



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

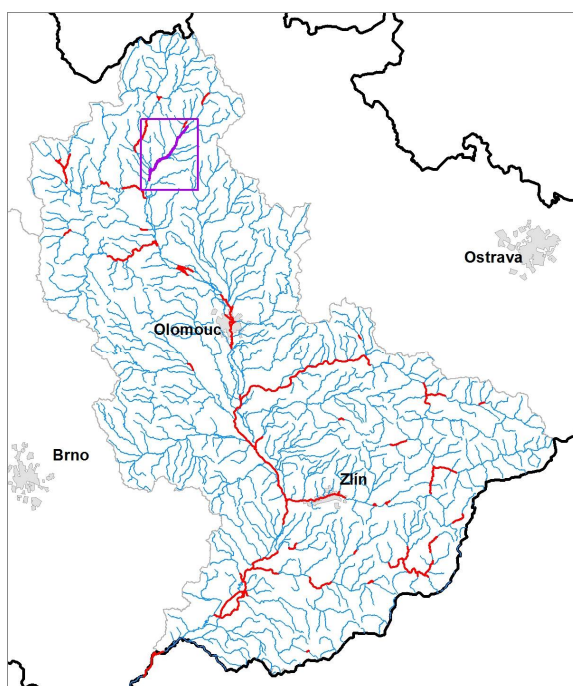
DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

LOSINKA – 10194288_1 (PM-122) - Ř. KM 2,325 – 4,159

DESNÁ – 10100090_1 (PM-79) – Ř. KM 0,000 – 19,446

MORAVA – 10100003_7 (PM-80) - Ř. KM 299,09 – 302,501



ČERVENEC 2013



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

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

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

LOSINKA – 10194288_1 (PM-122) - Ř. KM 2,325 – 4,159

DESNÁ – 10100090_1 (PM-79) – Ř. KM 0,000 – 19,446

MORAVA – 10100003_7 (PM-80) - Ř. KM 299,09 – 302,501

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	6
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	12
3.5	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	12
3.6	Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny	12
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů	13
4	Popis koncepčního modelu	14
4.1	Způsob zadávání OP	14
5	Popis numerického modelu	15
5.1	Použité programové vybavení	15
5.2	Morfologie vodního toku a záplavového území	15
5.3	Popis 2D modelu	17
5.4	Popis 1D modelu	22
5.5	Popis kalibrace modelu	24
6	Výstupy z modelu	26
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	30
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	31
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	32
6.4	Mapy povodňového nebezpečí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	32

Přílohy

5.1 Posudek hydraulického výpočtu

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratk a symbolů

Tab. č. 1 Seznam zkratk a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
1D / 2D	jednorozměrný / dvourozměrný
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČHP	číslo hydrologického pořadí
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DMT	digitální model terénu
LG	limnigraf (vodočet)
PVPR	Předběžné vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem
RZM	rastrová základní mapa
SOP	studie odtokových poměrů
TPE	Technicko - provozní evidence
ZÚ	záplavová území

1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí na základě stanovení těchto charakteristik průběhu povodně:

- hranice rozlivů,
- hloubky vody v záplavovém území,
- rychlosti proudění vody v záplavovém území.

Podstatou vyjádření povodňového nebezpečí je určení prostorového rozdělení uvedených charakteristik povodně a zpracování těchto údajů do podoby tzv. map povodňového nebezpečí. Ty slouží v dalším kroku jako podklad pro vyjádření povodňového rizika semikvantitativní metodou uvedenou v „Metodice tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik“.

1.3 Předmět práce

Předmět práce zahrnuje tyto činnosti:

- Popis postupů souvisejících se zajištěním vstupních podkladů – stávající + nové (dodatečné zaměření profilů, objektů atd.)
- Sestavení (aktualizace) hydrodynamických modelů a příslušné simulace
- Zpracování výsledků numerického modelování a vytvoření map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí).

