



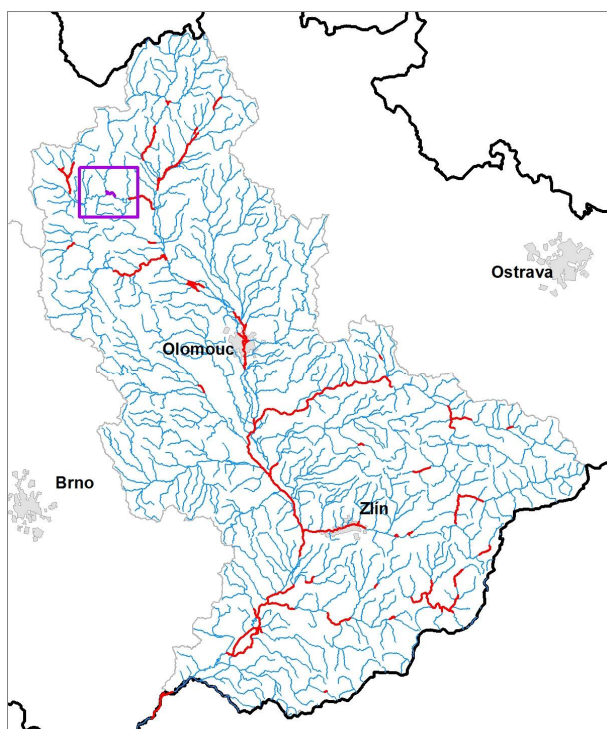
TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ MORAVY A V OBLASTI POVODÍ DYJE

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

MORAVSKÁ SÁZAVA – 10100059_2 (PM-19) - Ř. KM 15,207 – 17,866

BŘEZNÁ – 10100154_1 (PM-18) - Ř. KM 0,000 – 0,749



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_2 (PM-19) - Ř. KM 15,207 – 17,866

BŘEZNÁ – 10100154_1 (PM-18) - Ř. KM 0,000 – 0,749

Pořizovatel:



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

Zhotovitel:



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

Zpracovatel posudku:



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

V BRNĚ , ČERVENEC 2013

Obsah:

1	Základní údaje	4
1.1	Seznam zkratk a symbolů	4
1.2	Cíle prací	4
1.3	Předmět práce	4
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	4
2	Popis zájmového území	5
2.1	Všeobecné údaje	5
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	7
3	Přehled podkladů	8
3.1	Topografická data	8
3.2	Hydrologická data	8
3.3	Místní šetření	9
3.4	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady	9
3.5	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	9
3.6	Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny	10
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů	10
4	Popis koncepčního modelu	11
4.1	Schematizace řešeného problému	11
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	12
4.3	Způsob zadávání OP a PP	12
5	Popis numerického modelu	13
5.1	Použité programové vybavení	13
5.2	Vstupní data numerického modelu	13
5.3	Popis kalibrace modelu	16
6	Výstupy z modelu	17
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	18
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	18
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}	19

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 14,714 – 17,380 a úsek na řece Břežná v km 0,000 – 0,749. *

Tab. č. 2 Základní informace o řešených úsecích

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100059_2	PM-19	Moravská Sázava	14,714 – 17,380	4-10-02-034 4-10-02-042
10100154_1	PM-18	Břežná	0,000 – 0,749	4-10-02-041

*) 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-19)	15,207 – 17,866	14,714 – 17,380
Břežná (PM-18)	0,000 – 0,749	0,000 – 0,749

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 zájmovém území nejsou zbudována žádná významná vodní díla.

Břežná je levostranným přítokem Moravské Sázavy. Toky Břežná a Moravská Sázava nemají v řešených úsecích žádné další významné přítoky. Významnými přítoky Moravské Sázavy mimo řešené území jsou Ostrovský potok, Lukovský potok, Rychnovský potok, Hraniční potok a Ospirský potok nad řešeným úsekem, Bušinovský potok a Nemilka pod řešeným úsekem.

2.1 Všeobecné údaje

Moravská Sázava

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 tratí pod Žichlínkem. Pod obcí Krasíkov se široká kotlina uzavírá a řeka se dostává do poměrně nízkého zalesněného údolí. Protéká zde luční tratí – 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_2 (PM-19), Moravská Sázava, km 14,714 – 17,380

V řešeném úseku protéká Moravská Sázava katastrálním územím Kosov, Hoštejn a Tatenice. Úsek začíná v místě křížení s železniční tratí nad zástavbou Hoštejna, protéká touto obcí, dále extravilánem pod obcí a končí pod železničním mostem v km 15,186. Podél toku vede na PB železniční trať, objekty k bydlení jsou vybudovány na obou březích toku. Koryto je lichoběžníkového profilu se zarostlými břehy, s průměrnou šířkou ve dně cca 10 m. V zájmovém území jsou dva mosty a dvě lávky. Úsek Moravské Sázavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

