



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

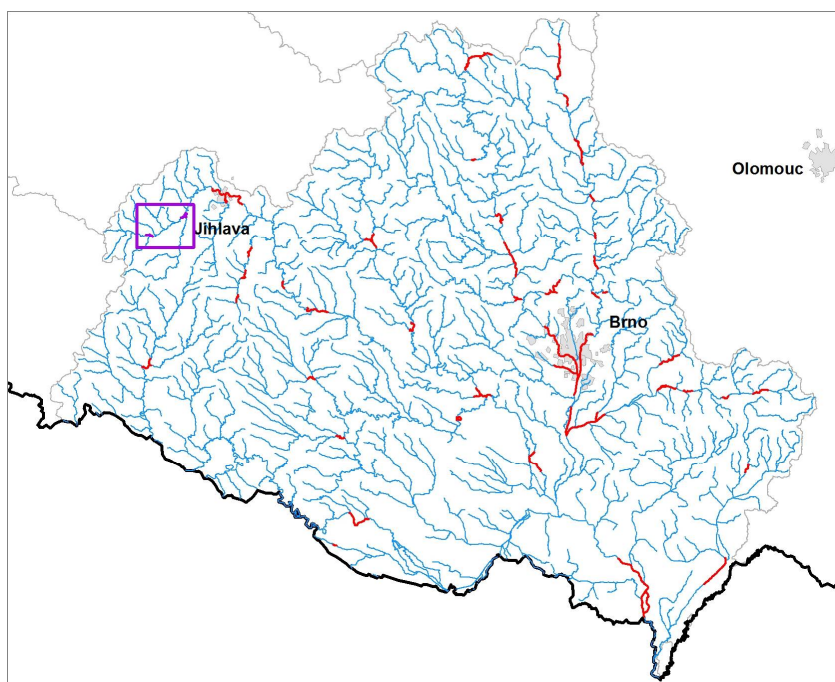
DÍLČÍ POVODÍ DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

JIHLAVA – 10100008_6 (PM-82) - Ř. KM 159,100– 161,216

JIHLAVA – 10100008_7 (PM-92) - Ř. KM 169,432– 171,163

TŘEŠŤSKÝ POTOK – 10100189_1 (PM-83) - Ř. KM 0,000– 0,233



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

JIHLAVA – 10100008_6 (PM-82) - Ř. KM 159,100– 161,216

JIHLAVA – 10100008_7 (PM-92) - Ř. KM 169,432– 171,163

TŘEŠŤSKÝ POTOK – 10100189_1 (PM-83) - Ř. KM 0,000– 0,233

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	9
3.1	Topografická data.....	9
3.2	Hydrologická data.....	9
3.3	Místní šetření.....	10
3.4	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady.....	10
3.5	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura.....	11
3.6	Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny.....	12
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů.....	12
4	Popis koncepčního modelu	13
4.1	Schematizace řešeného problému.....	13
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění.....	14
4.3	Způsob zadávání OP a PP.....	14
5	Popis numerického modelu	15
5.1	Použité programové vybavení.....	15
5.2	Vstupní data numerického modelu.....	15
5.3	Popis kalibrace modelu.....	17
6	Výstupy z modelu	18
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	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 zkratek a symbolů

Tab. č. 1 Seznam zkratek 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 toku Jihlava v km 160,136 - 162,234 a v km 170,491 – 172,147 a na toku Třeštský potok v km 0,000– 0,236*.

Tab. č. 2 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100008_6	PM-82	Jihlava	160,136 – 162,234	4-16-01-019 4-16-01-023
10100008_7	PM-92	Jihlava	170,491 – 172,147	4-16-01-020
10100189_1	PM-83	Třeštský potok	0,000– 0,236	4-16-01-007 4-16-01-009

*) Komentář k používané kilometrácii 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 Jihlavy a Třeštského potoka, používaná při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik, byla ponechána z geodetického zaměření koryta Jihlavy z roku 2005 a Třeštského potoka v roce 2009 - 2010. V tabulce č. 3 je uvedeno srovnání staničení dle PVPR a dle geodetického zaměření [5].

Tab. č. 3 Srovnání staničení

Tok	Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
Jihlava	159,100– 161,216	160,136 – 162,234
Jihlava	169,432– 171,163	170,491 – 172,147
Třeštský potok	0,000– 0,233	0,000– 0,236

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

Vodní díla v povodí zájmových úseků: V obci Kostelec je vybudováno několik bezejmenných rybníků napájených vodou ze zájmového úseku Jihlavy PM-82. Na Třeštském potoce cca 200 m nad začátkem úseku PM-83 je vybudována dvojice rybníků - Silniční a Luční. Na toku Jihlava v obci Batelov je vybudován Zámecký rybník (v úseku PM-92) a Škrobárenský rybník (cca 450 m nad začátkem úseku PM-92).

Přítoky Jihlavy: Třeštský potok (v úseku PM-82), Hornohuťský potok, Rohozná, Hanzalka a Hraniční potok (mezi PM-82 a PM-92), Batelovský potok (v úseku PM-92).

Třeštský potok nemá v zájmovém úseku PM-83 žádné přítoky.

2.1 Všeobecné údaje

Řeka **Jihlava** pramení na Českomoravské vysočině u obce Jihlávka, v nadmořské výšce cca 660 m n.m. Teče převážně směrem jihovýchodním a odvádí vodu ze 3,116 km² plochy. Délka toku od pramene k ústí je 184,405 km. Je největším přítokem Svatky. Charakter řečiště je dán spádovými poměry.

V horním toku má Jihlava koryto celkem malé, místy meandrující. Na středním toku Jihlavy byla postavena dvě vodní díla – vyrovnávací nádrž Mohelno v ř.km dle TPE 58,940 a VD Dalešice v ř.km dle TPE 65,944. Výstavbou vodních děl se podstatně ovlivnil a změnil režim hospodaření s vodou na řece Jihlavě. VD Dalešice svými retenčními účinky výrazně ovlivní průběh povodní na řece Jihlavě. V dolním toku, pod zaústěním Oslavy a Rokytne, protéká řeka Jihlava otevřenou krajinou a je provázána z části lužními lesy, jež jsou rozsáhlejší hlavně před ústím do Svratky. Původní ústí do Svratky je nyní v zátopě střední nádrže VD Nové Mlýny.

Povodí řeky Jihlavy je pravostranným a největším přítokem Svratky. Rozkládá se ve středu moravské části Českomoravské vysočiny a úzkým pruhem zasahuje přes jižní výběžek Boskovické brázdy a Brněnské vyvýřeliny do Dyjsko-svrateckého úvalu. Na jihu sousedí s povodím Dyje, na severovýchodě s povodím Svratky a na severozápadě s povodím Vltavy. Tvar povodí je nepravidelný trojúhelník, obrácený nejkratší stranou na severozápad a protáhlý ve směru jihovýchodním. Nejvyšší bod je pohoří Javořice 835 m n.m. v Jihlavských vrších. Nejnižší bod je ústí Jihlavy do Svratky 169 m n.m. Největší přítoky řeky Jihlavy jsou z levé strany v ř.km. dle TPE 39,715 Oslava, v ř.km dle TPE 125,897 Kamenický potok, v ř.km dle TPE 130,453 Kozlovický potok a z pravé strany v ř.km dle TPE 38,140 Rokytná, v ř.km dle TPE 97,875 Stařečský potok, v ř.km dle TPE 123,462 Brtnička, v ř.km dle TPE 142,471 Jihlávka a v ř.km dle TPE 160,025 Třeštský potok.

