



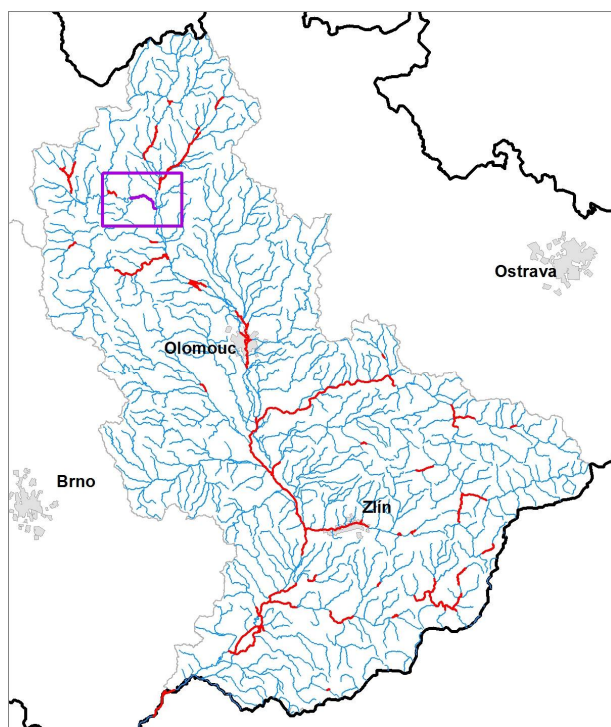
TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ MORAVY A V OBLASTI POVODÍ DYJE

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

MORAVSKÁ SÁZAVA – 10100059_1 (PM-77) - Ř. KM 0,000 – 8,490

NEMILKA – 10100746_1 (PM-78) - Ř. KM 0,000 – 0,258



ČERVENEC 2013



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

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

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

MORAVSKÁ SÁZAVA – 10100059_1 (PM-77) - Ř. KM 0,000 – 8,490

NEMILKA – 10100746_1 (PM-78) - Ř. KM 0,000 – 0,258

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	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	16
6	Výstupy z modelu	17
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	18
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	19
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	19
6.4	Mapy povodňového nebezpečí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	20

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 Moravská Sázava v km 0,000 – 8,455 a úsek na řece Nemilka v km 0,000 – 0,258. *

Tab. č. 2 Základní informace o řešených úsecích

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100059_1	PM-77	Moravská Sázava	0,000 – 8,455	4-10-02-048 4-10-02-046 4-10-02-042
10100746_1	PM-78	Nemilka	0,000 – 0,258	4-10-02-047

*) 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 Moravské Sázavy, používaná při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik, byla ponechána z geodetického zaměření koryta z roku 2000. V tabulce č. 3 je uvedeno srovnání staničení dle PVPR a dle geodetického zaměření [5].

Tab. č. 3 Srovnání staničení řešených úseků

Tok (prac. číslo úseku)	Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
Moravská Sázava (PM-77)	0,000 – 8,490	0,000 – 8,455
Nemilka (PM-78)	0,000 – 0,258	

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.

V řešeném úseku Moravské Sázavy nejsou zbudována žádná významná vodní díla. Na řece Nemilce cca 0,6 km nad začátkem řešeného úseku je zbudováno VD Nemilka.

Významnými přítoky Moravské Sázavy v řešeném úseku jsou Nemilka a Bušínský potok a nad řešeným úsekem Ostrovský potok, Lukovský potok, Rychnovský potok, Hraniční potok a Ospirský potok. Tok Nemilka nemá žádný významný přítok.

2.1 Všeobecné údaje

Moravská Sázava pramení na k.ú. obce Rýdrovice, odvádí vody z podhůří Orlických hor a vlévá se pod obcí Zábřeh do řeky Moravy jako pravobřežní přítok.

Tvar povodí Moravské Sázavy je vějířovitý. Celková plocha povodí Moravské Sázavy je 508,95 km².

Z hlediska geografického se oblast povodí Moravské Sázavy nachází v přechodném pásmu, kde se projevují jak vlivy kontinentálního klimatu tak klima oceánského klimatu.

Poněvadž tato oblast má vlivem zasahujícího srážkového stínu poměrně malé srážky (průměrná roční srážka je 700 – 800 mm), jsou průtoky v řece nízké – průměrný roční průtok ve výustní trati činí 4,4 m³/s. Nicméně četnost povodní v povodí Moravské Sázavy je výrazně vyšší než povodní v horním povodí Moravy.

Charakter toku je převážně nížinný. Spády pramenné oblasti 10 ‰ se brzy značně snižují. Údolní niva je zvláště v horní části toku velmi plochá – řeka zde protéká průměrným spádem 2‰. Lanškrounskou kotlinou obcemi Albrechtice, Sázava a Žichlínek a luční trati pod Žichlínkem. Pod obcí Krasíkov se široká kotlina uzavírá a řeka se dostává do poměrně nízkého zalesněného údolí. Protéká zde luční trati – průměrné spády se zde pohybují mezi 2 – 4 ‰. Teprve pod Zábřehem na Moravě se tok vlévá do široké údolní nivy – spád zde poklesá až na 1,6 ‰.

Tok je z větší části neupravený, dno toku je kamenité, provedené úpravy na toku jsou převážně v obcích a u objektů na toku.

Orientační délka toku Moravské Sázavy je 55,000 km.

Nadmořská výška pramenné oblasti Moravské Sázavy je 950m n.m. a údolí nad soutokem s Moravou 275 m n.m.