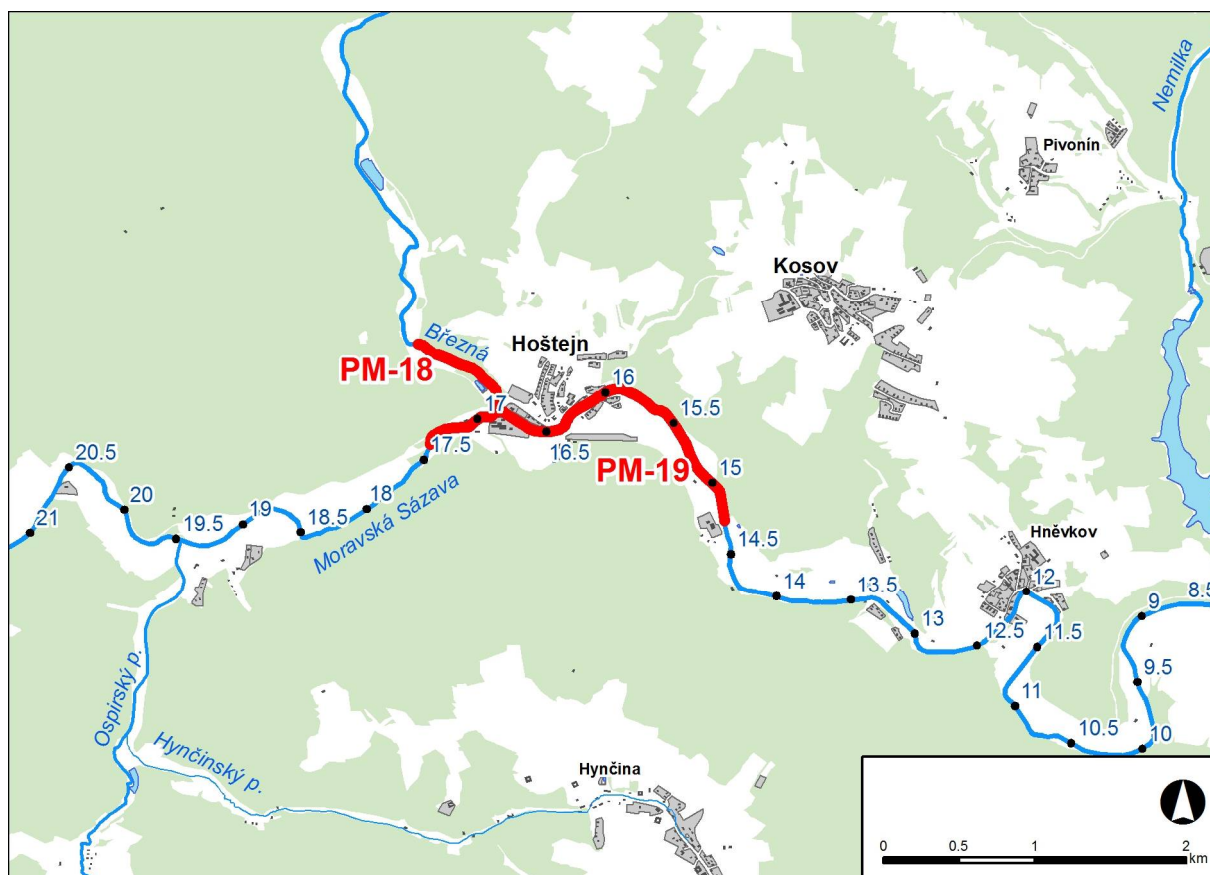
Březná

Březná je levostranný a celkově největší přítok Moravské Sázavy. Délka toku činí 31,8 km. Plocha povodí měří 130,3 km². Pramení v nadmořské výšce 850 m na jihovýchodních svazích Jeřábu (1002,8 m), mezi ním a Boudou (956 m). Protéká Moravským Karlovem, Bílou Vodou, Mlýnickým Dvorem, Březnou, Štítý a Crhovem. V Hoštejně se vlévá zleva do Moravské Sázavy v km dle TPE 17,430.

Úsek 10100154_1 (PM-18), Březná, km 0,000 – 0,749

V řešeném úseku protéká Březná katastrálním územím Kosov, Hoštejn a Tatenice. Úsek začíná v místě silničního mostu v extravilánu a končí v místě zaústění do Moravské Sázavy. Zástavba je situována v dolním úseku toku. V zájmovém území jsou dva mosty a jeden jez. Úsek Březné 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} [19]. Limnigraf Lupěné zaznamenal vodní stav 382 cm [18], 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}) [18]. 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) [18].

Záznamy z měření na limnigrafické stanici Hoštejn v obci Hoštejn na řece Březná, 700 m nad ústím do Moravské Sázavy u silničního mostu přes Březnou směrem na Drozdovskou Pilu, levý břeh, nejsou na příslušných www stránkách (http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=20263035) k dispozici.

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** Moravské Sázavy (příčné profily po cca 120 m) provedla na podzim roku 2000 geodetická kancelář ing. Slámy v subdodávce pro Geodis spol. s r.o., Brno. Zaměření toku Březná provedlo geodetické středisko Pöyry Environment, a.s. v 12/2012. 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} u profilu Moravská Sázava – pod Březnou byla starší pěti let a byla ověřena u ČHMÚ. Ostatní hodnoty průtoků, včetně Q_{500} byly získány nově v roce 2013.