Na Českomoravské vysočině podmiňuje hustou vodní síť poměrně nepropustné podloží a je též příčinou malé a kolísavé vodnosti toků. Druhou příčinou těchto nepříznivých vodních toků je, že moravská část Českomoravské vysočiny leží v dešťovém stínu s výjimkou Jihlavských vrchů.

Úsek 10100008_6 (PM-82), Jihlava

V řešeném úseku protéká Jihlava katastrálním územím Kostelec u Jihlavy, Kostelecký Dvůr a Cejle. Horní konec úseku je v extravilánu nad obcí Kostelec u Jihlavy u železniční zastávky. Koryto zde meandruje a není příliš upraveno. Dále protéká pod obcí Kostelec a úsek končí pod osadou Kostelecký Dvůr. V zájmovém území jsou čtyři mosty a jeden jez. Úsek Jihlavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Úsek 10100008_7 (PM-92), Jihlava

V řešeném úseku protéká Jihlava katastrálním územím Batelov. Horní začátek úseku je v extravilánu pod Škrobárenským rybníkem, kde jsou na LB průmyslové areály. Na toku je zbudován v centru obce Zámecký rybník, v jehož blízkosti se nachází budovy zámku Batelov. Pod rybníkem jsou v těsné blízkosti domy na PB. Tok dále protéká loukami a úsek je zakončen u PB ČOV a LB průmyslového areálu při ulici Tovární. Přes obec je koryto upraveno do tvaru jednoduchého lichoběžníka. V zájmovém území je šest mostů. Úsek Jihlavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Třeštský potok je tokem IV.řádu z kategorie vodohospodářsky významných toků a pravostranným přítokem řeky Jihlavy, do které se vleývá v obci Kosletec v nadmořské výšce při soutoku cca 512 m n.m. Pramenišť se nachází v lesním masivu Javořice v blízkosti Velkého skalního vrchu (782 m n.m.) v nadmořské výšce kolem 750 m n.m. na samé hranici rozvodnice.

Třeštský potok protéká v celé délce územím okresu Jihlava s převažujícím směrem od jihu k severu, v horním toku od západu k východu. Vlastní tok je napájen několika přítoky z nichž nejvýznamnější jsou Bukovský a Valchovský potok ve správě ZVS BRNO a Javořický potok ve správě Lesů ČR, s.p. – OST Brno.

Povodí Třeštského potoka je značně zalesněno a to zvláště na horním toku, celková lesnatost činí 43% z celkové plochy povodí, plocha povodí činí 105,42 km². Délka toku dle vodohospodářské mapy 1:50 000 je uváděna 27,6 km, skutečná délka toku měřená orientačně od pevných bodů při pochůzce činí však více než 30 km, neboť vodní tok ve smrkových porostech pramenné oblasti pokračuje až téměř na samou hranici rozvodnice.

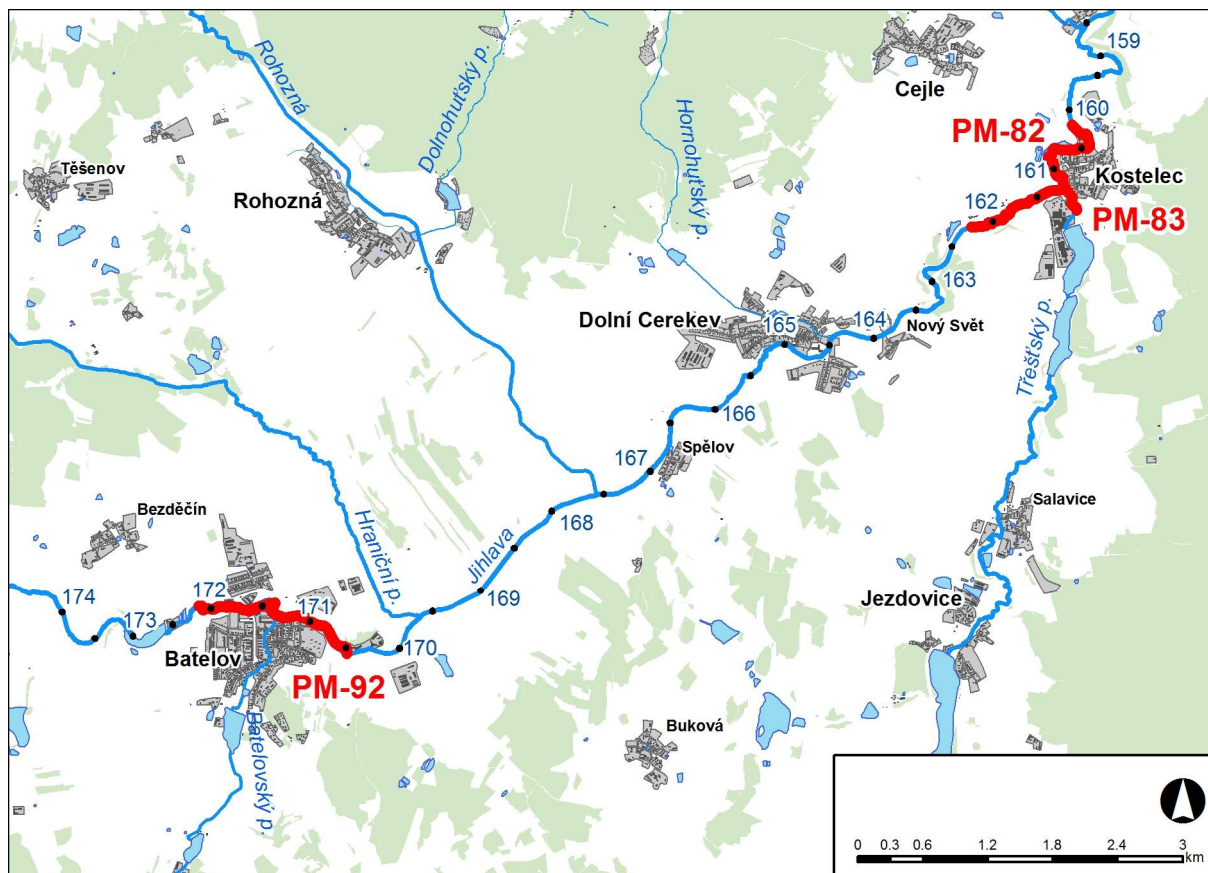
Přímo na hlavním toku i povodí Třeštského potoka byla zbudována rozsáhlá soustava rybníků povětšinou ve správě Rybářství Telč, a.s. Rybníky jsou intenzivně využívány k chovu ryb, některé k chovu kačen. OkÚ RŽP Jihlava vydal v roce 2000 rozhodnutí pod č.j.ŽP/Vod-11474-11491/99-Dr-231/2 ohledně intenzifikace rybníků II, tzn. udělil výjimku podle § 5 vyhlášky MLVH ČR č.6/1977Sb. Vzhledem k intenzivnímu hospodaření na rybnících (včetně přihnojování a příkrmování) dochází k ovlivnění kvality povrchové vody v toku. Splaveniny a splachy z povodí se ukládají v nádržích, odtud se při výloveh nebo letnění a opravách rybníků dostávají ve velkém množství zpět do toku, který je v některých úsecích značně zanesen. Velká akumulace vody v rybníční soustavě v povodí Třeštského potoka a způsob manipulace na rybnících při podzimmích výloveh a převádění velkých povodňových vod se přímo projevuje v nevyrovnanosti průtoků.

