



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

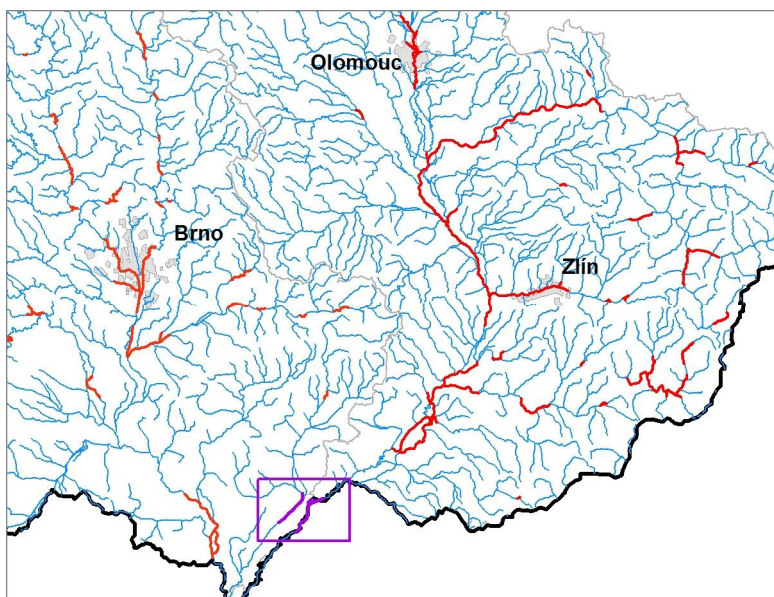
DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU, DÍLČÍ POVODÍ DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

KYJOVKA – 10100029_1 (PM-88) - Ř. KM 24,375 – 31,601

STARÁ MORAVA – 10103361_1 (PM-89) - Ř. KM 0,000 – 1,823

MORAVA – 10100003_1 (PM-90) - Ř. KM 92,892 – 101,818



ČERVENEC 2013





OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

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

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU, DÍLČÍ POVODÍ DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

KYJOVKA – 10100029_1 (PM-88) - Ř. KM 24,375 – 31,601

STARÁ MORAVA – 10103361_1 (PM-89) - Ř. KM 0,000 – 1,823

MORAVA – 10100003_1 (PM-90) - Ř. KM 92,892 – 101,818

Pořizovatel:



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

Zhotovitel:



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

Zpracovatel posudku:



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

V BRNĚ , ČERVENEC 2013

Obsah:

1	Základní údaje	4
1.1	Seznam zkratk a symbolů	4
1.2	Cíle prací	4
1.3	Předmět práce	4
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	4
2	Popis zájmového území	5
2.1	Všeobecné údaje	5
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	8
3	Přehled podkladů	10
3.1	Topografická data	10
3.2	Hydrologická data	10
3.3	Místní šetření	11
3.4	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady	11
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	14
4.1	Schematizace řešeného problému	14
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	15
4.3	Způsob zadávání OP a PP	15
5	Popis numerického modelu	16
5.1	Použité programové vybavení	16
5.2	Vstupní data numerického modelu	16
5.3	Popis kalibrace modelu	18
6	Výstupy z modelu	19
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	20
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	21
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}	22

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 Kyjovka v km 22,270 – 29,585, Stará Morava v km 0,000 – 1,823 a na toku Morava v km 92,870 - 101,794.*

Tab. č. 2 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100029_1	PM-88	Kyjovka	22,270 – 29,585	4-17-01-110 4-17-01-112
10103361_1	PM-89	Stará Morava	0,000 – 1,823	4-13-02-092
10100003_1	PM-90	Morava	92,870 - 101,794	4-13-02-076 4-13-02-092 4-13-02-093

*) 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 řešených úseků, používaná při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik, byla ponechána z geodetického zaměření z roku 2000. 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
Kyjovka	24,375 – 31,601	22,270 – 29,585
Stará Morava	0,000 – 1,823	0,000 – 1,823
Morava	92,892 – 101,818	92,870 - 101,794

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

Vodní díla: na toku Kyjovka nad začátkem úseku PM-88 se nachází řada rybníků z nichž největší a zároveň největší v zájmové oblasti jsou Jarohněvický rybník, Písečný rybník, Třetí Zbrod, Dvorský rybník, Bojanovický rybník, Komárovský rybník, Novodvorský rybník, Lužický rybník. Dále se v této oblasti nachází množství menších rybníků.

Přítoky: Podbřežnický potok, Včelínkový potok, Těšický potok, přírodní kanál z Kopanice a Studená chodba (v úseku Kyjovky PM-88), Prušánka, Mutěnický potok a Rumzovský járek (nejbližší přítoky nad PM-88), Stará Morava (v úseku Moravy PM-90), Olšička, Járek, Radějovka a Ratiškovický potok (nejbližší přítoky nad PM-90).

2.1 Všeobecné údaje

Morava

Morava pramení pod Králickým Sněžníkem v nadmořské výšce 1 380 m. V horním úseku protéká úzkým údolím až k soutoku s Desnou u Postřelmovu, kde se náhle otevírá široké údolí s inundacemi. Kolem Litovle pak Morava

protéká malebným Litovelským Pomoravím. Pod Olomoucí přijímá svůj největší levobřežní přítok – řeku Bečvu. Celková délka řeky Moravy na území České republiky dosahuje 284,5 kilometrů. Celková délka řeky až po soutok s Dunajem je 354 kilometrů.

V místě, kde řeka Morava (v říčním km 69,468) opouští území České republiky, se vlévá s druhou nejvýznamnější řekou v celém povodí – s Dyjí. Soutok obou toků u Lanžhota leží v nadmořské výšce 148 m. Absolutní spád Moravy od pramene činí 1 232 m.

Úsek 10100003_1 (PM-90), Morava

V řešeném úseku protéká Morava katastrálním územím Hodonín, Mikulčice a Moravská Nová Ves. Úsek začíná v místě PB odbočení Staré Moravy nad pohyblivým jezem Hodonín. Tok je v blízkosti průmyslových areálů a zahrádkářské kolonie na jižní části Hodonína. V dolní části úseku jsou archeologická naleziště Mikulčice - Valy a terénní sídlo Archeologického ústavu AV ČR v Mikulčicích. V tomto úseku je tok upraven a jeho trasa stabilizovaná, protože tvoří státní hranici se Slovenskou republikou. Tok je výrazně ohrázen, na PB především v blízkosti Hodonína a na LB v celé délce. V roce 2012 byl vybudován bezpečnostní přeliv PB Moravní hráze pod Hodonínem (Skařinská hráz), který umožňuje odlehčení povodňových průtoků do PB inundace. V zájmovém území jsou dva mosty a jeden jez. Úsek Moravy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Stará Morava

Část průtoku z Moravy je mezi Hodonínem a slovenským Holíčem oddělena rozdělovacím objektem a vedena korytem Staré Moravy přes Hodonín.

Úsek 10103361_1 (PM-89), Stará Morava

V řešeném úseku protéká Stará Morava katastrálním územím Hodonín. Začátek úseku je pod ČOV hodonín a konec na vtoku do Moravy. Meandrující tok protékající zalesněnou krajinou má spíše přírodní charakter. Úsek Staré Moravy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Kyjovka

Kyjovka je levostranný přítok Dyje, do které se vlévá u Lanžhota na jejím km 5,610 v nadmořské výšce 151,98 m. Pramení ve Chřibech pod vrchem Brdo (587 m n.m.) v nadmořské výšce 518,25 m. Největším přítokem je Kopanice(31,85 km). V povodí se nachází 324 vodních ploch s celkovou rozlohou 747,37 ha. Největší z nich jsou Jarohněvický rybník (88,87 ha) a Štěrkovna (65,36 ha). Délka toku je 88,13 km. Plocha povodí 678,28 km².