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

Pracovní číslo úseku	Hydrologický profil	Rok pořízení/ ověření	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
PM-18	Březná - ústí	2013	0,0	33,0	50,3	75,0	100	III.
PM-19	Moravská Sázava – pod Březnou	2013	16,8	84,9	133	199	275	II.

Starší hydrologická data jsou uvedena v tab. č. 5. Oproti [17] došlo u hodnot průtoků ke snížení průtoků o max 20 % u Q_5 . U Q_{100} byl pokles minimální.

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-19	Moravská Sázava – pod Březnou	2003	16,8	108,0	154,0	208,0	-	II.

3.3 Místní šetření

- [7] **Fotodokumentace** byla pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedlo Pöry Environment a.s. dne 18.10.2012. 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 nebyly pouze u úseku PM-19 Moravská Sázava zjištěny zásadní změny tvaru koryta, inundačního území a technických objektů na toku oproti geodetickému zaměření a DMT použitých pro tvorbu modelu. V úseku PM-18 Březná byly při terénní pochůzce zjištěny následující skutečnosti – rekonstrukce jezu a výstavba MVE cca v km 0,133 a rekonstrukce silničního mostu v km 0,030. Celý úsek toku Březná je v současnosti zaměřován geodety Pöry Environment a.s. Fotodokumentace je přílohou této zprávy.

3.4 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

- [8] **Numerický 1D+ model úseku Moravské Sázavy** v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2003. Model sloužil pro zpracování SOP Moravské Sázavy [11]. Pro tvorbu modelu bylo využito geodetické zaměření [5], DMT [1] a hydrologická data [6]. V rámci modelu byly řešeny povodňové scénáře pro Q_1 - Q_{100} . Výpočet byl proveden pro neustálené nerovnoměrné proudění. Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo provedeno řešení vymezených úseků ustáleným nerovnoměrným prouděním s využitím okrajových podmínek z výše uvedeného celkového modelu. Modely vymezených úseků byl sestaven společností Pöry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2012. Hydrologická data v modelu byla aktualizována a doplněna o povodňový scénář Q_{500} . Případné rozdíly současného stavu (zjištěné z terénního průzkumu) a výchozího modelu byly zohledněny.
- [9] **Kalibrační data** - v řešeném úseku nejsou relevantní kalibrační data. Model Moravské Sázavy [8], který sloužil jako podklad pro zadání dolních okrajových podmínek byl kalibrován na údaje z měrné křivky na limnigrafu Lupěné.

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; Pöry Environment a.s.; Brno; 12/2009
- [13] Studie ochrany před povodněmi na území Olomouckého kraje, Pöry Environment a.s., Brno, 03/2007
- [14] Koncepce protipovodňové ochrany Pardubického kraje, Hydroprojekt CZ a.s., 11/2006
- [15] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual, DHI, 2009
- [16] HEC-RAS, River Analysis System, User's Manual, US Army Corps of Engineers, 2010
- [17] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970
- [18] Evidenční list hlásného profilu č. 309, tok Mor. Sázava, lim. stanice Lupěné. Aktualizace březen 2006.
- [19] www.pmo.cz, Stavby a průtoky na vodních tocích, březen 2013

3.6 Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny

- [20] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [21] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [22] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [23] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [24] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [25] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [26] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [27] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [28] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [29] Nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení §27 odst. 8 a §28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
- [30] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [31] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [32] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [33] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012
- [34] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011
- [35] 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 Březné. 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. Geodetické zaměření Moravské Sázavy provedla v roce 2000 geodetická kancelář ing. Slámy v subdodávce pro Geodis spol. s r.o., Brno. Zaměření toku Březná provádí geodetické středisko Pöyry Environment, a.s. v 12/2012.

Hydrologická data [6] starší pěti let byla ověřena u ČHMÚ. Pro tok Březná byly poskytnuty nové hodnoty průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} . Pro profily bylo požádáno o dodání hodnot průtoků Q_{500} , které byly poskytnuty v roce 2013.

Terénní průzkum byl proveden 18.10.2012. 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 [8] zahrnující zájmové úseky v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2003.

Relevantní podkladová kalibrační data nejsou v řešeném úseku k dispozici, proto byl model verifikován dle rozsahu rozlivů zaznamenaných především při povodni v roce 1997.

