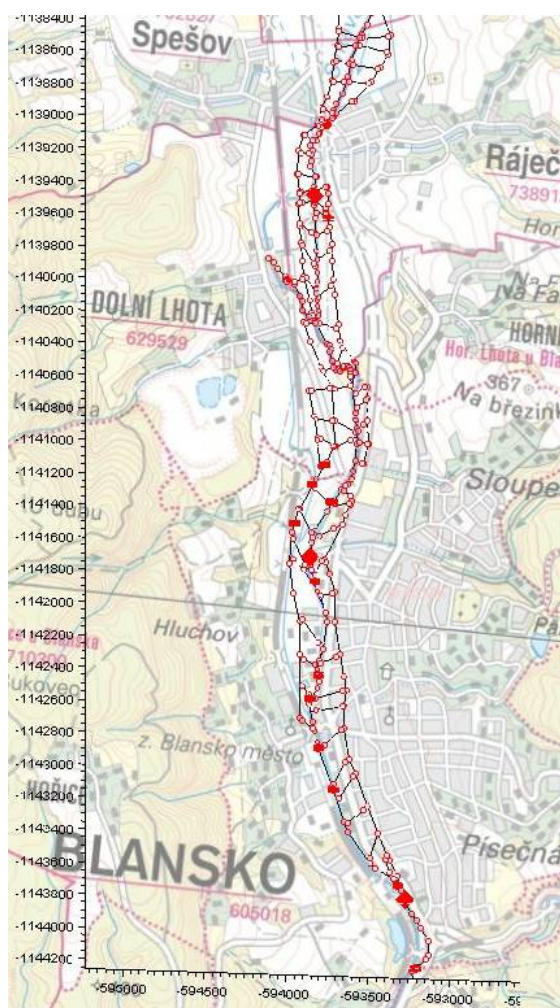
Řešený úsek toku byl schematizován 1D+ modelem. Výpočet průběhu hladin byl proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11 (popis programu je uveden v kap. 5.1). Modely vymezených úseků byly sestaveny společností Pöry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2012.

Matematickým modelem byl popsán průtok vlastním korytem řeky, souvisejících inundací a veškerých objektů na toku.

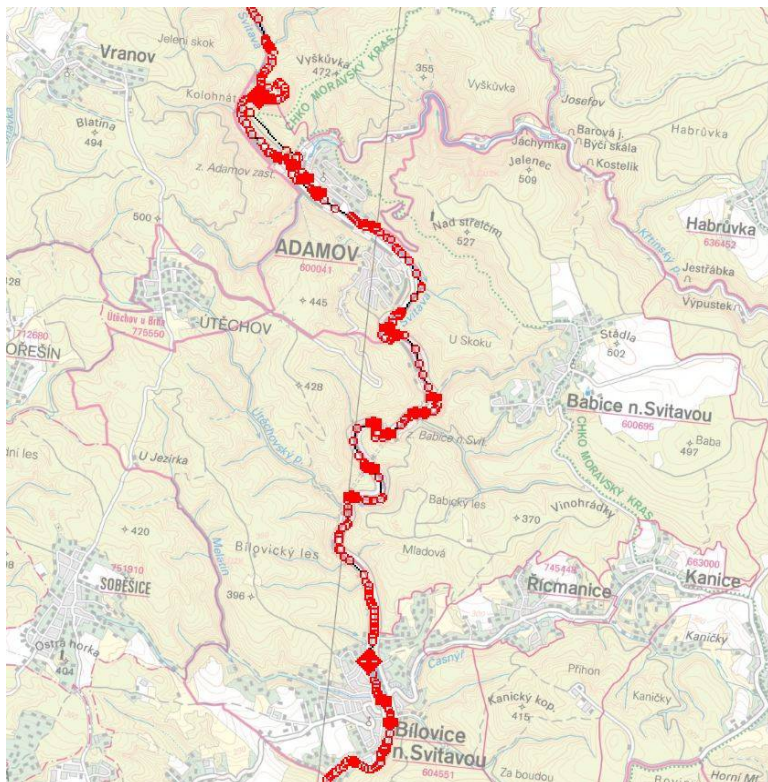
4.1 Schematizace řešeného problému

V rámci matematického řešení byla provedena schematizace pomocí síťového modelu. Příčné řezy a technické objekty na toku jsou zadány dle geodetického zaměření. Zájmové úseky Svitavy byly řešeny v rámci jednoho výpočtového modelu. Použití 1D+ modelu bylo zvoleno vzhledem k faktu, že Svitava je v sevřeném údolí, kde nedochází k výrazným rozlivům do inundace. 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. 4 Schéma řešeného modelu pro úsek PM-032; vpravo pro PM-091



Obr. č. 5 Schéma řešeného modelu pro úsek PM-103



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.

Dolními okrajovými podmínkami modelů jednotlivých úseků Svitavy byly hladiny ve výpočtových profilech pod jednotlivými řešenými úseky převzaté z výpočtů ze Studie záplavového území Svitavy [11].

Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} , a Q_{500} ve Svitavě 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 průtok vlastním korytem Svitavy včetně souvisejících inundací a veškerých objektů na toku.

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} ve Svitavě dodaných ČHMÚ [6]. Dolními okrajovými podmínkami modelů jednotlivých úseků Svitavy byly hladiny ve výpočtových profilech pod jednotlivými řešenými úseky. 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 úseku PM-91 bylo zaměřeno celkem 8 příčných profilů, v PM-103 celkem 22 a PM-105 celkem 23 příčných profilů, které vystihují morfologii koryta, přilehlého inundačního území a veškeré důležité objekty na toku (viz tab. č. 5).

Tab. č. 6 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-32, Svitava, km 32,975 – 35,789

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
33,011	Punkva	33,907	Blansko
33,021	silniční most	33,974	Blansko – ul. Nádražní
33,028	železniční most	33,981	Blansko
33,111	přechod potrubí		Blansko
33,520	pohyblivý jez	33,525	Blansko
33,625	silniční most	33,625	Blansko – ul. Nádražní
33,992	přechod potrubí		Blansko
33,999	PB výust se zpětnou klapkou		Blansko
34,120	LB výust se zpětnou klapkou		Blansko
34,621	LB přítok pálava		Blansko
34,650	silniční most	34,638	Blansko – ul. Rožmitálůva
34,731	PB výust		Blansko
34,965	lávka	34,965	Blansko
35,101	LB výust		Blansko
35,128	silniční most	35,131	Blansko
35,388	LB odvodňovací příkop		Blansko
35,762	lávka		Blansko

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
35,788	Sloupečník		Blansko

Tab. č. 7 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-91, Svitava, km 49,364 – 50,935

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
49,360	Bělá		Skalice nad Svitavou
49,570	hospodářský most	49,713	Skalice nad Svitavou
49,587	výust DN 800		Skalice nad Svitavou
49,912	železniční most	49,992	Skalice nad Svitavou
50,325	Úmoří		Skalice nad Svitavou
50,632	výust DN 400		Skalice nad Svitavou
50,924	výust DN 400		Skalice nad Svitavou
50,941	zaústění náhonu		Skalice nad Svitavou
50,977	silniční most	51,160	Skalice nad Svitavou

Tab. č. 8 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-103, Svitava, km 23,939 – 25,740

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
23,954	výust DN 500		Adamov
23,961	lávka		Adamov
23,965	výust DN 400		Adamov
24,047	průmyslová lávka		Adamov
24,194	výust DN 400		Adamov
24,661	výust DN 400		Adamov
24,674	výust DN 1200		Adamov
24,742	bet. vlečkový most	24,382	Adamov
24,842	křížení nadzemní sítě		Adamov
24,973	lávka	24,597	Adamov
25,083	výust DN 600		Adamov
25,090	křížení nadzemní sítě		Adamov
25,163	Křtinský potok		Adamov
25,163	výust DN 1000		Adamov
25,189	silniční most	24,829	Adamov
25,200	křížení nadzemní sítě		Adamov

Tab. č. 9 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-105, Svitava, 40,140 – 41,730

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
40,205	most		Rájec-Jestřebí
40,448	Býkovka		Rájec-Jestřebí
40,571	silniční most	40,562	Rájec-Jestřebí
40,768	výust DN 1500		Rájec-Jestřebí
40,799	jez Rájec-Jestřebí	40,800	Rájec-Jestřebí
40,804	odbočení náhonu		Rájec-Jestřebí

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
40,872	přechod plynu DN 160		Rájec-Jestřebí
41,498	ocelový most - rekonstrukce	41,450	Rájec-Jestřebí
41,504	přechod vedení		Rájec-Jestřebí

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Drsnosti Svitavy byly zadány na základě pochůzek v terénu a při nich pořízených fotodokumentací [7].

Pro zadávání drsnosti je uvažováno letní období se vzrostlou vegetací. Drsnosti svahů a inundace jsou zadávány v rozsahu od 0,045 až 0,120. Drsnost dna koryta je dle charakteru v rozmezí 0,035 – 0,055. Místní ztráty na objektech jsou v modelu započteny ve ztrátách po délce. U upravených úseků bylo zohledněno typy opevnění zdi a dlažby.

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Dolními okrajovými podmínkami modelů jednotlivých úseků Svitavy byly hladiny ve výpočtových profilech pod jednotlivými řešenými úseky převzaté z výpočtů ze Studie záplavového území Svitavy [11].

Tab. č. 10 Použité úrovně hladiny pro dolní okrajovou podmínku modelů Svitavy

Úsek	km	DOP ₅ (m n.m.)	DOP ₂₀ (m n.m.)	DOP ₁₀₀ (m n.m.)	DOP ₅₀₀ (m n.m.)
PM-91	49,185	303,86	304,18	304,61	305,06
PM-105	40,022	283,89	284,49	284,99	285,45
PM-32	33,657	268,97	269,44	269,96	270,74
PM-103	23,438	238,64	239,72	241,01	242,17

Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} , a Q_{500} ve Svitavě dodaných ČHMÚ [6].