Úsek 10100059_1 (PM-77), Moravská Sázava

V řešeném úseku protéká Moravská Sázava katastrálním územím Zvole u Zábřeha, Rájec u Zábřeha, Zábřeh na Moravě, Jestřebíčko, Nemile, Lupěné. Úsek začíná v profilu železničního mostu v obci Lupěné a končí v místě ústí do Moravy. Na jezu v km 7,855 odbočuje LB Mlýnský náhon, který následně natéká do rybníka Zábřeh. V blízkosti toku je nejhustější zástavba v městě Zábřeh, a to jak zástavba k bydlení a občanské vybavenosti tak průmyslové areály. Pod městem Zábřeh je na LB městská ČOV. V zájmovém území je osm mostů, čtyři lávky a tři jezy. Úsek Moravské Sázavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

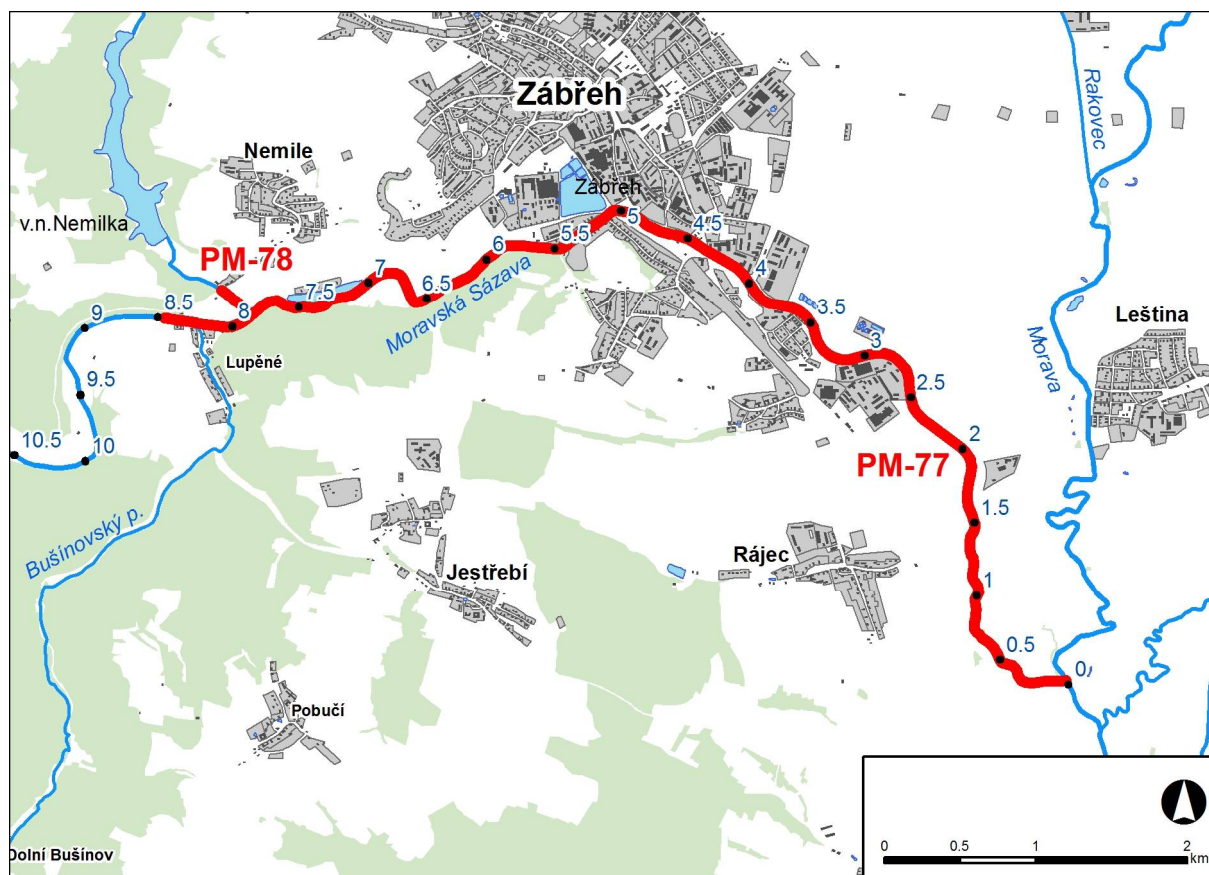
Nemilka

Tok dlouhý 12,5 km, pramenící v obci Horní Studénky, je levobřežním přítokem Moravské Sázavy u města Zábřeh na Moravě. Na toku se nachází VD Nemilka v km 0,6, s objemem 1,551 mil. m³.