4 Popis koncepčního modelu

Model úseku Moravské Sázavy a Březné v programu MIKE 11

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

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

Samostatný model Březné v programu HEC-RAS

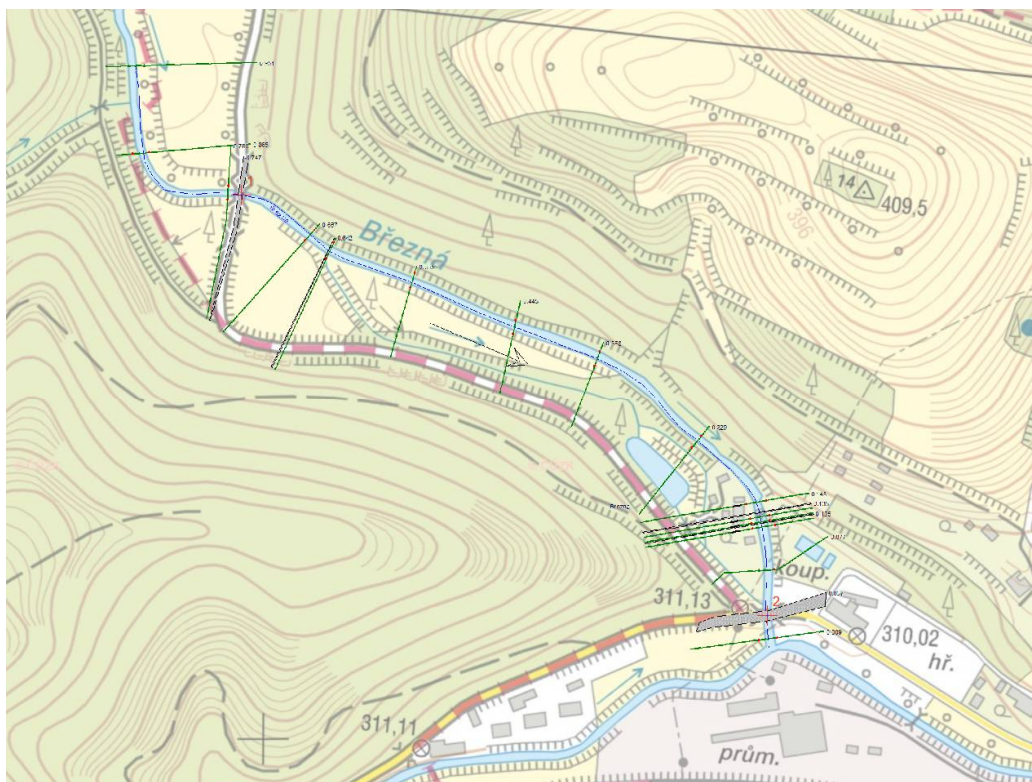
Řešený úsek toku byl schematizován 1D modelem. Výpočet průběhu hladin byl proveden výpočtem nerovnoměrného ustáleného proudění pomocí programu HEC-RAS (popis programu je uveden v kap. 5.1). Model vymezeného úseku byl sestaven společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2012. Matematickým modelem byl popsán průtok vlastním korytem řeky, souvisejících inundací a veškerých objektů na toku.

Použití 1D modelů 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 vystihnout proudění jak v korytě tak v inundaci.

4.1 Schematizace řešeného problému

V rámci matematického řešení Moravské Sázavy a Březné 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 toků jsou v sevřených údolích, kde nedochází k výrazným rozlivům do inundace a není třeba řešit území komplexním 2D modelem. Pro namodelování rozlivů v některých úsecích bylo 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. 2 Schéma řešeného modelu pro úsek Březné



4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

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

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Okrajové podmínky jsou zadány následovně.

Moravská Sázava

Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladin v Moravské Sázavě v profilu pod řešeným úsekem. Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Moravské Sázavě na konci úseku a na přítocích, aby součtově byla dosažena kulminace N-letých vod udávaných ČHMÚ v daných profilech.

Březná

Dolní okrajovou podmínkou byla konzumní křivka Moravské Sázavy na soutoku s Březnou převzatá ze SOP Moravské Sázavy [11].

Horními okrajovými podmínkami byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Březné.

Pro výpočet ustáleného proudění se počáteční podmínky nezadávají.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Model úseku Moravské Sázavy a Březné v programu MIKE 11

Výpočet hladin je proveden výpočtem nerovnoměrného ustáleného 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 [15], který je k dispozici u zhotovitele.

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

Samostatný model Březné v programu HEC-RAS

Výpočet hladin je proveden výpočtem nerovnoměrného ustáleného proudění pomocí programu HEC-RAS, vyvinutým US Army Corps of Engineers pro výpočet jednorozměrného proudění. HEC-RAS je komplexní jednorozměrný matematický model pro simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích. Výpočtové rovnice matematického modelu jsou uvedeny v manuálu [16].

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

5.2 Vstupní data numerického modelu

Model úseku Moravské Sázavy a Březné v programu MIKE 11

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. Hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků v Moravské Sázavě na konci úseku a na přítocích jsou horními okrajovými podmínkami modelu. Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladin v Moravské Sázavě v profilu pod řešeným úsekem převzaté ze [11]. Pro stanovení stupně drsnosti byly používány ortofotomapy [3] a fotodokumentace [7] pořízená při terénním průzkumu.