Úsek 10100029_1 (PM-88), Kyjovka

V řešeném úseku protéká Kyjovka katastrálním územím Hodonín, Lužice u Hodonína, Mikulčice a Moravská Nová Ves. Úsek začíná pod Písečným rybníkem a končí nad LB rybníkem Štěrkoviště. Tok je v celé délce úseku upraven do tvaru pravidelného lichoběžníka, trasa toku je napřímena v intenzivně zemědělsky využívané krajině. V zájmovém území je pět mostů a pět lávek pro pěší. Úsek Kyjovky v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Odlehčovací rameno Kyjovky

Z důvodu protipovodňové ochrany území v blízkosti Kyjovky bylo zbudováno odlehčovací rameno Kyjovky včetně nápuštného objektu v km 28,750 Kyjovky (km 1,845 odlehčovacího ramena Kyjovky) a regulačního objektu v km 0,480 odlehčovacího ramena Kyjovky. Nápuštný objekt slouží k omezení přítoku do Kyjovky pod odlehčením a účelem regulačního objektu je protipovodňová ochrana území v povodí Kyjovky a odlehčovacího ramene Kyjovky před zpětným vzduťm z Moravy. Odlehčovací rameno je po většinu roku suché koryto s hrázemi výšky v průměru 3,0 m. Koryto je lichoběžníkového tvaru s šířkou dna 19,0 m, délkou 1400 m a podélným sklonem dna 0,28 ‰ ve směru proti toku. Koryto je dimenzované na cca $Q = 65 \text{ m}^3/\text{s}$. Nápuštný objekt do řeky Kyjovky tvoří hrázová propust o rozměrech 1,20 x 2,40 m. Otvor je hrazený stavidlem s elektrickým pohonem. Regulační objekt je umístěn ve výústní části odlehčovacího kanálu Kyjovky a navazuje na pravobřežní protipovodňové hráze řeky

Moravy. Regulační objekt je vybudován jako železobetonový stupeň rozdělený dělicím pilířem do dvou polí o světlosti 10 m.

Popis manipulace na objektech

Veškeré průtoky v řece Kyjovce do výše 3,0 m³/s jsou ponechány v toku. Do průtoku 3,0 m³/s neprobíhají na nápuštném objektu žádné manipulace, na regulačním objektu se nemanipuluje a vzpěrná vrata jsou trvale otevřena.

Manipulace za velkých vod na nápuštném objektu

- Stoupají-li průtoky v řece Kyjovce nad 3,0 m³/s a vzpěrná vrata regulačního objektu jsou otevřena je nutné přivírat stavidlo nápuštného objektu jakmile dosáhne hladina před vtokem kótu 159,43 m n.m. a omezit tak průtoky pod nápuštným objektem na 3,0 m³/s. Průtoky převyšující 3,0 m³/s jsou převáděny odlehčovací raménem do řeky Moravy. Při dalším nárůstu průtoků se stavidlo spustí až do nejnižší polohy, tj. na pootevření 21 cm, pokud nebude vyžádáno z nějakých důvodů úplné uzavření stavidla (na pokyn povodňové komise, opravy na toku apod.).

Manipulace za velkých vod na regulačním objektu

Manipulace při povodni na Kyjovce

- Při povodni na Kyjovce zůstávají vzpěrná vrata regulačního objektu otevřena. Pokud z nějakého důvodu byla vzpěrná vrata v době nástupu povodně na Kyjovce uzavřena, přitékající voda tlakem otevře zpětné klapky v dolní části vrat a může volně odtékat. Při dalším růstu průtoku stoupá hladina dále a při jejím přílišném stoupnutí zajistí bezpečnostní ventil jejich automatické otevření. Tento stav je ovšem nežádoucí a je třeba mu včasnou manipulací (otevřením vrat) předejít.

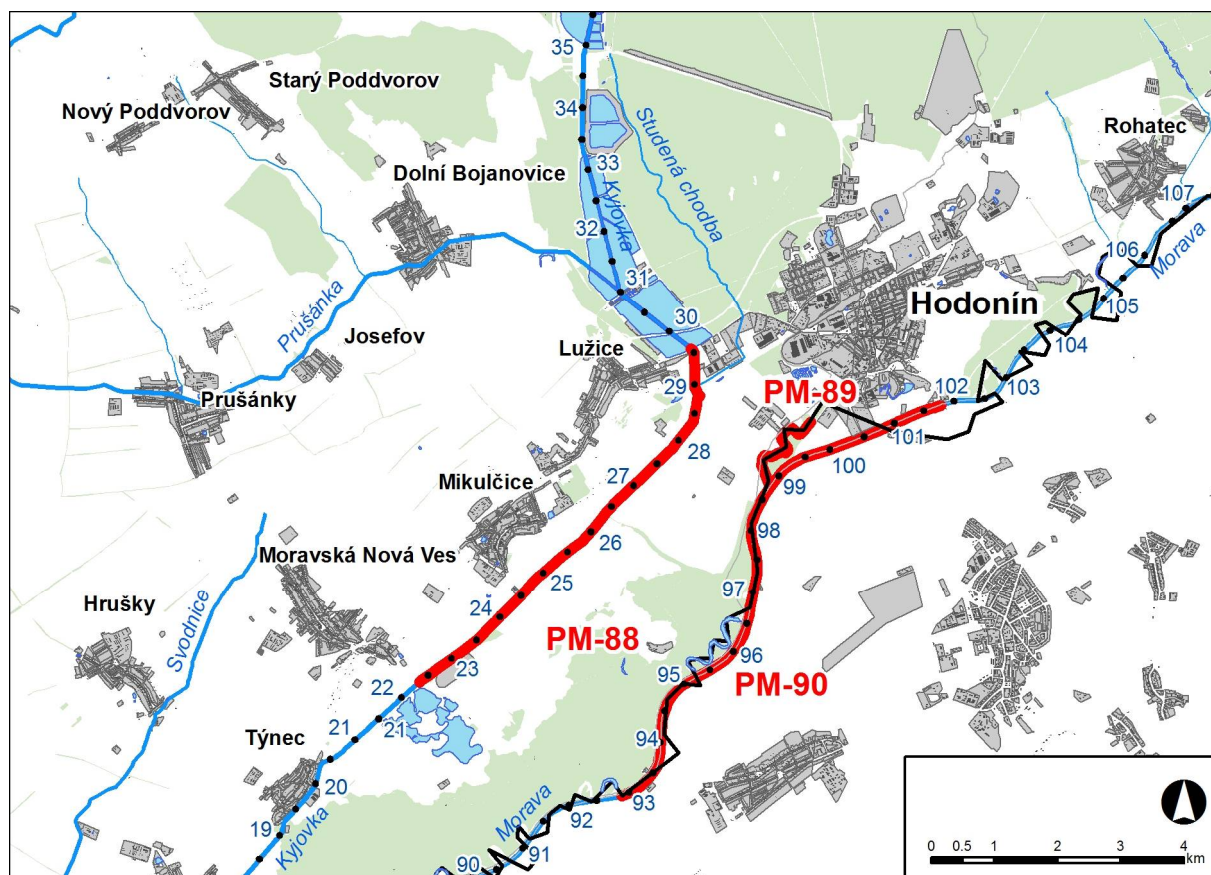
Manipulace při povodni v Moravě

- Při průchodu povodně korytem Moravy je nutné nejpozději při dosažení hladiny v Moravě 161,50 m n.m. vrata uzavřít.
- Po opadnutí povodně se vzpěrná vrata opět otevřou, aby bylo možné opětovné odvodnění odlehčovacího kanálu. Otevření vrat by mělo proběhnout co nejdříve po opadnutí povodně na kótu 161,50 m n.m.

