



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

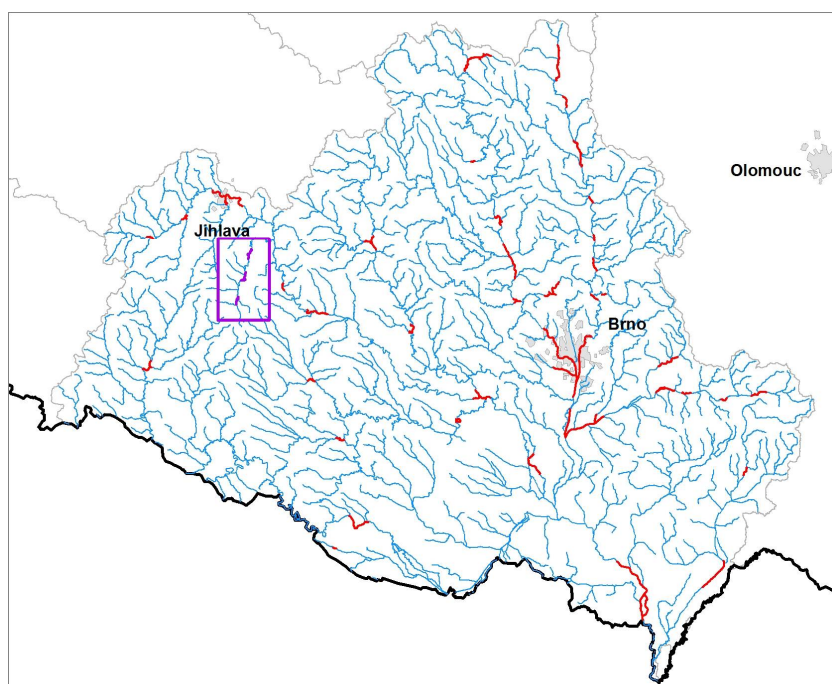
DÍLČÍ POVODÍ DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

BRTNICE – 10100156_1 (PM-93) - Ř. KM 9,540 – 12,117

BRTNICE – 10100156_2 (PM-61) - Ř. KM 16,117 – 18,632

BRTNICE – 10100156_3 (PM-60) - Ř. KM 23,127 – 24,981



ČERVENEC 2013



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

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

DÍLČÍ POVODÍ DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

BRTNICE – 10100156_1 (PM-93) - Ř. KM 9,540 – 12,117

BRTNICE – 10100156_2 (PM-61) - Ř. KM 16,117 – 18,632

BRTNICE – 10100156_3 (PM-60) - Ř. KM 23,127 – 24,981

Pořizovatel:



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

Zhotovitel:



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

Zpracovatel posudku:



Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, v.v.i.
Pobočka Brno
Mojmírovo nám. 16
612 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	10
3.6	Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny	10
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů	11
4	Popis koncepčního modelu	12
4.1	Schematizace řešeného problému	12
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	15
6	Výstupy z modelu	17
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	19
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	20
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	21
6.4	Mapy povodňového nebezpečí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	21

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 jsou úseky na řece Brtnici v km 10,325 – 12,898, 17,026 – 19,512 a 24,082 – 25,906.*

Tab. č. 2 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100156_1	PM-93	Brtnice	10,325 – 12,898	4-16-01-072
10100156_2	PM-61	Brtnice	17,026 – 19,512	4-16-01-070 4-16-01-068
10100156_3	PM-60	Brtnice	24,082 – 25,906	4-16-01-064 4-16-01-062

*) 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 Brtnice, používaná při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik, byla ponechána z geodetického zaměření koryta z roku 2009. V tabulce č. 3 je uvedeno srovnání staničení dle PVPR a dle geodetického zaměření [5].

Tab. č. 3 Srovnání staničení Brtnice

Tok (prac. číslo úseku)	Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
Brtnice (PM-93)	9,540 – 12,117	10,325 – 12,898
Brtnice (PM-61)	16,117 – 18,632	17,026 – 19,512
Brtnice (PM-60)	23,127 – 24,981	24,082 – 25,906

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 povodí Brtnice se nachází celkem 34 malých vodních nádrží. Přimo na toku Brtnici jsou vybudovány rybníky Návesní a Vidlák (nad PM-60), Zlatomlýn a Strážov (mezi PM-60 a PM-61), Kněžický (PM-61), Rychlovský (mezi PM-61 a PM-93).

Přítoky Brtnice jsou Horský potok a Hladovský potok (nad PM-60), Koryta (PM-60), Karlínský potok a Bělohávek (mezi PM-60 a PM-61), Kněžický potok (PM-61), Jestřebský potok (mezi PM-61 a PM-93), Špitálský potok (PM-93).

2.1 Všeobecné údaje

Brtnice

Plocha povodí Brtnice je 122,070 km², tvar povodí je mírně protáhlý, ve směru sever – jih. Průměrná lesnatost povodí je 30 %. Výšková kóta při ústí do Jihlavy je 426 m n.m., rybník v prameništi v obci Lesná je ve výšce 653 m n.m. Celkový výškový rozdíl ústí a pramene je 227m a průměrný spád toku je 7,49 %.

Povodí řeky Brtnice náleží z geologického hlediska k celku Českého masivu a je tvořeno hlavně metamorfovanými horninami, zejména rulami a magmatity.

Úsek 10100156_1 (PM-93), Brtnice, km 10,325 – 12,898

V řešeném úseku protéká Brtnice katastrálním územím Brtnice. Horní začátek úseku je v extravilánu nad zástavbou obce Brtnice. Koryto zde má tvar jednoduchého lichoběžníka. V obci je koryto sevřené mezi zástavbou a je obdélníkového příčného profilu s kamennými zdmi. V prostoru za mostem legionářská je tvar koryta opět lichoběžníkový s občasnými zdmi. Na konci úseku jsou na obou březích ČOV a na pravém břehu průmyslový areál. Úsek končí na soutoku se Špitálským potokem. V zájmovém území jsou čtyři mosty, čtyři lávky a jeden jez. Zájmový úsek Brtnice je ve správě Povodí Moravy, s.p.

