



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

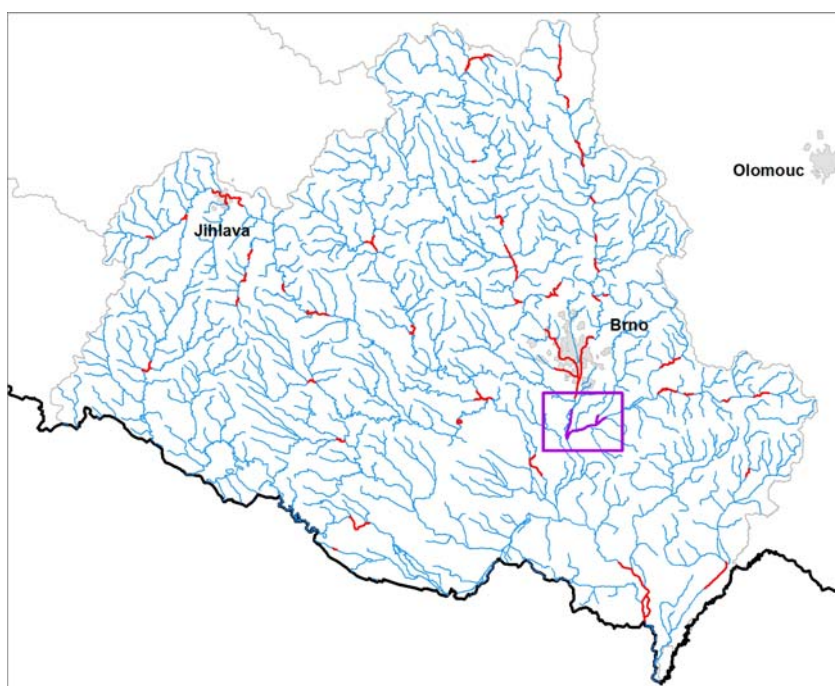
DÍLČÍ POVODÍ DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

SVRATKA – 10100010_1 (PM-85) - Ř. KM 28,966 – 34,938

LITAVA – 10100046_1 (PM-86) - Ř. KM 0,000 – 9,478

ŘÍČKA – 10100107_1 (PM-87) - Ř. KM 0,000 – 1,849



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

SVRATKA – 10100010_1 (PM-85) - Ř. KM 28,966 – 34,938

LITAVA – 10100046_1 (PM-86) - Ř. KM 0,000 – 9,478

ŘÍČKA – 10100107_1 (PM-87) - Ř. KM 0,000 – 1,849

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	11
3.6	Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny	11
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů.....	12
4	Popis koncepčního modelu	13
4.1	Schematizace řešeného problému	13
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	15
4.3	Způsob zadávání OP a PP	15
5	Popis numerického modelu.....	17
5.1	Použité programové vybavení.....	17
5.2	Vstupní data numerického modelu.....	17
5.3	Popis kalibrace modelu	20
6	Výstupy z modelu	22
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	25
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	26
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	26
6.4	Mapy povodňového nebezpečí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	26

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 Svratce v km 28,953 – 34,924, úsek na řece Litavě v km 0,000 – 9,466 a úsek na řece Říčce v km 0,000 – 1,837. *

Tab. č. 2 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100010_1	PM-85	Svratka	28,953 – 34,924	4-15-03-0273 4-15-03-0271
10100046_1	PM-86	Litava	0,000 – 9,466	4-15-03-113 4-15-03-111 4-15-03-105 4-15-03-091
10100107_1	PM-87	Říčka	0,000 – 1,837	4-15-03-104

*) Komentář k používané kilometrži toku

Kilometráž uvedená v názvu úseku se liší od kilometrže 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 Svratky, Litavy a Říčky, používaná při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik, byla ponechána z geodetického zaměření koryta z let 1997 - 2000. V tabulce č. 3 je uvedeno srovnání staničení dle PVPR a dle geodetického zaměření [5].

Tab. č. 3 Srovnání staničení

Tok (prac. číslo úseku)	Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
Svratka (PM-85)	28,966 – 34,938	28,953 – 34,924
Litava (PM-86)	0,000 – 9,478	0,000 – 9,466
Říčka (PM-87)	0,000 – 1,849	0,000 – 1,837

Objekty mají tzv. administrativní kilometráž dle Technicko-provozní evidence toku [10] a [11] a [12], tato slouží spíše jako neměnný identifikátor jednotlivých objektů. Staničení objektů dle TPE je uvedeno v kap. 5.2.1.

V zájmové oblasti nejsou zbudována žádná významná vodní díla.

Významnými přítoky Svratky v zájmovém úseku jsou Vojkovický náhon a Litava. Významnými přítoky Litavy v zájmovém úseku jsou Dunávka, Moutnický potok, Říčka a Hranečnický potok. Říčka nemá v zájmovém úseku žádné významné přítoky.

2.1 Všeobecné údaje

Svratka

Řeka Svratka pramení na svazích Křivého javoru ve výšce 760 m n. m. V nejhornější části toku protéká územím Žďárských vrchů. Postupně protéká Nedvědicovou vrchovinou, Tišnovskou kotlinou, částí Bítešské vrchoviny a Oslavanské brázdy. V dolním úseku protéká Bobravskou vrchovinou a Dyjsko-svrateckým úvalem.

Pod Brnem se do Svratky vlévá její největší přítok Svitava. Od Brna pak protéká přes Židlochovice a dále protéká obcemi Nosislav, velké Němčice, Uherčice. Vpravo od obce Pouzdřany se vlévá do upravené výustní tratě střední zdrže Novomlýnské nádrže.

Celková orientační délka toku je 174 km. Číslo hydrologického pořadí povodí ústí je 4-16-04-034. Plocha povodí je 4115 km².

Na toku řeky Svratky v km TPE 56,157 bylo v roce 1940 uvedeno do provozu VD Brno. V roce 1954 v km TPE 111,600 bylo uvedeno do provozu VD Vír II a v roce 1958 v km TPE 114,900 VD Vír I.

Úsek 10100010_1 (PM-85), Svratka

V řešeném úseku protéká Svratka katastrálním územím Židlochovice, Vojkovice u Židlochovic, Blučina, Rajhrad a Rajhradice. Úsek začíná v prostoru pod odbočení Vojkovického náhonu v Rajhradcích pod pohyblivým jezem km 34,977 (km TPE 34,970). Trasa koryta je v tomto úseku napřímena a příčný profil je upraven do tvaru složeného lichoběžníka. Úsek je ukončen zaústěním LB přítoku Litava. V zájmovém území jsou dva mosty. Úsek Svratky v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Litava

Řeka Litava pramení v Chříbech v katastru obce Zástřizly. Litava odvádí vodu z oblasti Chříbů a Litenečských vrchů. Teče směrem západním a v Židlochovicích ústí na levém břehu do Svratky v km 28,950.

V povodí toku Litavy převažuje zemědělství, s výjimkou městských průmyslových oblastí. Litava protéká převážně nížinným územím, kde dochází ke splachu a odnosu splavenin, které způsobují zanášení koryta Litavy.

Délka toku od pramene k ústí do Svratky je 58,6 km. Nadmořská výška pramenné oblasti Litavy nad obcí Zástřizly je 510 m n.m. Celková plocha povodí Litavy nad soutokem se Svratkou činí 789,76 km².