Manipulace při současné povodni v Kyjovce i v Moravě

- V případě souběhu povodně v Kyjovce i v Moravě, kdy jsou již vzpěrná vrata regulačního objektu v km 0,480 odlehčovacího ramene uzavřena, obsluha vodního díla ve spolupráci s vodohospodářským dispečinkem a vedoucím provozu Veselí nad Moravou operativně posoudí nastalou situaci.
- Stoupá-li hladina v odlehčovacím rameni Kyjovky nad úroveň hladiny v Moravě, začne voda vytékat buď klapkami u dna nebo v případě výrazného rozdílu hladin se vrata regulačního objektu samovolně otevřou. Výtok klapkami nastává při rozdílu hladin v odlehčovacím rameni Kyjovky a v Moravě 20 cm, vrata se samovolně otevřou při rozdílu hladin 30 cm.
- V případě, že stoupá úroveň hladiny vody v odlehčovacím rameni Kyjovky i v řece Moravě, je nutné postupně vyhrazovat stavidlo nápuštného objektu na Kyjovce, a zvyšovat tak průtoky v Kyjovce pod nápuštným objektem, až do úplného vyhrazení stavidla a umožnit tak volný odtok vody do Kyjovky. Maximální kapacita nápuštného objektu na Kyjovce je cca 20 m³/s. Za situace katastrofálního souběhu povodně v Kyjovce i v Moravě by v případě neumožnění volného odtoku vody z odlehčovacího ramene mohlo dojít k přelíti hrází odlehčovacího ramene.
- Bezprostředně po opadnutí povodně v korytě Moravy je nutno vrata otevřít a zahájit vypouštění vody z odlehčovacího ramene Kyjovky. Zadržování vody v odlehčovacím rameni Kyjovky s ohledem na technická opatření na uzávěrech a na jejich konstrukčním řešení není možné a s ohledem na kubaturu zadržené vody (50 – 80 tis. m³) ani účelné.

Obr. č. 1 Přehledná mapa řešeného území



2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Největší zaznamenaná povodeň v novodobé historii na řece Moravě v limnigrafické stanici Strážnice, ve městě Strážnice, je datována k červenci 1997. Příčinou povodně byly extrémní dešťové srážky. V povodí řeky Moravy dosáhl tento čtyřdenní úhrn nejvíce 422 mm ve Starém Městě-Kunčicích, což byl bezmála čtyřnásobek srážek, které zde obvykle spadnou za celý červenec. Celkově v tomto povodí ovšem spadl podstatně větší objem srážkové vody [23]. Ke kulminaci došlo 14. 7. 1997 a ve městě Strážnice bylo dosaženo kolem $901 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok větší než Q_{100} (o cca $110 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) [22]. Limnigraf Strážnice zaznamenal vodní stav 754 cm [21], přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu 705 cm, tj. $755 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok větší než Q_{50} , byla v červnu 2010. K další významné povodni v novodobé historii došlo v březnu 2006 (vodní stav 703 cm, tj. $733 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok cca Q_{50}) [21].

V dávnější historii byly zaznamenány povodně v červnu 1965 (vodní stav 666 cm), v srpnu 1972 (vodní stav 665 cm) a v červenci 1977 (vodní stav 664 cm) [21].

Obr. č. 2 Povodeň 1997 – sil. a žel. most Hodonín



Obr. č. 3 Povodeň 1997 – jez Hodonín



Obr. č. 4 Povodeň 1997 – sadařství Lužice



Obr. č. 5 Povodeň 1997 – protržená hrá v Lužici



Obr. č. 6 Povodeň 1997 – letecký snímek Mikulčic



Obr. č. 7 Povodeň 1997 – Mikulčice



3 Přehled podkladů

3.1 Topografická data

Topografická data jsou základním zdrojem, který je potřebný pro sestavení hydrodynamického modelu. Pomocí nich je možné popsat řešené území, sestavit digitální model terénu a vytvořit vhodnou schematizaci modelu. Jednotlivé topografické podklady jsou popsány v následujících kapitolách.

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

- [1] **DMT**, vytvořeno v Arc GIS Version 9.3, model pokrývá celé zájmové území na předpokládaný rozliv Q_{500} s přesahem, zpracováno z fotogrametrického zaměření (GEODIS BRNO, spol. s r.o., 2000) a z výškopisu ZABAGED, formát GRID, velikost pixelu 10 m, přesnost výškových údajů do 0,5 m, polohopisný systém S-JTSK, výškopisný systém Balt po vyrovnání.

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**, zaměření Kyjovky z roku 2000 provedl a zpracoval AQUATIS a.s. Příčné profily jsou zaměřeny po cca 300 m. Zaměření je v polohopisném systému S-JTSK, výškopisném systému Balt po vyrovnání. Zaměření Moravy provedlo Povodí Moravy v roce 2006. Pro úseky PM-88 a PM-90 jsou výkresové dokumentace k dispozici u zhotovitele.

3.2 Hydrologická data

- [6] **N-leté průtoky**, ČHMÚ. V tab. č. 4 jsou uvedena data použitá pro výpočet. Jedná se o údaje pro řeku Moravu, která je zásadní ve stanovování rozlivů v zájmovém území. Data byla starší pěti let, proto byla ověřena u ČHMÚ v roce 2013 a nedoznala významných změn. Veškeré údaje o Q_{500} jsou z roku 2013.

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

Pracovní číslo úseku	Hydrologický profil	Rok pořízení (ověření)	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
nad PM-90	Morava – Strážnice vodočet	2013	122,9	525	649,1	790	931,1	II.
PM-90	Morava – Hodonín	2013	100,8	524,8	648,9	790	-	II.
pod PM-90	Morava – Lanžhot	2013	78,8	525,1	649,3	790,5	932,2	II., 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 jsou uvedena v tab. č. 5. Oproti datům z roku 2007 nedošlo v profilech Strážnice a Lanžhot téměř k žádné změně hodnot průtoků.

Tab. č. 5 Starší N–leté průtoky (Q_N) v $m^3.s^{-1}$

Pracovní číslo úseku	Hydrologický profil	Rok pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
nad PM-90	Morava – Strážnice vodočet	2007	122,9	525	649,1	790	931,1	II.
PM-90	Morava – Hodonín	1999	100,8	463	564,5	680	-	II.
pod PM-90	Morava – Lanžhot	2007	78,8	526	651	792	-	II.

3.3 Místní šetření

- [7] **Fotodokumentace** byla pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedlo Pöyry Environment a.s. dne 17.9.2012. 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 u posuzovaných úseků PM-89 Stará Morava a PM-90 Morava zjištěny zásadní změny tvaru koryta, inundačního území a technických objektů na toku oproti geodetickému zaměření a DMT použitých pro tvorbu modelu. V úseku PM-88 Kyjovka byly při terénní pochůzce zaznamenány tyto nové objekty – nová lávka pro pěší v km 29,550 a rekonstrukce železničního mostu v km 28,905. 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 Kyjovky, Moravy a Staré Moravy** v programu MIKE 11 byly vytvořeny na Povodí Moravy, s.p. v roce 2009 (Kyjovka), 2007 (Morava a Stará Morava). Modely sloužily pro Studii záplavového území Kyjovky [13] a Studii záplavového území Moravy [14]. 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 vymezeného úseku ustáleným nerovnoměrným prouděním s využitím okrajových podmínek z výše uvedeného celkového modelu. Model vymezeného úseku byl sestaven společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2012. Hydrologická data v modelu byla aktualizována a doplněna o povodňový scénář Q_{500} . Případné rozdíly současného stavu (zjištěné z terénního průzkumu) a výchozího modelu byly zohledněny.

- [9] **Kalibrační data** – rozlivy při povodních 07/1997 a 2010.

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

- [10] Technicko provozní evidence toků – TPE Kyjovka, Povodí Moravy s.p.
[11] Technicko provozní evidence toků – TPE Stará Morava, Povodí Moravy s.p.
[12] Technicko provozní evidence toků – TPE Morava, Povodí Moravy s.p.
[13] Studie záplavového území Kyjovky, Povodí Moravy, s.p., 2009
[14] Studie záplavového území Moravy, Povodí Moravy, s.p., 2007

- [15] Manipulační řád pro náпустný a regulační objekt na odlehčovacím rameni Kyjovky, Povodí Moravy, s.p., 2007
- [16] Plán oblasti povodí Dyje, Pöyry Environment a.s., Brno, 12/2009
- [17] Plán oblasti povodí Moravy, Pöyry Environment a.s., Brno, 12/2009
- [18] Studie protipovodňových opatření na území Jihomoravského kraje, Pöyry Environment a.s., Brno, 05/2007
- [19] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual, DHI, 2009
- [20] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970
- [21] Evidenční list hlásného profilu č. 350, tok Morava, lim. stanice Strážnice. Aktualizace březen 2006.
- [22] www.pmo.cz, Stavby a průtoky na vodních tocích, březen 2013
- [23] Komplexní hydrometeorologická analýza největších povodní na Moravě a ve Slezsku v 19.-20. století, Bc. Jana Kokešová, 2007

3.6 Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny

- [24] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [25] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [26] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [27] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [28] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [29] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [30] TNV 75 2910 Manipulační řády vodních děl na vodních tocích.
- [31] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [32] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [33] 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).
- [34] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [35] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [36] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [37] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012
- [38] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011
- [39] Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik – pilotní projekt v soutokových oblastech, DHI a.s., 07/2011

U uvedených zákonů, nařízení a vyhlášek se předpokládá jejich platné znění.