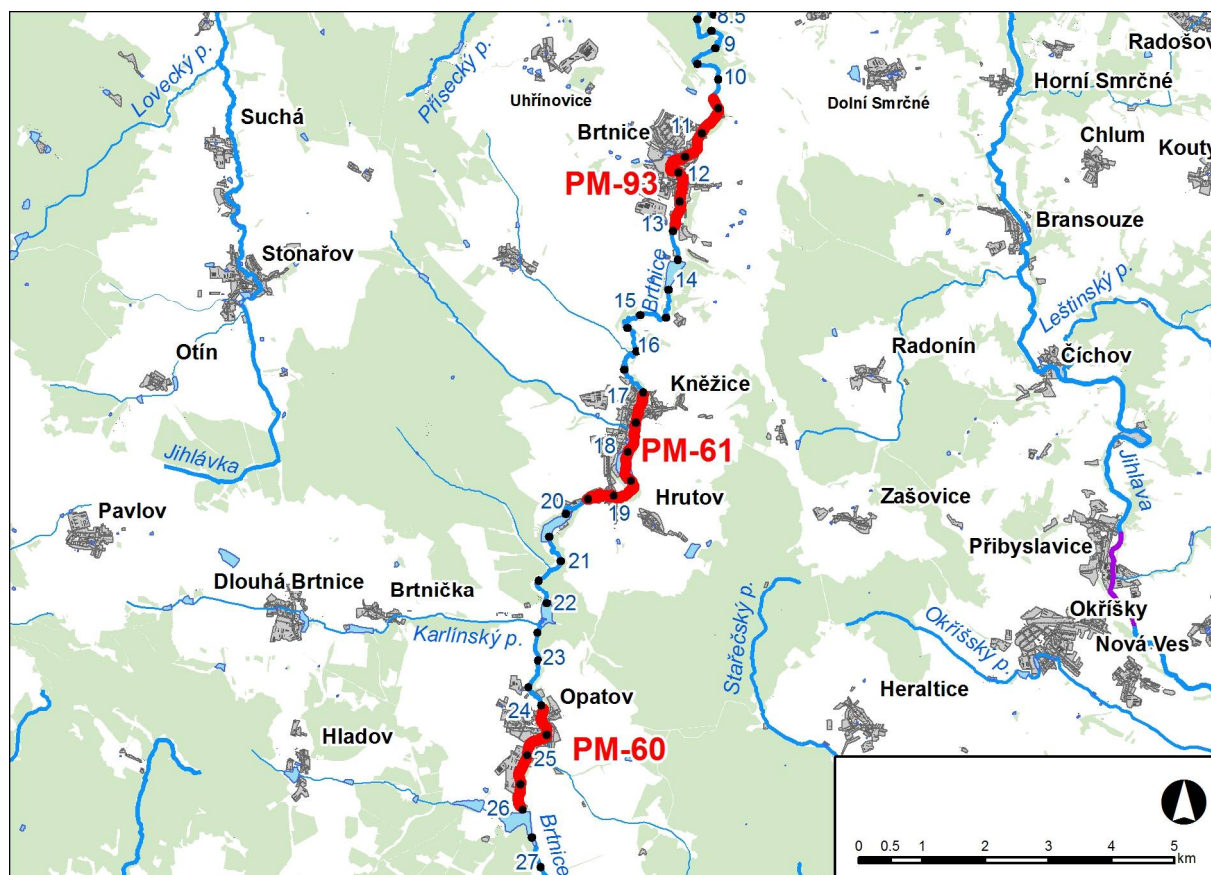
Úsek 10100156_2 (PM-61), Brtnice 17,026 – 19,512

V řešeném úseku protéká Brtnice katastrálním územím Kněžice u Třebíče a Brodce. V horní části úseku protéká tok obcí Brodce, kde je několik rodinných domků v blízkosti toku. Dále je na toku Kněžický rybník s hrází v obci Kněžice. Pod rybníkem protéká Brtnice obcí Kněžice. Dolní konec úseku je na soutoku Brtnice s bezejmenný PB přítokem z kú. Vísky. Koryto má tvar jednoduchého lichoběžníka. V zájmovém území jsou dva mosty. Zájmový úsek Brtnice je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Úsek 10100156_3 (PM-60), Brtnice 24,082 – 25,906

V řešeném úseku protéká Brtnice katastrálním územím Opatov na Moravě. Horní začátek úseku je pod rybníkem Vidlák. Dále je na LB zemědělské družstvo a na PB rodinné i činžovní domy. Brtnice protéká obcí Opatov, kde se stýká s Vávrovským potokem. Koryto je v horní části spíše neupravené, později má tvar jednoduchého lichoběžníka nebo obdélníka a je opevněno kamenným pohozením či dlažbou do betonu. V obci Opatov je mnoho mostů, lávek a stupňů. Zájmový úsek Brtnice 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 Brtnici je datována ke květnu 1985. Ke kulminaci došlo 21. 05. 1985 [17], kdy byl na LG Brtnice zaznamenan vodní stav 199 cm při průtoku $39,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá cca hodnotě mezi Q_{10} a Q_{50} . Druhá největší povodeň dle vodního stavu (181 cm, kulminace 29. 3. 2006) byla zaznamenaná v červnu 2006, na vodočtu v Brtnici byl naměřen průtok cca $25,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá také hodnotě mezi Q_{10} a Q_{50} . K další významným povodním v novodobé historii došlo v červenci 1984, v květnu 1962, v červnu 1971 [16].

Z dávnější historie lze zmínit povodeň ze dne 11. května 1925. Nad Brtnicí se rozpoutala strašná bouře s průtrží mračen a trvala celou hodinu. Strhla se hráz rybníka „Fluskovny“ a byl prolomen splav u Rychlova. Protrhány byly silnice do hloubky několika metrů. Do četných domů, zejména v ulicích Legionářské a Rokštyňské vnikla voda do výšky až 110 cm. Blesk zapálil současně tři domky v Rokštyňské ulici. Povodeň způsobila velkých škod i na polích [16].

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, digitální model reliéfu České republiky 4. generace, ČÚZK, 2009 - 2012, velikost pixelu 5 m, úplná střední chyba výšky 0,3 m v odkrytém terénu a 1 m v zalesněném terénu polohopisný systém S-JTSK, výškopisný systém Balt po vyrovnání. Tento DMT byl použit pro kontrolu morfologie terénu zadané ve stávajícím modelu a pro zpracování map nebezpečí a rizik.
- 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**, příčné profily území po cca 80 m, zájmového území od soutoku s Jihlavou po prameniště Brtnice v obci Lesná – Chalupy provedl útvar geodezie Povodí Moravy, s.p. v roce 2009. 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. Data z roku 2002 resp. 2008 byla ověřena v roce 2013 a nedoznala významných změn, pouze mírné snížení u nižších průtoků. Veškeré údaje o Q_{500} jsou z roku 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
nad PM-60	Brtnice – rybník Vidlák	2013	25,9	5,6	11,2	21,0	35,5	III.
PM-61	Brtnice – pod Kněžickým potokem	2013	17,4	10,6	20,3	37,0	61	II., III.*
PM-93	Brtnice – vodočet Brtnice	2013	12,6	11,3	21,7	40,0	66,5	I., II.*

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

Starší hydrologická data dle [15] jsou uvedena v tab. č. 5. Oproti [15] došlo ke snížení hodnot průtoků především u Q_5 a Q_{20} (až o více jak 40 %). Hodnota průtoků Q_{100} zůstává stejná.