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Pro výpočet ustáleného proudění se počáteční podmínky nezdávají.

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.

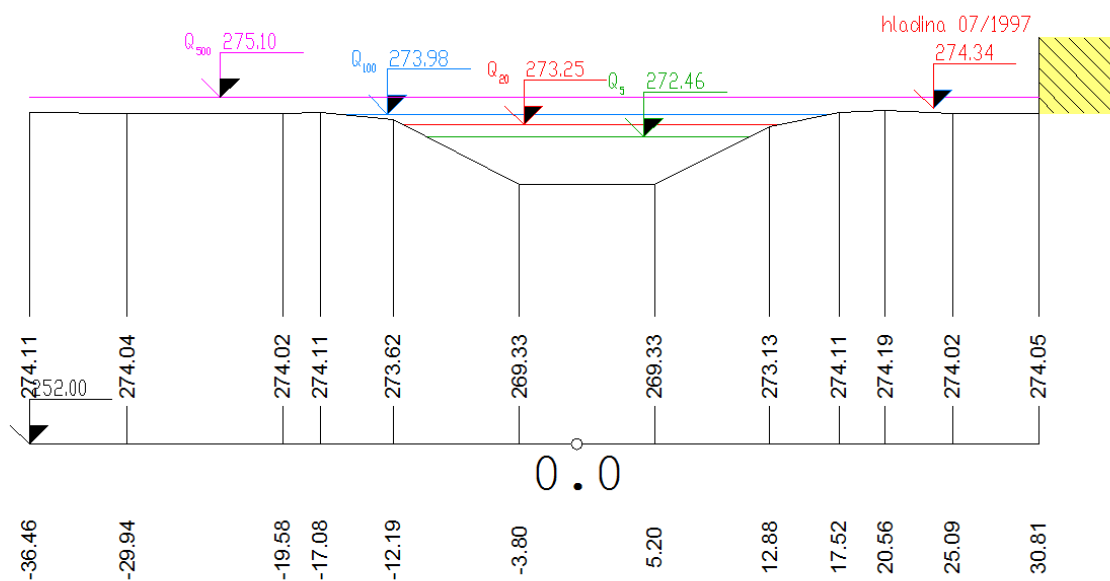
Rovněž nejistotou může být aktuální stav koryta a inundace za povodně, množství nesených splavenin a tvoření zátaras z plovoucích předmětů. Ve výpočtu je uvažováno se stavem „čistého“ koryta, bez omezení průtočnosti. Kapacitu koryta dále ovlivňuje stav nánosů nebo naopak zahlubování koryta. Při větších 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“. Rozptýl hodnot N-letých údajů bývá někdy značný. Je nutno zhodnotit i třídu přesnosti poskytovaných hydrologických údajů.

5.3 Popis kalibrace modelu

Model byl verifikován dle zaznamenaného průběhu povodně 7/1997 a kalibrován na zaměřené maximální hladiny při této povodni. Na obrázku níže jsou zakresleny vypočítané hladiny a hladina zaměřená v Blansku v profilu 45 v km 35,159.

Obr. č. 6 Příčný profil Svitavy v Blansku se zákresem vypočtených hladin a zaměřené max hladiny při povodni 7/1997



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 - 13.

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 dokládáných na přiloženém DVD.

Tab. č. 11 Psaný podélný profil pro úsek PM-91, Svitava

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
130	48.667	302.97	303.25	303.51	303.65
131	48.919	303.39	303.61	303.77	303.94
132	49.104	303.63	303.94	304.23	304.57
133	49.185	303.86	304.18	304.61	305.06
134	49.278	304.22	304.59	305.11	305.62
135	49.362	304.30	304.63	305.14	305.64
136	49.458	304.32	304.64	305.14	305.70
137	49.547	304.34	304.64	305.14	305.70
138	49.560	304.36	304.65	305.15	305.71
139	49.600	304.52	304.77	305.19	305.73
140	49.735	304.64	304.85	305.27	305.75
141	49.885	304.74	304.91	305.32	305.80
142	49.920	304.82	305.01	305.46	305.95
143	49.951	304.82	305.01	305.46	305.95
144	50.125	304.94	305.07	305.47	305.96
145	50.284	305.10	305.22	305.57	305.99
146	50.464	305.28	305.42	305.72	306.11
147	50.628	305.43	305.59	305.90	306.26
148	50.793	305.52	305.68	305.95	306.28
149	50.920	305.66	305.89	306.22	306.56

Tab. č. 12 Psaný podélný profil pro úsek PM-105, Svitava

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
44	40.024	283.89	284.49	285.00	285.45
45	40.064	283.89	284.59	285.21	285.45