Nejvýznamnější rybníky v povodí jsou dle plochy: Jezdovický (27,6 ha), Vaňovský (21,2 ha), Velký Pařezitý (17,2 ha), Janovský (12,5 ha), Tovární resp. Hodický (11 ha), Silniční a Luční (oba 10ha).

Úsek 10100189_1 (PM-83), Třeštský potok

V řešeném úseku protéká Třeštský potok katastrálním územím Kostelec u Jihlavy. Úsek je pod Silničním rybníkem. Začíná v prostoru ČOV masozpracujícího podniku Kostelecké uzeniny a.s. a končí v zaústění do řeky Jihlavy. V zájmovém území nejsou žádné významné objekty na toku. Úsek Třeštského potoka v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Obr. č. 1 Přehledná mapa řešeného území

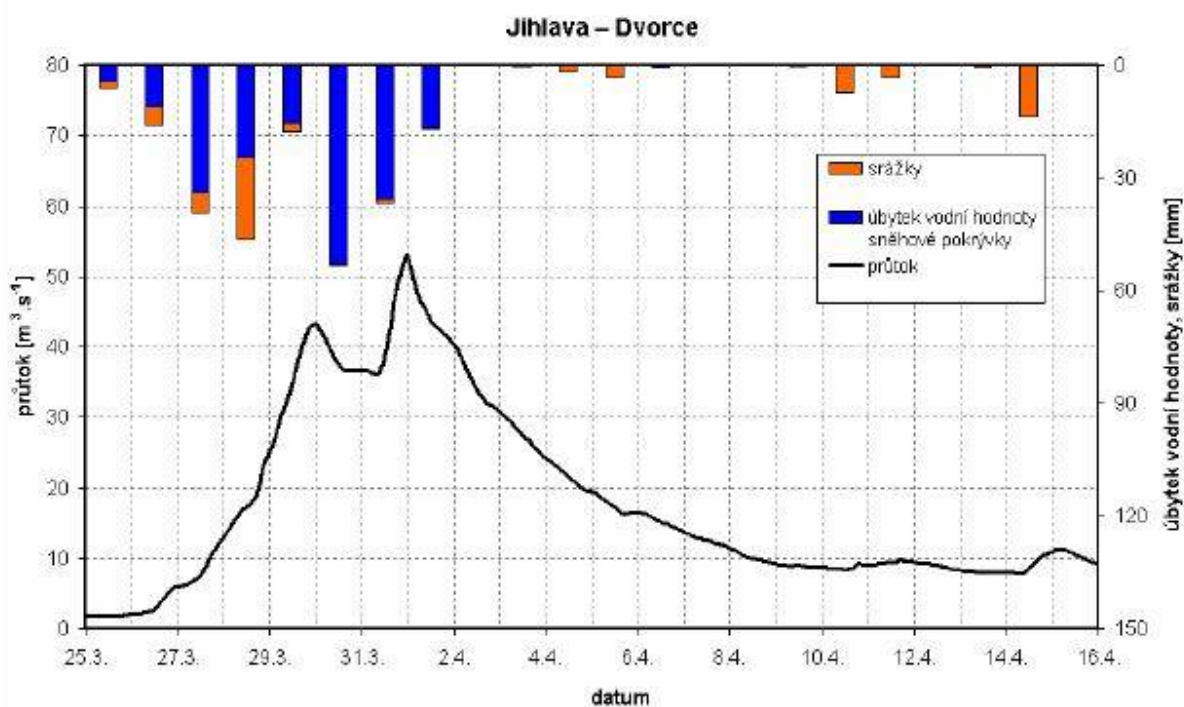


2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

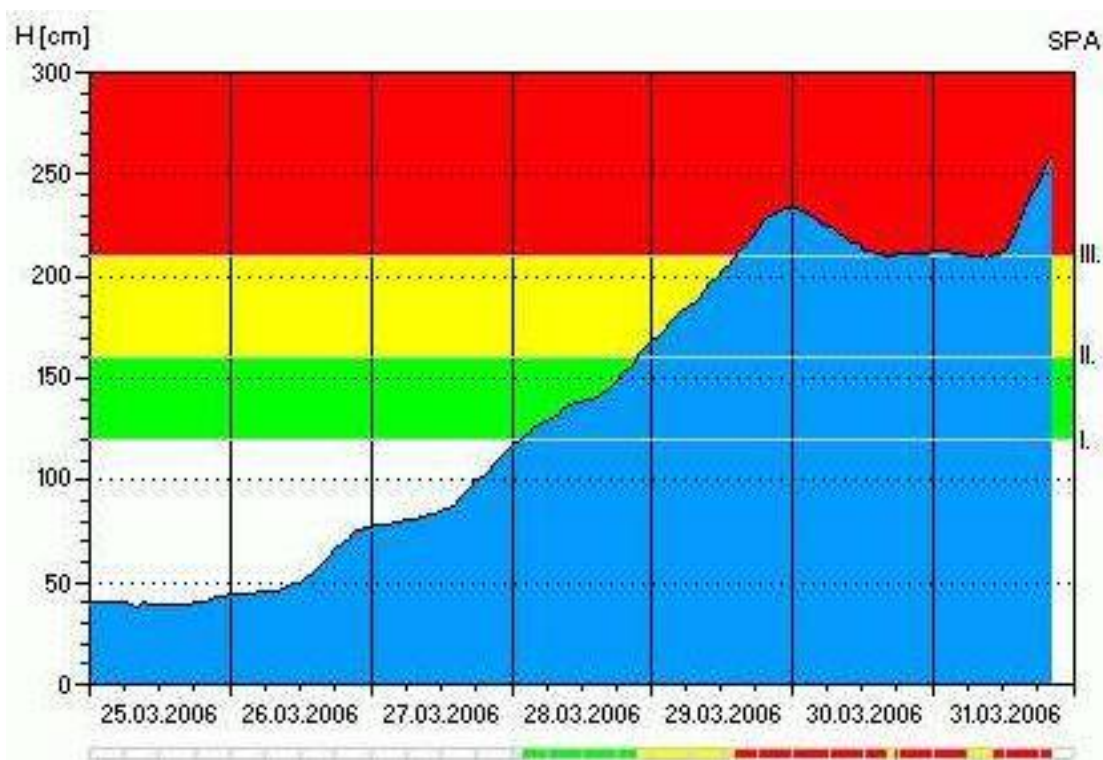
Největší zaznamenaná povodeň na řece Jihlavě v limnigrafické stanici Batelov je datována k srpnu 1960. Ke kulminaci došlo 13. 8. 1960 a limnigraf v Batelově zaznamenal vodní stav 300 cm [18], přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu (230 cm) byla v červenci roku 1965 a třetí (dle vodního stavu 200 cm) v červnu roku 1965. K další významným povodním v novodobé historii došlo v březnu 2006 a v srpnu 2002 [18]. Z dávnější historie lze zmínit povodeň z roku 1941 a 1972.

Největší zaznamenaná povodeň na řece Jihlavě v limnigrafické stanici Dvorce je datována k dubnu 2006. Základní příčinou bylo náhlé oteplení, které znamenalo intenzivní tání sněhu a atmosférické srážky [21]. Ke kulminaci došlo 1. 4. 2006 a ve Dvorcích bylo dosaženo $53,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. cca Q_{50} . Limnigraf ve Dvorcích zaznamenal vodní stav 272 cm [19] [20], přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu (242 cm) byla v srpnu roku 2002 (průtok $44,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. cca Q_{20}) a třetí (dle vodního stavu 241 cm) v březnu roku 1940. K další významným povodním v novodobé historii došlo v březnu 1947 (vodní stav 223 cm), v březnu 1969 (vodní stav 220 cm) a v červnu 1965 [19].