3.7 Vyhodnocení a příprava podkladů

DMT [1] vytvořené z fotogrametrických náletů a z výškopisu ZABAGED pokrývá celé zájmové území v ploše předpokládaného rozlivu při Q_{500} s přesahem.

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

Pozemní geodetické zaměření [5] pokrývá celé zájmové území Kyjovky a Moravy. Tvar koryta Staré Moravy byl odečten z DMT. Příčné profily korytem jsou vedeny kolmo na směr proudění, s hustotou dle charakteru koryta. Zaměřeny jsou veškeré objekty na toku – stupně, jezy, mosty, lávky. V inundaci jsou dále zaměřeny liniové stavby podélné i příčné. Zaměření Kyjovky provedl AQUATIS a.s. v roce 2000. Zaměření Moravy provedlo Povodí Moravy s.p. v roce 2006.

Hydrologická data [6] nejsou starší pěti let a jsou dostačující k popsání průtokových poměrů. U ČHMÚ byly ověřeny hodnoty průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} a dodány hodnoty Q_{500} v roce 2013.

Terénní průzkum byl proveden 17.9.2012. Byla pořízena fotodokumentace [7] a prověřena aktuálnost geodetického zaměření.

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

Podkladem pro výpočet byl stávající numerický 1D+ model Moravy a Kyjovky [8] zahrnující zájmové úseky v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2007, resp. 2009. Jako podklady pro tvorbu modelu byly využívány podklady uvedené výše.

Podkladovými kalibračními daty [9] jsou rozlivy při povodních 07/1997 a 2010.

4 Popis koncepčního modelu

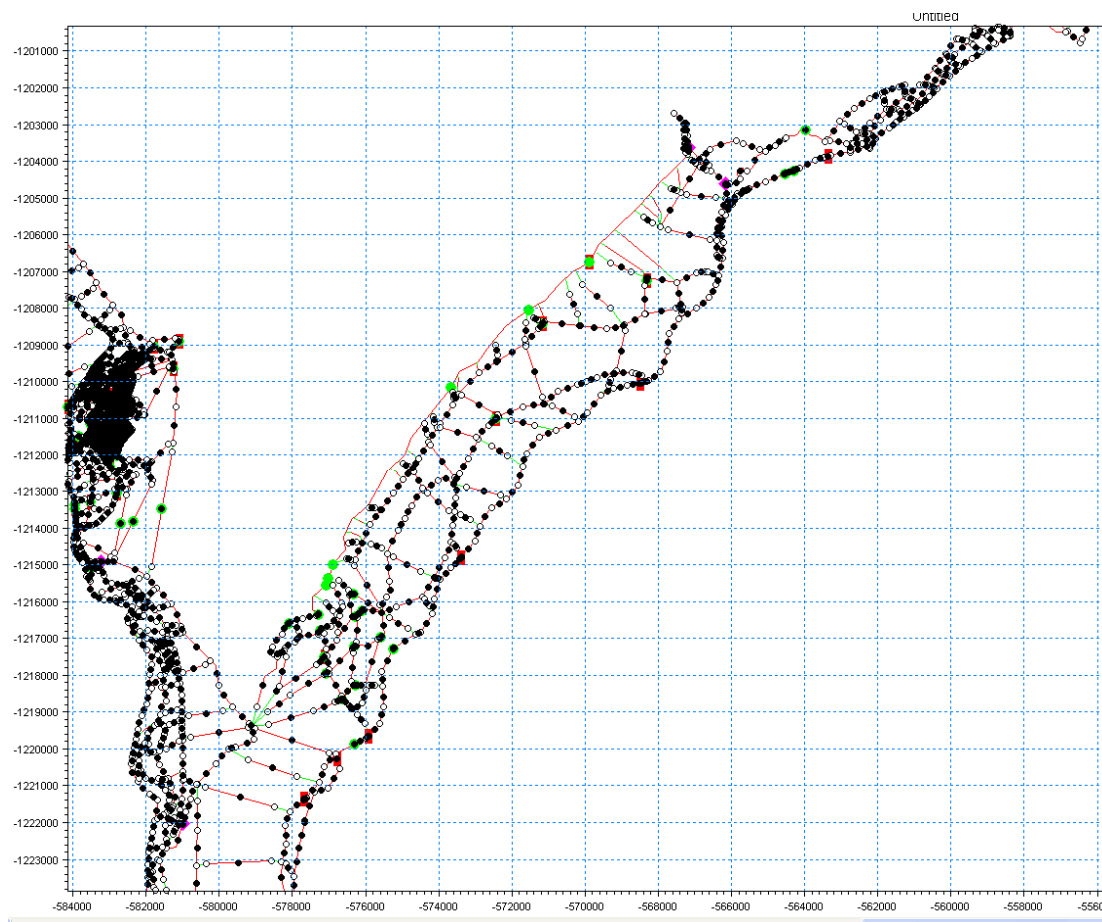
Řešený úsek toku byl schematizován 1D+ modelem. Výpočet průběhu hladin byl proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11 (popis programu je uveden v kap. 5.1). Model vymezeného úseku byl sestaven společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce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