Úsek 10100746_1 (PM-78), Nemilka

V řešeném úseku protéká Nemilka katastrálním územím Nemile. Úsek začíná v profilu silničního mostu, níže jsou zahrady a železniční most. Úsek končí v zaústění do Moravské Sázavy nad jezem v km 7,855. Koryto je neupravené, zarostlé stromy a křovinami. V zájmovém území jsou tři mosty. Úsek Nemilky 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 Moravské Sázavě v limnigrafické stanici Lupěné, v obci Nemile, je datována k červenci 1997. Příčinou povodně byly vydatné srážkové úhrny, které vyvolaly v horních a středních tocích mimořádné. Ke kulminaci došlo 8. 7. 1997 a v obci Nemile bylo dosaženo kolem $208 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok cca Q_{100} [17]. Limnigraf Lupěné zaznamenal vodní stav 382 cm [16], přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu 317 cm, tj. $158 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok cca Q_{20-50} , byla v dubnu 2006. K další významné povodni v novodobé historii došlo v březnu 2005 (vodní stav 294 cm, tj. $133 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok větší než Q_{10-20}) [16]. V dávnější historii byly zaznamenány povodně v červenci 1954 (vodní stav 320 cm), v únoru 1950 (vodní stav 308 cm), v únoru 1946 (vodní stav 305 cm), v březnu 1956 (vodní stav 299 cm), v únoru 1954 (vodní stav 295 cm), v říjnu 1930 (vodní stav 275 cm) a v červnu 1966 (272 cm) [16].

Obr. č. 2 Povodeň 1997 – jižní okraj Zábřehu



Obr. č. 3 Povodeň 1997 – Morava pod Zábřehem



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** příčných profilů území po cca 150 m na Moravské Sázavě provedla na podzim roku 2000 geodetická kancelář ing. Slámy v subdodávce pro Geodis spol. s r.o., Brno. Zaměření je v polohopisném systému S-JTSK, výškopisném systému Balt po vyrovnání. Výkresová dokumentace je k dispozici u zhotovitele. Nemilka zaměřená není.

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 Moravská Sázava - ústí. Pro profil Nemilka - ústí bylo požádáno o dodání hodnot průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} . Pro oba uvedené profily bylo dodáno hodnoty průtoků Q_{500} .

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
nad PM-77	Moravská Sázava – pod Březnou	2013	16,850	84,9	133	199	275	II.
PM-77	Moravská Sázava - ústí	2013	0,1	91,4	142	212	290	II.
PM-78	Nemilka - ústí	2013	0,1	14,5	22,2	31,5	45	III.

Starší hydrologická data dle [15] jsou uvedena v tab. č. 5. Oproti [15] došlo i Nemilky ke snížení hodnot průtoků, a to u Moravské Sázavy o cca 20 % u Q_5 a 7 % u Q_{100} a u Nemilky o 30 % u Q_{100} .

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-77	Moravská Sázava - ústí	1970	0,1	117	169	227	-	
PM-78	Nemilka - ústí	1970	0,0	17	30	45	-	