Obr. č. 2 Časový průběh srážek, úbytku vodní hodnoty sněhové pokrývky a průtoků v profilu Dvorce



Obr. č. 3 Situace na měřicí stanici Dvorce k 31.3.2006 ve 20:00



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**, Jihlavy z roku 2005 provedl a zpracoval útvar geodézie Povodí Moravy, s.p. Příčné profily koryta Třeštského potoka včetně veškerých objektů na toku byly zaměřeny v roce 2009 – 2010 útvarem geodézie Povodí Moravy, s.p. po cca 90 m. 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 byla poskytnuta ČHMÚ 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-92	Jihlava – Batelov vodočet	2013	169,2	7,3	13,1	25,0	45	II., III.*
PM-82	Jihlava – pod Třeštským potokem	2013	160,1	18,2	32,4	62,5	113,7	III.
PM-83	Třeštský potok – ústí do Jihlavy	2013	0,1	8,4	17	36	69,9	III.

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

Starší hydrologická data dle [17] jsou uvedena v tab. č. 5. Oproti [17] došlo v současnosti k navýšení hodnot průtoků (především u vod s vyšší pravděpodobností opakování) jak u Jihlavy tak u Třeštského potoka.

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-92	Jihlava – Batelov vodočet	1970	169,2	11	16	24	-	
PM-82	Jihlava – pod Třeštským potokem	1970	160,1	34	49	71	-	
PM-83	Třeštský potok – ústí do Jihlavy	1970	0,0	20	31	40	-	

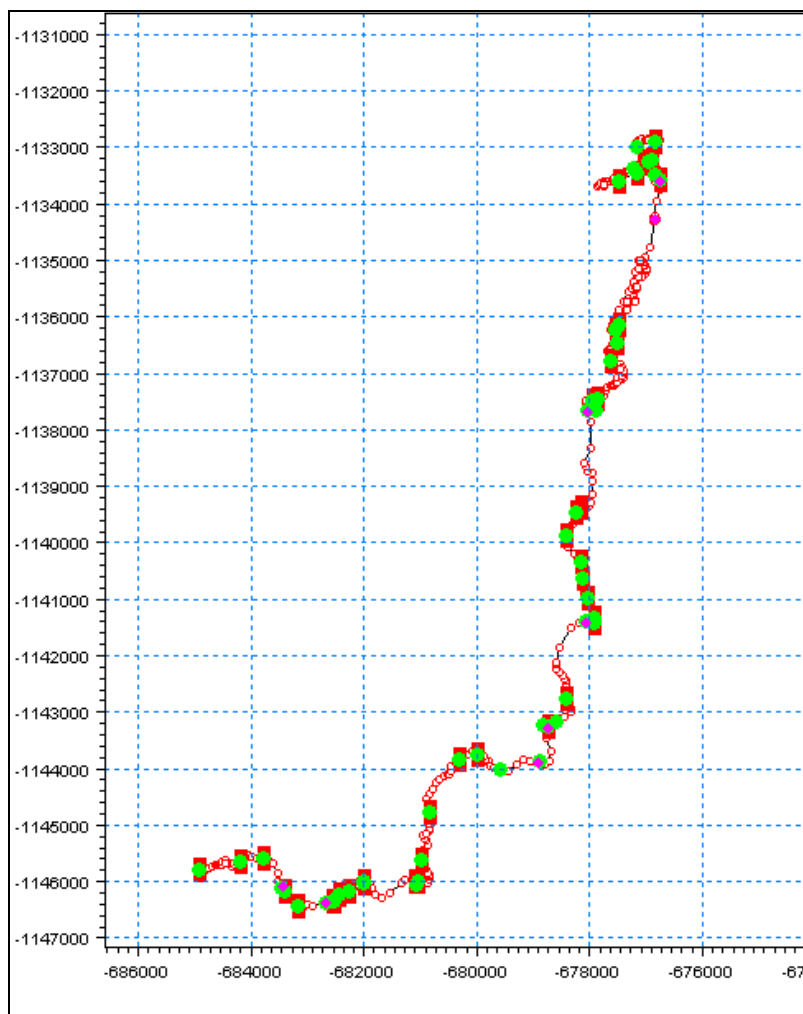
3.3 Místní šetření

- [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-83 Třeštský potok 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-82 Jihlava byla zjištěna pouze rekonstrukce silničního mostu v km 161,225. V úseku PM-92 Jihlava byly při terénní pochůzce zaznamenány tyto nové objekty – probíhající rekonstrukce železničního mostu v km 171,779 a rekonstrukce silničního klenbového kamenného mostu v km 170,482. 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] **Numerické 1D+ modely Jihlavy a přítoku Třeštský potok** v programu MIKE 11 byly vytvořeny na Povodí Moravy, s.p. v roce 2005 (Jihlava) a 2011 (Třeštský potok). Modely sloužily pro zpracování Studie záplavového území Jihlavy [12] a Studii záplavového území Třeštského potoka [13]. Pro tvorbu modelu bylo využito geodetické zaměření [5], DMT [1] a hydrologická data [6]. V rámci modelu byly řešeny povodňové scénáře pro $Q_1 - Q_{100}$. Výpočet byl proveden pro neustálené nerovnoměrné proudění. Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo provedeno řešení vymezených úseků ustáleným nerovnoměrným prouděním s využitím okrajových podmínek z výše uvedeného celkového modelu. Modely vymezených úseků byly sestaveny společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2012. Hydrologická data v modelu byla aktualizována a doplněna o povodňový scénář Q_{500} . Případné rozdíly současného stavu (zjištěné z terénního průzkumu) a výchozího modelu byly zohledněny.

Obr. č. 4 Schéma modelu Třeštského potoka a souvisejícího úseku Jihlavy



[9] **Kalibrační data** – měrná křivka limnigrafické stanice Jihlava - Batelov

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

- [10] Technicko provozní evidence toků – TPE Jihlava, Povodí Moravy s.p., 1967 – 2002
- [11] Technicko provozní evidence toků – TPE Třeštský potok, Povodí Moravy s.p.
- [12] Studie záplavového území Jihlavy, km 0,000 – km 184,500, Povodí Moravy, s.p., 12/2005
- [13] Studie záplavového území Třeštského potoka, km 0,000 – km 23,443, Povodí Moravy, s.p., 02/2011
- [14] Plán oblasti povodí Dyje, Pöyry Environment a.s., Brno, 12/2009
- [15] Studie ochrany před povodněmi na území kraje Vysočina, Pöyry Environment a.s., Brno, 05/2007
- [16] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual, DHI, 2009
- [17] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970
- [18] Evidenční list hlásného profilu č. 384, tok Jihlava, limnigrafická stanice Batelov. Aktualizace březen 2006.
- [19] Evidenční list hlásného profilu č. 385, tok Jihlava, limnigrafická stanice Dvorce. Aktualizace březen 2006.
- [20] www.pmo.cz, Stavy a průtoky na vodních tocích, LG Dvorce, březen 2013
- [21] www.dvorce.wz.cz/, Povodně 2006 – Dvorce, 2006

3.6 Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny

- [22] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [23] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [24] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [25] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [26] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [27] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [28] TNV 75 2910 Manipulační řády vodních děl na vodních tocích.
- [29] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [30] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [31] 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).
- [32] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [33] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [34] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [35] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012
- [36] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011
- [37] 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. V současnosti je pro toto zájmové území k dispozici digitální model reliéfu České republiky 4. generace, ČÚZK, 2009 – 2012. 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 řešených úseků toků. 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 práce zpracovali geodeti státního podniku Povodí Moravy v roce 2005, 2009 a 2010.