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
46	40.116	283.94	284.68	285.32	285.45
47	40.172	284.02	284.76	285.40	285.62
48	40.205	284.10	284.84	285.49	285.76
49	40.273	284.10	284.84	285.49	285.76
50	40.341	284.20	284.92	285.57	285.90
51	40.432	284.26	284.95	285.59	285.94
52	40.542	284.34	284.98	285.60	285.95
53	40.571	284.39	285.01	285.62	285.96
54	40.611	284.40	285.02	285.63	285.98
55	40.690	284.52	285.07	285.66	286.02
56	40.772	284.63	285.13	285.68	286.05
57	40.799	286.55	286.57	286.59	287.16
58	40.838	286.62	286.64	286.67	287.19
59	40.872	286.73	286.75	286.77	287.30
60	40.882	286.78	286.80	286.83	287.38
61	40.957	286.89	286.92	286.94	287.46
62	41.062	287.07	287.09	287.11	287.52
63	41.161	287.24	287.26	287.29	287.58
64	41.258	287.38	287.40	287.43	287.63
65	41.368	287.60	287.63	287.67	287.82
66	41.469	287.72	287.76	287.80	287.91

Tab. č. 13 Psaný podélný profil pro úsek PM-32, Svitava

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
A	33.045	269.78	270.41	270.79	271.54
B	33.107	269.85	270.54	270.88	271.64
C	33.319	270.13	270.72	271.26	272.09
D	33.392	270.23	270.82	271.35	272.16
E	33.478	270.32	270.93	271.47	272.30
F	33.48	270.32	270.93	271.48	272.30
1	33.536	270.61	271.30	271.79	272.73
2	33.587	270.63	271.32	271.82	272.75
3a	33.638	270.69	271.39	271.90	272.84
3	33.648	270.70	271.40	271.91	272.85
4	33.679	270.73	271.42	271.94	272.87
5	33.707	270.75	271.44	271.96	272.89
6	33.754	270.82	271.51	272.03	272.96
7	33.792	270.88	271.58	272.11	273.04
8	33.823	270.94	271.64	272.17	273.11
9	33.864	271.00	271.71	272.24	273.18
10	33.916	271.07	271.78	272.32	273.26

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
11	33.971	271.14	271.85	272.41	273.34
12	34.013	271.20	271.91	272.47	273.40
13	34.034	271.22	271.94	272.50	273.43
14	34.065	271.26	271.98	272.55	273.48
15	34.112	271.33	272.05	272.62	273.54
16	34.162	271.39	272.12	272.69	273.61
17	34.195	271.43	272.16	272.74	273.66
18	34.236	271.48	272.22	272.80	273.71
19	34.281	271.49	272.28	272.86	273.77
20	34.331	271.54	272.33	272.91	273.78
20a	34.369	271.67	272.43	273.03	273.96
21	34.409	271.72	272.51	273.14	274.08
22	34.448	271.77	272.54	273.16	274.10
23	34.491	271.81	272.57	273.19	274.11
24	34.529	271.84	272.59	273.20	274.12
25	34.575	271.88	272.61	273.21	274.13
26	34.613	271.92	272.64	273.23	274.13
27a	34.657	271.98	272.71	273.33	274.26
27	34.675	271.97	272.70	273.31	274.27
28	34.699	271.99	272.72	273.34	274.30
29	34.723	272.01	272.74	273.38	274.33
30	34.75	272.03	272.77	273.41	274.37
31	34.773	272.05	272.80	273.44	274.39
32	34.824	272.11	272.87	273.50	274.44
33	34.84	272.14	272.89	273.52	274.45
34	34.889	272.17	272.93	273.55	274.48
35	34.889	272.19	272.94	273.57	274.50
36	34.905	272.19	272.94	273.57	274.53
37	34.918	272.19	272.94	273.57	274.55
38	34.928	272.19	272.94	273.58	274.56
39	34.942	272.20	272.94	273.58	274.58
40	34.952	272.20	272.94	273.58	274.60
40a	34.963	272.20	272.94	273.59	274.61
41	34.986	272.24	273.00	273.65	274.68
42	35.029	272.30	273.10	273.76	274.77
43	35.057	272.33	273.12	273.77	274.77
44	35.106	272.38	273.15	273.79	274.78
44a	35.133	272.43	273.21	273.93	275.04
45	35.159	272.46	273.25	273.98	275.10
46	35.192	272.49	273.27	273.99	275.10
47	35.228	272.52	273.31	274.02	275.11
48	35.256	272.55	273.34	274.05	275.12
49	35.290	272.58	273.37	274.09	275.14
50	35.324	272.62	273.41	274.12	275.16