1.4 Postup zpracování a metoda řešení

- Získání, soustředění a studium dostupných podkladů a jejich doplnění místním šetřením
- Příprava podkladů pro případné geodetické zaměření a jeho zadání.
- Aktualizace nebo sestavení hydrodynamického modelu.
- Hydraulické výpočty toku včetně objektů a inundačního území. Výpočty se provádí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}
- Výsledky výpočtů budou prezentovány v podobě map povodňového nebezpečí.

Výchozím podkladem pro tvorbu map povodňového nebezpečí a následnou rizikovou analýzu jsou hydraulické výpočty pro účely vymezení záplavového území zpracované na Povodí Moravy, s.p.

2 Popis zájmového území

Předmětem řešeného území je úsek na toku Losinka v km 2,326 – 4,161, úsek na toku Desná v km 0,000 – 19,235 a na toku Morava v km 298,944 – 302,506*. Tyto úseky jsou vzhledem k návaznosti řešeny v rámci této jedné dokumentace.

Tab. č. 2 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10194288_1	PM-122	Losinka	2,326 – 4,161	4-10-01-080 4-10-01-078
10100090_1	PM-79	Desná	0,000 – 19,235	4-10-01-069 4-10-01-075 4-10-01-081 4-10-01-0831 4-10-01-0832 4-10-01-085 4-10-01-087 4-10-01-0891 4-10-01-0893 4-10-01-093 4-10-01-0951 4-10-01-0953
10100003_7	PM-80	Morava	296,132 – 299,520	4-10-01-054 4-10-01-056 4-10-01-096 4-10-01-098

*) Komentář k používané kilometrži toku

Kilometráž uvedená v názvu úseku se liší od kilometrže 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 Moravy, používaná při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik, byla ponechána z geodetického zaměření koryta z roku 2004.

Kilometráž Desné, používaná při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik, byla ponechána z geodetického zaměření koryta pořízeného v letech 1996-1997. 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
Losinka	2,325 – 4,159	2,326 – 4,161
Desná	0,000 – 19,446	0,000 – 19,235
Morava	299,09 – 302,501	296,132 – 299,520

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

V povodí Moravy nejsou od řešeného úseku po pramen zbudována žádná významná vodní díla. V povodí Desné, nad řešeným úsekem (proti toku) se nachází přečerpávací elektrárna Dlouhé Stráně, jinak na toku nejsou zbudována žádná další významná vodní díla. V povodí Losinky nejsou zbudována žádná významná vodní díla.

V zájmovém úseku toku Moravy nejsou žádné významné přítoky.

V zájmovém úseku toku Desná jsou významné přítoky v km 1,133 Bludovský potok, v km 10,220 Hraběšický potok, v km 16,240 Losinka. V zájmovém úseku toku Losinka nejsou žádné významné přítoky.

2.1 Všeobecné údaje

Losinka

Losinka se nachází v krásném přírodním prostředí na úpatí Hrubého Jeseníku. Pramení v nadmořské výšce cca 1000 m n.m. Losinka je převážně bystřinným tokem. Při ústí se nachází Losinka v inundaci řeky Desná.

Povodí toku Losinka má plochu celkem 38,66 km².

Délka toku je cca 12,3 km.

Tvar povodí je vějířovitý, tok je velmi členitý, v horní části toku převážně zalesněný.

Losinka má v celém úseku několik pravobřežních a levobřežních přítoků – Černý potok, Račinka, Medvědí potok a bezejmenné přítoky. Koryto celého toku Losinka se nachází na katastrálním území obcí Rapotín, Velké Losiny a Bukovice.

Úsek 10194288_1 (PM-122), Losinka

V řešeném úseku protéká Losinka katastrálním územím Rapotín a Velké Losiny. Úsek začíná v profilu mostu ulice Pekařská, dále tok protéká mezi obytnou zástavbou a úsek končí při ulici U Koupaliště. V blízkosti toku se nachází ruční papírna Velké Losiny a.s. a níže po toku areál zámku Velké Losiny. V horní části úseku v zastavěné části obce je koryto obdélníkového tvaru s kamennými zdmi. Níže po toku je lichoběžníkové koryto se svahy zarostlými stromy a křovinami. V zájmovém území jsou čtyři silniční mosty, čtyři mostky a čtyři lávky pro pěší. Úsek Losinky v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Desná

Řeka Desná sestává ze dvou pramenů:

Divoká Desná pramení mezi Vysokou Holí a Jeleními Hřebí;

Hučivá Desná pramení mezi Keprníkem a Červenou Horou.