Úsek 10100046_1 (PM-86), Litava

V řešeném úseku protéká Litava katastrálním územím Židlochovice, Vojkovice u Židlochovic, Blučina, Opatovice u Rajhradu a Měnín. Začátek úseku je na soutoku s LB Hranečnickým potokem. Zastavěné území v blízkosti toku je především v obcích Měnín, Blučina a Židlochovice. Mezi těmito obcemi protéká Litava intenzivně zemědělsky využívanou krajinou. Úsek je zakončen zaústěním do řeky Svratky. Trasa koryta je v tomto úseku napřímena a příčný profil je upraven do tvaru složeného lichoběžníka. V zájmovém území je sedm mostů a tři lávky pro pěší. Úsek Litavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

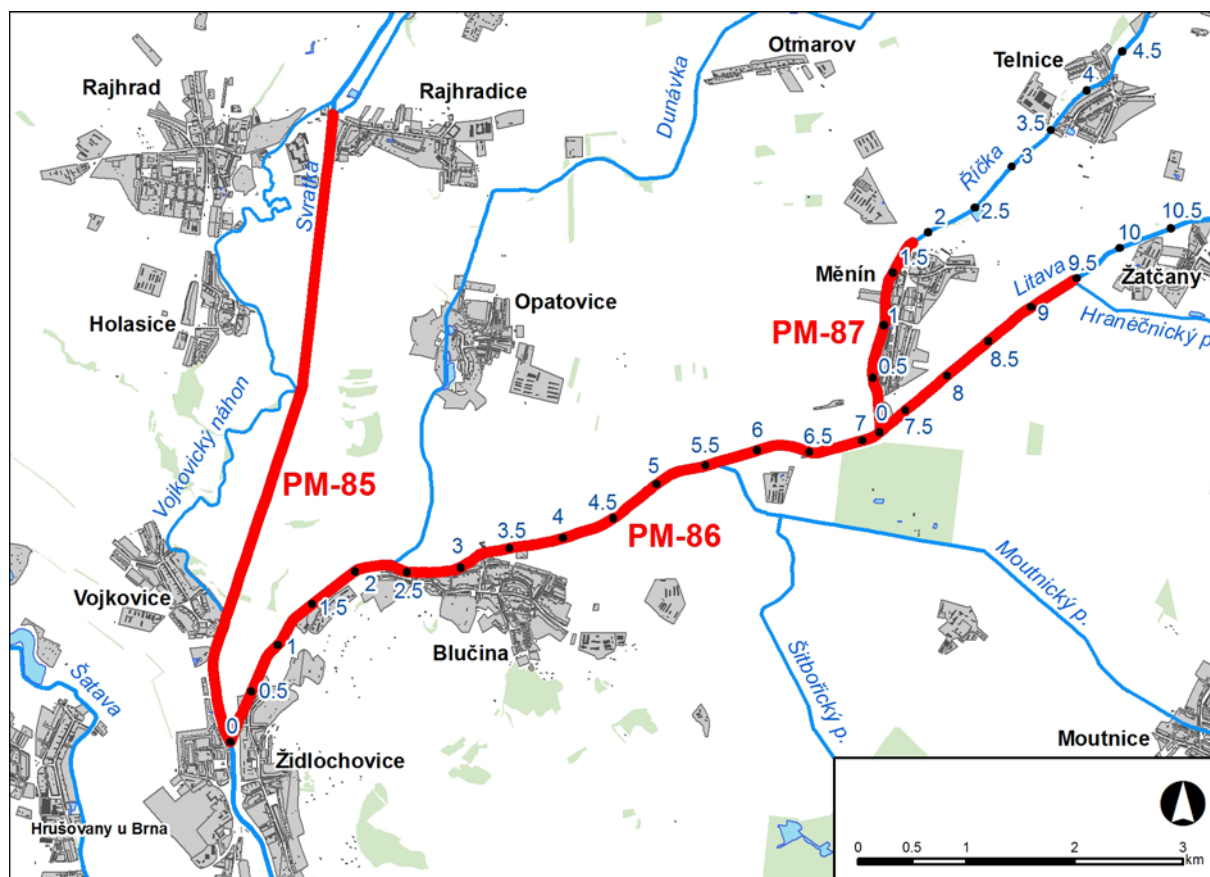
Říčka

Říčka náleží k dílčímu povodí Svratky. Pramení nad obcí Říčky v katastru obce Bukovinka v nadmořské výšce 445 m n.m. Plocha povodí Říčky je 144,888 km², délka toku cca 35,5 km. Absolutní spád toku v celé délce je 268 m. Povodí je z cca 40% zalesněno. Největším přítokem je v km 9,854 (TPE km 10,250) levobřežní přítok Roketnice.

Úsek 10100107_1 (PM-87), Říčka

V řešeném úseku protéká Říčka katastrálním územím Měnín. Začátek úseku je v místě křížení se silnicí Měnín - Otmarov. Zástavba Měnína je v těsné blízkosti toku, a to na jeho levém břehu. Koryto má tvar malého složeného lichoběžníka a je převážně neupravované. Úsek je zakončen zaústěním do řeky Litavy. V zájmovém území jsou čtyři mosty a jedna lávka pro pěší. Úsek Říčky v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Obr. č. 1 Přehledná mapa řešeného území



2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Největší zaznamenaná povodeň v novodobé historii na řece Svatce v limnigrafické stanici Židlochovice, ve městě Židlochovice, je datována k březnu 2006. Příčinou bylo oteplení, které vyvolalo tání sněhové pokrývky a zvýšené srážky v horním povodí toku Svatky [22]. Ke kulminaci došlo 30. 3. 2006 a ve městě Židlochovice bylo dosaženo kolem $230 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. cca Q_{10} [21]. Limnigraf Židlochovice zaznamenal vodní stav 515 cm [20], přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu 523 cm, tj. $223 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. cca Q_{5-10} , byla v červenci 1997. K další významné povodni v novodobé historii došlo v květnu 1962 (vodní stav 496 cm) [20].

V dávnější historii byly zaznamenány povodně v březnu 1941 (vodní stav 537 cm), v srpnu 1938 (vodní stav 523 cm), a v březnu 1947 (vodní stav 509 cm) [20].

Obr. č. 2 Povodeň 1997 – silniční most Židlochovice



Obr. č. 3 Povodeň 1997 – nábreží Židlochovice



Obr. č. 4 Povodeň 2006 – silniční most Židlochovice



Obr. č. 5 Povodeň 2006 – jez Rajhrad



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**, podklady pro stanovení zátopového území Svratky byl sestaven společností DHI Hydroinform Praha v roce 1999. Zaměření příčných profilů Svratky a fotogrametrické zaměření údolí Svratky od VDNM po soutok se Svitavou provedl v roce 1999 Geodis Brno, a.s. Příčné profily jsou zaměřeny po cca 300 m u Svratky, 120 m u Litavy a 50 m u Říčky. Zaměření příčných profilů Svratky, Litavy a Říčky provedl útvar Geodezie, Povodí Moravy s.p., Brno v letech 2007 a 2008. Tímto novým zaměřením bylo zaktualizováno původní měření z roku 1997 - 2000. 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. Hodnoty průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} byla ověřena v roce 2013 a nedoznala významných změn. Veškeré údaje o Q_{500} jsou z roku 2013.

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

Pracovní číslo úseku	Hydrologický profil	Rok pořízení (ověření)	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
PM-85	Svratka – nad Litavou	2013	20,5	159,4	251,4	389,5	565,1	I., II.*
PM-85	Svratka – Židlochovice vodočet	2013	19,8	208	293	400	579,9	II.
PM-86	Litava – LG Rychmanov	2010	13,6	24,2	41,1	57	85**	II.

Pracovní číslo úseku	Hydrologický profil	Rok pořízení (ověření)	Říční kilometr	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Třída přesnosti
PM-86	Litava – nad Svatkou	2013	0,2	25,9	41	62,5	88,8	II., III.*
PM-87	Říčka (Zlatý potok) - ústí	2013	0,2	12,8	20,9	33,2	48,8	III.

*) Poznámka: pokud jsou uvedeny 2 třídy přesnosti, tak první z nich se vztahuje k hodnotám Q₅ až Q₁₀₀, druhá platí pro hodnotu Q₅₀₀. V případě, že je uvedena jen 1 třída přesnosti, platí pro všechny poskytnuté hodnoty Q_N.