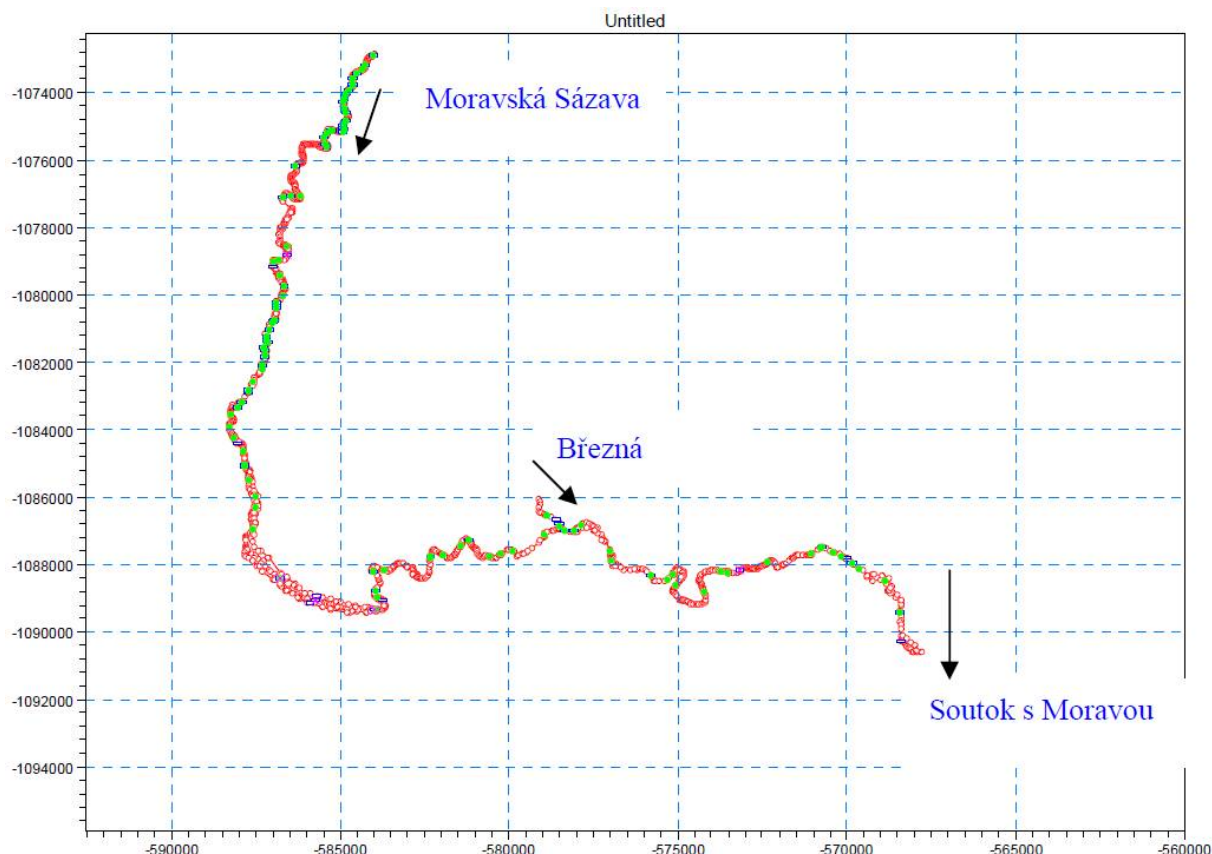
3.3 Místní šetření

- [7] **Fotodokumentace** byla pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedlo Pöyry Environment a.s. dne 31.10.2012. Byly pořizovány fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území a citlivých objektů v možném záplavovém území Q_{500} . Při terénním průzkumu byla prověřována aktuálnost geodetického zaměření, ověřovány hydraulické parametry ovlivňující proudění vody v korytě a inundaci a zjišťován rozsah historických povodní u místních obyvatel. V rámci terénní pochůzky byly zjištěny zásadní změny tvaru koryta, inundačního území a technických objektů na toku oproti geodetickému zaměření a DMT použitých pro tvorbu modelu u obou posuzovaných úseků. Při terénní pochůzce v úseku PM-77 Moravská Sázava byly zjištěny následující skutečnosti – rekonstrukce silničního mostu v km 8,245, rekonstrukce jezu Lupěné v km 7,855, rekonstrukce železničního mostu v km 5,085, rekonstrukce jezu (osazení vaku) v km 4,218 a lávka v km 3,710. V úseku PM-78 Nemilka byla při terénní pochůzce zjištěna pouze rekonstrukce železničního mostu v km 0,110. Technické řešení nových objektů, které byly zjištěny při terénních pochůzkách, neovlivňují odtokové poměry ve srovnání s objekty uvažovanými v hydrodynamickém modelu [8]. Fotodokumentace je přílohou této zprávy.

3.4 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

- [8] **Numerický 1D+ model Moravské Sázavy a přítoku Nemilka** v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2003. Model sloužil pro zpracování Moravská Sázava SOP [11]. Pro tvorbu modelu bylo využito geodetické zaměření [5], DMT [1] a hydrologická data [6]. V rámci modelu byly řešeny povodňové scénáře pro Q_1 - Q_{100} . Výpočet byl proveden pro neustálené nerovnoměrné proudění. Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo provedeno řešení vymezených úseků ustáleným nerovnoměrným prouděním s využitím okrajových podmínek z výše uvedeného celkového modelu. Model vymezeného úseku byl sestaven společností 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.

Obr. č. 4 Schéma celého řešeného modelu [8]



[9] **Kalibrační data** - údaje z měrné křivky na limnigrafu v Lupěně na povodně v letech 1985, 1986 a 1997.

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

- [10] Technicko provozní evidence toků – Moravská Sázava, Povodí Moravy s.p., Brno, 1971
- [11] Moravská Sázava km 0,000 – 51,692, studie odtokových poměrů, Povodí Moravy, s.p., útvar hydroinformatiky, 06/2003
- [12] Plán oblasti povodí Moravy; Pöyry Environment a.s.; Brno; 12/2009
- [13] Studie ochrany před povodněmi na území Olomouckého kraje; Pöyry Environment a.s., Brno, 03/2007
- [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. 309, tok Mor. Sázava, lim. stanice Lupěně. Aktualizace březen 2006.
- [17] www.pmo.cz, Stavy a průtoky na vodních tocích, březen 2013

3.6 Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny

- [18] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [19] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [20] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [21] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [22] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [23] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [24] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [25] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [26] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).

- [27] 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).
- [28] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [29] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [30] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [31] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012
- [32] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011
- [33] 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 Moravské Sázavy a Nemilky. 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 provedla v roce 2000 geodetická kancelář ing. Slámy v subdodávce pro Geodis spol. s r.o., Brno. Nemilka zaměřená není.

Hydrologická data [6] nejsou starší pěti let a jsou dostačující k popsání průtokových poměrů v Moravské Sázavě. U ČHMÚ byly ověřeny hodnoty průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} u profilu Moravská Sázava - ústí. Pro profil Nemilka - ústí byly dodány hodnoty průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} nově, stejně jako hodnoty průtoků Q_{500} pro oba uvedené profily.

Terénní průzkum byl proveden 31.10.2012. Byla pořízena fotodokumentace 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 Moravské Sázavy a Nemilky [8] zahrnující zájmové úseky v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2003. Jako podklady pro tvorbu modelu byly využívány podklady uvedené výše.

Podkladovými kalibračními daty [9] jsou data z limnigrafu Lupěné na Moravské Sázavě.

4 Popis koncepčního modelu

Řešený úsek toku byl schematizován 1D+ modelem. Výpočet průběhu hladin byl proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11 (popis programu je uveden v kap. 5.1). Model vymezeného úseku byl sestaven společností 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. Použití 1D modelu bylo zvoleno vzhledem k faktu, že zájmové úseky jsou v sevřeném údolí a intravilánu, kde nedochází k výrazným rozlivům do inundace a použití 1D modelu je dostačující pro vystihnutí proudění jak v korytě tak v inundaci.

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Použití 1D modelu bylo zvoleno vzhledem k faktu, že zájmové úseky jsou v sevřeném údolí a intravilánu, kde nedochází k výrazným rozlivům do inundace a použití 1D modelu je dostačující pro vystihnutí proudění jak v korytě tak v inundaci.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Okrajové podmínky jsou zadány následovně.

Dolní okrajovou podmínkou byla konzumní křivka na soutoku Moravy s Moravskou Sázavou.

Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , a Q_{500} v Moravské Sázavě Nemilce dodané 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 řeky, 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. Dále hodnoty N-letých povodňových průtoků, které jsou horními okrajovými podmínkami modelu. Konzumní křivka na soutoku Moravy s Moravskou Sázavou je dolní okrajovou podmínkou. 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 bylo v úseku PM-77 zaměřeno celkem 58 příčných profilů, které vystihují morfologii koryta, přilehlého inundačního území a veškeré důležité objekty na toku (viz tab. č. 6).

Tab. č. 6 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-77, Moravská Sázava, km 0,000 – 8,455

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
0,760	Jez Rájec	0,800	Rájec
1,632	Silniční most Rájec – Leština – č. 31 538 - 3	1,696	Rájec - Leština
1,650	Železniční most Rájec	1,713	Rájec
3,710	Lávka	3,744	Ráječek
3,996	Silniční betonový most		Zábřeh (Olomoucká)
4,218	Jez Zábřeh	4,247	Zábřeh
4,368	Silniční betonový most	4,818	Zábřeh (Čs. armády)
4,645	Železniční ocelový most	5,099	Zábřeh
5,017	Lávka u kostela	5,455	Zábřeh
5,085	Železniční ocelový most	5,535	Zábřeh
5,406	Lávka	5,891	Zábřeh
6,950	Lávka	7,375	Zábřeh
7,855	Jez Lupěné	8,278	Lupěné
8,245	Silniční most Lupěné – č.	8,672	Lupěné - Zábřeh

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
	31534 - 3		
8,365	Limnigrafická stanice	8,788	Lupěné
8,442	Železniční ocelový most Lupěné	8,861	Lupěné

Tab. č. 7 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-78, Nemilka, km 0,000 – 0,258

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
0,045	Silniční mostek		Lupěné
0,136	Železniční ocelový most		Lupěné
0,239	Silniční most		Lupěné

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Drsnosti Moravské Sázavy a Nemilky 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

Dolní okrajovou podmínkou byla konzumní křivka Moravy pod soutokem s Moravskou Sázavou (v km 289,175) převzatá ze studie záplavového území Moravy.

Tab. č. 8 Použité úrovně hladiny Moravy pro dolní okrajovou podmínku modelu Moravské Sázavy

DOP ₅ (m n.m.)	DOP ₂₀ (m n.m.)	DOP ₁₀₀ (m n.m.)	DOP ₅₀₀ (m n.m.)
265,84	265,95	266,10	266,92

Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , a Q_{500} v Moravské Sázavě a Nemilce dodané ČHMÚ [6].

Řešení soutokových oblastí

Vzhledem k tomu, že v zájmovém úseku byly řešeny soutoky řek, byly v souladu s [33] řešeny pro každý soutok 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 doložený 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.

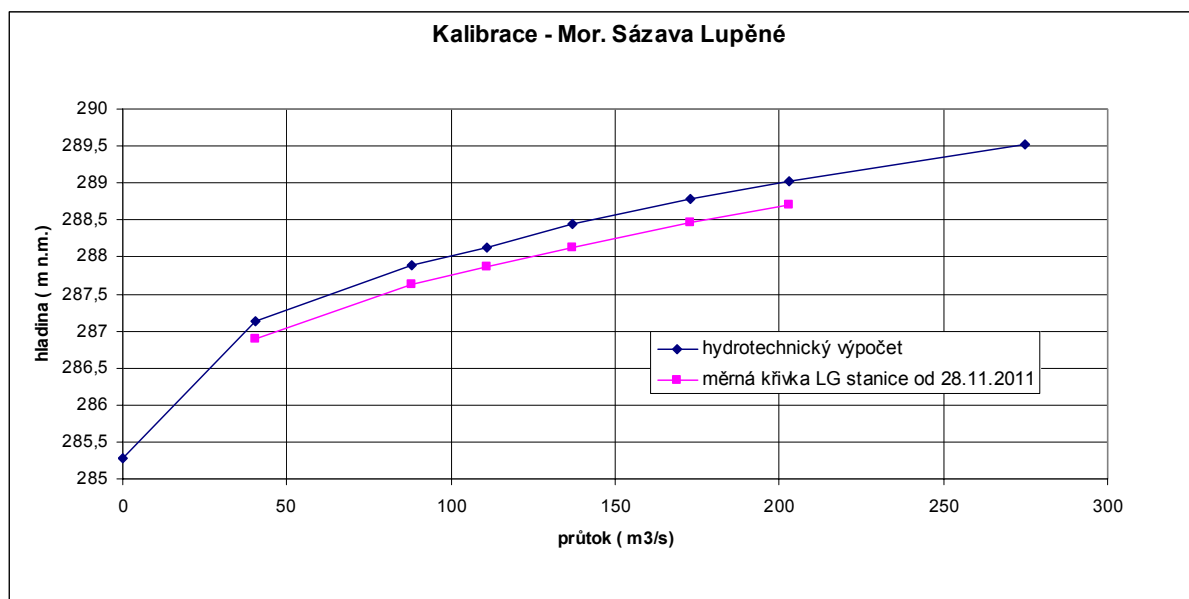
Kalibrace na skutečné povodně je provedena dle měrné křivky na limnigrafu, kde je poměrně dobře zdokumentován a vyhodnocen průběh povodně. Ze zkušeností se ukazuje, že korytový průtok lze poměrně dobře nakalibrovat. Horší je kalibrace větších povodní při rozlivu do inundace. Zde již za povodně vstupuje do ovlivnění průběhu povodně mnoho více či méně předvídatelných faktorů. Dále se modely kalibrují na měrné křivky v limnigrafických stanicích dle podkladů ČHMÚ. Zde opět platí, že korytový průtok je poměrně dobře nakalibrovatelný, při rozlivu je již mnohdy měrná křivka dle ČHMÚ „nesplnitelná“. Velkou roli při kalibraci rovněž hraje doba povodně, tj. letní a zimní povodně, kde se projevuje změna drsnosti koryta, břehů a inundace.