Vlastní prameny obou těchto toků začínají v průměrné nadmořské výšce 1 200 m.n.m a pro značnou morfologickou členitost horských svahů v obou pramenných oblastech vykazují velký počet pramenných přítoků, neboť oblast pramenů je v pásmu vysokých vodních srážek, jedné z nejvyšších v ČR (600 mm – 1 500 mm).

Divoká Desná teče západním směrem a přibírá Hučivou Desnou zprava. Soutok obou toků Divoké a Hučivé Desné je za železniční stanicí Kouty a od soutoku je již nazýván jen jako tok Desná. Po spojení obou bystřin teče Desná jihozápadním směrem až po ústí do Moravy. Oblast povodí Desné má zemědělsko průmyslový charakter. Desná je levobřežním přítokem řeky Moravy. Ústí do Moravy pod Bludovem. Odvádí vody z oblasti Jesenických hor.

Tvar povodí je vějířovitý. Tok má bystřinný charakter. Dno toku je skalnaté a balvanité. V blízkosti řeky Moravy ustupují balvany a dno je štěrkovité a nese jemné splaveniny. Vegetační doprovod tvoří stromy a keře rostoucí většinou souvisle podél celého toku.

Úsek 10100090_1 (PM-79), Desná

Řešený úsek začíná (po toku) na hranici katastru Velké Losiny/Rapotín a až po město Šumperk teče v zástavbě, což se projevuje velkým množstvím stupňů, prahů, mostů a jezů. Úsek začíná v části obce Terezín a pokračuje přes Rapotín, Víkřovice do Šumperka, kde se vyhýbá centru města, ale teče průmyslovou čtvrtí v jižní části města. Pod Šumperkem začíná tok meandrovat, protéká mezi poli, po pravé straně vede blíž nebo dál železniční trať a pod obcí Sudkov se vlévá do Moravy.

Řešený úsek spadá do katastru Rapotín, Víkřovice, Šumperk, Dolní Studénky, Sudkov, Bludov, Postřelmov, nachází se zde 10 silničních mostů, 2 železniční a 8 lávek.

Celý řešený úsek spadá do správy podniku Povodí Moravy, s.p.