Hydrologická data [6] byla poskytnuta ČHMÚ v roce 2013.

Terénní průzkum byl proveden 11.9.2012. Byla pořízena fotodokumentace [8] a prověřena aktuálnost geodetického zaměření.

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

Podkladem pro výpočet byly stávající numerické 1D+ modely Jihlavy a přítoku Třeštský potok [8] zahrnující zájmové úseky v programu MIKE 11, které byly vytvořeny na Povodí Moravy, s.p. v roce 2005 (Jihlava) a 2011 (Třeštský potok).

Podkladovými kalibračními daty [9] jsou údaje z měrné křivky limnigrafické stanice Jihlava - Batelov.

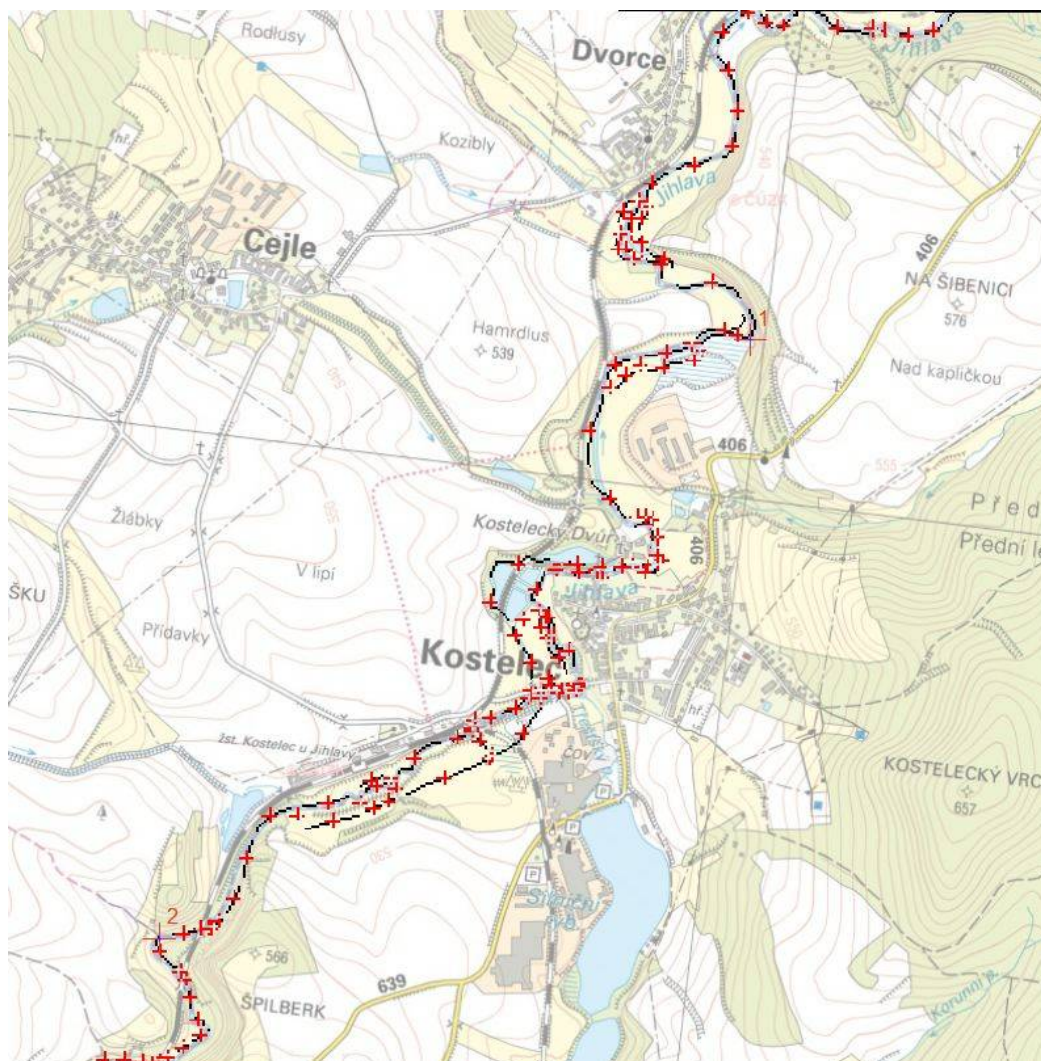
4 Popis koncepčního modelu

Řešený úsek toku byl schematizován 1D+ modelem. Výpočet průběhu hladin byl proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11 (popis programu je uveden v kap. 5.1). Model yvymezených 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 Jihlavy a Třeštského potoka, souvisejících inundací a veškerých objektů na toku.

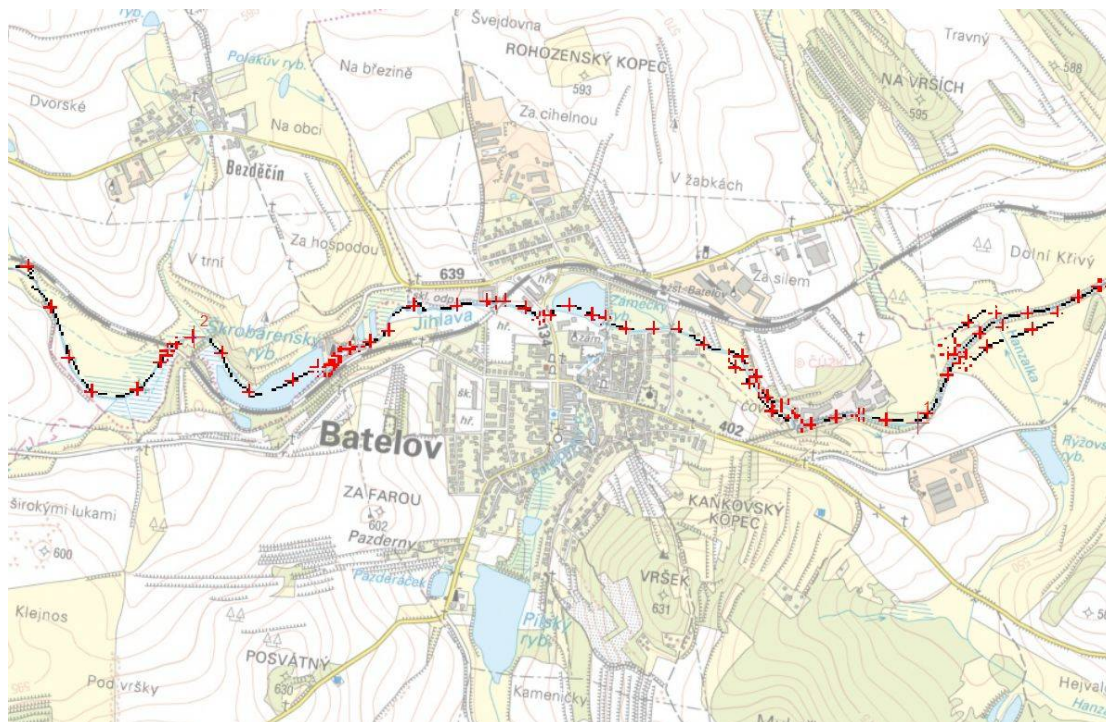
4.1 Schematizace řešeného problému

V rámci matematického řešení byla provedena schematizace pomocí síťového modelu. Příčné řezy a technické objekty na toku jsou zadány dle geodetického zaměření. Zájmové úseky toků byly řešeny v rámci dvou výpočtových modelů, a to modelem Jihlavy od obce Jihlávka po soutok s Maršovským potokem a modelem Třeštského potoka a souvisejícího úseku Jihlavy. Použití 1D+ modelu bylo zvoleno vzhledem k faktu, že Jihlava i Třeštský potok jsou v sevřeném údolí, kde nedochází k výrazným rozlivům do inundace a také vzhledem k poměrně nízkým hodnotám průtoků. Pro namodelování rozlivů v některých úsecích toku je dostačující použití souběžných výpočtových větví, samozřejmě při zajištění dostatečného propojení s hlavní (korytovou) výpočtovou větví tak, aby byla věrohodně popsána komunikace vody v korytě a inundaci