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

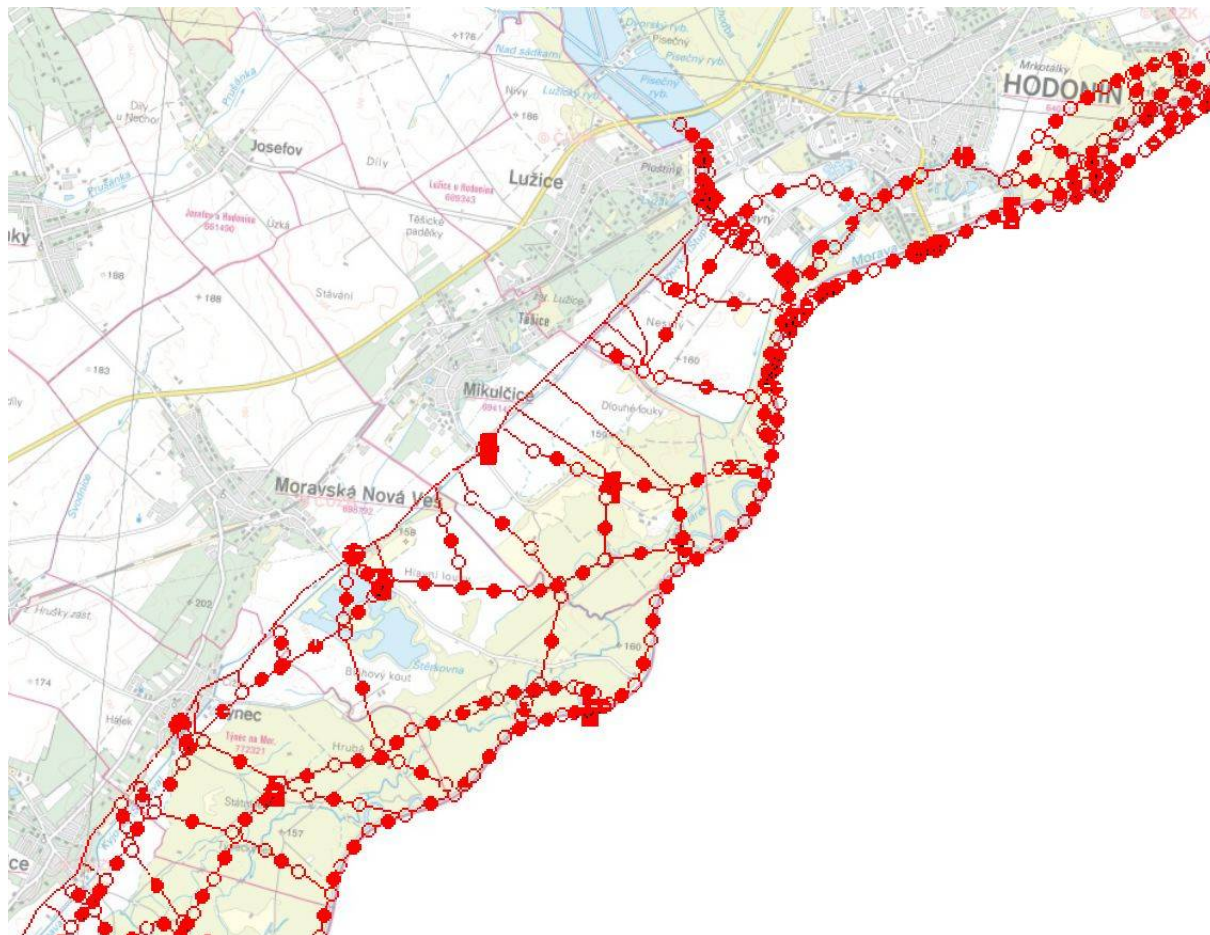
4.1 Schematizace řešeného problému

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 jednoho výpočtového modelu, který zahrnoval všechny posuzované úseky. Použití 1D+ modelu bylo zvoleno vzhledem k faktu, že proudění v inundaci není příliš složité a ze znalosti terénu, místních podmínek a historických povodní je možné proudění namodelovat pomocí síťového modelu. Pro namodelování rozlivů v některých úsecích toku je použito souběžných výpočtových větví, samozřejmě při zajištění dostatečného propojení s hlavní (korytovou) výpočtovou větví tak, aby byla věrohodně popsána komunikace vody v korytě a inundaci.

Obr. č. 8 Schéma celého řešeného modelu



Obr. č. 9 Schéma řešeného modelu pro úseky PM-088, PM-089 a PM-090



4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

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

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladiny Moravy v profilu č. 220 v km 90,660, převzaté ze Studie záplavového území Moravy [14] a úrovně hladiny Kyjovky v profilu č. 26 v km 21,012, převzaté ze Studie záplavového území Kyjovky [13].

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

Počáteční podmínky se pro výpočet ustáleného proudění 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 [19], který je k dispozici u zhotovitele.

Matematickým modelem je popsán průtok vlastním korytem Kyjovky, Moravy a Staré Moravy 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 Moravě dodaných ČHMÚ. Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladiny Moravy a Kyjovky v profilu pod řešeným úsekem. 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 v úseku PM-88 21 a v úseku PM-90 27 příčných profilů celkem, které vystihují morfologii koryta, přilehlého inundačního území a veškeré důležité objekty na toku (viz tab. č. 6 a 7). V úseku PM-89 se nenachází významné objekty.

Tab. č. 6 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-88, Kyjovka, km 22,270 – 29,585

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
22,213	silniční most		Moravská Nová Ves
23,815	provizorní lávka		Mikulčice
24,522	silniční most		Mikulčice
25,073	lávka		Mikulčice
25,862	lávka		Mikulčice
26,379	most		Mikulčice
26,395	zaústění náhonu		Mikulčice
28,750	nápustný objekt		Lužice
28,800	odlehčení Kyjovky do Moravy		Lužice
28,884	lávka		Lužice
28,905	železniční most		Lužice
29,550	silniční most a lávka pro pěší		Lužice
29,577	práh ve dně		Lužice

Tab. č. 7 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-90, Morava, km 92,870 – 101,794

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
92,772	náпустný objekt odlehčení		Moravská Nová Ves
98,738	zaústění Staré Moravy		Hodonín
100,452	trubní vedení		Hodonín
100,487	železniční most		Hodonín
100,749	silniční most		Hodonín
100,789	Chvojnice		Hodonín
101,794	pohyblivý jez Hodonín, MVE		Hodonín
101,794	odbočení Staré Moravy		Hodonín

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Hodnoty drsností byly zadány na základě pochůzek v terénu a při nich pořízených fotodokumentací [7].

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

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladiny Moravy v profilu č. 220 v km 90,660, převzaté ze Studie záplavového území Moravy [14] a úrovně hladiny Kyjovky v profilu č. 26 v km 21,012, převzaté ze Studie záplavového území Kyjovky [13], úroveň hladiny Q_{500} byla extrapolována.

Tab. č. 8 Použité úrovně hladiny pro dolní okrajovou podmínku společného modelu Moravy a Kyjovky

Úsek	Profil	km	DOP ₅ (m n.m.)	DOP ₂₀ (m n.m.)	DOP ₁₀₀ (m n.m.)	DOP ₅₀₀ (m n.m.)
PM-88	26	21,012	158,18	158,30	158,78	159,16
PM-90	220	90,660	160,06	160,77	160,90	160,91

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

Řešení soutokových oblastí

V souladu s [39] byly u soutoku řešeny dva scénáře hydrologických situací. Řešený průtok byl pod soutokem uvažován v obou scénářích dle ČHMÚ. V prvním toku byl nad soutokem v jednom scénáři uvažován průtok dle ČHMÚ a v druhém toku byl uvažován průtok dopočtený jako rozdíl hodnot průtoků pod soutokem a průtoků v prvním toku nad soutokem. Ve druhém scénáři byl uvažován stejný princip, avšak pro průtok nad soutokem dle ČHMÚ v druhém toku. Pro vynesení rozlivů byla uvažována obálka maximálních rozlivů z těchto dvou uvažovaných scénářů.

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Pro výpočet ustáleného proudění se počáteční podmínky nezadávají.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Zhodnocení vstupních dat z hlediska možných nejistot a úplnosti.

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

určitého stavu povrchu terénu. Ve volném terénu je udávána přesnost 0,5 m. Z toho důvodu je i nadále považováno pozemní geodetické zaměření za základ a věnuje se mu patřičná pozornost.

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

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

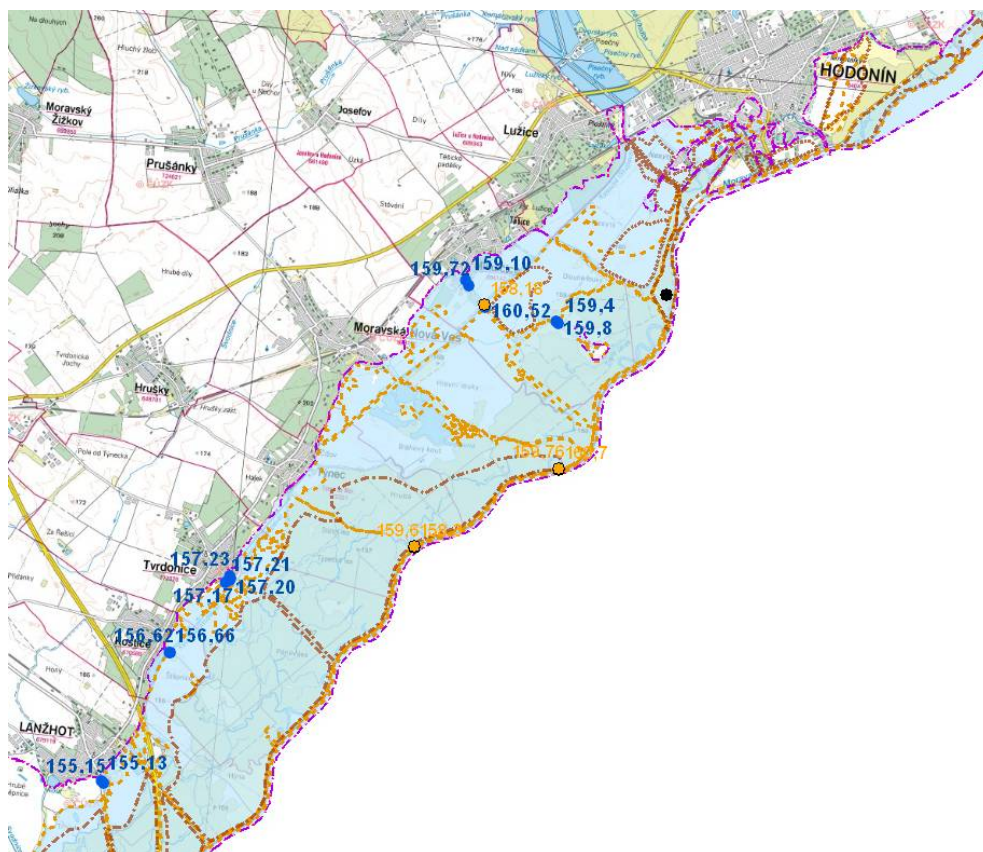
Rovněž nejistotou může být aktuální stav koryta a inundace za povodně, množství nesených splavenin a tvoření zátaras z plovoucích předmětů. Ve výpočtu je uvažováno se stavem „čistého“ koryta, bez omezení průtočnosti. Kapacitu koryta dále ovlivňuje stav nánosů nebo naopak zahlubování koryta. Při větších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