**) Hodnota Q₅₀₀ byla extrapolována

Starší hydrologická data dle [19] jsou uvedena v tab. č. 5. Oproti [19] došlo na Svatce ke snížení hodnot průtoků o desítky procent (u Q₅ o 30 %). U Litavy na Svatkou došlo razantnímu snížení průtoků o více jak 50 %. Průtoky v Říčce byly také sníženy, a to o cca 20 %.

Tab. č. 5 Starší hodnoty N–letých průtoků (Q_N) v m³.s⁻¹

Pracovní číslo úseku	Hydrologický profil	Rok pořízení	Říční kilometr	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Třída přesnosti
PM-85	Svatka – nad Cezavou (Litavou)	1970	20,5	234	330	444	-	
PM-85	Svatka – Židlochovice vodočet	2005	19,8	208	293	400	-	
PM-86	Litava – nad Svatkou	2000	0,2	33	44,5	58	-	
PM-86	Litava – nad Svatkou	1970	0,2	83	113	147	-	
PM-87	Říčka (Zlatý potok) - ústí	2008	0,2	13,6	21,6	33,2	-	
PM-87	Říčka (Zlatý potok) - ústí	1970	0,2	25	34	40	-	

3.3 Místní šetření

- [7] **Fotodokumentace** byla pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedlo Pöry Environment a.s. dne 19.9.2012. Byly pořizovány fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území a citlivých objektů v možném záplavovém území Q₅₀₀. 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 u žádného z posuzovaných úseků zjištěny zásadní změny tvaru koryta, inundačního území a technických objektů na toku oproti geodetickému zaměření a DMT použitých pro tvorbu modelu. Fotodokumentace je přílohou této zprávy.

3.4 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

- [8] **Numerické 1D+ modely Svatky, Litavy a Říčky** v programu MIKE 11 byly vytvořeny na Povodí Moravy, s.p. v roce 2007 (Svatka), 2004 (Litava) a 2009 (Říčka). Modely sloužily pro zpracování Záplavového území Svatky [13], SOP Litavy [14] a Záplavové území Říčky [15]. Pro tvorbu modelů bylo využito geodetické zaměření [5], DMT [1] a hydrologická data [6]. V rámci modelu byly řešeny povodňové scénáře pro Q₁ - Q₁₀₀. Výpočet byl proveden pro neustálené nerovnoměrné proudění. Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo provedeno řešení vymezeného úseku 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** – měrná křivka limnigrafu Svratka - Židlochovice.

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

- [10] Technicko provozní evidence toků – Svratka, Povodí Moravy, s.p., Brno, 1970
- [11] Technicko provozní evidence toků – Litava, Povodí Moravy, s.p., Brno, 1971
- [12] Technicko provozní evidence toků – TPE Říčky, Povodí Moravy, s.p., 2000
- [13] Záplavové území Svratky km 29,289 – 47,810 (pod ČOV Brno – VD Brno), Povodí Moravy, s.p., útvar hydroinformatiky, Brno, 06/2007
- [14] Studie odtokových poměrů Litavy km 0,000 – 38,500 – záplavové území, Povodí Moravy, s.p., útvar hydroinformatiky, Brno, 10/2004
- [15] Záplavové území Říčky km 0,000 – 19,320, Povodí Moravy, s.p., útvar hydroinformatiky, Brno, 08/2009
- [16] Plán oblasti povodí Dyje; Pöyry Environment a.s.; Brno; 12/2009
- [17] Studie protipovodňových opatření na území Jihomoravského kraje, Pöyry Environment a.s., Brno, 05/2007
- [18] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual, DHI, 2009
- [19] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970
- [20] Evidenční list hlásného profilu č. 383, tok Svratka, lim. stanice Židlochovice. Aktualizace březen 2006.
- [21] www.pmo.cz, Stavy a průtoky na vodních tocích, březen 2013
- [22] Povodně v Brně a okolí v období systematických hydrologických pozorování, Lucie Kašičková, 2008

3.6 Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny

- [23] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [24] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [25] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [26] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [27] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [28] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [29] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [30] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [31] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [32] 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).
- [33] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [34] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [35] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [36] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012
- [37] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011
- [38] 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 Svratky, Litavy a Říčky. 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. Zaměření příčných profilů Svratky a fotogrametrické zaměření údolí Svratky od VDNM po soutok se Svitavou provedl v roce 1999 Geodis Brno, a.s. Zaměření příčných profilů Svratky, Litavy a Říčky provedl útvar Geodezie, Povodí Moravy s.p., Brno v letech 2007 a 2008. Tímto novým zaměřením bylo zaktualizováno původní měření z roku 1997 - 2000.

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

Terénní průzkum byl proveden 19.9.2012. 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 byly stávající numerické 1D+modely Svratky, Litavy a Říčky [8] zahrnující zájmové úseky v programu MIKE 11, které byly vytvořeny na Povodí Moravy, s.p. v letech 2004, 2007 a 2009.

Podkladovými kalibračními daty [9] jsou údaje z měrné křivky na limnigrafu Židlochovice na Svatce.

4 Popis koncepčního modelu

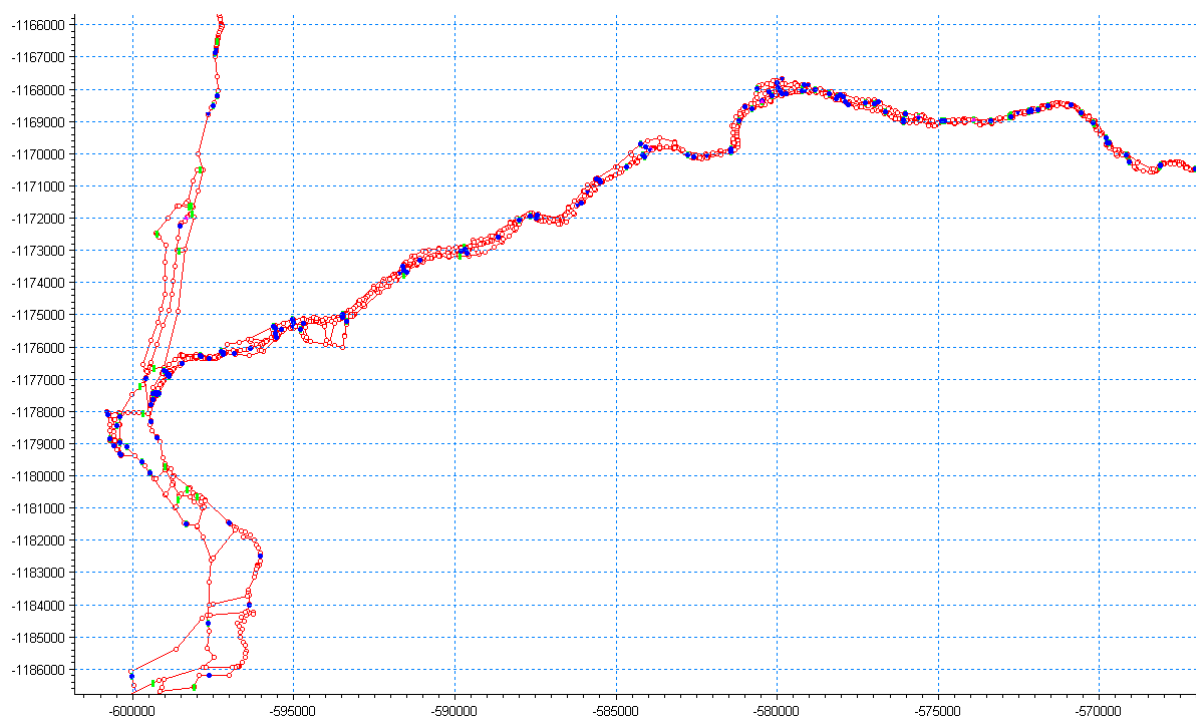
Řešené úseky toků byly schematizovány 1D+ modelem. Výpočet průběhu hladin byl proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11 (popis programu je uveden v kap. 5.1). Model vymezeného úseku byl sestaven společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v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

Matematickým modelem byl v každém úseku popsán průtok vlastním korytem řeky včetně souvisejících inundací a veškerých objektů na toku.