Morava

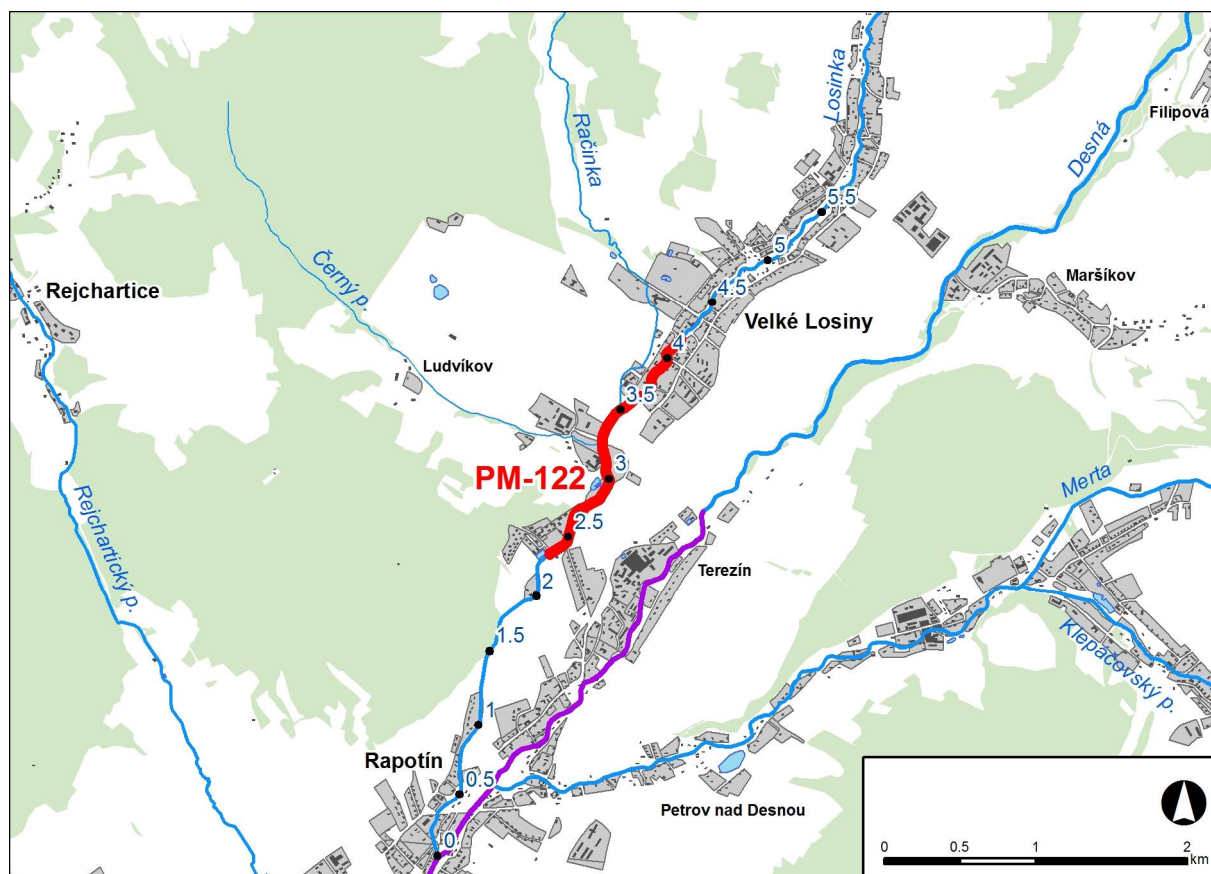
Morava pramení pod Králickým Sněžníkem v nadmořské výšce 1 380 m. V horním úseku protéká úzkým údolím až k soutoku s Desnou u Postřelmova, kde se náhle otevírá široké údolí s inundacemi. Kolem Litovle pak Morava protéká malebným Litovelským Pomoravím. Pod Olomoucí přijímá svůj největší levobřežní přítok – 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.