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

5.3 Popis kalibrace modelu

Model byl verifikován dle rozlivů a dle zaměřených maximálních hladin zaznamenaných za povodňové situace 1997, 2006 a 2010 - viz obr. níže. Kalibrace a verifikace výsledků je obtížná vzhledem k těžce předpokládatelnému průběhu povodně v takto složitém a rozsáhlém záplavovém území. Např. při povodni 7/1997 bylo protřeno odlehčovací rameno Kyjovka – Morava. V roce 2012 byl vybudován bezpečnostní přeliv PB Moravní hráze pod Hodonínem (Skařinská hráz), který umožňuje odlehčení povodňových průtoků do PB inundace. Tím jsou změněny rozlivy za povodní a také využitelnost zaměřených maximálních hladin za povodní. .

Obr. č. 10 Schéma řešeného modelu pro úseky PM-088, PM-089 a PM-090 (modře jsou zobrazeny zaměřené maximální hladiny při povodni 1997, žlutě při povodni 2010)



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 - 10.

Stará Morava je při povodňových průtocích na odbočení z Moravy na jezu Hodonín zahrazeno. K nátoku do tohoto koryta dochází pouze vybřežením z Moravy a zaústěnými dešťovými vodami. Proto pro tento úsek není dodán psaný podélný profil.

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 dokládáných na přiloženém DVD.

Tab. č. 9 Psaný podélný profil pro úsek PM-88, Kyjovka

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
29	22.318	158.65	158.73	158.92	159.25
30	22.614	158.74	158.89	159.17	159.49
31	22.922	158.81	159.01	159.31	159.59
32	23.324	158.91	159.14	159.46	159.69
33	23.698	159.03	159.28	159.60	159.79
34	24.064	159.13	159.43	159.82	160.00
35	24.543	159.27	159.62	160.29	160.58
36	24.823	159.35	159.75	160.47	160.78
37	25.096	159.42	159.75	160.54	160.90
38	25.404	159.51	159.84	160.62	161.03
39	25.645	159.57	159.95	160.68	161.13
40	25.992	159.67	160.03	160.79	161.30
41	26.408	159.77	160.27	160.92	161.48
42	26.684	159.86	160.27	160.99	161.50
43	26.990	160.06	160.35	161.14	161.53
44	27.504	160.38	160.82	161.44	161.62
45	27.866	160.57	160.82	161.57	161.69
46	28.062	160.67	161.00	161.65	161.74
47	28.521	160.93	161.35	161.84	161.87
53	28.923	164.11	164.16	164.22	164.25
54	29.21	164.11	164.16	164.23	164.27

Tab. č. 10 Psaný podélný profil pro úsek PM-90, Morava

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
227	92.760	160.74	161.49	161.64	161.66
228	93.000	160.84	161.59	161.75	161.80
229	93.400	160.89	161.65	161.81	161.87
230	94.000	161.07	161.82	161.99	162.09
231	94.500	161.23	161.98	162.15	162.27
232	94.970	161.40	162.14	162.33	162.45
233	95.530	161.58	162.32	162.53	162.66
234	96.000	161.71	162.46	162.68	162.81
235	96.410	161.82	162.57	162.80	162.94
236	96.650	161.89	162.65	162.89	163.03
237	97.140	162.05	162.80	163.07	163.24
238	97.570	162.16	162.91	163.20	163.38
239	97.970	162.25	163.00	163.30	163.50
240	98.390	162.36	163.08	163.39	163.60
241	98.790	162.48	163.22	163.56	163.79
242	99.080	162.48	163.22	163.56	163.79
243	99.420	162.59	163.33	163.69	163.94
244	99.920	162.82	163.62	164.05	164.36
245	100.470	162.98	163.79	164.25	164.58
246	100.487	163.04	163.80	164.29	164.64
247	100.520	163.05	163.86	164.34	164.68
248	100.730	163.13	163.87	164.43	164.77
249	100.749	163.13	163.95	164.43	164.77
250	100.770	163.17	163.98	164.48	164.85
251	100.940	163.22	163.99	164.54	164.91
252	101.420	163.35	164.05	164.69	165.07
253	101.680	163.41	164.18	164.75	165.14
254	101.770	163.45	164.24	164.90	165.32

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 zakres v RZM 10 [2] či ZABAGED [4]. Jako podpůrného podkladu k zákresu čar rozlivu bylo použito ortofotomap [3] a znalosti terénu z pochůzky.

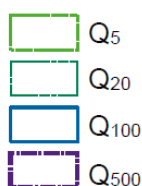
V řešeném úseku toků Morava a Kyjovka (včetně náhonu Stará Morava) je rozlivy při povodňových průtocích ohrožováno území obcí Hodonín, Lužice, Mikulčice a Moravská Nová Ves. Koryta posuzovaných toků jsou kapacitní na cca Q₂₀ jen u Staré Moravy a Moravy pod zaústěním Staré Moravy dochází k vybřežování. Při Q₁₀₀ jsou zaplavovány objekty v Hodoníně v blízkosti Staré Moravy - nátok do tohoto náhonu na jezu Hodonín je při průtocích větších jak Q₁ zahrazen a k zaplavování přilehlého území dochází zpětným vzdutím z Moravy či nátoku

dešťových vod. Dále po toku je zaplavuje rozliv Q_{100} souvislé území mezi Moravou a Kyjovkou a zaplavuje i území na PB Kyjovky - především část zástavby obce Mikulčice. Maximální šíře rozlivu přesahuje 4 km. Při Q_{500} jsou rozlivy pod Hodonínem obdobné jako při Q_{100} . V Hodoníně je zaplavována velká část zástavby v pásu širokém cca 1,5 km, tj. po ul. Štefánikovu, resp. Velkomoravskou. Při Q_{500} jsou také zaplavovány objekty v obci Lužice na PB Kyjovky pod rybníky Lužickým a Písečným. Morava v řešeném úseku tvoří státní hranici se Slovenskou republikou a je na LB ohrázována na Q_{500} .

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 [32] - viz obr. 11.

Obr. č. 11 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

Záplavové čáry



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

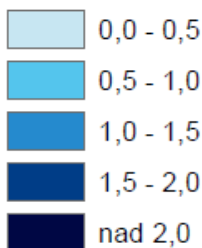
Hloubky vody z numerického programu jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 5 m. Rastry hloubek byly vytvořeny na základě znalostí úrovně hladin v jednotlivých profilech, ze kterých byly vytvořeny rastry úrovně hladin. Následným odečtením rastrů úrovně hladin a rastru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

Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [32] - viz obr. 12.