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
51	35.347	272.64	273.43	274.15	275.18
52	35.381	272.67	273.46	274.17	275.19
53	35.405	272.69	273.48	274.19	275.20
54	35.436	272.71	273.51	274.22	275.22
55	35.463	272.74	273.54	274.24	275.23
56	35.487	272.76	273.56	274.25	275.24
57	35.513	272.78	273.58	274.27	275.25
58	35.538	272.80	273.60	274.29	275.28
59	35.595	272.85	273.65	274.34	275.33
60	35.631	272.88	273.68	274.37	275.36
61	35.682	272.93	273.73	274.41	275.40
62	35.734	273.00	273.82	274.51	275.54
62a	35.760	273.06	273.90	274.56	275.68
63	35.796	273.11	273.95	274.62	275.72
64	35.846	273.13	273.97	274.64	275.74
65	35.868	273.13	273.97	274.64	275.74

Tab. č. 14 Psaný podélný profil pro úsek PM-103, Svitava

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
136	23.921	239.60	240.79	241.91	243.05
137	23.961	239.66	240.93	242.10	243.45
138	23.967	239.67	240.99	242.15	243.45
139	24.050	239.76	241.01	242.16	243.87
140	24.072	239.81	241.07	242.28	243.93
141	24.136	239.91	241.16	242.36	244.00
142	24.314	240.16	241.39	242.61	244.17
143	24.510	240.45	241.71	242.99	244.47
144	24.677	240.77	242.04	243.32	244.72
145	24.750	240.92	242.18	243.51	244.85
146	24.806	240.93	242.19	243.50	244.85
147	24.861	241.05	242.20	243.50	244.85
148	24.972	241.44	242.41	243.67	245.04
149	25.092	242.12	243.24	244.15	245.15
150	25.182	242.42	243.60	244.40	245.22
151	25.272	242.51	243.80	244.60	245.36
152	25.350	242.62	243.90	244.69	245.47
153	25.358	242.63	243.91	244.71	245.51
154	25.492	242.83	244.14	245.02	245.92
155	25.623	243.02	244.31	245.22	246.15
156	25.825	243.35	244.54	245.48	246.44
157	26.102	244.09	245.04	246.03	246.99

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

Záplavové čáry jsou křivky odpovídající průsečnicím hladin vody se zemským povrchem při zaplavení území povodní. 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 10100024_5 (PM-091), Svitava

Rozlivy při povodňových průtocích ohrožují obce Skalice nad Svitavou a Lhoťa Rapotina.

K vybřežování a zaplavování zemědělských pozemků v blízkosti toku dochází při průtoku Q_5 . Při vyšších průtocích (od Q_{100}) je zaplavován průmyslový areál na PB při žel. trati pod PB přítokem Úmoří.

Úsek 10100024_4 (PM-105), Svitava

Rozlivy při povodňových průtocích ohrožují zástavbu obce Rájec nad Svitavou.

Při Q_5 dochází k vybřežování a zaplavování území, a to především nad soutokem s Býkovkou na PB, kde jsou zaplavovány zemědělské pozemky. Na LB jsou zaplavovány zahrady. Níže pod soutokem s Býkovkou je koryto Svitavy kapacitní na Q_{20} . Při Q_{100} jsou zaplavovány objekty v blízkosti koryta - na LB při ul. Fügnerova, Havlíčkova a Sportovní. Na PB objekty na ul. Ol. Blažka v blízkosti Býkovky a níže pod silnicí II/377 průmyslový areál a pila na PB.

Úsek 10100024_3 (PM-032), Svitava

Rozlivy při povodňových průtocích ohrožují zástavbu obce Blansko.

Koryto Svitavy v Blansku je kapacitní na Q_5 . Při Q_{20} dochází k vybřežování, kdy na PB v horní části úseku jsou zaplavovány zemědělské pozemky a sportoviště a na LB jsou zaplavovány rodinné domky v blízkosti mostu ul. Rožmitálova. Q_{100} se výrazněji rozlévá v horní části úseku, kde zaplavuje na LB průmyslové plochy nad zaústěním Sloupečnicku a skleníky pod ústím Sloupečnicku. Na PB je bariérou bránícím dalším rozlivům těleso železniční tratě. V centru města jsou zaplavovány budovy při ul. Poříčí, Vodní a Svitavská. V dolní části úseku je koryto kapacitní na Q_{100} . Při Q_{500} jsou zaplavovány další objekty v blízkosti toku, voda se dostává i za železnici na PB.

Úsek 10100024_2 (PM-103), Svitava

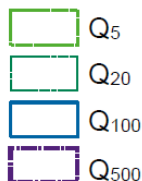
Rozlivy při povodňových průtocích ohrožují zástavbu obce Adamov.

Při průtoku Q_5 je voda v korytě. Při Q_{20} dochází na LB k zaplavování průmyslových areálů nad soutokem a v místě soutoku s Křtinským potokem a na PB jsou zaplavovány objekty v blízkosti zaústění Křtinského potoka. Při Q_{100} jsou oproti Q_{20} zaplavovány průmyslové objekty na LB v dolní části úseku při ul. Osvobození. Rozlivy Q_{500} zaplavují na LB zástavba v blízkosti Křtinského potoka, níže fotbalové hřiště a průmyslové objekty. Na PB voda zaplavuje v dolní části úseku budovy železničního nádraží a zpětným vzduťm Coufavy se dostává voda za železniční trať a zaplavuje skladovací plochu dřeva.