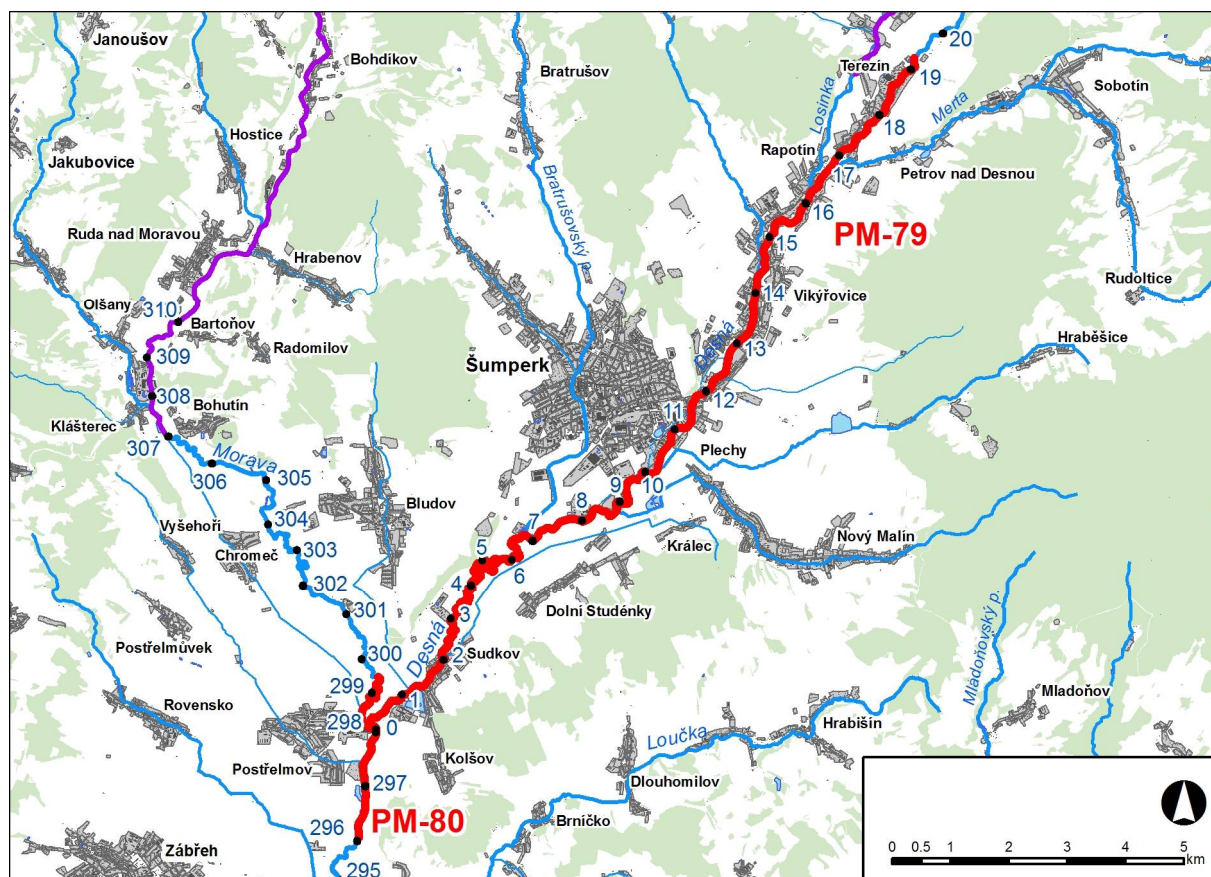
Úsek 10100003_7 (PM-80), Morava

V řešeném úseku protéká Morava katastrálním územím Bludov a Postřelmov. Na řešeném úseku se nachází jeden železniční i silniční most a jedna lávka. Velká část řešeného úseku je ohrázována se spoustou dalších protipovodňových prvků. Úsek Moravy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Obr. č. 1 Přehledná mapa řešeného území pro úsek Losinky



Obr. č. 2 Přehledná mapa řešeného území pro úseky Moravy a Desné



2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Největší zaznamenaná povodeň v novodobé historii na řece Desné v limnigrafické stanici Šumperk, ve městě Šumperk, je datována k červenci 1997. Příčinou povodně byly vydatné srážkové úhrny, které vyvolaly v horních a středních tocích mimořádné. Ke kulminaci došlo 8. 7. 1997 a ve městě Šumperk bylo dosaženo kolem $191 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok větší než Q_{100} ($Q_{100} = 161 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) [21]. Limnigraf Šumperk zaznamenal vodní stav 411 cm [20], přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu 310 cm, tj. $117 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok cca Q_{20-50} , byla v červenci 1984. K další významné povodni v novodobé historii došlo v červenci 1965 (vodní stav 275 cm, tj. $92,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok větší než Q_{10}) a v květnu 1968 (vodní stav 260 cm, tj. $83 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok cca Q_{10}) [21]. V dávnější historii byly zaznamenány povodně v květnu 1927 (vodní stav 312 cm), v květnu 1940 (vodní stav 310 cm), v listopadu 1930 (vodní stav 254 cm) a v červnu 1958 (vodní stav 253 cm) [21].