Obr. č. 5 Schéma řešeného modelu pro úseky PM-82 a PM-83



Obr. č. 6 Detailní schéma řešeného modelu pro úsek PM-92



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 úrovně hladiny ve výpočtových profilech pod jednotlivými řešenými úseky převzaty ze Studie záplavového území Jihlavy [11].

Horními okrajovými podmínkami byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} , a Q_{500} v Jihlavě a Třeštském potoce 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 [16], který je k dispozici u zhotovitele.

Matematickými modely byl popsán průtok vlastním korytem Jihlavy a Třeštského potoka, 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 Jihlavě a Třeštském potoce dodaných ČHMÚ [6]. Dolními okrajovými podmínkami byly úrovně hladiny ve výpočtovém profilu pod jednotlivými řešenými úseky převzaté ze Studie záplavového území Jihlavy [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 pro úsek PM-82 26, pro PM-92 22 a pro PM-83 3 příčné profily, které vystihují morfologii koryta, přilehlého inundačního území a veškeré důležité objekty na toku (viz tab. č. 6 a 7).

Tab. č. 6 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-82, Jihlava, km 160,136 – 162,234

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
160,614	most silniční	159,450	Kostelec
161,206	most silniční	160,000	Kostelec
161,229	Třeštský potok	160,090	Kostelec
161,292	most silniční	160,100	Kostelec
161,376	jez Ohnsorgův	160,200	Kostelec
161,587	most ČD	160,425 - 160,430	Kostelec

Tab. č. 7 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-92, Jihlava, km 170,491 – 172,147

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
170,256	mostek silniční	169,350	Batelov
170,482	mostek klenbový silniční	169,520	Batelov
170,494	limnigraf - Batelov	169,532 - 169,540	Batelov
170,548	stupeň		Batelov
170,554	most	169,550	Batelov
171,111	mostek	170,000	Batelov

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
171,318	Batelovský potok	170,200	Batelov
171,358	přepad Zámeckého rybníka	170,280 - 170,450	Batelov
171,598	most silniční	170,443 - 170,450	Batelov
171,779	most ČD	170,742 - 170,750	Batelov
172,410	vyústění z rybníčka	170,098	Batelov

V úseku PM-83 (Třeštský potok, km 0,000 – 0,236) nevstupují do modelu žádné objekty.

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

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

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

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Dolními okrajovými podmínkami byly úrovně hladiny ve výpočtových profilech pod jednotlivými řešenými úseky převzaté ze Studie záplavového území Jihlavy [11]. Hladina Q_{500} byla extrapolována.

Tab. č. 8 Použité úrovně hladiny pro dolní okrajovou podmínku modelů Jihlavy a Třeštského potoka

Úsek	Profil	km	DOP ₅ (m n.m.)	DOP ₂₀ (m n.m.)	DOP ₁₀₀ (m n.m.)	DOP ₅₀₀ (m n.m.)
PM-82, 83	568	159,802	510,70	511,03	511,44	511,96
PM-92	673	170,078	535,17	353,34	353,52	535,66

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

Řešení soutokových oblastí

Vzhledem k tomu, že zájmový úsek (soutok Jihlavy a Třeštského potoka) byl řešen jedním výpočtovým modelem, byly v souladu s [33] řešeny dva scénáře hydrologických situací. Řešený průtok byl pod soutokem uvažován v obou scénářích dle ČHMÚ. V prvním toku byl nad soutokem v jednom scénáři uvažován průtok dle ČHMÚ a v druhém toku byl uvažován průtok dopočtený jako rozdíl hodnot průtoků pod soutokem a průtoků v prvním toku nad soutokem. Ve druhém scénáři byl uvažován stejný princip, avšak pro průtok nad soutokem dle ČHMÚ v druhém toku. Pro vynesení rozlivů byla uvažována obálka maximálních rozlivů z těchto dvou uvažovaných scénářů.

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Pro výpočet ustáleného proudění se počáteční podmínky nezadávají.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Zhodnocení vstupních dat z hlediska možných nejistot a úplnosti.

Nejistota může být v hustotě a přesnosti geodetických dat. Sestavený DMT dle fotogrametrických náletů a z vrstevnic ze ZABAGEDU doplněný pozemním měřením může mít vliv na správné sestavení větvené sítě, místy může zkreslovat výsledky výpočtů. Je třeba dbát na to, že přesnost DMT z fotogrametrických náletů je pouze do určitého stavu povrchu terénu. Ve volném terénu je udávána přesnost 0,3 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.

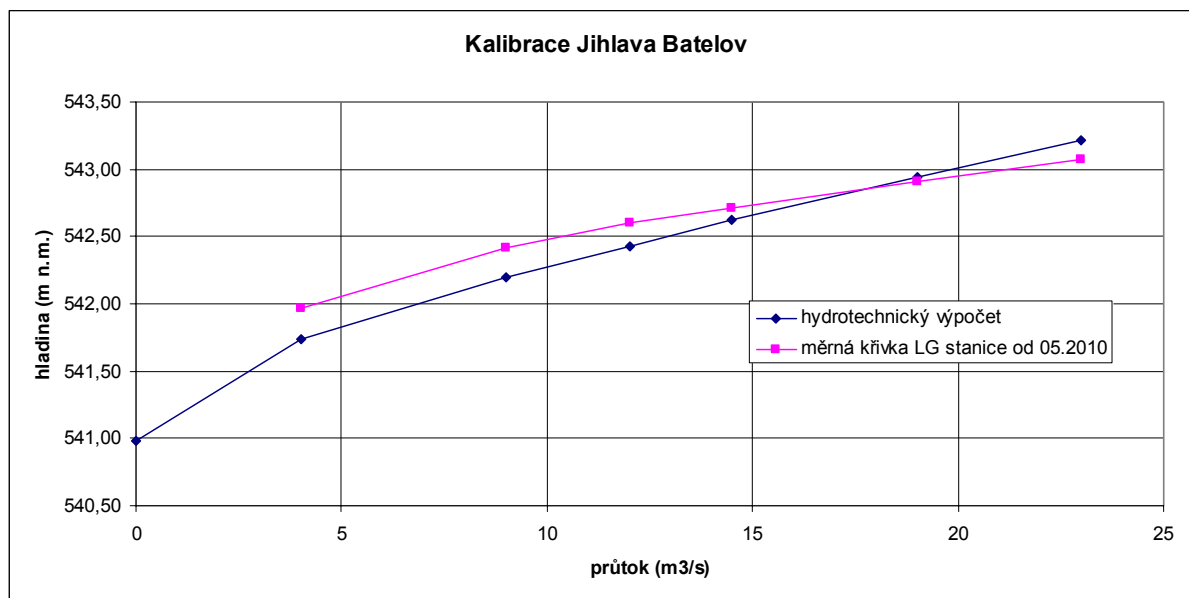
Rovněž nejistotou může být aktuální stav koryta a inundace za povodně, množství nesených splavenin a tvoření zátaras z plovoucích předmětů. Ve výpočtu je uvažováno se stavem „čistého“ koryta, bez omezení průtočnosti. Kapacitu koryta dále ovlivňuje stav nánosů nebo naopak zahlubování koryta. Při větších 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 Batelov v km 169,400. Kalibrace modelu z dostupných hodnot stanice Batelov je vykreslena na následujícím obrázku. Při větších průtocích je dosahována dobrá shoda vypočítaných hladin a měrné křivky stanice Batelov, pro menší průtoky jsou rozdíly hladin do 0,25 m.