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
nad PM-60	Brtnice – rybník Vidlák	2002	25,9	7,5	13,0	21,0	-	III.
PM-61	Brtnice – pod Kněžickým potokem	2008	17,4	12,2	21,9	37,0	-	II.
PM-93	Brtnice – vodočet Brtnice	2008	12,6	13,5	23,0	40,0	-	I.
PM-93	Brtnice – vodočet Brtnice	1970	12,6	20	31	41	-	

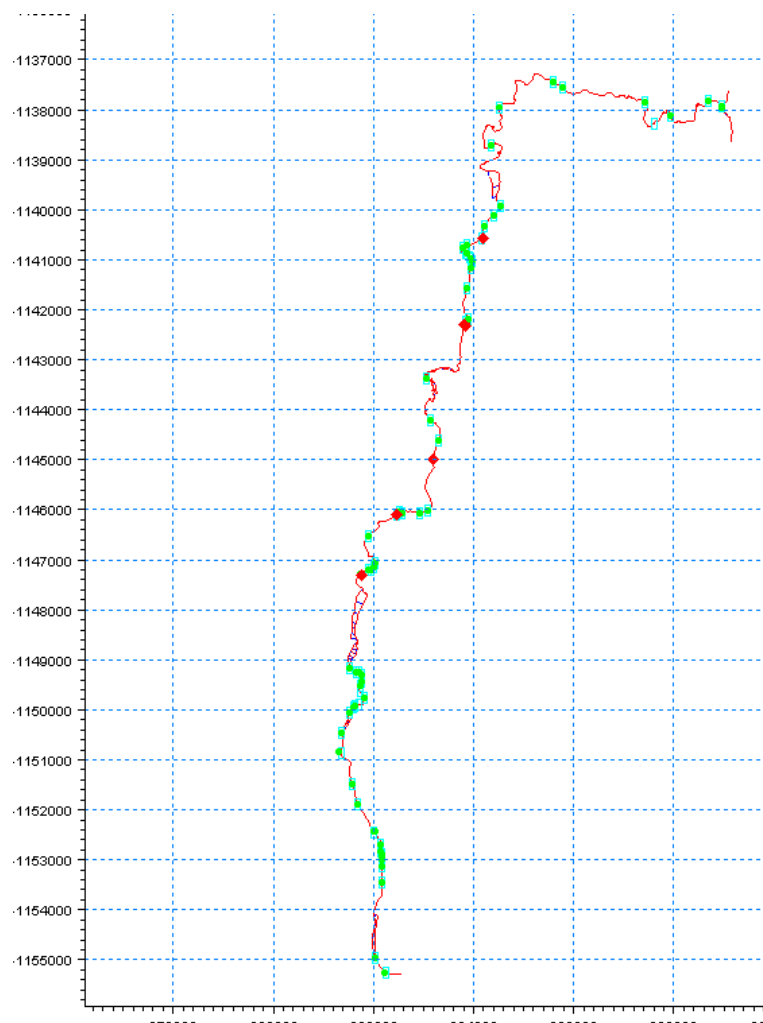
3.3 Místní šetření

- [7] **Fotodokumentace** byla pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedlo Pöyry Environment a.s. dne 11.9.2012. 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 posuzovaného úseku PM-60 Brtnice zjištěny zásadní změny tvaru koryta, inundačního území a technických objektů na toku oproti geodetickému zaměření a DMT použitých pro tvorbu modelu. Při terénní pochůzce v úseku PM-61 Brtnice byly zjištěny následující skutečnosti – rekonstrukce silničního mostu v km 19,104 a nové výpustné (ovládací) zařízení na hrázi Kněžického rybníka. V úseku PM-93 Jihlava byly při terénní pochůzce zaznamenány tyto nové objekty – rekonstrukce silničního mostu v km 12,108 a lávka v km 11,316. 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 Brtnice** v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2010. Model sloužil pro Studie záplavového území Brtnice [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_{500} . Výpočet byl proveden pro neustálé nerovnoměrné proudění. Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo provedeno řešení vymezených úseků ustáleným nerovnoměrným prouděním s využitím okrajových podmínek z výše uvedeného celkového modelu. Modely vymezených úseků byly sestaveny společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2012. Hydrologická data v modelu byla aktualizována a doplněna o povodňový scénář Q_{500} . Případné rozdíly současného stavu (zjištěné z terénního průzkumu) a výchozího modelu byly zohledněny.

Obr. č. 2 Schéma celého řešeného modelu [8]



[9] **Kalibrační data** – model Brtnice byl kalibrován na měrnou křivku limnigrafické stanice Brtnice.

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

- [10] Technicko provozní evidence toků – TPE Brtnice, Povodí Moravy s.p., 1983
- [11] Studie záplavového území Brtnice, km 0,000 – 30,940, Povodí Moravy, s.p., 04/2011
- [12] Plán oblasti povodí Dyje; Pöry Environment a.s.; Brno; 12/2009
- [13] Studie ochrany před povodněmi na území kraje Vysočina, Pöry Environment a.s., Brno, 05/2007
- [14] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual, DHI, 2009
- [15] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970
- [16] Evidenční list hlášeného profilu č. 387, tok Brtnice, limnigrafická stanice Brtnice. Aktualizace březen 2006.
- [17] www.albumfotek.cz/jezekbrtnicky/, Střípky historie Brtnice, červenec 2008.

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 řády 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

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 Q500 s přesahem. současnosti je pro toto zájmové území k dispozici digitální model reliéfu České republiky 4. generace. Tento DMT byl použit pro kontrolu morfologie terénu zadané ve stávajícím modelu a pro zpracování map nebezpečí a rizik.

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

Pozemní geodetické zaměření [5] pokrývá celé zájmové území. Příčné profily území po cca 80 m, zájmového území od soutoku s Jihlavou po prameniště Brtnice v obci Lesná – Chalupy provedl útvar geodezie Povodí Moravy, s.p. v roce 2009.