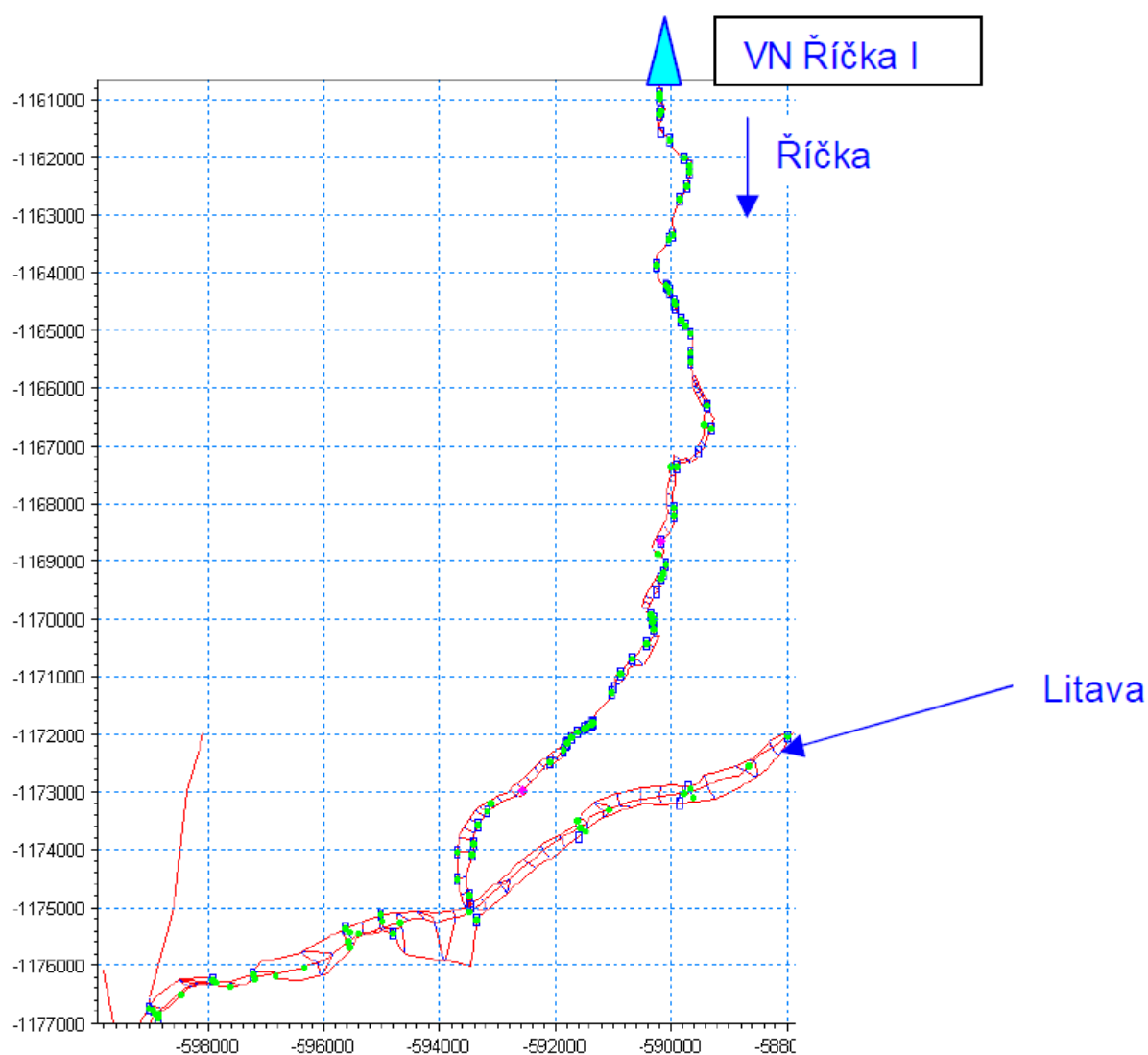
4.1 Schematizace řešeného problému

V rámci matematického řešení byla provedena schematizace pomocí síťových modelů. Příčné řezy a technické objekty na toku jsou zadány dle geodetického zaměření. Zájmový úsek tří toků byl řešen v rámci tří výpočtových modelů. Použití 1D+ modelu bylo zvoleno vzhledem k faktu, že jde o intenzivně zemědělsky využívanou krajinu s málo lokálními plochami zástavby, které by byly rozlivy ohrožovány a tudíž pro namodelování rozlivů do inundace v tomto území je dostačující použití síťového modelu s hlavní (korytovou) větví a větvemi vedlejšími. Pro namodelování proudění v inundacích v některých úsecích toků je použito 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. 6 Schéma celého řešeného modelu Svratky a Litavy



Obr. č. 7 Schéma celého řešeného modelu Říčky



Horními okrajovými podmínkami byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} , a Q_{500} v Říčce a Litavě 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 [18], který je k dispozici u zhotovitele.

Matematickým modelem je v každém úseku popsán průtok vlastním korytem řeky 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. Horními okrajovými podmínkami byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} , a Q_{500} ve Svatce, Litavě a Říčce dodaných ČHMÚ [6]. Konzumční křivky Svatky pod řešeným úsekem a Litavy cca 5 km pod soutokem s Říčkou jsou dolními okrajovými podmínkami. 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 výpočtových matematických modelů jsou zahrnuty veškeré objekty na toku. V zájmovém území bylo zaměřeno celkem u úseku PM-85 18 příčných profilů, u PM-86 75 a u PM-87 45 příčných profilů, které vystihují morfologii koryta, přilehlého inundačního území a veškeré důležité objekty na toku (viz tab. č. 6, 7 a 8).

Tab. č. 6 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-85, Svatka, 28,953 – 34,924

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
29,009	Litava	28,982	Židlochovice
29,977	silniční most	29,950	Vojkovice
30,147	odpad MVE	30,180	Vojkovice
30,300	náhon	30,310	Vojkovice
34,896	silniční most	34,877	Rajhradice
34,977	pohyblivý jez	34,970	Rajhrad

Tab. č. 7 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-86, Litava, km 0,000 – 9,466

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
0,141	žb siln. most	0,105	Židlochovice
0,519	žb siln. most	0,488	Židlochovice
1,236	žb hosp. most	1,236	Židlochovice
2,745	lávka	2,630	Blučina

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
3,200	žb siln. most	3,060	Blučina
4,087	lávka	3,960	Blučina
4,982	dálniční most		Blučina
5,211	lávka	5,150	Blučina
5,950	žb hosp. most	5,900	Měnín
7,206	žb siln. most	7,120	Měnín

Tab. č. 8 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-87, Říčka, 0,000 – 1,837

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
0,000	soutok s Litavou	0,000	Měnín
0,304	most hospodářský	0,350	Měnín
1,010	most hospodářský	1,030	Měnín
1,200	lávka betonová	1,150	Měnín
1,538	most hospodářský	1,600	Měnín
1,804	přechod plynu - nadzemní	1,780	Měnín
1,825	most silniční	1,900	Měnín

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Drsnosti Svratky, Litavy a Říčky, byly zadány na základě pochůzek v terénu a při nich pořízených fotodokumentací [7].