Obr. č. 3 Povodeň 1997 – Rapotín



Obr. č. 4 Povodeň 1997 – Víkřovice



Obr. č. 5 Povodeň 1997



Obr. č. 6 Povodeň 1997 – Rapotín



Obr. č. 7 Povodeň 1997 – Šumperk



Obr. č. 8 Povodeň 1997 – železniční trať



3 Přehled podkladů

3.1 Topografická data

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

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

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

V průběhu zpracovávání map povodňového nebezpečí byly zjištěny nepřesnosti v DMT oproti skutečnému stavu. Proto byl DMT zpracovatelem upraven. Na základě geodetického zaměření (příčných a úrodních 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**, zaměření vodního toku Losinka od zaústění do toku Desná po km 5,319 bylo provedeno útvarem hydroinformatiky a geodetických činností Povodí Moravy, s.p., Brno - v roce 2012. Zaměření je v polohopisném systému S-JTSK, výškopisném systému Balt po vyrovnání. Výkresová dokumentace je k dispozici u zhotovitele.

Geodetické zaměření části vodního toku Desná od zaústění do řeky Moravy po km 22,562 (nad silniční most k.ú. Velké Losiny) – bylo provedeno útvarem IS Povodí Moravy v roce 1996 – 1997. Příčné profily území byly zaměřeny cca po 100 m. Zaměření je v polohopisném systému S-JTSK, výškopisném systému Balt po vyrovnání.

Geodetické zaměření části vodního toku Morava bylo provedeno útvarem IS Povodí Moravy v roce 2004. 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. U všech uvedených profilů byly u ČHMÚ ověřeny hodnoty průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} . Data se téměř nezměnila. Pro profily vyjma profilu Desná - pod Mertou byly dodány hodnoty průtoků Q_{500} .

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-122	Losinka - ústí	2011	0,1	14,4	23,7	35,9	80,0	III.

PM-79	Desná – pod Mertou	2013	16,5	56,3	92,4	144	230*	II.
PM-79	Desná - ústí	2013	0,1	75,2	120	182	255	II.
PM-80	Morava – nad Desnou	2013	301,1	88,8	140	214	310	II.
PM -80	Morava – pod Desnou	2013	301,0	140	214	313	430	II.

*) Poznámka: Hodnota průtoku nebyla dodána ČHMU a byla získána extrapolací.

Starší hydrologická data dle [20] a také data používaná v dřívějších studiích jsou uvedena v tab. č. 5. Oproti [20] došlo k nárůstu hodnot povodňových průtoků jak u Desné tak Moravy, a to až o cca 30 %.

Tab. č. 5 Starší hodnoty N -letých průtoků (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
PM-79	Desná – pod Mertou	1995	16,5	56,2	92,4	144,0	-	
PM-79	Desná - ústí	1999	0,1	75,0	120,0	183,0	-	
PM-79	Desná - ústí	1970	0,1	70	103	137	-	
PM-80	Morava – nad Desnou	2001	301,1	88,0	137,0	221,0	-	
PM-80	Morava – nad Desnou	1970	301,1	85	123	166	-	
PM -80	Morava – pod Desnou	2001	301,0	140,0	214,0	314,0	-	
PM -80	Morava – pod Desnou	1970	301,0	117	159	213	-	