Hydrologická data [6] starší pěti let byla ověřena u ČHMÚ. Pro profily bylo požádáno o dodání hodnot průtoku Q₅₀₀, které byly poskytnuty v roce 2013.

Terénní průzkum byl proveden 11.9.2012. Byla pořízena fotodokumentace [7] a prověřena aktuálnost geodetického zaměření.

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

Podkladem pro výpočet byl stávající numerický 1D+ model Brtnice [8] zahrnující zájmové úseky v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2011.

Podkladová kalibrační data [9] byla převzata z měrné křivky LG Brtnice.

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).

Matematickým modelem byl popsán průtok

vlastním korytem Brtnice a souvisejícím úsekem Jihlavy na soutoku, včetně 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. Vymezené tři úseky byly řešeny v rámci jednoho výpočtového modelu. Použití 1D+ modelu bylo zvoleno vzhledem k faktu, že tok Brtnice je spíše drobným tokem s malými hodnotami kulminačních průtoků a že úseky toků jsou v sevřených údolích a v intravilánu obcí, kde nedochází k výrazným rozlivům do inundace. Pro namodelování proudění v inundacích bylo v některých částech modelu 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.

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

Dolními okrajovými podmínkami byly hladiny ve výpočtových profilech pod jednotlivými řešenými úseky převzaté ze Studie záplavového území Brtnice [11].

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

Pro výpočet ustáleného proudění se počáteční podmínky nezadávají.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Výpočet hladin je proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11, vyvinutým Dánským hydraulickým institutem pro výpočet pseudo-dvourozměrného proudění. MIKE 11 je komplexní jednorozměrný matematický model pro simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích a srážko-odtokových jevů. Výpočtové rovnice matematického modelu jsou uvedeny v manuálu [14], který je k dispozici u zhotovitele. Modely vymezených úseků byly sestaveny společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2012.

Matematickým modelem byl popsán průtok vlastním korytem Brtnice a souvisejícím úsekem Jihlavy na soutoku, včetně souvisejících inundací a veškerých objektů na toku.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Vstupními daty numerického modelu jsou data z geodetického pozemního měření [5], které vstupují do modelu jako příčné profily. Tyto příčné profily jsou dle potřeby doplněny dle údajů z DMT. Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} , a Q_{500} v Moravské Dyji a Vápovce dodaných ČHMÚ [6]. Dolními okrajovými podmínkami byly hladiny ve výpočtových profilech pod jednotlivými řešenými úseky převzaté ze Studie záplavového území Brtnice [11]. 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 zaměřeno celkem 41 příčných profilů v úseku PM-60, 26 v úseku PM-61 a 35 v úseku PM-93, které vystihují morfologii koryta, přilehlého inundačního území a veškeré důležité objekty na toku (viz tab. č. 6).

Tab. č. 6 Objekty vstupující do modelu – všechny řešené úseky

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
10,531	lávka		Brtnice
10,774	lávka	9,676	Brtnice
11,061	silniční most	10,231	Brtnice
11,298	vakový jez	10,425	Brtnice
11,316	lávka	10,440	Brtnice
11,648	silniční most	11,019	Brtnice
11,752	lávka	11,102	Brtnice
11,937	dřevěný stupeň	11,238	Brtnice
11,948	silniční most	11,245	Brtnice
12,054	stupeň	11,311	Brtnice
12,108	most	11,345	Brtnice
12,152	lávka	11,375	Brtnice
12,284	lávka	11,466	Brtnice

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
12,724	lávka	11,846	Brtnice
17,328	silniční most	16,569	Kněžice - Víska
17,562	Kněžický potok - zaústění	16,774	Kněžice
17,785	Kněžický rybník - výpust	16,971	Kněžice
18,888	Hrutovský potok - zaústění	17,914	Kněžice
19,104	silniční most	18,189	Brodce
24,211	lávka + stupeň	23,270	Opatov
24,294	silniční most	23,364	Opatov
24,458	hospodářský most		Opatov
24,491	stupeň		Opatov
24,521	Vávrovský potok - zaústění	23,635	Opatov
24,537	silniční most	23,652	Opatov
24,655	stupeň		Opatov
24,655	stupeň		Opatov
24,805	stupeň		Opatov
24,994	stupeň		Opatov
25,071	lávka		Opatov
25,107	hospodářský most		Opatov
25,239	most		Opatov
25,671	hospodářský most		Opatov

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Drsnosti Brtnice, 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. U upravených úseků bylo zohledněno typy opevnění zdi a dlažby.

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Dolními okrajovými podmínkami byly hladiny ve výpočtových profilech pod jednotlivými řešenými úseky převzaty z výpočtů ze Studie záplavového území Brtnice [11].

Tab. č. 7 Použité úrovně hladiny pro dolní okrajovou podmínku modelů Brtnice

Úsek	Profil	km	DOP ₅ (m n.m.)	DOP ₂₀ (m n.m.)	DOP ₁₀₀ (m n.m.)	DOP ₅₀₀ (m n.m.)
PM-60	75	9,620	504,16	504,56	505,00	505,52
PM-61	141	16,751	531,51	531,90	532,38	532,88
PM-93	209	23,510	569,15	569,25	569,38	569,58

Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} , a Q_{500} v Brtnici dodaných ČHMÚ. Změny průtoků jsou v modelu zadány jako skokové nárůsty tak, aby odpovídaly hodnotám průtoků dle [6].

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 0,3 m. Z toho důvodu je i nadále považováno pozemní geodetické zaměření za základ a věnuje se mu patřičná pozornost.

Schematizace modelu je provedena na základě pochůzek v terénu, pozemního geodetického měření a sestaveného DMT.

Popis drsností vychází z terénního průzkumu a zohledňuje tzv. letní stav, kdy je koryto a inundace výrazněji zarostlé.