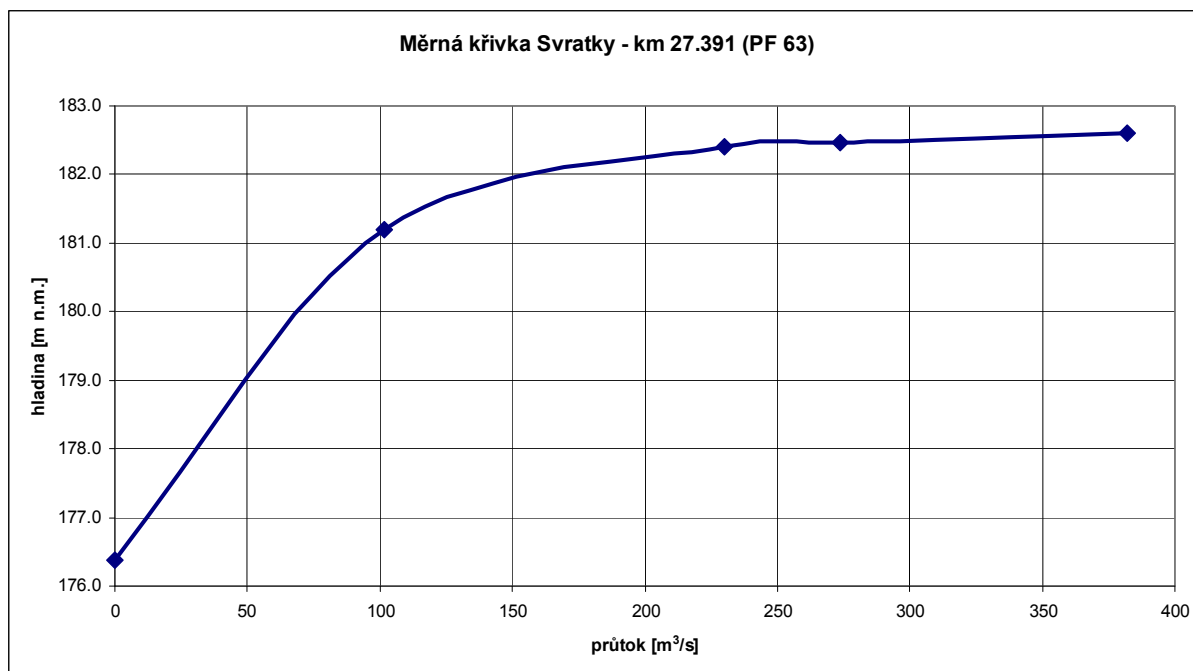
Pro zadávání drsnosti je uvažováno letní období se vzrostlou vegetací. Drsnosti svahů a inundace jsou zadávány v rozsahu od 0,045 až 0,120. Drsnost dna koryta je dle charakteru v rozmezí 0,035 – 0,055. Místní ztráty na objektech jsou v modelu započteny ve ztrátách po délce. U upravených úseků bylo zohledněno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

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Model Svratky a Litavy

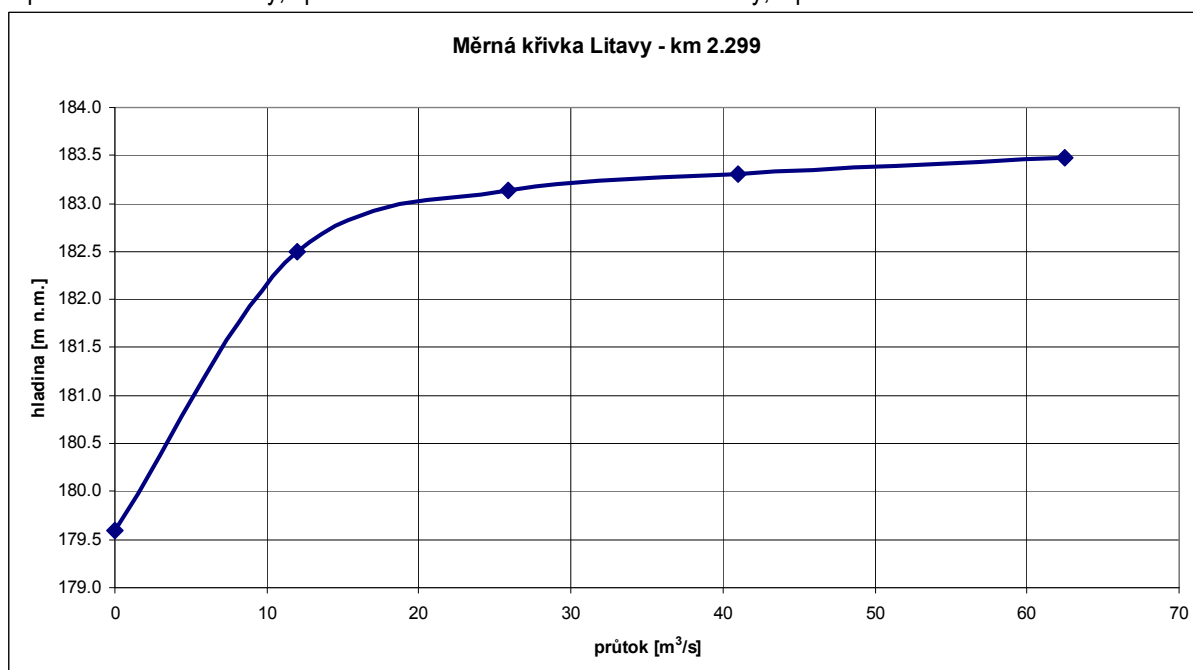
Dolní okrajovou podmínkou byla konzumní křivka Svratky v profilu 63 (km 27,391) převzatá ze studie odtokových poměrů Svratky, zpracované v roce 2000 Povodím Moravy, s.p.

Horními okrajovými podmínkami byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} , a Q_{500} ve Svratce a Litavě dodaných ČHMÚ [6].



Model Říčky

Dolní okrajovou podmínkou byla konzumní křivka Litavy cca 5 km pod soutokem s Říčkou převzatá z výpočtů záplavového území Litavy, zpracovaného v roce 2005 Povodím Moravy, s.p.



Horními okrajovými podmínkami byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} , a Q_{500} v Říče a Litavě dodaných ČHMÚ [6].

Řešení soutokových oblastí

V souladu s [35] byly u každého soutoku, tj. Litava do Svratky a Říčka do Litavy, 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.

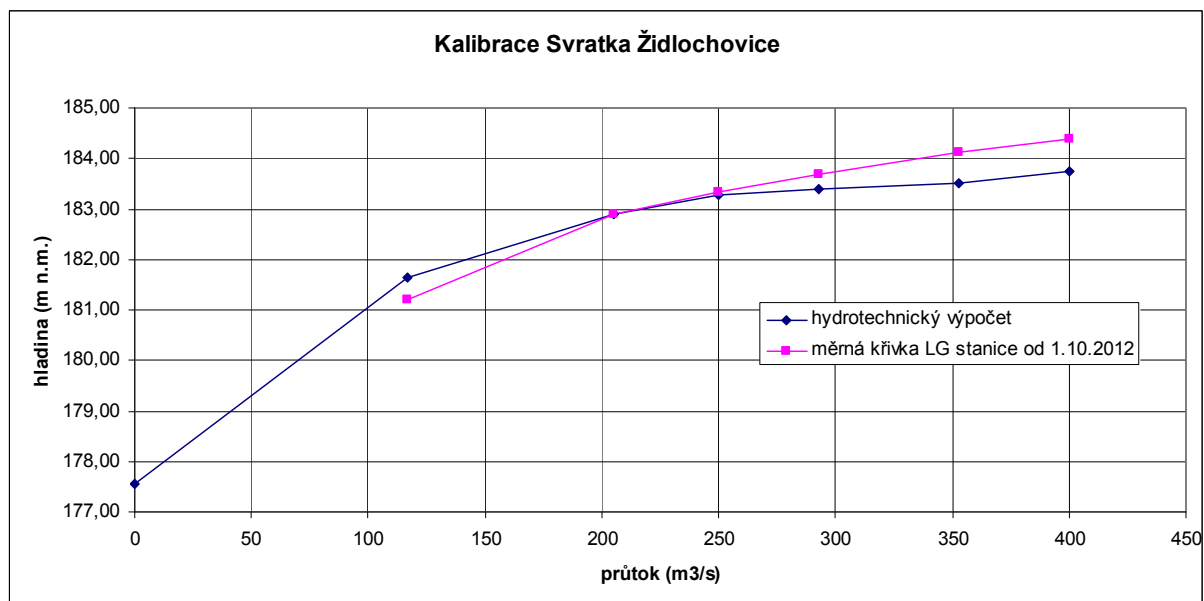
Nejistota dále spočívá v hydrologických údajích stanovených dle ČHMÚ. Je zřejmé, že údaje o N-letých vodách nejsou údaje neměnné. Při zpracování výpočtů jsou tedy posuzovány veškeré dostupné hydrologické podklady - tedy současné platné se porovnávají s historickými i „nedávno minulými“. Rozptyl hodnot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

5.3 Popis kalibrace modelu

Model byl verifikován a následně kalibrován změnou součinitelů drsnosti na úrovni hladin limnigrafické stanice Židlochovice na Svatce. Sestavený numerický model zahrnuje i úsek Litavy a Říčky, pro které nejsou k dispozici relevantní kalibrační data. Kalibrace modelu z dostupných hodnot uvedené limnigrafické stanice jsou vykresleny na následujících obrázcích.