Model Březné v programu HEC-RAS

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. Hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků v Březné na konci úseku jsou horními okrajovými podmínkami modelu. Konzumní křivka Moravské Sázavy na soutoku s Březnou 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 výpočtových matematických modelů jsou zahrnuty veškeré objekty na toku. V zájmovém území Moravské Sázavy bylo zaměřeno celkem 20 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-19, Moravská Sázava, km 14,714 – 17,380

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
14,756	železniční ocelový most	15,240	Hoštejn

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
15,186	železniční most		Hoštejn
16,055	brod		Hoštejn
16,085	lávka Hoštejn	16,630	Hoštejn
16,336	obloukový silniční betonový most Hoštejn – č. 3 1528 - 2	16,900	Hoštejn
16,693	lávka Pila	17,260	Hoštejn
16,851	Březná	17,430	Hoštejn
17,395	železniční ocelový most	17,950	Hoštejn

Tab. č. 7 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-18, Březná, km 0,000 – 0,749

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
0,037	silniční most		Hoštejn
0,133	jez rekonstruovaný		Hoštejn
0,749	silniční most		Hoštejn

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Drsnosti Moravské Sázavy a Březné 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 Moravské Sázavy

Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladin v Moravské Sázavě v profilu pod řešeným úsekem (profil č. 112 v km 14,522) převzaté ze Studie odtokových poměrů Moravské Sázavy [11].

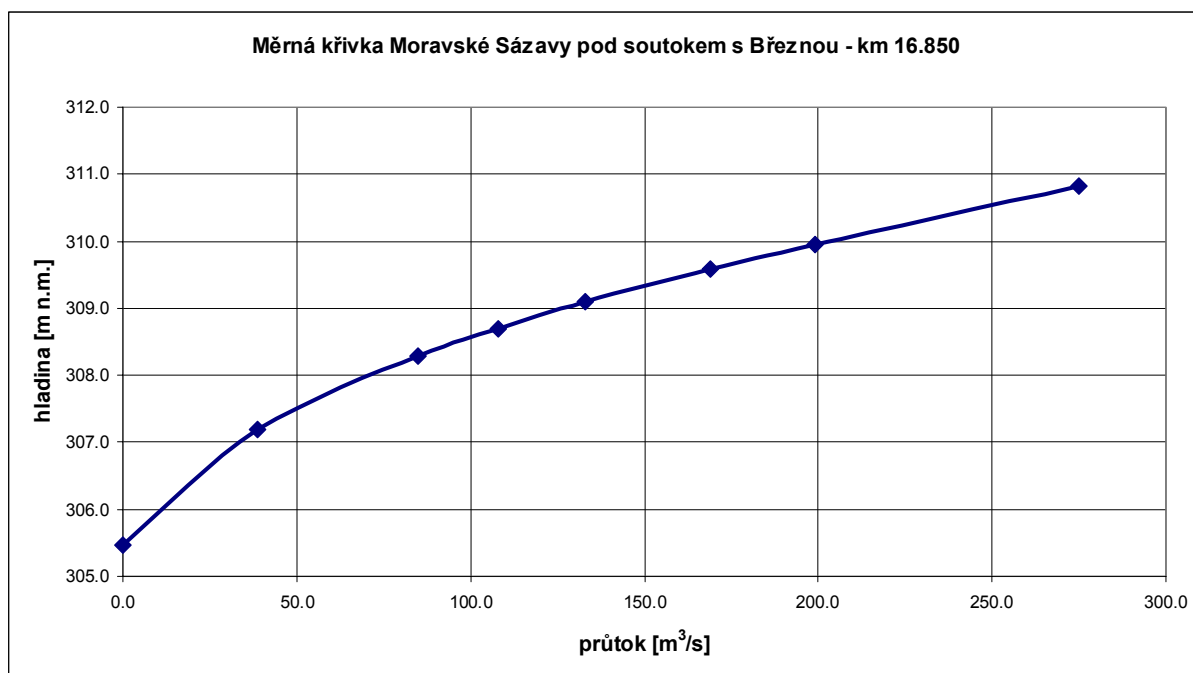
Tab. č. 8 Použité polohy hladiny pro dolní okrajovou podmínku modelu Moravské Sázavy

DOP ₅ (m n.m.)	DOP ₂₀ (m n.m.)	DOP ₁₀₀ (m n.m.)	DOP ₅₀₀ (m n.m.)
302,39	302,69	303,16	303,52

Horní okrajovou podmínkou byla časová závislost N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} v Moravské Sázavě na konci úseku a na přítocích, aby součtově byla dosažena kulminace N-letých vod udávaných ČHMÚ v daných profilech.

Model Březné

Dolní okrajovou podmínkou byla konzumní křivka Moravské Sázavy na soutoku s Březnou převzatá ze SOP Moravské Sázavy [11].



Horními okrajovými podmínkami byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Březné.

Hydrologické údaje [6] použité pro zadání průtoků v zájmovém úseku jsou uvedeny v kap.3.2.

Řešení soutokových oblastí

Vzhledem k tomu, že v zájmovém úseku byly řešeny soutoky řek, byly v souladu s [36] 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 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.