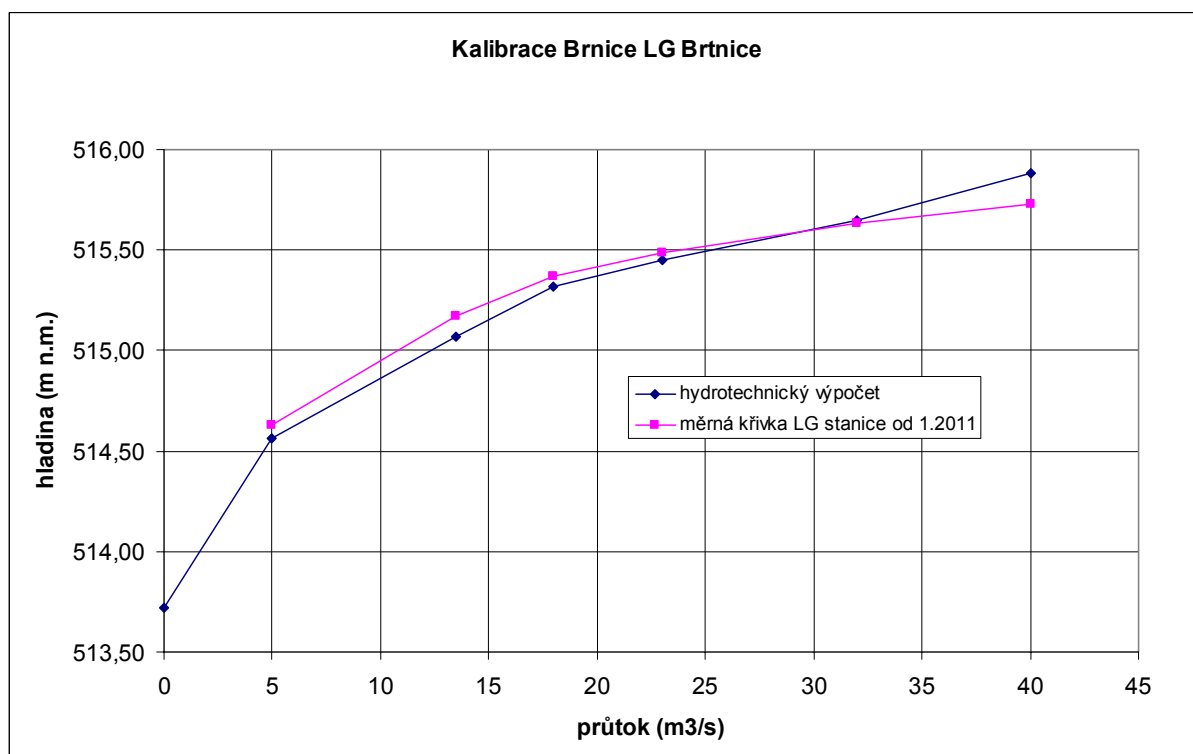
Rovněž nejistotou může být aktuální stav koryta a inundace za povodně, množství nesených splavenin a tvoření zátaras z plovoucích předmětů. Ve výpočtu je uvažováno se stavem „čistého“ koryta, bez omezení průtočnosti. Kapacitu koryta dále ovlivňuje stav nánosů nebo naopak zahlubování koryta. Při větších povodních navíc dochází k porušení opevnění koryta, výmolům, břehovým nátržím, k porušení hrází nebo násypů a valů. Povodeň je rovněž značně ovlivněna aktuálním stavem inundace.

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

5.3 Popis kalibrace modelu

Model byl verifikován a následně kalibrován úpravou součinitelů drsnosti na úrovně hladin ve limnigrafické stanici Brtnice. Kalibrace modelu z dostupných hodnot stanice Brtnice je vykreslena na následujícím obrázku. Je vidět dobrá shoda v celém rozsahu měrné křivky limnigrafu, maximální rozdíl v hladinách je do 20 cm.

Obr. č. 3 Měrné křivky v profilu limnigrafické stanice Brtnice, tok Brtnice



6 Výstupy z modelu

Základními výstupy z 1D modelů jsou úrovně hladin a bodové hodnoty průřezových rychlostí v příčných profilech pro jednotlivé povodňové scénáře. Úrovně hladin jsou tabelárně znázorněny v tab. č. 8 až 10.

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

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

Tab. č. 8 Psaný podélný profil pro úsek Brtnice PM-60

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
216	24.036	575.19	575.29	575.42	575.66
217	24.129	575.83	576.01	576.10	576.20
218	24.203	576.26	576.51	576.58	576.82
219	24.212	576.33	576.61	577.01	577.31
220	24.228	576.35	576.63	577.04	577.33
221	24.261	576.42	576.72	577.12	577.48
222	24.298	576.58	576.92	577.42	578.41
223	24.323	576.61	576.96	577.47	578.42
224	24.376	576.71	577.07	577.60	578.52
225	24.441	576.85	577.22	577.72	578.57
226	24.461	576.92	577.29	577.81	578.90
227	24.469	576.93	577.31	577.86	578.90
228	24.491	577.02	577.41	577.95	578.95
229	24.510	577.13	577.46	577.98	578.97
230	24.541	577.41	577.73	578.40	579.54
231	24.550	577.44	577.76	578.45	579.54
232	24.619	577.82	578.18	578.64	579.54
233	24.647	578.02	578.40	578.81	579.64
234	24.655	578.55	579.01	579.39	579.96
235	24.683	578.79	579.13	579.56	580.09
236	24.761	579.52	579.86	580.17	580.60
237	24.792	579.79	580.14	580.44	580.86
238	24.805	580.36	580.76	581.23	581.95
239	24.821	580.83	581.20	581.66	582.23
240	24.915	581.24	581.55	581.93	582.45
241	24.974	581.59	581.88	582.19	582.61
242	24.989	581.73	582.02	582.35	582.81
243	24.994	582.57	582.83	583.43	584.02
244	25.053	582.93	583.24	583.68	584.23
245	25.072	583.13	583.45	583.85	584.73

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
246	25.085	583.15	583.46	583.85	584.74
247	25.110	583.40	583.79	584.69	585.32
248	25.117	583.40	583.79	584.71	585.33
249	25.199	584.11	584.44	584.99	585.52
250	25.240	584.51	584.84	585.48	585.90
251	25.419	585.66	585.88	586.19	586.55
252	25.492	586.21	586.44	586.74	587.17
253	25.561	586.61	586.63	587.13	587.61
254	25.630	586.98	587.18	587.44	587.91
255	25.672	587.20	587.36	587.57	588.00