Je dosahována dobrá shoda vypočítaných hladin a měrných křivek limnigrafických stanic. Rozdíly v hladinách jsou do max. 40 cm.

Obr. č. 9 Měrné křivky v profilu limnigrafické stanice Židlochovice, tok Svatka



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. 9 - 11.

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. 9 Psaný podélný profil pro úsek PM-85, Svratka

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
67	28.927	183.10	183.63	184.00	184.41
68	29.002	183.11	183.66	184.02	184.41
69	29.172	183.17	183.73	184.08	184.43
70	29.366	183.23	183.82	184.16	184.46
71	29.576	183.29	183.91	184.23	184.48
72	29.751	183.35	183.93	184.27	184.58
73	29.895	183.40	183.95	184.30	184.65
74	30.022	183.45	183.99	184.34	184.66
75	30.183	183.51	184.05	184.44	184.82
76	30.879	184.02	184.57	184.89	185.17
77	31.446	184.44	184.83	185.12	185.36
78	32.011	185.04	185.58	185.81	185.99
79	32.665	185.46	186.01	186.25	186.43
80	33.152	185.87	186.44	186.69	186.88
81	33.655	186.38	186.96	187.22	187.41
82	34.203	186.80	187.40	187.68	187.89
83	34.528	186.94	187.56	187.86	188.08
84	34.862	187.14	187.77	188.10	188.34
95	34.942	187.21	187.82	188.13	188.36

Tab. č. 10 Psaný podélný profil pro úsek PM-86, Litava

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
25	3.033	183.61	183.78	183.97	184.90
26	3.187	183.74	183.91	184.09	184.96
27	3.204	183.81	183.97	184.15	184.99

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
28	3.215	183.81	183.98	184.15	185.00
29	3.426	183.91	184.08	184.26	185.07
30	3.570	183.97	184.14	184.32	185.11
31	3.733	184.04	184.21	184.40	185.18
32	3.971	184.14	184.32	184.51	185.27
33	4.087	184.21	184.38	184.57	185.31
34	4.334	184.33	184.51	184.70	185.44
35	4.457	184.38	184.57	184.76	185.49
36	4.649	184.47	184.65	184.85	185.57
37	4.796	184.54	184.72	184.92	185.64
38	4.946	184.61	184.80	185.00	185.71
39	4.998	184.62	184.83	185.03	185.75
40	5.034	184.64	184.84	185.05	185.76
41	5.211	184.72	184.93	185.14	185.86
42	5.299	184.77	184.98	185.18	185.89
43	5.482	184.86	185.06	185.27	185.97
44	5.590	184.92	185.12	185.33	186.03
45	5.648	184.95	185.16	185.36	186.06
46	5.804	185.05	185.25	185.45	186.14
47	5.940	185.12	185.33	185.53	186.21
48	5.953	185.13	185.33	185.54	186.22
49	5.965	185.14	185.35	185.55	186.23
50	6.116	185.25	185.45	185.65	186.31
51	6.248	185.34	185.54	185.74	186.39
52	6.394	185.42	185.62	185.83	186.48
53	6.583	185.53	185.73	185.94	186.58
54	6.803	185.66	185.86	186.06	186.70
55	6.937	185.73	185.92	186.13	186.76
56	7.051	185.78	185.98	186.19	186.81
57	7.164	185.85	186.05	186.25	186.88
58	7.215	185.89	186.09	186.30	186.93
59	7.237	185.89	186.09	186.30	186.94
60	7.321	185.97	186.17	186.37	186.97
61	7.517	186.15	186.35	186.55	187.01
62	7.621	186.24	186.44	186.61	187.02
63	7.714	186.35	186.55	186.68	187.02
64	7.823	186.47	186.67	186.76	187.03
65	7.921	186.54	186.74	186.82	187.04
66	8.005	186.59	186.79	186.84	187.05
67	8.092	186.66	186.86	186.86	187.06
68	8.188	186.73	186.94	186.99	187.12
69	8.322	186.82	187.04	187.09	187.19
70	8.541	186.96	187.19	187.24	187.32
71	8.753	187.10	187.34	187.39	187.46

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
72	8.899	187.19	187.44	187.49	187.56
73	9.065	187.29	187.54	187.60	187.68
74	9.244	187.40	187.65	187.70	187.79
75	9.452	187.50	187.76	187.82	187.92

Tab. č. 11 Psaný podélný profil pro úsek PM-87, Říčka

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
1	0.018	185.84	186.05	186.22	186.26
2	0.074	185.85	186.06	186.23	186.27
3	0.114	185.87	186.07	186.24	186.28
4	0.186	185.90	186.09	186.26	186.30
5	0.231	185.92	186.11	186.27	186.32
6	0.281	185.95	186.12	186.28	186.33
7	0.307	185.95	186.13	186.29	186.34
8	0.317	185.96	186.14	186.30	186.34
9	0.359	185.99	186.16	186.31	186.36
10	0.409	186.02	186.18	186.33	186.38
11	0.449	186.05	186.21	186.36	186.41
12	0.487	186.08	186.23	186.38	186.43
13	0.513	186.11	186.25	186.40	186.45
14	0.551	186.15	186.28	186.42	186.47
15	0.588	186.18	186.30	186.44	186.49
16	0.636	186.23	186.34	186.47	186.53
17	0.678	186.28	186.38	186.51	186.56
18	0.740	186.35	186.44	186.56	186.61
19	0.787	186.40	186.48	186.59	186.65
20	0.836	186.44	186.52	186.63	186.68
21	0.885	186.48	186.55	186.66	186.71
22	0.936	186.54	186.61	186.71	186.76
23	0.996	186.60	186.66	186.76	186.82
24	1.013	186.63	186.69	186.78	186.83
25	1.019	186.63	186.69	186.78	186.83
26	1.066	186.66	186.72	186.81	186.86
27	1.125	186.69	186.75	186.84	186.91
28	1.156	186.73	186.79	186.88	186.96
29	1.201	186.79	186.85	186.96	187.04
30	1.225	186.83	186.90	187.02	187.11
31	1.265	186.88	186.95	187.08	187.18
32	1.319	186.95	187.04	187.19	187.27
33	1.377	187.05	187.16	187.34	187.39
34	1.427	187.14	187.25	187.44	187.48

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
35	1.473	187.21	187.34	187.53	187.57
36	1.522	187.29	187.43	187.63	187.66
37	1.541	187.33	187.46	187.65	187.69
38	1.555	187.36	187.49	187.69	187.72
39	1.592	187.42	187.56	187.79	187.83
40	1.647	187.54	187.69	187.95	188.00
41	1.697	187.64	187.79	188.08	188.13
42	1.748	187.71	187.87	188.18	188.23
43	1.791	187.78	187.94	188.29	188.35
44	1.827	187.86	188.02	188.41	188.55
45	1.841	187.91	188.07	188.48	188.60

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

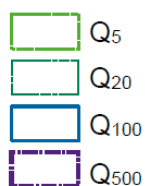
Záplavové čáry jsou křivky odpovídající průsečnicím hladin vody se zemským povrchem při zaplavení území povodní. Šířka rozlivu byla v jednotlivých příčných profilech určena zakreslením hladiny do těchto příčných profilů. Ty byly následně přeneseny do situace a mezi profily byly záplavové čáry dokresleny 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.