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. 7.

Obr. č. 7 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

Záplavové čáry



6.2 Hloubky pro průtoky Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀

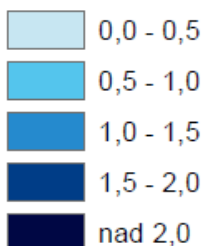
Hloubky vody z numerického programu jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 5 m. Rastry hloubek byly vytvořeny na základě znalostí úrovně hladin v jednotlivých profilech, ze kterých byly vytvořeny rastry úrovně hladin. Následným odečtením rastrů úrovně hladin a rastru 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. 8.

Obr. č. 8 Definice barev a intervalů hloubek

Hloubky

(m)



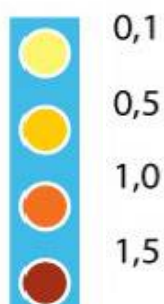
6.3 Rychlosti pro průtoky Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀

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 v rozmezí 1,0 – 2,5 m·s⁻¹, místně až 3 m·s⁻¹. Hodnoty rychlostí se v inundaci pohybují do 1 m·s⁻¹.

Rozdělení intervalů rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [31] - viz obr. 9.

Obr. č. 9 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 doprovázeny 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

NÁZEV DÍLČÍHO POVODÍ ZPRACOVÁVANÉHO ÚSEKU TOKU: DYJE

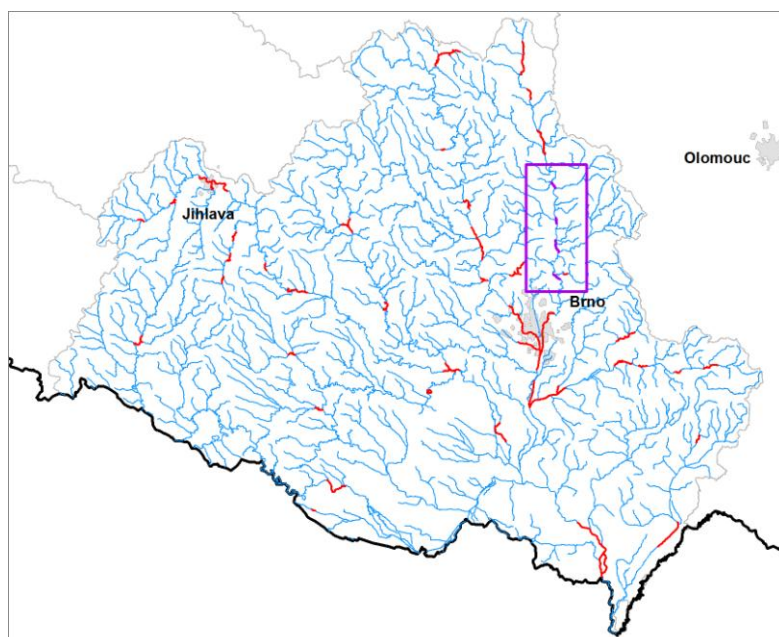
5.1 POSUDEK HYDRAULICKÉHO VÝPOČTU

SVITAVA – 10100024_3 (PM-32) - Ř. KM 32,958 – 35,772

SVITAVA – 10100024_5 (PM-91) - Ř. KM 49,400 – 51,008

SVITAVA – 10100024_2 (PM-103) - Ř. KM 23,566 – 25,372

SVITAVA – 10100024_4 (PM-105) - Ř. KM 40,396 – 41,730





OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Pořizovatel:



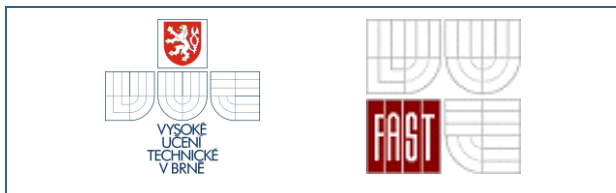
Povodí Moravy, s.p.
Dřevařská 11
601 75 Brno

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:

Ing. Miroslav Špano, Ph.D., Prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.

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 (DMT).....	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 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	6
2.5.1	Dostupné dokumenty a jejich účel	6
2.5.2	Aktuálnost, přesnost výstupů.....	6
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	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 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 je stručně zhodnotit relevantnost použitých podkladů ve vztahu k hodnocenému úseku na vodním toku **SVITAVA – 10100024_3 (PM-32) - Ř. KM 32,958 – 35,772, SVITAVA – 10100024_5 (PM-91) - Ř. KM 49,400 – 51,008, SVITAVA – 10100024_2 (PM-103) - Ř. KM 23,566 – 25,372, SVITAVA – 10100024_4 (PM-105) - Ř. KM 40,396 – 41,730**, z pohledu kompletnosti a způsobu zpracování.