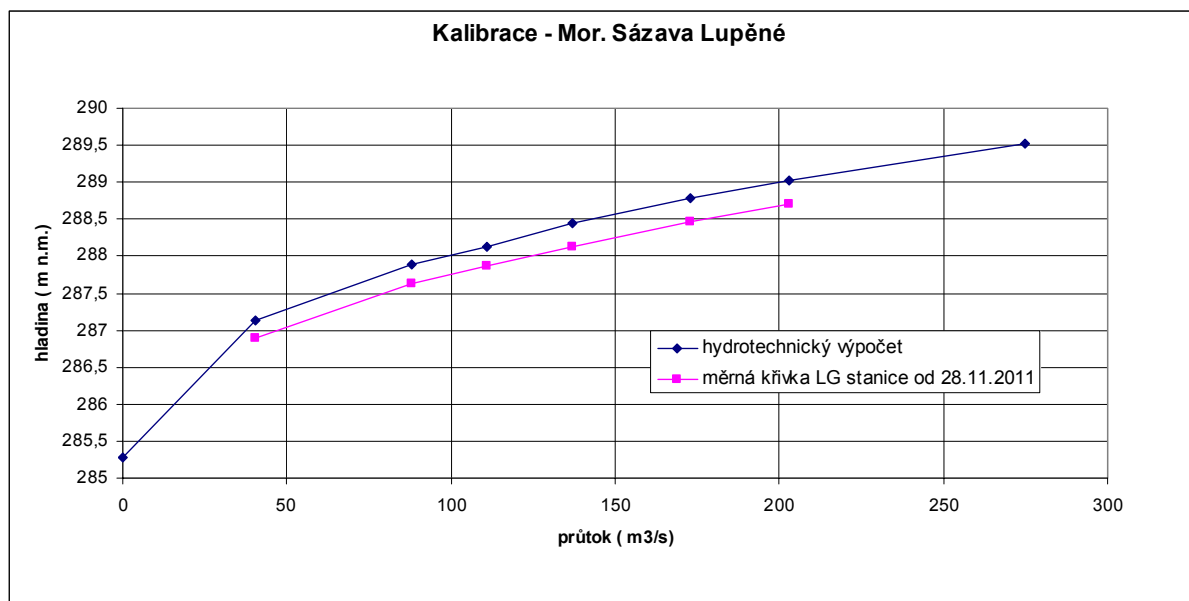
Kalibrace na skutečné povodně je provedena dle měrné křivky na limnigrafu, kde je poměrně dobře zdokumentován a vyhodnocen průběh povodně. Ze zkušeností se ukazuje, že korytový průtok lze poměrně dobře nakalibrovat. Horší je kalibrace větších povodní při rozlivu do inundace. Zde již za povodně vstupuje 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

Pro model v řešeném úseku nebyla relevantní kalibrační data, proto byl model verifikován dle rozsahu rozlivů zaznamenaných především při povodni v roce 1997.

Model Moravské Sázavy [8], který je využit pro dolní okrajovou podmínku, byl kalibrován dle limnigrafické stanice Lupěné a na povodně roku 1985, 1986 a 1997. Kalibrace celkového modelu Moravské Sázavy 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. 3 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 rychlostí v příčných profilech pro jednotlivé povodňové scénáře. Úrovně hladin jsou tabelárně znázorněny v tab. č. 9 a 10.

Na základě znalosti úrovně hladin v jednotlivých příčných profilech byly do map vyneseny rozlivové čáry 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 nebezpečí poté znázorňují pro jednotlivé povodňové scénáře hloubky pomocí rastru a bodové hodnoty středních profilových 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 Moravské Sázavy PM-19

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
114	14.749	302.94	303.33	303.82	304.19
115	14.819	303.02	303.45	303.98	304.39
116	15.082	303.69	304.22	304.83	305.28
117	15.186	303.94	304.42	304.95	305.35
118	15.339	304.21	304.59	305.03	305.39
119	15.570	304.92	305.42	305.76	305.99
120	15.834	305.59	306.18	306.66	306.95
121	15.913	305.83	306.48	307.01	307.34
122	16.085	306.40	307.09	307.77	308.08
123	16.228	306.80	307.43	308.02	308.31
124	16.340	307.09	307.74	308.44	308.99
125	16.428	307.24	307.91	308.71	309.29
126	16.510	307.45	308.10	308.87	309.44
127	16.692	307.94	308.64	309.54	310.32
128	16.820	308.30	309.02	309.91	310.67
129	16.973	308.69	309.46	310.28	310.93
130	17.263	309.77	310.42	311.14	311.52
131	17.342	310.04	310.64	311.34	311.67
132	17.390	310.20	310.81	311.50	311.81

Tab. č. 10 Psaný podélný profil pro úsek Březné PM-18

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
1	308.29	309.09	309.95	310.82	308.29
2	308.29	309.09	309.95	310.82	308.29
3	308.31	309.12	309.99	310.94	308.31

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
jez	309.46	309.9	310.06	310.96	309.46
4	309.56	310.04	310.35	311	309.56
5	310.55	310.7	310.79	311	310.55
6	310.96	311.22	311.57	311.73	310.96
7	311.61	311.92	312.24	312.39	311.61
8	312.67	313.01	313.14	313.24	312.67
9	313.82	314.2	314.66	315.07	313.82

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 pochůzek.

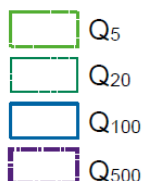
Rozlivy v řešeném úseku ohrožují zástavbu obce Hoštějn.