Rozlivy při povodňových průtocích ohrožují objekty v obcích Rajhrad, Rajhradice, Holasice, Opatovice, Vojkovice, Blučina, Židlochovice, Hrušovany u Brna a Měnín. Koryta toků v řešených úsecích jsou ohrázené, avšak po vybřežení dochází vlivem plochým inundacím k rozsáhlým rozlivům. Koryta řeky Svatky i Litavy jsou kapacitní na Q₅, u Říčky voda vybřežuje na PB, proudí inundací a zaplavuje zemědělské pozemky. Při Q₂₀ dochází k rozlivům u Svatky do PB inundace, kdy jsou zaplavovány objekty v Rajhradě a zemědělské pozemky v blízkosti Svatky. U Říčky a Litavy jsou zaplavovány zemědělské pozemky přiléhající tokům. Při Q₁₀₀ a Q₅₀₀ jsou rozlivy výrazné a alespoň částečně ohrožují zástavbu obcí zmíněných výše. Široký rozliv je na soutoku Svatky s Litavou, kde šíře rozlivu přesahuje 3 km.

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 [36] - viz obr. 10.

Obr. č. 10 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

Záplavové čáry



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

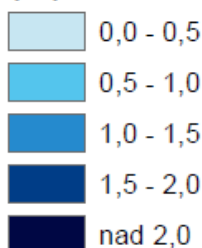
Hloubky vody z numerického programu jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 5 m. Rastry hloubek byly vytvořeny na základě znalostí úrovně hladin v jednotlivých profilech, ze kterých byly vytvořeny rastry úrovně hladin. Následným odečtením rastrů úrovně hladin a rastru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

Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [36] - viz obr. 11.

Obr. č. 11 Definice barev a intervalů hloubek

Hloubky

(m)



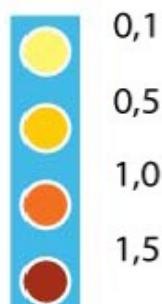
6.3 Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

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 v rozmezí $0,5 - 2,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 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 [36] - viz obr. 12.

Obr. č. 12 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

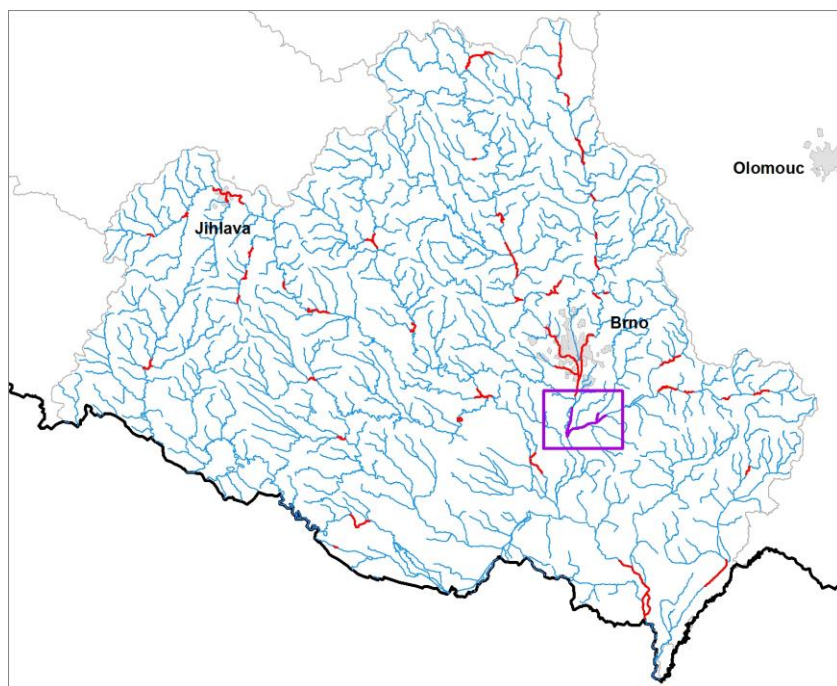
NÁZEV DÍLČÍHO POVODÍ ZPRACOVÁVANÉHO ÚSEKU TOKU: DYJE

5.1 POSUDEK HYDRAULICKÉHO VÝPOČTU

SVRATKA – 10100010_1 (PM-85) - Ř. KM 28,966 – 34,938

LITAVA – 10100046_1 (PM-86) - Ř. KM 0,000 – 9,478

ŘÍČKA – 10100107_1 (PM-87) - Ř. KM 0,000 – 1,849





OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Pořizovatel:



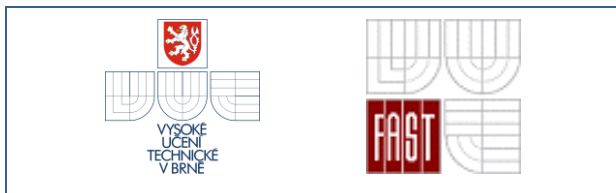
Povodí Moravy, s.p.
Dřevařská 11
601 75 Brno

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. Karel Adam, 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	7
2.5.1	Dostupné dokumenty a jejich účel	7
2.5.2	Aktuálnost, přesnost výstupů.....	7
2.5.3	Využitelnost dokumentů.....	7
2.6	Podklady pro kalibraci modelu	7
2.6.1	Relevantní povodňové epizody.....	7
2.6.2	Rozsah údajů o průběhu povodně (hladina, průtoky,...)	7
2.6.3	Přesnost získaných údajů - vazba na přesnost hydraulického modelu.....	7
3	Zhodnocení věcné správnosti postupu při hydraulickém výpočtu.....	7
3.1	Koncepční model	7
3.1.1	Vstupní předpoklady, zjednodušení, použité schematizace, typ modelu (dimenzionalita).....	7
3.1.2	Způsob zadání okrajových a počátečních podmínek.....	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.....	8
3.2.4	Kalibrace a verifikace modelu	8
3.2.5	Zhodnocení nejistot	8

4	Zhodnocení výsledků hydraulických výpočtů	8
4.1	Zhodnocení způsobu vyhodnocení výstupů	8
4.2	Zhodnocení rozsahu výstupů	8
4.3	Zhodnocení správnosti výstupů	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.....	9
5.1	Souhrnné zhodnocení	9
5.2	Doporučení	9
6	Podklady.....	9

1 Cíle a předmět posudku

Zpracování map nebezpečí ve smyslu Směrnice 2007/60/ES vyžaduje jednotný způsob vyhodnocení charakteristik průběhu povodní, jako jsou rozsah záplavy, hloubka a rychlost proudění vody. Vzhledem ke značnému rozsahu prací na území celé České republiky lze při realizaci požadavků Směrnice 2007/60/ES očekávat značný počet zpracovatelů jak hydraulické části (mapy povodňového nebezpečí), tak vlastní rizikové analýzy (mapy rizika).

Ukazuje se jako potřebné, hospodárné a efektivní „ošetřit“ mezistupeň mezi hydraulickým řešením (a jeho výstupy) a mezi využitím výsledků při procesu hodnocení rizika. Toto je provedeno prostřednictvím „Posudku hydraulických výpočtů“ zpracovaného vybranými odbornými subjekty. Posudek 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 **SVRATKA – 10100010_1 (PM-85) - Ř. KM 28,966 – 34,938, LITAVA – 10100046_1 (PM-86) - Ř. KM 0,000 – 9,478, ŘÍČKA – 10100107_1 (PM-87) - Ř. KM 0,000 – 1,849** 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 není zcela přehledné. Doporučujeme uvést soupis podkladů v samostatném odstavci a na jednotlivé číslované podklady se v dalším textu odkazovat.