Obr. č. 12 Definice barev a intervalů hloubek

Hloubky

(m)



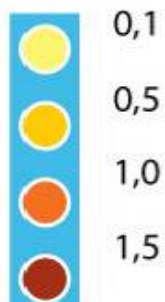
6.3 Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

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

Rychlosti v tomto úseku je možno rozdělit na rychlosti v korytě a mimo koryto. V korytě jsou hodnoty rychlostí v rozmezí $1,0 - 2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, 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 [32] - viz obr. 13.

Obr. č. 13 Definice barev a intervalů rychlostí



6.4 Mapy povodňového nebezpečí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Charakteristiky povodně specififikující 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 doprovoděny informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky mají podobu rastru, rychlosti jsou popsány bodovými hodnotami. Charakteristiky jsou podloženy RZM v odstínu šedé a vyobrazená proměnná má velikost pixelu 5 m.

Přílohy



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

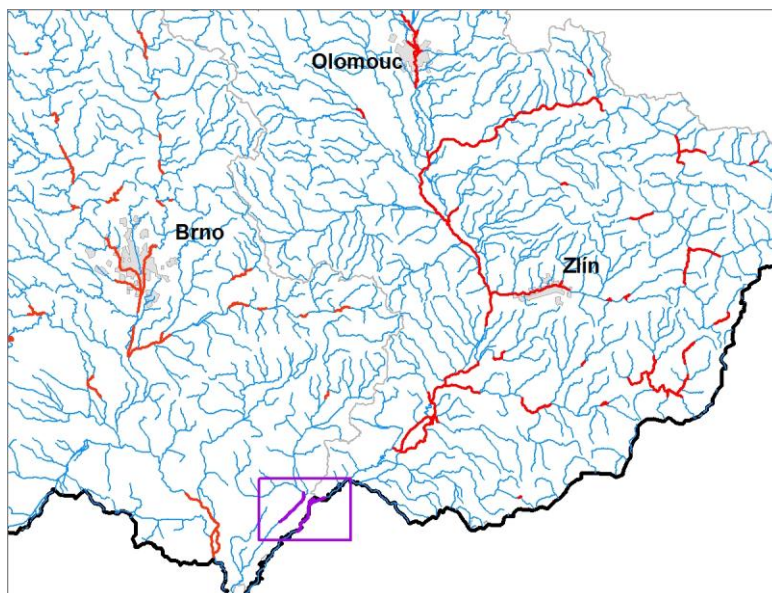
NÁZEV DÍLČÍHO POVODÍ ZPRACOVÁVANÉHO ÚSEKU TOKU: MORAVA A PŘÍTOKY VÁHU, DYJE

5.1 POSUDEK HYDRAULICKÉHO VÝPOČTU

KYJOVKA – 10100029_1 (PM-88) - Ř. KM 24,375 – 31,601

STARÁ MORAVA – 10103361_1 (PM-89) - Ř. KM 0,000 – 1,823

MORAVA – 10100003_1 (PM-90) - Ř. KM 92,892 – 101,818





OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Pořizovatel:



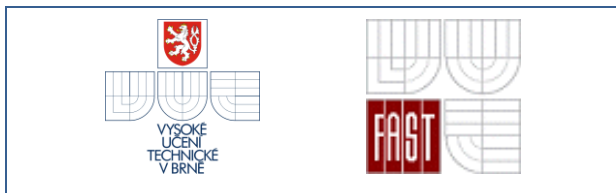
Povodí Moravy, s.p.
Dřevařská 11
601 75 Brno

Zhotovitel:



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

Zpracovatel posudku:



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

Posudek zpracoval:

Ing. Karel Adam, Prof. Ing. Jaromír Říha, CSc.

Vedoucí ústavu:

Prof. Ing. Jan Šulc, CSc.

V Brně, říjen 2013

Obsah:

1	Cíle a předmět posudku	5
2	Zhodnocení relevantnosti vstupních podkladů	5
2.1	Topografická data	5
2.1.1	Mapové podklady.....	5
2.1.2	Geodetické podklady	5
2.1.3	Digitální model terénu (DMT).....	5
2.2	Hydrologická data	6
2.2.1	Základní hydrologická data (ČSN 75 1400).....	6
2.2.2	Povodňové vlny	6
2.2.3	Diskuze se staršími hydrol. daty, nejistoty	6
2.3	Výkresová dokumentace	6
2.3.1	Situace.....	6
2.3.2	Příčné řezy.....	6
2.3.3	Podélné řezy.....	6
2.3.4	Výkresy objektů	6
2.3.5	Fotodokumentace	6
2.4	Místní šetření	6
2.4.1	Rozsah	6
2.4.2	Soulad zjištěných skutečností s ostatními dostupnými podklady.....	6
2.5	Stávající hydraulické výpočty	6
2.5.1	Dostupné dokumenty a jejich účel	6
2.5.2	Aktuálnost, přesnost výstupů.....	6
2.5.3	Využitelnost dokumentů.....	7
2.6	Podklady pro kalibraci modelu	7
2.6.1	Relevantní povodňové epizody.....	7
2.6.2	Rozsah údajů o průběhu povodně (hladina, průtoky, ...)	7
2.6.3	Přesnost získaných údajů - vazba na přesnost hydraulického modelu.....	7
3	Zhodnocení věcné správnosti postupu při hydraulickém výpočtu.....	7
3.1	Koncepční model	7
3.1.1	Vstupní předpoklady, zjednodušení, použité schematizace, typ modelu (dimenzionalita).....	7
3.1.2	Způsob zadání okrajových a počátečních podmínek.....	7
3.1.3	Použité programové vybavení	7
3.2	Hydrodynamický model.....	7
3.2.1	Prostorová diskretizace	7
3.2.2	Okrajové a počáteční podmínky	7
3.2.3	Vstupní parametry modelu.....	7
3.2.4	Kalibrace a verifikace modelu	8
3.2.5	Zhodnocení nejistot	8

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

1 Cíle a předmět posudku

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

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

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

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

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

Cílem je stručně zhodnotit relevantnost použitých podkladů ve vztahu k hodnocenému úseku na vodním toku **KYJOVKA – 10100029_1 (PM-88) - Ř. KM 24,375 – 31,601, STARÁ MORAVA – 10103361_1 (PM-89) - Ř. KM 0,000 – 1,823 a MORAVA – 10100003_1 (PM-90) - Ř. KM 92,892 – 101,818** z pohledu kompletnosti a způsobu zpracování.

2 Zhodnocení relevantnosti vstupních podkladů

Cílem je stručně zhodnotit relevantnost použitých podkladů ve vztahu k řešené lokalitě z pohledu kompletnosti a způsobu zpracování.

Souhrnně lze konstatovat, že značení podkladů dle Technické zprávy (TZ) není přehledné. Doporučujeme uvést soupis podkladů v samostatném odstavci a na jednotlivé číslované podklady se v dalším textu odkazovat.

V textu zprávy [3] by měly být také odkazy na jednotlivé související přílohy (fotodokumentace, mapy, apod.). Po formální stránce doporučuji umístění popisů obrázků pod obrázky nikoliv nad.

2.1 Topografická data

2.1.1 Mapové podklady

Mapové podklady jsou vyhovující.

2.1.2 Geodetické podklady

Geodetické zaměření Kyjovky z roku 2000 je pro užití v modelu limitní. Ostatní geodetické podklady jsou vyhovující.

2.1.3 Digitální model terénu (DMT)

Využitelnost DMT pro hodnocení hloubek samotného potoka je omezená z důvodu nízké přesnosti (velikost mřížky 10 m). V samotném toku je využito přesnějšího geodetického zaměření doplňujícího DMT.

2.2 Hydrologická data

2.2.1 Základní hydrologická data (ČSN 75 1400)

Základní hydrologická data jsou aktuální (2013), údaje o kulminačním průtoku Q_{500} jsou taktéž z roku 2013. V hydrologických datech chybí údaje pro Starou Moravu a Kyjovku.

2.2.2 Povodňové vlny

Povodňové vlny nebyly využity, výpočet byl proveden pro ustálené nerovnoměrné proudění.