5.3 Popis kalibrace modelu

Hydrodynamický model Moravské Sázavy a Nemilky byl kalibrován úpravou součinitelů drsnosti na úrovně hladin ve limnigrafické stanici Lupěné.

Kalibrace modelu z dostupných hodnot stanice Lupěné je vykreslena na následujícím obrázku. Je dosahována dobrá shoda vypočítaných hladin a měrné křivky stanice Lupěné, rozdíly hladin jsou do cca 35 cm.

Obr. č. 5 Měrné křivky v profilu limnigrafické stanice Lupěné, tok Moravská Sázava



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 Moravské Sázavy jsou tabelárně znázorněny v tab. č. 8. Úrovně hladin Nemilky nejsou dokládány, rozlivy Nemilky v řešeném úseku jsou zcela ovlivněny rozlivem Moravské Sázavy.

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 dokládány na přiloženém DVD.

Tab. č. 9 Psaný podélný profil pro úsek Moravská Sázava PM-77

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
1	0.000	266.58	266.70	266.91	267.02
4	0.399	267.30	267.65	267.95	268.23
5	0.574	267.66	268.03	268.30	268.57
6	0.739	267.99	268.36	268.62	268.92
7	0.760	268.10	268.63	268.97	269.33
8	0.805	268.25	268.70	269.05	269.41
9	0.938	268.51	268.97	269.29	269.64
10	1.129	268.90	269.40	269.77	270.17
11	1.243	269.10	269.61	270.03	270.50
12	1.485	269.45	269.95	270.41	270.96
13	1.613	269.65	270.12	270.56	271.08
14	1.628	269.78	270.22	270.70	271.38
15	1.653	269.96	270.52	271.07	271.81
16	1.670	270.02	270.63	271.21	271.93
17	1.842	270.17	270.75	271.30	272.02
18	2.137	270.57	271.16	271.64	272.22
19	2.333	270.96	271.57	272.00	272.47
20	2.473	271.30	271.96	272.36	272.78
21	2.759	271.83	272.47	272.98	273.52
22	2.896	272.00	272.63	273.15	273.71
23	3.142	272.41	273.05	273.55	274.08
24	3.365	272.79	273.44	273.96	274.49
25	3.603	273.25	273.91	274.50	275.06
26	3.711	273.51	274.16	274.69	275.24
27	3.933	273.83	274.49	275.07	275.70
28	3.987	274.00	274.68	275.32	275.91
29	4.105	274.11	274.78	275.46	276.07
30	4.2179	275.37	275.87	276.39	277.03
31	4.253	275.37	275.87	276.39	277.03

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
32	4.359	275.62	276.18	276.75	277.44
33	4.461	275.85	276.47	277.06	277.78
34	4.628	276.37	276.96	277.54	278.18
35	4.642	276.41	277.02	277.61	278.28
36	4.726	276.64	277.25	277.88	278.57
37	4.899	277.14	277.73	278.27	278.88
38	5.018	277.76	278.48	279.14	279.86
39	5.052	277.93	278.57	279.23	279.95
40	5.079	278.07	278.70	279.35	280.07
41	5.188	278.22	278.84	279.50	280.24
42	5.405	279.16	279.91	280.67	281.38
43	5.446	279.31	280.10	280.96	281.73
44	5.670	280.04	280.72	281.37	282.03
45	5.836	280.47	281.12	281.70	282.35
46	5.979	280.74	281.37	281.98	282.60
47	6.019	280.84	281.48	282.04	282.66
48	6.250	281.57	282.17	282.75	283.31
49	6.595	282.49	282.87	283.36	283.84
50	6.761	283.07	283.49	283.94	284.48
51	6.893	283.39	283.83	284.30	284.85
52	6.949	283.61	284.34	285.24	286.35
53	6.967	283.64	284.34	285.25	286.35
54	7.043	283.76	284.43	285.31	286.39
55	7.265	284.23	284.74	285.50	286.52
56	7.494	284.74	285.18	285.76	286.66
57	7.617	285.02	285.44	285.96	286.79
58	7.675	285.04	285.46	285.99	286.82
59	7.804	285.21	285.67	286.18	286.96
60	7.855	286.98	287.58	288.17	288.84
61	7.886	287.26	287.83	288.36	288.97
62	7.987	287.26	287.83	288.36	288.97
63	8.111	287.57	288.07	288.57	289.11
64	8.216	287.89	288.34	288.79	289.27
65	8.240	287.92	288.38	288.84	289.35
66	8.268	287.95	288.45	288.93	289.48
67	8.365	288.09	288.54	289.02	289.53

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.

V řešeném úseku ohrožují rozlivy Moravské Sázavy a Nemilky zástavbu obcí Nemile, Zábřeh a Rájec.