V textu zprávy [3] by měly být také četnější odkazy na jednotlivé související přílohy (fotodokumentace, mapy, apod.). Po formální stránce doporučujeme umístění popisů obrázků je pod obrázek nikoliv nad. Dále doporučujeme sjednotit znak používaný pro značení desetinných míst (zejména v tabulkách), ve zprávě [3] je užíváno jak tečky, tak čárky.

2.1 Topografická data

2.1.1 Mapové podklady

Mapové podklady jsou vyhovující.

2.1.2 Geodetické podklady

Geodetické podklady jsou vyhovující.

2.1.3 Digitální model terénu (DMT)

Využitelnost DMT pro hodnocení hloubek samotného potoka je omezená z důvodu nízké přesnosti (velikost mřížky 10 m). V samotném toku a bezprostředního pásu podél něj je využito přesnějšího pozemního

geodetického zaměření, v místě zjištěných nepřesností v DMT byly provedeny jeho korekce na základě dostupného geodetického zaměření.

2.2 Hydrologická data

2.2.1 Základní hydrologická data (ČSN 75 1400)

Základní hydrologická data jsou aktuální (2013). Údaje o kulminačním průtoku Q_{500} jsou z roku 2013. Hydrologická data jsou dostačující.

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 z let 1970, 2005 a 2008 (pro Q_5 až Q_{100}). Jsou uvedeny aktuální třídy přesnosti hydrologických dat, detailní analýza nejistot nebyla provedena. Zpráva [3] uvádí ve srovnání historických dat s aktuálními, že na Svratce došlo ke snížení hodnot průtoků o desítky procent (u Q_5 o 30 %). U Litavy nad Svratkou došlo k razantnímu snížení průtoků o více jak 50 %. Průtoky v Říče byly taktéž sníženy, a to o cca 20 %. Diskuze o důvodech takto razantního snížení není provedena.

2.3 Výkresová dokumentace

2.3.1 Situace

Situace je vyhovující, z uspořádání příčných a údolnicových profilů není bezprostředně patrné vedení jednotlivých výpočetních větví, umístění profilů v inundačním území a diskretizace náhradní oblasti na výpočetní úseky. V případě inundačního území jde o jednotlivé větve.

2.3.2 Příčné řezy

Příčné řezy jsou v dostatečném rozsahu, chybí pouze jednoznačné vymezení řezů v inundačním území, popř. omezení údolnicových řezů pro výpočet koryta a inundačního území.

2.3.3 Podélné řezy

Pro koryto bez připomínek, otázkou je účelnost doplnění vybraných podélných řezů a průběhy hladiny v inundačních větvích (stanovení rozlivu v prostoru větších inundací).

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 dostatečný. V rámci šetření byl u místních obyvatel zjišťován rozsah historických povodní. Konkrétní výsledky šetření nejsou uvedeny.

2.4.2 Soulad zjištěných skutečností s ostatními dostupnými podklady

V rámci terénní pochůzky nebyly u žádného z posuzovaných úseků zjištěny zásadní změny tvaru koryta, inundačního území a technických objektů na toku oproti geodetickému zaměření a DMT použitých pro tvorbu modelu.

2.5 Stávající hydraulické výpočty

2.5.1 Dostupné dokumenty a jejich účel

Hydraulické výpočty byly provedeny společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo provedeno řešení vymezeného úseku s využitím okrajových podmínek z celkového modelu povodí Moravy [4].

2.5.2 Aktuálnost, přesnost výstupů

Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik byl výpočet doplněn o povodňový scénář Q_{500} . Přesnost výstupů není diskutována. Obecně jsou zhodnoceny nejistoty a úplnost vstupních dat, která ovlivňují i přesnost výsledků. Model je sestaven s využitím povodňových průtoků ČHMÚ s třídou přesnosti I., II a III.

2.5.3 Využitelnost dokumentů

Lze předpokládat, že bude možné po dílčích úpravách využít topologické schéma a geometrii toku a záplavového území použitou v modelu dle [4]. Řešení bylo aktualizováno pro povodňový scénář Q_{500} .

2.6 Podklady pro kalibraci modelu

2.6.1 Relevantní povodňové epizody

Ve zprávě [3] jsou uvedeny povodně z let 2006, 1997 a 4 dalších povodňových epizod zachycených v limnigrafické stanici v Židlochovicích. Uvedená data jsou vhodná pro kalibraci.

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

Ve zprávě [3] jsou uvedeny vodní stavy a průtoky k rokům 2006 a 1997 v limnigrafické stanici v Židlochovicích, k ostatním jsou uvedeny pouze vodní stavy. Údaje z LG Židlochovice nepovažujeme pro kalibraci Litavy a Řičky za relevantní, vhodné by bylo vycházet z průběhů povodňových hladin na těchto tocích (alespoň Litavy).

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.

3 Zhodnocení věcné správnosti postupu při hydraulickém výpočtu

3.1 Konceptní model

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

Vstupní předpoklady jsou jednoznačně uvedeny, řešení je provedeno 1D+ modelem.

3.1.2 Způsob zadání okrajových a počátečních podmínek

Způsob zadání okrajových podmínek je správný a vychází z globálního modelu Svratky a přítoků dle [4].

3.1.3 Použité programové vybavení

Použitý software MIKE 11 odpovídá standardu.

3.2 Hydrodynamický model

3.2.1 Prostorová diskretizace

Prostorová diskretizace je relevantní, obsahuje hlavní tok a větve vedené inundačním územím.

3.2.2 Okrajové a počáteční podmínky

Způsob zadání okrajových podmínek (OP) je správný. Souběhy povodňových průtoků na soutocích byly uvažovány metodicky správně.

3.2.3 Vstupní parametry modelu

Vstupní parametry modelu jsou adekvátní. Hodnoty součinitelů drsnosti se jeví mírně nadsazené nicméně pro eliminaci příslušných nejistot ve vstupech i modelových postupech je určitá míra „předimenzování“ akceptovatelná.

3.2.4 Kalibrace a verifikace modelu

Kalibrační data byla dostupná pouze v limnigrafické stanici v Židlochovicích na Svatce, vzhledem k poloze řešených úseku jsou tato data pro účel kalibrace v řece Svatce vhodná. Z grafu kalibrace je patrné, že je model pro vyšší průtoky podhodnocen. Rozdíl vypočtených hladin oproti měřeným s maximálními hodnotami 40 cm je limitní. Pro Litavu, resp. její přítok Říčku, není profil LG Židlochovice relevantní.

3.2.5 Zhodnocení nejistot

Jsou relevantně zhodnoceny nejistoty v geometrických vstupech, hodnocení drsností a nejistot v hydrologických podkladech. Nejistoty nejsou ve zprávě [3] kvantifikovány hlouběji rozebrány.

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 plně vyhovující a dostačující.

4.2 Zhodnocení rozsahu výstupů

Rozsah výstupů odpovídá zadání.

4.3 Zhodnocení správnosti výstupů

4.3.1 Podélné profily, hladina

Průběh vypočtené polohy hladiny v podélném řezu odpovídá daným podmínkám.

4.3.2 Příčné řezy - vazba koryto – inundace

Vazba koryta a inundace 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] splnila svůj účel. Byla provedena soudobými technologiemi při poctivém zajištění a zdůvodnění použitých podkladů. Kalibrace pro výústní trať Litavy nebyla prakticky provedena.

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. **SVRATKA – 10100010_1 (PM-85) - Ř. KM 28,966 – 34,938, LITAVA – 10100046_1 (PM-86) - Ř. KM 0,000 – 9,478, ŘÍČKA – 10100107_1 (PM-87) - Ř. KM 0,000 – 1,849.** Pöyry Environment a.s. 07/2013.
- [4] Studie odtokových poměrů Svratky, Povodí Moravy, s.p., útvar hydroinformatiky, Brno, 10/2004.