2.2.3 Diskuze se staršími hydrol. daty, nejistoty

V [3] je uvedeno porovnání aktuálních hydrologických dat s dostupnými staršími daty. Jsou uvedeny aktuální třídy přesnosti hydrologických dat, detailní analýza nejistot nebyla provedena. Data pro Starou Moravu a Kyjovku chybí.

2.3 Výkresová dokumentace

2.3.1 Situace

Situace je vyhovující.

2.3.2 Příčné řezy

Příčné řezy jsou v dostatečném rozsahu.

2.3.3 Podélné řezy

Pro koryto bez připomínek.

2.3.4 Výkresy objektů

Je proveden soupis objektů a jejich vazba na použité staničení. Účelné by bylo zmínit hlavní rozměry průtočných profilů mostů.

2.3.5 Fotodokumentace

Fotodokumentace je vyhovující.

2.4 Místní šetření

2.4.1 Rozsah

Rozsah místního šetření je dostatečný. V rámci šetření byl u místních obyvatel zjišťován rozsah historických povodní.

2.4.2 Soulad zjištěných skutečností s ostatními dostupnými podklady

Bylo provedeno zhodnocení vlivu technického řešení nových objektů na velikost rozlivů při sledovaných povodních. Změny byly zapracovány do hydraulického řešení.

2.5 Stávající hydraulické výpočty

2.5.1 Dostupné dokumenty a jejich účel

Hydraulické výpočty byly provedeny na Povodí Moravy, s.p. v roce 2007 (Morava a stará Morava) a v roce 2009 (Kyjovka). Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo provedeno řešení vymezeného úseku s využitím okrajových podmínek z celkového modelu povodí Moravy.

2.5.2 Aktuálnost, přesnost výstupů

Ve zprávě [3] nejsou uvedeny informace o pozdějších aktualizacích modelů. Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik byl výpočet doplněn o povodňový scénář Q_{500} . Přesnost výstupů není diskutována. Zhodnoceny jsou obecně nejistoty a úplnost vstupních dat, které ovlivňují i přesnost výsledků. Model je sestaven s využitím povodňových průtoků ČHMÚ s třídou přesnosti II a III.

2.5.3 Využitelnost dokumentů

Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo provedeno řešení vymezeného úseku ustáleným nerovnoměrným prouděním s využitím okrajových podmínek z výše uvedeného celkového modelu. 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.

2.6 Podklady pro kalibraci modelu

2.6.1 Relevantní povodňové epizody

Ve zprávě [3] jsou uvedeny informace k největším zaznamenaným povodním, vzhledem k velikosti toku je jich zaznamenaná celá řada, největší pozornost je věnována dvěma největší z let 1997 a 2010, k nimž jsou uvedena čtení na limnigrafu Strážnice.

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

Ve zprávě [3] jsou uvedeny vodní stavy a průtoky při největších zaznamenané povodni v červnu roku 1997, v červnu roku 2010 a pro povodeň v roce 2006. Pro roky 1965, 1972 a 1977 jsou uvedeny pouze vodní stavy dosažené při povodních. Vazba vodních stavů na polohu hladiny není uvedena.

2.6.3 Přesnost získaných údajů - vazba na přesnost hydraulického modelu

Nejistoty v datech a vazba na přesnost hydraulického výpočtu jsou ve zprávě [3] obecně popsány.

3 Zhodnocení věcné správnosti postupu při hydraulickém výpočtu

3.1 Konceptní model

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

Vstupní předpoklady nejsou zcela jednoznačně uvedeny. Není uvedeno, jak je uvažována manipulace na jezu na Moravě, odběru do Staré Moravy a manipulace na objektech na Kyjovce (do Staré kyjovky a v místě odlehčení do Moravy).

3.1.2 Způsob zadání okrajových a počátečních podmínek

Způsob zadání okrajových podmínek (OP) je správný. Uvažované souběhy povodňových průtoků v Moravě a Kyjovce nejsou uvedeny.

3.1.3 Použité programové vybavení

Použité programové vybavení odpovídá standardu.

3.2 Hydrodynamický model

3.2.1 Prostorová diskretizace

Modelování proudění bylo provedeno pomocí síťového modelu. Vzhledem k nevelké složitosti proudění v inundaci, dobré znalosti terénu a historických událostí se použití této prostorové diskretizace jeví jako vhodné.

3.2.2 Okrajové a počáteční podmínky

Způsob zadání okrajových podmínek (OP) není jasný. Dolními okrajovými podmínkami modelů jednotlivých úseků Moravy a Kyjovky byly hladiny ve výpočtových profilech pod jednotlivými řešenými úseky převzaté z aktualizovaného výpočtového modelu ze Studie odtokových poměrů [4].

3.2.3 Vstupní parametry modelu

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

3.2.4 Kalibrace a verifikace modelu

U popisu kalibrace modelu je ve zprávě [3] uvedeno, že byl verifikován dle rozlivů při povodni 07/1997 a povodních v roce 2006. Údaje o kalibraci a míra shody nejsou ve zprávě [3] uvedeny. Verifikace výpočtů na rozlivy v letech 1997 a 2006 je správná, nicméně neumožňuje přímo kvantifikaci shody vypočtených stavů hladiny s naměřenými úrovněmi při povodni.

3.2.5 Zhodnocení nejistot

Relevantně jsou zhodnoceny nejistoty v geometrických vstupech, hodnocení drsností a nejistot v hydrologických podkladech. Zcela chybí komentář k výsledkům a přesnosti kalibrace.

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 – nejsou k dispozici.
- Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}
- Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}
- Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

4.1 Zhodnocení způsobu vyhodnocení výstupů

Způsob vyhodnocení postupy GIS je plně vyhovující.

4.2 Zhodnocení rozsahu výstupů

Rozsah výstupů odpovídá zadání.

4.3 Zhodnocení správnosti výstupů

4.3.1 Podélné profily, hladina

Průběh vypočtené polohy hladiny v podélném řezu odpovídá daným podmínkám, chybí komentáře k volbě okrajových podmínek.

4.3.2 Příčné řezy - vazba koryto – inundace

Vazba je zajištěna prostřednictvím příčných větví 1D+ modelu.

4.3.3 Hydraulika objektů

Do výpočtového modelu zahrnuty veškeré objekty na toku. Výpočet objektů byl proveden běžnými postupy hydrauliky mostních a spádových objektů na toku.

4.3.4 Interpretace výsledků

Interpretace výsledků modelového řešení do map záplavových území byla provedena s využitím dostupných podkladů o sledovaném území (zaměření, DMT).

5 Závěry a doporučení

5.1 Souhrnné zhodnocení

Práce [3] plně splnila svůj účel. Byla provedena soudobými technologiemi při zajištění a zdůvodnění použitých podkladů. Výsledky a jejich přesnost lze obtížně hodnotit s ohledem na nedostatek údajů o výsledcích kalibrace modelu.

5.2 Doporučení

Je zřejmé, že rozsah záplavových území odpovídá soudobému stavu poznání, a to jak z pohledu nejistot v poskytnutých hydrologických podkladech, tak i morfologických a topografických podmínek. Dokumentaci je doporučeno aktualizovat (alespoň lokálně) vždy po významnějších úpravách terénu v ZÚ, po realizaci protipovodňových opatření a také po významnějším zvýšení průtoků v rámci dat poskytovaných ČHMÚ. Tomuto doporučení odpovídá doba cca jedenkrát za 5 let.

6 Podklady

- [1] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje. Dílčí povodí Dyje. B. Technická zpráva – hydrodynamické modely a mapy povodňového nebezpečí. **KYJOVKA – 10100029_1 (PM-88) - Ř. KM 24,375 – 31,601, STARÁ MORAVA – 10103361_1 (PM-89) - Ř. KM 0,000 – 1,823 a MORAVA – 10100003_1 (PM-90) - Ř. KM 92,892 – 101,818.** Pöyry Environment a.s. 07/2013.
- [4] Studii záplavového území Moravy, Povodí Moravy, s. p. 2009 (Kyjovka), 2007 (Morava a Stará Morava).