Tab. č. 9 Psaný podélný profil pro úsek Brtnice PM-61

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
143	16.971	532.21	532.57	532.92	533.35
144	17.106	532.86	533.28	533.80	534.21
145	17.192	533.38	533.86	534.25	534.66
146	17.293	533.87	534.30	534.65	535.13
147	17.318	534.02	534.44	534.83	535.31
148	17.332	534.26	534.59	535.02	535.74
149	17.338	534.26	534.59	535.02	535.76
150	17.355	534.32	534.64	535.09	535.82
151	17.463	534.60	535.01	535.43	536.08
152	17.580	534.77	535.14	535.57	536.16
153	17.688	535.32	535.53	535.81	536.26
154	17.703	535.37	535.57	535.84	536.30
155	17.763	535.44	535.64	535.93	536.37
156	17.785	540.07	540.30	540.63	541.09
157	18.619	540.08	540.32	540.65	541.11
158	18.745	540.26	540.59	540.99	541.54
159	18.851	540.49	540.91	541.32	541.90
160	18.884	540.81	541.03	541.36	541.90
161	18.931	541.13	541.31	541.58	542.05
162	18.983	541.32	541.53	541.82	542.31
163	19.058	541.62	541.93	542.31	542.87
164	19.108	541.91	542.33	543.26	543.92
165	19.145	542.07	542.52	543.39	543.99
166	19.187	542.14	542.58	543.41	544.01
167	19.251	542.24	542.67	543.46	544.09
168	19.310	542.42	542.78	543.50	544.20
169	19.376	542.61	542.93	543.56	544.26
170	19.555	543.20	543.40	543.75	544.36

Tab. č. 10 Psaný podélný profil pro úsek Brtnice PM-93

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
78	10.318	508.16	508.39	508.57	508.79
79	10.441	508.69	509.04	509.32	509.69
80	10.521	508.97	509.41	509.87	510.38
81	10.532	509.18	509.75	510.78	511.24
82	10.563	509.58	510.08	510.89	511.29
83	10.613	509.76	510.35	511.14	511.58
84	10.774	509.95	510.56	511.41	512.06
85	10.900	510.20	510.79	511.56	512.17
86	11.043	510.71	511.21	511.84	512.43
87	11.064	510.87	511.36	511.95	512.62
88	11.162	511.17	511.66	512.25	512.94
89	11.285	511.49	511.97	512.56	513.20
90	11.298	511.66	512.09	512.72	513.84
91	11.301	511.67	512.11	512.75	513.86
92	11.316	511.80	512.35	513.03	514.05
93	11.450	511.96	512.51	513.18	514.10
94	11.517	512.04	512.59	513.24	514.13
95	11.604	512.19	512.71	513.31	514.17
96	11.655	512.37	512.92	513.58	514.53
97	11.683	512.38	512.92	513.58	514.58
98	11.752	512.52	513.07	513.74	514.76
99	11.864	512.67	513.23	513.92	514.86
100	11.937	513.13	513.55	514.20	515.52
101	11.951	513.20	513.66	514.42	515.68
102	11.970	513.21	513.67	514.43	515.68
103	12.054	513.95	514.42	515.19	516.39
104	12.111	514.18	514.70	515.40	516.46
105	12.124	514.20	514.73	515.46	516.48
106	12.153	514.25	514.80	515.54	516.60
107	12.156	514.26	514.80	515.56	516.60
108	12.255	514.39	514.98	515.76	516.70
109	12.284	514.48	515.12	515.85	516.84
110	12.419	514.62	515.22	515.87	516.84
111	12.559	515.07	515.57	516.05	516.93
112	12.724	515.94	516.48	516.80	517.16
113	12.889	516.92	517.28	517.61	517.92

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

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

na základě znalostech o vrstevnicích. K zákresu čar rozlivů nebyl použit DMT, ale vrstevnicový zákres v RZM 10 [2] či ZABAGED [4]. Jako podpůrného podkladu k zákresu čar rozlivu bylo použito ortofotomap [3] a znalosti terénu z pochůzky.

Úsek 10100156_1 (PM-93), Brtnice, km 10,325 – 12,898

V řešeném úseku protéká řeka Brtnice městem Brtnice. Koryto je zde v centru města upraveno do lichoběžníkového tvaru a je kapacitní na Q_5 . Při Q_{20} dochází v horní části úseku k rozlivu a zatopení objektů na LB. Rozliv Q_{100} je výraznější v horní části úseku, taktéž částečně zaplavuje nám. Svobody a především níže po toku na LB průmyslový a skladovací areál na ulici Zašpitál a také ČOV na LB a průmyslový areál na PB na samém konci úseku. Q_{500} výrazněji ohrožuje především centrální část Brtnice, tj. ul. Nábřeží, Pod Zámkem, Legionářská a nám. Svobody. Průmyslové areály zaplavované z části při Q_{100} jsou při Q_{500} zaplaveny kompletně.

Úsek 10100156_2 (PM-61), Brtnice 17,026 – 19,512

Rozlivem Brtnice v tomto úseku jsou dotčena katastrální území Kněžice u Třebíče a Brodce. V kú. Brodce jsou od Q_{100} zaplavovány rodinné domy v blízkosti mostu silnice na Hrutov - jedná se o cca desítku objektů. V katastru Kněžice dochází k rozlivu Q_5 na LB v prostoru pod hrází Kněžického rybníka. Obdobný rozliv je i při Q_{20} . Při Q_{100} jsou zaplaveny objekty v blízkosti toku na obou březích v prostoru nad silnicí II/402. Q_{500} se výrazně rozlévá na LB v oseku mezi hrází Kněžického rybníka a silnicí II/402.

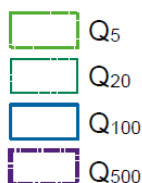
Úsek 10100156_3 (PM-60), Brtnice 24,082 – 25,906

Rozlivem Brtnice v úseku PM-60 je ohrožena obec Opatov. Koryto v obci je kapacitní na Q_5 , pouze v horní a dolní části úseku (mimo intravilán) dochází k vybřežení. Při Q_{20} dochází k místnímu vybřežování i v intravilánu, kde voda zasahuje pár objektů v přímé blízkosti koryta. Q_{100} se rozlévá výrazněji a zaplavuje objekty na PB pod zemědělským družstvem a nad silnicí do Předína, a níže pod silnicí na Brodce objekty na LB. Rozliv Q_{500} je oproti Q_{100} výraznější především ve střední části obce (mezi silnicemi na Předín a na Dvorce), kdy jsou zaplaveny oba břehy, včetně oblasti návsi na LB.

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. 4.