V obci Nemile jsou zaplavovány rodinné domky při Nemilce na jejím levém břehu od Q_5 . Při Moravské Sázavě jsou zaplavovány objekty na PB v kú Lupěné v území nad zaústěním v blízkosti Bušínovského potoka.

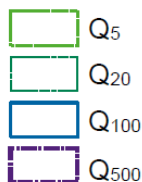
V Zábřehu je koryto kapacitní na Q_5 . Při Q_{20} dochází k zaplavování inundačních území, a to především v dolní části, kde je zaplavován průmyslový areál na PB. Při vyšších průtocích je zaplavované území širší a zaplavované objekty k bydlení jsou především při ul. K Opravě na LB a níže po toku Rybářská, Vodní a Sázavská na PB.

V obci Rájec jsou zaplavovány zemědělské pozemky v blízkosti koryta. Na obou březích jsou výraznými usměrňovacími prvky liniové stavby železniční. Při Q_{100} a Q_{500} se voda na PB dostává za drážní těleso a zaplavuje několik objektů v obci Rájec.

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. 6.

Obr. č. 6 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

Záplavové čáry



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

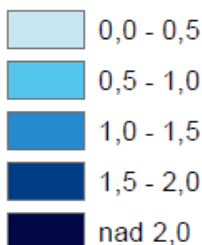
Hloubky vody z numerického programu jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 5 m. Rastry hloubek byly vytvořeny na základě znalostí úrovně hladin v jednotlivých profilech, ze kterých byly vytvořeny rastry úrovně hladin. Následným odečtením rastrů úrovně hladin a rastru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

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

Obr. č. 7 Definice barev a intervalů hloubek

Hloubky

(m)



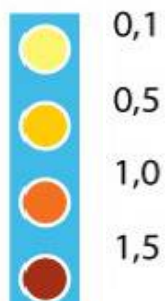
6.3 Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

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

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

Rozdělení intervalů rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [31] - viz obr. 8.

Obr. č. 8 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

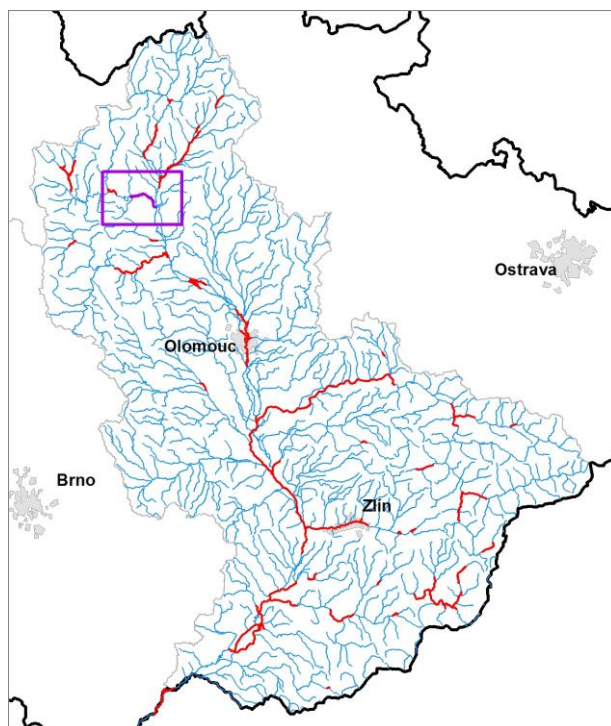
NÁZEV DÍLČÍHO POVODÍ ZPRACOVÁVANÉHO ÚSEKU TOKU:

MORAVA A
PŘÍTOKY VÁHU

5.1 POSUDEK HYDRAULICKÉHO VÝPOČTU

MORAVSKÁ SÁZAVA – 10100059_1 (PM-77) - Ř. KM 0,000 – 8,490

NEMILKA – 10100746_1 (PM-78) - Ř. KM 0,000 – 0,258





OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Pořizovatel:



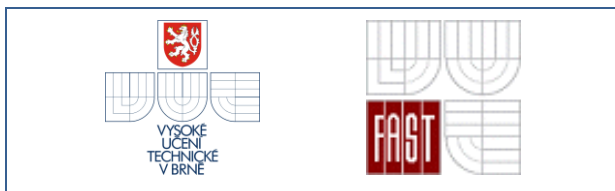
Povodí Moravy, s.p.
Dřevařská 11
601 75 Brno

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	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	8
6	Podklady.....	9

1 Cíle a předmět posudku

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

Ukazuje se jako potřebné, hospodárné a efektivní „ošetřit“ mezistupeň mezi hydraulickým řešením (a jeho výstupy) a mezi využitím výsledků při procesu hodnocení rizika. Toto je provedeno prostřednictvím „Posudku hydraulických výpočtů“ zpracovaného vybranými odbornými subjekty. Posudek je realizován ve dvou etapách:

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

Struktura posudku odpovídá předepsanému obsahu technické zprávy hydraulického výpočtu (příloha B). Práce zahrnuje především tyto činnosti:

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

Cílem je stručně zhodnotit relevantnost použitých podkladů ve vztahu k hodnocenému úseku na vodním toku **MORAVSKÁ SÁZAVA – 10100059_1 (PM-77) - Ř. KM 0,000 – 8,490** a **NEMILKA – 10100746_1 (PM-78) - Ř. KM 0,000 – 0,258** 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) je nepřehledné. 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 doporučuji umístění popisů obrázků pod, nikoliv nad obrázek. Rovněž doporučuji zvětšení písma u legend a popisů os grafů pro zlepšení čitelnosti.