2 Zhodnocení relevantnosti vstupních podkladů

Cílem je stručně zhodnotit relevantnost použitých podkladů ve vztahu k řešené lokalitě z pohledu kompletnosti a způsobu zpracování.

Souhrnně lze konstatovat, že značení podkladů dle Technické zprávy (TZ) [3] je méně přehledné. Doporučuji uvést soupis podkladů v samostatném odstavci a na jednotlivé číslované podklady se v dalším textu odkazovat. V textu zprávy [3] by měly být také odkazy na jednotlivé související přílohy (fotodokumentace, mapy, apod.). Po formální stránce rovněž doporučuji uvádět popisy pod obrázkem, nikoli nad a pro zlepšení čitelnosti doporučuji zvětšení písma u obrázků, zejména u grafů.

2.1 Topografická data

2.1.1 Mapové podklady

Mapové podklady jsou vyhovující.

2.1.2 Geodetické podklady

Pro tento typ toku je zaměření příčných profilů po cca 50 m vyhovující.

2.1.3 Digitální model terénu (DMT)

Využitelnost DMT pro hodnocení hloubek samotného toku je omezená z důvodu nízké přesnosti s chybou ± 50 cm. V samotném toku je využito přesnějšího geodetického zaměření.

2.2 Hydrologická data

2.2.1 Základní hydrologická data (ČSN 75 1400)

Základní hydrologická data jsou aktuální (2013).

2.2.2 Povodňové vlny

Povodňové vlny nebyly využity, výpočet byl proveden pro ustálené nerovnoměrné proudění.

2.2.3 Diskuze se staršími hydrol. daty, nejistoty

V [3] je uvedeno porovnání aktuálních hydrologických dat s dostupnými staršími daty (pro Q_5 až Q_{100}). Jsou uvedeny aktuální třídy přesnosti hydrologických dat, detailní analýza nejistot nebyla provedena.

2.3 Výkresová dokumentace

2.3.1 Situace

Situace je vyhovující.

2.3.2 Příčné řezy

Příčné řezy jsou v dostatečném rozsahu.

2.3.3 Podélné řezy

Podélné řezy jsou v dostatečném rozsahu.

2.3.4 Výkresy objektů

Je proveden soupis objektů a jejich vazba na použité staničení. Účelné je uvést také hlavní rozměry průtočných profilů mostů.

2.3.5 Fotodokumentace

Fotodokumentace je vyhovující.

2.4 Místní šetření

2.4.1 Rozsah

Rozsah místního šetření je podmíněně dostatečný. V [3], kap. 3.3 nejsou uvedeny bližší informace o zkušenostech s rozlivy u dřívějších povodní. Nejsou uvedeny polohy hladiny zaměřené po povodni.

2.4.2 Soulad zjištěných skutečností s ostatními dostupnými podklady

Bylo provedeno zhodnocení vlivu technického řešení nových a rekonstruovaných objektů na velikost rozlivů při sledovaných povodních.

2.5 Stávající hydraulické výpočty

2.5.1 Dostupné dokumenty a jejich účel

Hydraulické výpočty byly převzaty z práce [4] zadavatele Povodí Moravy, s.p., který dle [3] provedl ve spolupráci se zpracovatelem map povodňového nebezpečí a povodňových rizik Pöyry Environment, a.s. úpravy a doplnění pro aktuální hydrologická data a se zahrnutím vlivů změn a úprav zájmového území zjištěných při místním šetření a při zaměření. Současně byl proveden dopočet pro Q_{500} .

2.5.2 Aktuálnost, přesnost výstupů

Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a rizik byl proveden výpočet pro všechny povodňové scénáře se zahrnutím vlivu změn v zájmových oblastech zjištěných při místním šetření.

Přesnost výstupů není blíže diskutována. Zhodnoceny jsou povšechně nejistoty a úplnost vstupních dat, které ovlivňují i přesnost výsledků. Model byl sestaven s využitím povodňových průtoků dle ČHMÚ s třídou přesnosti II a III.

2.5.3 Využitelnost dokumentů

Vzhledem k tomu, že byl model dle [4] doplněn a upraven dle aktuálních dat, lze předpokládat, že bude možné po úpravách využít použité topologické schéma a geometrii toku a záplavového území.

2.6 Podklady pro kalibraci modelu

2.6.1 Relevantní povodňové epizody

Ve zprávě [3] jsou jako výchozí podklad pro kalibraci modelu uvedeny údaje o povodni z roku 1997, dále jsou uvedeny informace o kulminacích na limnigrafu Bílovice nad Svitavou z dřívějších let (1937, 1938, 1941, 1947, 1962) a z roku 2006. Za relevantní pro kalibraci modelu lze považovat povodně z let 1997 a 2006.