K rozlivům dochází od průtoky Q₅, kdy je zaplavováno zemědělské území přilehlé toku v dolní části úseku a také rozsáhlejší zemědělské území na PB za železniční tratí, kde je zaplavován jeden objekt. Při Q₂₀ jsou zaplavovány v horní části úseku rodinné domky na LB a průmyslový podnik na PB a také objekty na PB Březné v blízkosti jezu km 0,135. Výrazný rozliv při Q₂₀ je pod silničním mostem v km 16,336 na PB, kde jsou zaplavovány rodinné domky a rozliv sahá až k tělesu železniční dráhy. Při Q₁₀₀ a Q₅₀₀ jsou navíc zaplavovány objekty na LB Moravské Sázavy pod zaústěním Březné.

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 [33] - viz obr. 4.

Obr. č. 4 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

Záplavové čáry



6.2 Hloubky pro průtoky Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀

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

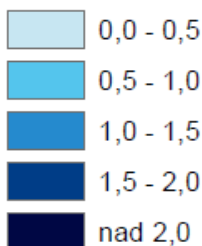
vytvořeny rastry úrovně hladin. Následným odečtením rastrů úrovně hladin a rastru DMT (včetně ořezání dle záplavových čar) byly vytvořeny rastry hloubek.

Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [33] - viz obr. 5.

Obr. č. 5 Definice barev a intervalů hloubek

Hloubky

(m)



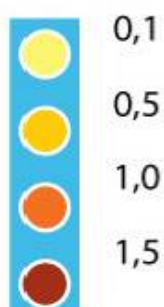
6.3 Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

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

Rychlosti v tomto úseku je možno rozdělit na rychlosti v korytě a mimo koryto. V korytě jsou hodnoty rychlostí okolo 1-3 m.s⁻¹. Při vyběžení vody z koryta do inundace se hodnoty rychlostí pohybují do 1 m.s⁻¹.

Rozdělení intervalů rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [33] - viz obr. 6.

Obr. č. 6 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 doprovodnými 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

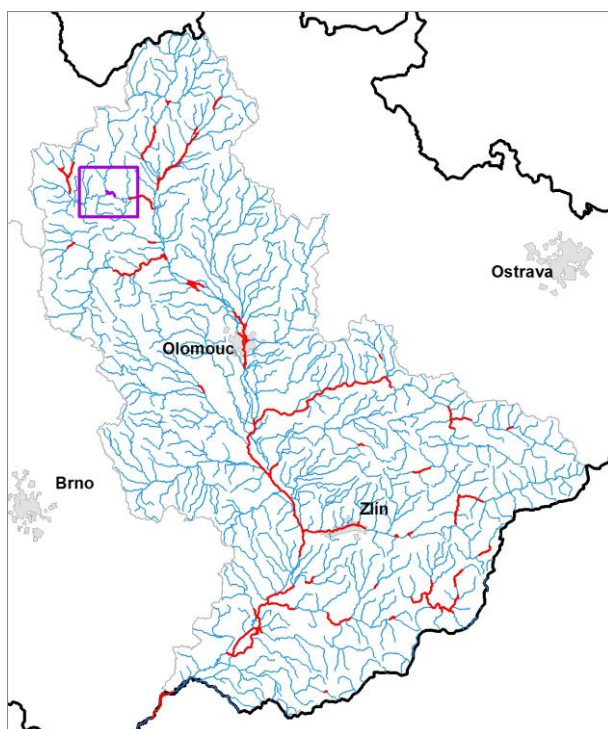
NÁZEV DÍLČÍHO POVODÍ ZPRACOVÁVANÉHO ÚSEKU TOKU:

MORAVA A
PŘÍTOKY VÁHU

5.1 POSUDEK HYDRAULICKÉHO VÝPOČTU

MORAVSKÁ SÁZAVA – 10100059_2 (PM-19) - Ř. KM 15,207 – 17,866

BŘEZNÁ – 10100154_1 (PM-18) - Ř. KM 0,000 – 0,749





OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Pořizovatel:



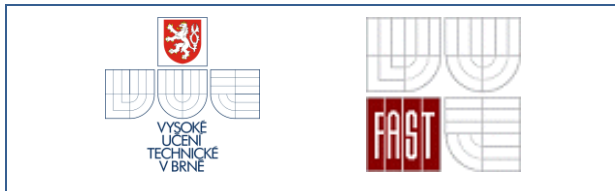
Povodí Moravy, s.p.
Dřevařská 11
601 75 Brno

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).....	6
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.....	7
2.5.3	Využitelnost dokumentů.....	7
2.6	Podklady pro kalibraci modelu	7
2.6.1	Relevantní povodňové epizody.....	7
2.6.2	Rozsah údajů o průběhu povodně (hladina, průtoky, ...)	7
2.6.3	Přesnost získaných údajů - vazba na přesnost hydraulického modelu.....	7
3	Zhodnocení věcné správnosti postupu při hydraulickém výpočtu.....	7
3.1	Koncepční model	7
3.1.1	Vstupní předpoklady, zjednodušení, použité schematizace, typ modelu (dimenzionalita).....	7
3.1.2	Způsob zadání okrajových a počátečních podmínek.....	7
3.1.3	Použité programové vybavení	7
3.2	Hydrodynamický model.....	7
3.2.1	Prostorová diskretizace	7
3.2.2	Okrajové a počáteční podmínky	7
3.2.3	Vstupní parametry modelu.....	7
3.2.4	Kalibrace a verifikace modelu	7
3.2.5	Zhodnocení nejistot	8