Obr. č. 4 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

Záplavové čáry



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

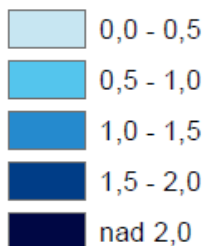
Hloubky vody z numerického programu jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 5 m. Rastry hloubek byly vytvořeny na základě znalostí úrovně hladin v jednotlivých profilech, ze kterých byly vytvořeny rastry úrovně hladin. Následným odečtením rastrů úrovně hladin a rastru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

Obr. č. 5 Definice barev a intervalů hloubek

Hloubky

(m)



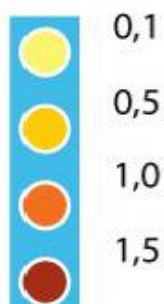
6.3 Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

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 $2\text{--}3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. 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. 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:

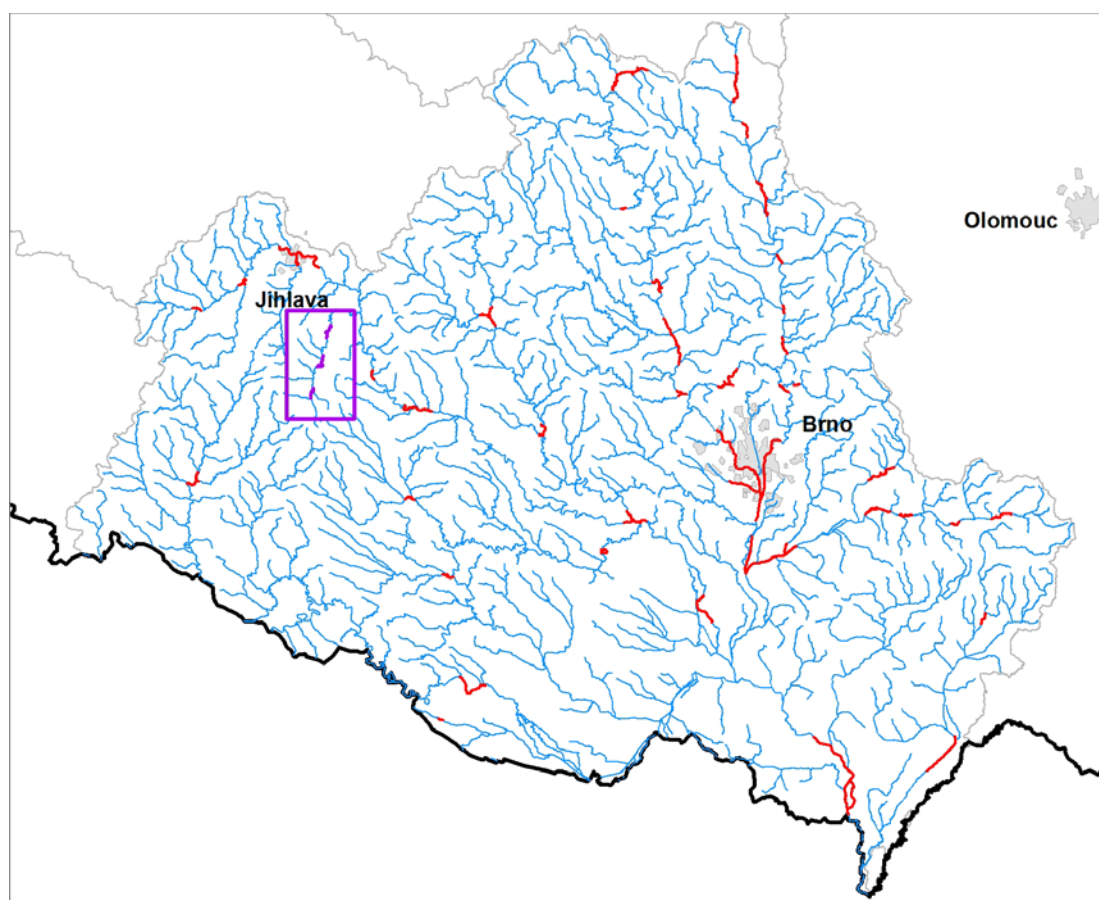
DYJE

5.1 POSUDEK HYDRAULICKÉHO VÝPOČTU

BRTNICE – 10100156_1 (PM-93) - Ř. KM 9,540 – 12,117

BRTNICE – 10100156_2 (PM-61) - Ř. KM 16,117 – 18,632

BRTNICE – 10100156_3 (PM-60) - Ř. KM 23,127 – 24,981





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:



Výzkumný ústav vodohospodářský
T. G. Masaryka, v.v.i.
Mojmírovo náměstí 16
612 00 Brno

Posudek zpracoval:

Ing. Libor Chlubna

Vedoucí pobočky:

Ing. Karel Drbal, PhD.

V Brně, červenec 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	5
2.2.1	Základní hydrologická data (ČSN 75 1400).....	5
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.....	6
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	7

4	Zhodnocení výsledků hydraulických výpočtů	7
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.....	8

1 Cíle a předmět posudku

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

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

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

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

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

Cílem posudku je stručně zhodnotit relevantnost použitých podkladů, provedených hydraulických výpočtů a jejich výstupů pro hodnocení úseku vodního toku **Brtnice – 10100156_1 (PM-93) - Ř. KM 9,540 – 12,117, Brtnice – 10100156_2 (PM-61) - Ř. KM 16,117 – 18,632 a Brtnice – 10100156_3 (PM-60) - Ř. KM 23,127 – 24,981** 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.

2.1 Topografická data

2.1.1 Mapové podklady

Mapové podklady jsou vyhovující.

2.1.2 Geodetické podklady

Příčné profily koryta Brtnice včetně veškerých objektů na toku byly zaměřeny v roce 2009. Geodetické podklady jsou vyhovující.

2.1.3 Digitální model terénu (DMT)

Využitelnost DMT pro kontrolu morfologie terénu zadané ve stávajícím modelu a pro zpracování map nebezpečí a rizik je vyhovující.

2.2 Hydrologická data

2.2.1 Základní hydrologická data (ČSN 75 1400)

K dispozici jsou aktuální základní hydrologická data z roku 2013 včetně kulminačního průtoku Q_{500} .

2.2.2 Povodňové vlny

Povodňové vlny nebyly využity, výpočet byl proveden v režimu ustáleného nerovnoměrného proudění.

2.2.3 Diskuze se staršími hydrol. daty, nejistoty

V tabulce 5 jsou uvedena starší hydrologická data (1970, 2008). V případě Brtnice došlo ke změně dat mezi lety 1970 a 2013 pro Q_5 více než o 40%. Ve zprávě [3] chybí zdůvodnění či komentář k rozdílu v hodnotách N -letých vod.