3.3 Místní šetření

- [7] **Fotodokumentace** úseků **Moravy a Desné** byla pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedlo Pöry Environment a.s. dne 2.11.2012. Byly pořizovány fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území a citlivých objektů v možném záplavovém území Q_{500} . Při terénním průzkumu byla prověřována aktuálnost geodetického zaměření, ověřovány hydraulické parametry ovlivňující proudění vody v korytě a inundaci a zjišťován rozsah historických povodní u místních obyvatel. V rámci terénní pochůzky byly zjištěny zásadní změny tvaru koryta, inundačního území a technických objektů na toku oproti geodetickému zaměření a DMT použitých pro tvorbu u obou posuzovaných objektů. Při terénní pochůzce v úseku PM-79 Desná byly zjištěny následující skutečnosti – levobřežní ochranná hráz od silničního mostu v km 0,573 směrem proti toku, na ni navazující ochranná železobetonová zeď končící cca v km 0,950, pravobřežní ochranná hráz cca v km 1,150 – 2,135 (od soutoku s Bludovským potokem po škrťací (omezovací) objekt), levobřežní ochranná hráz v km 2,135 směrem proti toku, lávka pro pěší a cyklisty v km 10,726, levobřežní ochranná zeď v km 11,610 – 11,960 a dřevěná lávka pro pěší v km 13,371. V úseku PM-80 Morava byly při terénní pochůzce zaznamenány tyto nové objekty – pravobřežní ochranná hráz cca v km 296,132 – 297,892 (od soutoku s Vitošovským potokem proti toku) včetně mobilních hrazení, pravobřežní ochranná zeď cca v km 297,892 – 298,522 (od ochranné hráze po most mezi Postřelmovem a Dolními Studénkami), rekonstrukce silničního mostu (2009) cca v km 298,526, pravobřežní ochranná hráz od silničního mostu cca v km 298,526 až po násyp silnice I/44 a inundační železniční most (2009) na pravém břehu cca v km 299,370 – 299,500. Technické řešení nových objektů, které byly zjištěny při terénních pochůzkách, neovlivňují odtokové poměry ve srovnání s objekty uvažovanými v hydrodynamickém modelu [8]. U **Losinky** byl terénní průzkum proveden Pöry Environment a.s. dne 24.10.2012. V rámci terénní pochůzky nebyly zjištěny změny tvaru koryta, inundačního území a technických objektů na toku oproti geodetickému zaměření a DMT použitých pro tvorbu modelu. Pouze v úseku nad silničním mostem v km 3,252 nad zámeckým parkem na levém

břehu probíhají zemní práce v rámci výstavby nového objektu, které však nemají vliv na odtokové poměry ve srovnání s objekty uvažovanými v hydrodynamickém modelu [8]. Fotodokumentace je přílohou této zprávy.

3.4 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

[8] **Numerický 1D+ model Desné** (včetně souvisejícího úseku řeky Moravy) v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2008. Model sloužil pro zpracování studie Záplavové území toku Desná [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 nerovnoměrné neustálené proudění.

Numerický 1D+ model Losinky v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2012. Model sloužil pro zpracování Studie: Záplavové území toku Losinka [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 uvedených celkových modelů. Pro úsek Moravy a Desné od soutoku s Moravou nad město Šumperk byl sestaven 2D numerický model ve výpočtovém programu SMS-FESWMS 10.0 (Surface Modelling System). Pro úsek Desné nad Šumperkem a Losinky byl sestaven matematický 1D model v programu MIKE11. 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.

[9] **Kalibrační data** – měrná křivka limnigrafické stanice na řece Desné v Šumperku.

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

- [10] Technicko provozní evidence toků – Losinka
- [11] Technicko provozní evidence toků – Desná
- [12] Technicko provozní evidence toků – Morava
- [13] Studie: Záplavové území toku Losinka, km 0,000 – km 5,319, Povodí Moravy, s.p., 8/2012
- [14] Záplavové území toku Desná, km 0,000 – km 37,090, Povodí Moravy s.p., Brno, 2008
- [15] Záplavové území Moravy od soutoku s Třebůvkou po Olšany, Povodí Moravy s.p., Brno, 04/2003
- [16] Plán oblasti povodí Moravy, Pöyry Environment a.s., Brno, 12/2009
- [17] Studie ochrany před povodněmi na území Olomouckého kraje, Pöyry Environment a.s., Brno, 03/2007
- [18] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual, DHI, 2009
- [19] User's Manual for FESWMS Flo2DH. Two-dimensional Depth-averaged Flow and Sediment Transport Model. Froelich, D. Release 3. September 2002. FHWA-RD03-053
- [20] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970
- [21] Evidenční list hlásného profilu č. 305, tok Desná, lim. stanice Šumperk. Aktualizace březen 2006.
- [22] www.pmo.cz, Stavby a průtoky na vodních tocích, březen 2013

3.6 Normy, zákony, vyhlášky, metodické pokyny

- [23] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [24] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [25] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [26] TNV 75 2103 Úpravy řek.