4	Zhodnocení výsledků hydraulických výpočtů	8
4.1	Zhodnocení způsobu vyhodnocení výstupů	8
4.2	Zhodnocení rozsahu výstupů	8
4.3	Zhodnocení správnosti výstupů	8
4.3.1	Podélné profily, hladina	8
4.3.2	Příčné řezy - vazba koryto – inundace.....	8
4.3.3	Hydraulika objektů	8
4.3.4	Interpretace výsledků.....	8
5	Závěry a doporučení.....	8
5.1	Souhrnné zhodnocení	8
5.2	Doporučení	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 **MORAVSKÁ SÁZAVA – 10100059_2 (PM-19) - Ř. KM 15,207 – 17,866 a BŘEZNÁ – 10100154_1 (PM-18) - Ř. KM 0,000 – 0,749** 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. 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 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. U Tabulky 5 se její popis nachází na předchozí straně.

2.1 Topografická data

2.1.1 Mapové podklady

Mapové podklady jsou vyhovující.

2.1.2 Geodetické podklady

Geodetické podklady profilů toku Březná jsou aktuální (2012). Geodetické podklady zaměření profilů Moravské Sázavy jsou dostačující, přestože se datují do roku 2000, jejich užití je v kombinaci s ověřením změn adekvátní, v intravilánu města nedochází k razantnějším změnám koryta v průběhu času. Vzdálenost příčných profilů cca po 120 m je pro účel modelu limitní.

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 je využito přesnějšího geodetického zaměření, které posloužilo též ke zpřesnění DMT v příbřežní zóně.

2.2 Hydrologická data

2.2.1 Základní hydrologická data (ČSN 75 1400)

Základní hydrologická data jsou aktuální (2013), veškeré údaje o kulminačním průtoku Q_{500} jsou z roku 2013. Hydrologická data pro Moravskou Sázavu v profilu nad Březnou nejsou uvedena.

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 kvantifikace nejistot.

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. V rámci šetření byl u místních obyvatel zjišťován rozsah historických povodní.

2.4.2 Soulad zjištěných skutečností s ostatními dostupnými podklady

Technické řešení nových objektů, 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 pro úsek Moravské Sázavy byly provedeny na Povodí Moravy, s.p. v roce 2003 v rámci Studie odtokových poměrů [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 využít topologické schéma a geometrii toku a záplavového území použitou v modelu. Řešení bylo aktualizováno pro povodňový scénář Q_{500} . Model pro tok Březná nebyl k dispozici, tudíž jej bylo nutné vytvořit. Využitelnost okrajových podmínek z modelu dle [4] je omezená a bylo by ji třeba zdůvodnit.

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.

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.

3.1.2 Způsob zadání okrajových a počátečních podmínek

Způsob zadání okrajových podmínek (OP) je správný.

3.1.3 Použité programové vybavení

Použité programové vybavení odpovídá standardu.

3.2 Hydrodynamický model

3.2.1 Prostorová diskretizace

Prostorová diskretizace v prostředí MIKE11 není uvedena, z Obr. 2 je patrná schematizace v prostředí HEC-RAS.

3.2.2 Okrajové a počáteční podmínky

Způsob zadání okrajových podmínek (OP) je koncepčně správný. Ve zprávě [3] je popsáno řešení souběhu vln, které uvádí jako vstup průtok v profilu nad soutokem, který ale není uveden v dostupných podkladech.

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. Posun na stranu bezpečnosti potvrzují i kalibrace modelu na obr. 3 dle [3].

3.2.4 Kalibrace a verifikace modelu

Pro model v řešeném úseku nebyla relevantní kalibrační data, proto byl model verifikován dle rozsahu rozlivů zaznamenaných především při povodni v roce 1997. Je dosahována shoda vypočítaných hladin a měrné křivky

stanice Lupěné, rozdíl hladiny do cca 35 cm je limitní. Výsledky kalibrace v LG Lupěné lze na řešený úsek vztáhnout pouze omezeně.

3.2.5 Zhodnocení nejistot

Obecně jsou zhodnoceny nejistoty v geometrických vstupech, hodnocení drsností a nejistot v hydrologických podkladech. Kvantifikace nejistot při kalibraci z důvodu absence kalibračních dat není provedena.

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 adekvátní.

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 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. Určitým nedostatkem je absence dat pro kalibraci modelu a také chybějící diskuze a kvantifikace nejistot ve výsledcích výpočtů.

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_2 (PM-19) - Ř. KM 15,207 – 17,866 a BŘEZNÁ – 10100154_1 (PM-18) - Ř. KM 0,000 – 0,749.** 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.