Obr. č. 7 Měrné křivky v profilu limnigrafické stanice Batelov, tok Jihlava



6 Výstupy z modelu

Základními výstupy z 1D modelů jsou úrovně hladin a bodové hodnoty průřezových rychlostí v příčných profilech pro jednotlivé povodňové scénáře. Úrovně hladin jsou tabelárně znázorněny v tab. č. 9 až 11.

Na základě znalosti úrovně hladin v jednotlivých příčných profilech byly do map vyneseny čáry rozlivů pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} . Z úrovní hladin v jednotlivých profilech byly v prostředí programu ArcGIS vytvořeny rastry úrovně hladin pro jednotlivé povodňové scénáře. Za použití rastrů úrovně hladin a rastru DMT byly vytvořeny rastry hloubek. Mapy povodňového nebezpečí znázorňují pro jednotlivé povodňové scénáře hloubky pomocí rastru a bodově hodnoty průřezových rychlostí. Hodnoty veličin jsou pro řešené průtoky zpracovány v grafickém zobrazení map záplavových čar a map povodňového nebezpečí dokládány na přiloženém DVD.

Tab. č. 9 Psaný podélný profil pro úsek Jihlava PM-92

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
678	170.460	541.11	541.40	541.76	542.10
679	170.485	542.20	542.62	543.21	543.97
680	170.494	542.24	542.67	543.28	544.05
681	170.549	543.51	543.69	543.94	544.23
682	170.557	543.75	543.92	544.15	544.40
683	170.613	544.09	544.29	544.54	544.81
684	170.695	544.27	544.46	544.69	544.95
685	170.776	544.45	544.64	544.85	545.08
686	170.877	544.59	544.80	545.00	545.21
687	171.055	545.32	545.60	545.87	546.12
688	171.101	545.49	545.77	546.05	546.31
689	171.114	545.61	545.89	546.22	547.21
690	171.121	545.67	545.97	546.34	547.21
691	171.207	545.78	546.11	546.49	547.26
692	171.330	545.96	546.30	546.70	547.34
693	171.344	545.98	546.31	546.70	547.34
694	171.604	549.62	549.75	549.88	549.98
695	171.624	549.62	549.77	549.96	550.15
696	171.736	549.96	550.28	550.56	550.75
697	171.776	550.06	550.38	550.66	550.87
698	171.794	550.06	550.38	550.67	550.88
699	171.862	550.28	550.64	550.92	551.12
700	172.021	551.46	551.70	551.94	552.16
701	172.253	552.01	552.21	552.43	552.62

Tab. č. 10 Psaný podélný profil pro úsek Jihlava PM-82

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
569	160.072	511.42	511.67	512.00	512.49

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
570	160.257	511.79	512.06	512.39	512.93
571	160.386	512.08	512.29	512.56	513.06
572	160.440	512.28	512.51	512.74	513.16
573	160.512	512.48	512.76	512.96	513.30
574	160.592	512.82	513.14	513.40	513.80
575	160.618	512.84	513.15	513.65	514.59
576	160.631	512.90	513.23	513.73	514.59
577	160.723	513.15	513.52	514.01	514.72
578	160.771	513.29	513.64	514.11	514.80
579	160.920	513.61	513.91	514.31	514.94
580	161.017	513.82	514.04	514.39	514.98
581	161.181	514.24	514.44	514.67	515.14
582	161.212	514.27	514.46	514.70	515.27
583	161.226	514.34	514.59	514.89	515.54
584	161.250	514.39	514.64	514.96	515.61
585	161.295	514.39	514.64	514.97	515.65
586	161.308	514.43	514.72	515.08	515.81
587	161.353	514.50	514.80	515.16	515.87
588	161.376	515.07	515.14	515.24	515.91
589	161.393	515.09	515.16	515.24	515.91
590	161.486	515.26	515.36	515.44	516.03
591	161.555	515.42	515.54	515.62	516.16
592	161.590	515.49	515.61	515.69	516.22
593	161.602	515.51	515.63	515.72	516.24
594	161.689	515.70	515.84	515.94	516.36
595	161.901	516.09	516.21	516.30	516.55
596	162.025	516.22	516.36	516.47	516.69
597	162.226	516.75	517.02	517.23	517.56

Tab. č. 11 Psaný podélný profil pro úsek Třeštský potok PM-83

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
1	0.000	514.22	514.38	514.59	515.37
2	0.025	514.24	514.42	514.64	515.40
3	0.140	514.53	514.72	514.96	515.60
4	0.285	515.26	515.39	515.58	516.06

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 10100008_7 (PM-92), Jihlava

V zájmovém úseku je povodněmi ohrožována obec Batelov. Q_5 přes se přes zastavěnou část obce drží v korytě, vybřežuje na horním a dolním konci úseku, kde zatápí přilehlé louky, avšak pouze jeden objekt, a to obecní ČOV na PB na dolním konci úseku. Při vyšších průtocích jsou zaplavovány průmyslové objekty na LB nad křížením s železniční tratí a nad Zámeckým rybníkem. Objekty v areálu zámku nejsou zatopeny ani při Q_{500} . Mezi hrází Zámeckého rybníka a ulicí Luční je koryto kapacitní na Q_{100} , jen při Q_{500} jsou zaplavovány na PB domy na konci souvislé zástavby při ulicích Luční a Dlouhá a na LB plocha parku.

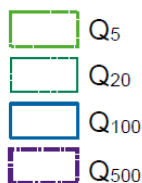
Úsek 10100008_6 (PM-82), Jihlava; úsek 10100189_1 (PM-83), Třeštský potok

Jihlava i Třeštský potok protékají v řešeném úseku obcí Kostelec u Jihlavy. Oba toky vybřežují již při Q_5 a rozlévají se do blízké inundace. Významný rozliv je v horní části Jihlavy u železniční zastávky, kde je zaplavována široká niva, především na PB, která je ohraničena železniční tratí u areálu Kosteleckých Uzenin a.s. V areálu Kosteleckých Uzenin a.s. je při Q_{500} zaplavováno pár objektů v blízkosti Třeštského potoka, který na PB zaplavuje zahrady přilehlých domků. Níže pod silnicí spojující střed obce s železniční zastávkou dochází k výrazným rozlivům především na LB, kde jsou již při Q_5 zaplavovány rybníky. Na PB jsou zaplavovány zahrady domů a nejnižší situované domy v blízkosti silnice na Cejle. Na dolním konci úseku je na LB zaplaveno několik objektů v lokalitě Kostelecký Dvůr již od Q_5 a na PB jsou zaplaveny zahrady domů a následně zemědělská půda.