2.3 Výkresová dokumentace

2.3.1 Situace

Při kontrole situace byla podložena RZM 1:10 000, včetně úseku toku z PVPR. Situace obsahuje příčné řezy vodního toku Brtnice, které mají jednoznačný identifikátor a dále staničení v km. Součástí situace je i popis objektů. Rozsah, resp. šířka příčných řezů neodpovídá dokumentaci příčných řezů. Z toho vyplývá, že příčné řezy v situaci slouží pouze k prostorové lokalizaci.

2.3.2 Příčné řezy

Součástí příčných řezů je poloha hladiny pro vybrané N -leté průtoky. Rozsah příčných řezů je volen s ohledem na předpokládané odtokové poměry.

2.3.3 Podélné řezy

Podélné řezy obsahují výškové uspořádání zájmového území včetně průběhu hladin pro vybrané N -leté průtoky a dále staničení objektů nacházejících se v řešeném území toku Brtnice.

2.3.4 Výkresy objektů

Součástí dokumentace obsahující příčné řezy je i výškové uspořádání objektů na toku, včetně průběhu hladin pro vybrané N -leté průtoky.

2.3.5 Fotodokumentace

Dle zprávy [3], byla fotodokumentace pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedli pracovníci Pöyry Environment a.s. dne 11. 9. 2012. Byly pořízovány fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území a citlivých objektů v možném záplavovém území Q_{500} .

2.4 Místní šetření

2.4.1 Rozsah

Rozsah místního šetření byl proveden s ohledem na technické objekty na toku, inundační území a citlivé objekty v záplavovém území Q_{500} .

2.4.2 Soulad zjištěných skutečností s ostatními dostupnými podklady

Bylo provedeno zhodnocení vlivu technického řešení nových objektů na velikost rozlivů při sledovaných povodních. Šetření umožnilo doplnit objekty na toku a ověřit hydraulické parametry toku.

2.5 Stávající hydraulické výpočty

2.5.1 Dostupné dokumenty a jejich účel

Dřívější hydraulické výpočty byly provedeny na Povodí Moravy, s.p. v roce 2010 pro dobová hydrologická data [4]. Hydrologická data v modelu byla aktualizována a doplněna o povodňový scénář Q_{500} .

2.5.2 Aktuálnost, přesnost výstupů

Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik byl výpočet doplněn o povodňový scénář Q_{500} . Aktuálnost a přesnost dokumentů je zmíněna v kapitole 3.7, zprávy [3], včetně odkazů na citované podklady.

2.5.3 Využitelnost dokumentů

Lze předpokládat, že bude možné bezesbýtku využít veškerá data zmíněná v kapitole 3, zprávy [3].

2.6 Podklady pro kalibraci modelu

2.6.1 Relevantní povodňové epizody

Dle zprávy [3] bylo v nedávné minulosti na Brtnici zaznamenáno pět povodňových událostí, nejvýznamnější v roce 1985.

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

Rozsah údajů povodňové události z roku 1985 je vázán na limnigraf Brtnice.

2.6.3 Přesnost získaných údajů - vazba na přesnost hydraulického modelu

Nejistoty v datech a vazba na přesnost hydraulického výpočtu nejsou ve zprávě [3] komentovány.

3 Zhodnocení věcné správnosti postupu při hydraulickém výpočtu

3.1 Konceptní model

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

Ve zprávě [3] je uvedena informace o typu použitého modelu včetně, řešení 1D+ nerovnoměrného ustáleného režimu proudění vody. Současně jsou popsány vstupní a zjednodušující předpoklady.

Schematizace modelu je popsána poměrně podrobně, nicméně chybí grafické zobrazení detailu řešeného území.

3.1.2 Způsob zadání okrajových a počátečních podmínek

Způsob zadání okrajových podmínek (OP) je uveden v kapitole 4.3 a dále v kapitole 5.2.3, zprávy [3]. Z pohledu řešení dané problematiky je správný.

3.1.3 Použité programové vybavení

Použité programové vybavení odpovídá standardu.

3.2 Hydrodynamický model

3.2.1 Prostorová diskretizace

Prostorová diskretizace odpovídá zaměřeným profilům na toku.

3.2.2 Okrajové a počáteční podmínky

Okrajové podmínky (OP) jsou dostatečně odvozeny a doloženy (kapitola 4.3, 5.2.3, zprávy [3]).

3.2.3 Vstupní parametry modelu

Vstupní parametry modelu (součinitele drsnosti, parametry objektů, apod.) byly převzaty z dostupné literatury, či zadány na základě pochůzek v terénu a jsou ve zprávě [3] dostatečně dokumentovány.

3.2.4 Kalibrace a verifikace modelu

Model byl kalibrován na měrnou křivku limnigrafické stanice Brtnice platnou od 1/2011. Graficky je znázorněna poměrně dobrá shoda vypočtených hladin a měrné křivky limnigrafu. Maximální rozdíly v hladinách jsou do 20 cm.

3.2.5 Zhodnocení nejistot

Nejistoty byly eliminovány korektně provedenou kalibrací modelu.

4 Zhodnocení výsledků hydraulických výpočtů

Tato kapitola posudku zahrnuje zhodnocení výstupů z hlediska jejich kompletnosti a věcné správnosti. Jedná se o zhodnocení následujících výstupů:

- Podélné a příčné profily
- Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}
- Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}
- Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

4.1 Zhodnocení způsobu vyhodnocení výstupů

Způsob vyhodnocení postupy GIS je vyhovující.

4.2 Zhodnocení rozsahu výstupů

Rozsah výstupů odpovídá zadání.

4.3 Zhodnocení správnosti výstupů

4.3.1 Podélné profily, hladina

Průběh vypočtené polohy hladiny v podélném řezu odpovídá daným podmínkám.

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

Hydrodynamický model 1D+ uvedený ve zprávě [3] plně splnil svůj účel. Byl proveden soudobými technologiemi při poctivém zajištění a zdůvodnění použitých podkladů.

5.2 Doporučení

Je zřejmé, že způsoby vymezení záplavových území odpovídají 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 významnějších změnách návrhových 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 Moravy a přítoků Váhu. B. Technická zpráva – hydrodynamické modely a mapy

povodňového nebezpečí. **Brtnice – 10100156_1 (PM-93) - Ř. KM 9,540 – 12,117, Brtnice – 10100156_2 (PM-61) - Ř. KM 16,117 – 18,632 a Brtnice – 10100156_3 (PM-60) - Ř. KM 23,127 – 24,981.** Pöry Environment a.s. 07/2013.

[4] Numerický 1D+ model Brtnice v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2010.

.....
Ing. Libor Chlubna