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

Ve zprávě [3] jsou k povodňovým epizodám uvedeny hodnoty kulminačních průtoků a hladin na limnigrafu Bílovice nad Svitavou. Podkladem pro kalibraci byly dle [3] využity informace o povodni z roku 1997 v měrném profilu č. 45 v Blansku v km 35,152, podklady ke kalibraci u dalších úseků nejsou ve zprávě [3] uvedeny. Rozsah údajů pro kalibraci není z textu zprávy dle [3] zřejmý, je uveden pouze jediný profil v Blansku.

2.6.3 Přesnost získaných údajů - vazba na přesnost hydraulického modelu

Nejistoty v datech a vazba na přesnost hydraulického výpočtu jsou ve zprávě [3] obecně popsány, hlubší rozbor popř. kvantifikace nejistot chybí.

3 Zhodnocení věcné správnosti postupu při hydraulickém výpočtu

3.1 Koncepční model

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

Vstupní předpoklady jsou jednoznačně uvedeny.

3.1.2 Způsob zadání okrajových a počátečních podmínek

Způsob zadání okrajových podmínek (OP) je obecně správný a vychází z dohodnutých metodik.

3.1.3 Použité programové vybavení

Použité programové vybavení MIKE11 odpovídá standardu.

3.2 Hydrodynamický model

3.2.1 Prostorová diskretizace

Prostorová diskretizace je relevantní.

3.2.2 Okrajové a počáteční podmínky

Způsob zadání okrajových podmínek (OP) vychází z celkového modelu dle práce [4] je obecně správný. Hodnoty dolní OP byly převzaty ze studie odtokových poměrů [4] z roku 2006. Volba profilu s dolní okrajovou podmínkou byla provedena tak, aby její případný negativní vliv byl minimální. Otázkou je pouze rozsah úprav modelu a jejich vliv na výsledky řešení.

3.2.3 Vstupní parametry modelu

Vstupní parametry modelu jsou adekvátní. Hodnoty součinitelů drsnosti pro koryto zejména v upravených úsecích jsou poněkud nadsazené, pro eliminaci příslušných nejistot ve vstupech i modelových postupech je určitá míra „předimenzování“ nicméně akceptovatelná.

3.2.4 Kalibrace a verifikace modelu

Byla provedena pro průtok zaznamenaný při povodni v roce 1997 v měrném profilu č. 45 v Blansku v km 35,152. Ze zprávy [3] nevyplývá, že by byla provedena následná verifikace pro jiné měřené průtoky. Využití pouze

jednoho profilu a jedné povodňové epizody (ze dvou dostupných) pro kalibraci všech úseků modelu se jeví jako limitní. V podstatě se dá konstatovat, že úseky PM 91, PM 103 a PM 105 nebyly kalibrovány.

3.2.5 Zhodnocení nejistot

Nejistoty v geometrických vstupech jsou relevantně zhodnoceny. Nejsou analyzovány nejistoty v hydrologických podkladech a také ve vlastním modelu a jeho parametrech.

4 Zhodnocení výsledků hydraulických výpočtů

Tato kapitola 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

Způsob vyhodnocení postupy GIS je vyhovující.

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, kvalitativně koresponduje s objekty na toku.

4.3.2 Příčné řezy - vazba koryto – inundace

Vazba je zajištěna prostřednictvím příčných větví 1D+ modelu.

4.3.3 Hydraulika objektů

Výpočet objektů byl proveden běžnými postupy hydrauliky mostních a spádových objektů na toku.

4.3.4 Interpretace výsledků

Interpretace výsledků modelového řešení do map záplavových území byla provedena s využitím dostupných podkladů o sledovaném území (zaměření, DMT).

5 Závěry a doporučení

5.1 Souhrnné zhodnocení

Práce [3] plně splnila svůj účel. Byla provedena soudobými technologiemi při poctivém zajištění a zdůvodnění použitých podkladů. Rezervy jsou v komentáři popř. kvantifikaci nejistot v modelovém řešení, které trpí omezeným rozsahem kalibrace hydraulického modelu.

5.2 Doporučení

Je zřejmé, že rozsah záplavových území odpovídá soudobému stavu poznání, a to jak z pohledu nejistot v poskytnutých hydrologických podkladech, tak i morfologických a topografických podmínek. Dokumentaci je doporučeno aktualizovat (alespoň lokálně) vždy po významnějších úpravách terénu v ZÚ, po realizaci protipovodňových opatření a také po významnějším zvýšení průtoků v rámci dat poskytovaných ČHMÚ. Tomuto doporučení odpovídá doba cca jedenkrát za 5 let.

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] 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. **SVITAVA – 10100024_3 (PM-32) - Ř. KM 32,958 – 35,772, SVITAVA – 10100024_5 (PM-91) - Ř. KM 49,400 – 51,008, SVITAVA – 10100024_2 (PM-103) - Ř. KM 23,566 – 25,372, SVITAVA – 10100024_4 (PM-105) - Ř. KM 40,396 – 41,730.** Pöyry Environment a.s. 07/2013.
- [4] Studie záplavového území Svitavy, Povodí Moravy, s.p., Brno, 2007.