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. 9.

Obr. č. 8 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

Záplavové čáry



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

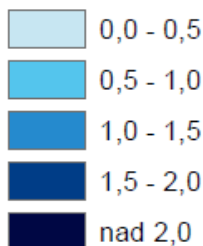
Hloubky vody z numerického programu jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 5 m. Rastry hloubek byly vytvořeny na základě znalostí úrovně hladin v jednotlivých profilech, ze kterých byly vytvořeny rastry úrovně hladin. Následným odečtením rastrů úrovně hladin a rastru 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. 10.

Obr. č. 9 Definice barev a intervalů hloubek

Hloubky

(m)



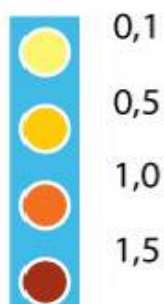
6.3 Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

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

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

Rozdělení intervalů rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [31] - viz obr. 11.

Obr. č. 10 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:

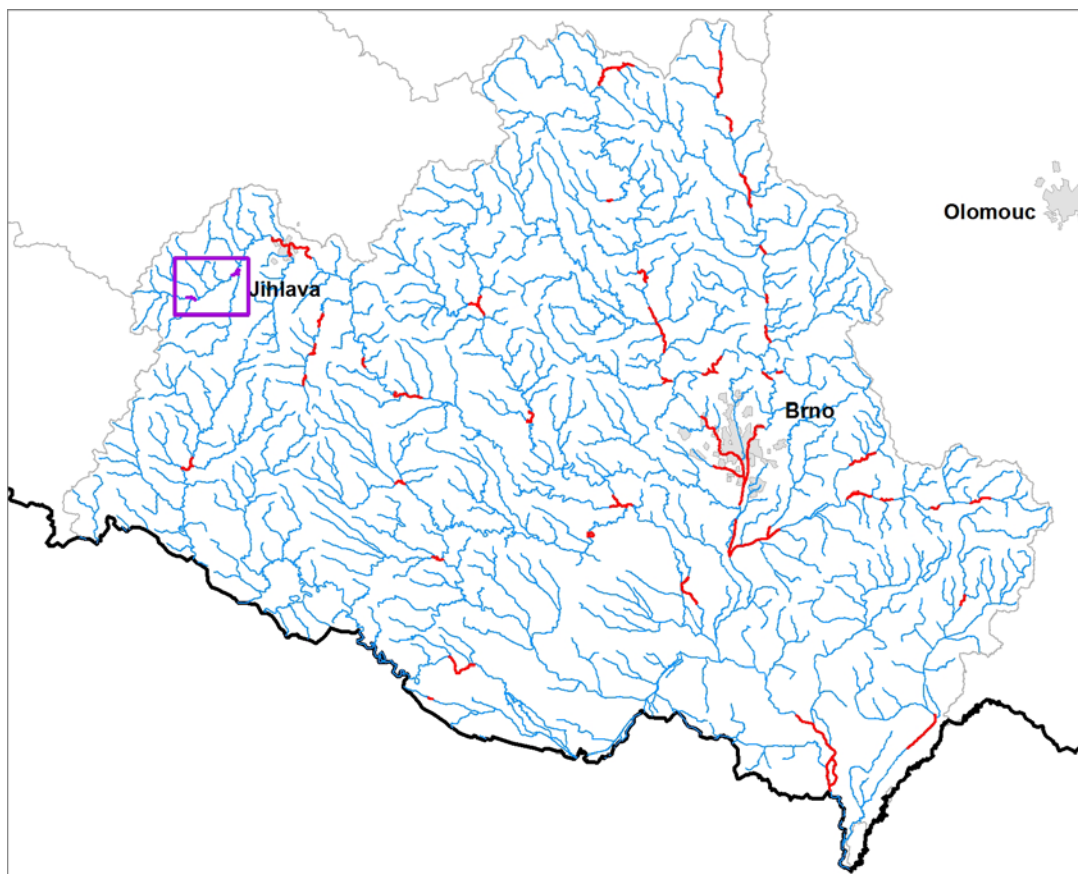
DYJE

5.1 POSUDEK HYDRAULICKÉHO VÝPOČTU

JIHLAVA – 10100008_6 (PM-82) - Ř. KM 159,100– 161,216

JIHLAVA – 10100008_7 (PM-92) - Ř. KM 169,432– 171,163

TŘEŠŤSKÝ POTOK – 10100189_1 (PM-83) - Ř. KM 0,000– 0,233





OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Požizovatel:



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.

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.....	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	7

4	Zhodnocení výsledků hydraulických výpočtů	8
4.1	Zhodnocení způsobu vyhodnocení výstupů	8
4.2	Zhodnocení rozsahu výstupů	8
4.3	Zhodnocení správnosti výstupů	8
4.3.1	Podélné profily, hladina	8
4.3.2	Příčné řezy - vazba koryto – inundace	8
4.3.3	Hydraulika objektů	8
4.3.4	Interpretace výsledků.....	8
5	Závěry a doporučení.....	8
5.1	Souhrnné zhodnocení	8
5.2	Doporučení	8
6	Podklady.....	9

1 Cíle a předmět posudku

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

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

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

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

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

Cílem posudku je stručně zhodnotit relevantnost použitých podkladů, provedených hydraulických výpočtů a jejich výstupů pro hodnocený úsek vodního toku **Jihlava – 10100008_6 (PM-82) - ř. km 159,100– 161,216, Jihlava – 10100008_7 (PM-92) - ř. km 169,432– 171,163 a Třeštský potok – 10100189_1 (PM-83) - ř. km 0,000– 0,233.** 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

Geodetické zaměření vodního toku Jihlava proběhlo v roce 2005. Příčné profily koryta Třeštského potoka včetně veškerých objektů na toku byly zaměřeny 2009-2010. 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). V případě Jihlavy došlo ke změně dat mezi lety 1970 a 2013 pro Q_5 více než o 40 %. V případě Třeštského potoka došlo ke změně dat mezi lety 1970 a 2013 pro Q_5 více než o 50 %.

Ve zprávě [3] chybí zdůvodnění, komentář k výrazným rozdílům 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 Jihlava a Třeštský potok, 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 Jihlava a Třeštský potok.

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 2005 (Jihlava) a 2011 (Třeštský potok) pro dobová hydrologická data [4]. Tyto výpočty byly doplněny o výpočet proudění při 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 bezesbytku 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 minulosti na Jihlavě zaznamenáno šest povodňových událostí, nejvýznamnější v roce 1960 a 2006.

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

Rozsah údajů povodňové události z roku 1960 je vázán na limnigraf Batelov a z roku 2006 na limnigraf Dvorce.

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 znázornění detailu soutoku Jihlavy a Třeštského potoka včetně naznačených výpočtových větví a odkaz v textu na obrázek č. 4.

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 Batelov platnou od 5/2010. Graficky je znázorněna poměrně dobrá shoda vypočtených hladin a měrné křivky limnigrafu. Maximální rozdíly v hladinách jsou do 25 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 zpracování 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. **Jihlava – 10100008_6 (PM-82) – ř. km 159,100– 161,216, Jihlava – 10100008_7 (PM-92) – ř. km 169,432– 171,163 a Třeštský potok – 10100189_1 (PM-83) – ř. km 0,000– 0,233.** Pöyry Environment a.s. 07/2013.
- [4] Numerické 1D+ modely Jihlavy a přítoku Třeštský potok v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2005 a 2011.

.....
Ing. Libor Chlubna