2.1 Topografická data

2.1.1 Mapové podklady

Mapové podklady jsou vyhovující.

2.1.2 Geodetické podklady

Geodetické podklady zaměření profilů jsou dostačující, přestože se datují do roku 2000, jejich užití je v kombinaci s ověřením změn adekvátní, v intravilánu města nedochází ke změnám koryta v průběhu času.

2.1.3 Digitální model terénu (DMT)

Využitelnost DMT pro hodnocení hloubek samotného toku je omezená z důvodu nízké přesnosti s chybou ± 50 cm (velikost mřížky 10m). V samotném toku a v příbřežní zóně je využito přesnějšího 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.

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 a provedena analýza nejistot včetně procentního vyjádření odchylek ve vývoji poskytovaných kulminačních průtoků.

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

Pro koryto bez připomínek.

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. Rozsah historických povodní popř. dosažené úrovně hladin nebyly zřejmě při šetření identifikovány.

2.4.2 Soulad zjištěných skutečností s ostatními dostupnými podklady

V rámci terénní pochůzky byly zjištěny zásadní změny tvaru koryta, inundačního území a technických objektů na toku oproti geodetickému zaměření a DMT použitým pro tvorbu modelu u obou posuzovaných úseků dle [4]. Nové objekty a další změny, které byly zjištěny při terénních pochůzkách, neovlivňují odtokové poměry ve srovnání s objekty uvažovanými v hydrodynamickém modelu.

2.5 Stávající hydraulické výpočty

2.5.1 Dostupné dokumenty a jejich účel

Hydraulické výpočty byly provedeny na Povodí Moravy, s.p. v roce 2003 v rámci Studie odtokových poměrů Moravské Sázavy [4]. Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo provedeno řešení vymezeného úseku s využitím okrajových podmínek z celkového modelu.

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. Zhodnoceny jsou nejistoty a úplnost vstupních dat, které ovlivňují i přesnost výsledků. Model je sestaven s využitím povodňových průtoků ČHMÚ s třídou přesnosti II. a III.

2.5.3 Využitelnost dokumentů

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

2.6 Podklady pro kalibraci modelu

2.6.1 Relevantní povodňové epizody

Ve zprávě [3] jsou přehledně uvedeny informace k povodním z let 1997, 2006, 2005 a sedmi dalším povodňovým epizodám staršího data.

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

Ve zprávě [3] jsou uvedeny vodní stavy a průtoky pro největší zaznamenané povodně v červenci 1997, dubnu 2006 a březnu 2005. Pro ostatní roky jsou uvedeny pouze vodní stavy. Pro kalibraci byly tyto údaje využity patrně pouze omezeně.

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 bez hlubšího rozboru a kvantifikace.

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. Ze schématu modelu (Obr. 4) není patrné, kde byly vedeny jednotlivé prvky zmiňovaného 1D+ síťového modelu. V kapitole 4.1 se již hovoří o prostém 1D modelu.

3.1.2 Způsob zadání okrajových a počátečních podmínek

Způsob zadání okrajových podmínek je metodicky správný. Není nicméně uvedena realistická kombinace N-letých průtoků Moravské Sázavy a Moravy na jejich soutoku.

3.1.3 Použité programové vybavení

Použité programové vybavení odpovídá standardu.

3.2 Hydrodynamický model

3.2.1 Prostorová diskretizace

Prostorová diskretizace není z uvedeného popisu dle [3] příliš zřejmá, jde patrně o 1D model bez širších inundací.

3.2.2 Okrajové a počáteční podmínky

Okrajové podmínky jsou metodicky voleny správně. Dolní okrajová podmínka řešeného úseku Moravské Sázavy byla hladina ve výpočtovém profilu pod řešeným úsekem převzatým z aktualizovaného výpočtového modelu ze Studie odtokových poměrů [4] – zde absentuje komentář k volbě kombinací povodňových scénářů na soutoku.

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. To potvrzuje průběh vypočtených hladin vůči stavům stanovených kalibrací LG Lupěné.

3.2.4 Kalibrace a verifikace modelu

Model byl dle [3] kalibrován úpravou součinitelů drsnosti na úrovně hladin v limnigrafické stanici Lupěné. Je dosahována shoda vypočítaných hladin a měrné křivky stanice Lupěné, rozdíly hladin do cca 35 cm. Rozsah kalibrace pro jednu LG nezajišťuje potřebnou spolehlivost výsledků.

3.2.5 Zhodnocení nejistot

Jsou obecně zhodnoceny nejistoty v geometrických vstupech, hodnocení drsností a nejistot v hydrologických podkladech. Nejistoty při kalibraci jsou omezeně diskutovány ve vazbě na dosaženou „přesnost“ v poloze vypočtené hladiny vody.

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.

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 kvalitativně odpovídá daným podmínkám a objektům 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. Kalibrace byla provedena v omezeném rozsahu.

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. **MORAVSKÁ SÁZAVA – 10100059_1 (PM-77) - Ř. KM 0,000 – 8,490, NEMILKA – 10100746_1 (PM-78) - Ř. KM 0,000 – 0,258.** Pöyry Environment a.s. 07/2013.
- [4] Moravská Sázava km 0,000 – 51,692, studie odtokových poměrů, Povodí Moravy, s.p., útvar hydroinformatiky, 06/2003.