- [27] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [28] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [29] TNV 75 2910 Manipulační řády vodních děl na vodních tocích.
- [30] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [31] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [32] 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).
- [33] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [34] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [35] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [36] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012
- [37] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011
- [38] Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik – pilotní projekt v soutokových oblastech, DHI a.s., 07/2011
- [39] <http://web.utk.edu/~btschant/manning%20n/index.html> (ověřený přístup 14. 11. 2012)
- [40] <https://sites.google.com/site/katalogdrsnosti/home> (ověřený přístup 14. 11. 2012)

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 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 1996 - 1997 pro úseky Desné a Moravy a v roce 2012 pro úsek Losinky.

Hydrologická data [6] použitá ve stávajícím výpočtu byla starší pěti let a proto byla ověřena u ČHMÚ. Pro profily byly získány hodnoty průtoku Q_{500} .

Terénní průzkum byl proveden 2.11.2012 (Desná a Morava) a 24.10.2012 (Losinka). 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 Desná (včetně souvisejícího úseku řeky Moravy) [8] zahrnující zájmové úseky v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2008 a taktéž stávající numerický 1D+ model Losinky zahrnující zájmový úsek v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2012.

Podkladovými kalibračními daty [9] jsou údaje z měrné křivky limnigrafické stanice v Šumperku na Desné.

4 Popis koncepčního modelu

Výpočet průběhu hladin byl proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění. Pro modelové řešení je použita kombinace 1D a 2D modelu. Model vymezeného úseku byl sestaven společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2012.

Matematickými modely byl popsán průtok vlastním korytem Moravy v km 296,132 – 299,520 a Desné v km 0,000 – 19,235 včetně veškerých objektů a přilehlé inundace. 2D modelem je popsán průtok celým zájmovým úsekem Moravy a dolní části úseku Desné o délce 12,6 km. 1D modelem je popsán průtok horní části úseku Desné o délce 7,5km.

4.1 Způsob zadávání OP

Horní okrajové podmínky v podobě průtoku byly zadány podle hydrologických profilů (tab. 4).

V rámci řešení 2D modelu byly uvažovány dvě varianty výpočtu. V první variantě byla za horní okrajovou podmínku v Moravě dosazena hodnota příslušného průtoku pro daný povodňový scénář stanovená v profilu nad soutokem s Desnou a za horní okrajovou podmínku v Desné byla dosazena hodnota rozdílu mezi průtokem v Moravě pod a nad soutokem s Desnou pro daný povodňový scénář. Ve druhé variantě byla horní okrajovou podmínkou v Moravě hodnota rozdílu mezi průtokem v Moravě pod soutokem s Desnou a průtokem v Desné nad soutokem pro daný povodňový scénář a horní okrajovou podmínkou v Desné byla hodnota příslušného průtoku v Desné nad soutokem. Tento postup je plně v souladu s [38].

Horní okrajové podmínky pro 1D model byly zadány jako hodnoty průtoků pro dané povodňové scénáře v profilech s významnou změnou průtočného množství (významné přítoky).

Dolní okrajové podmínky pro 2D model byly zadány na základě konsumpční křivky v profilu Moravy v km 296,132 nad jezem Lesnice [15]. Pro stanovení průtoku Q_{500} byl odhadnut trend konsumpční křivky.

Dolní okrajové podmínky pro 1D model byly zadány na základě konsumpční křivky v profilu Desné v km 11,751 převzaté ze studie záplavového území Desné [14]. Pro průtok Q_{500} byl odhadnut trend konsumpční křivky.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Pro modelové řešení úseků Moravy a Desné je použita kombinace 1D a 2D modelu. 2D model zahrnuje celý úsek Moravy (PM-80) v km 296,132 – 299,520 a přítok Desné (PM-79) v km 0,000 – 12,600. 1D model zahrnuje úsek Desné (PM-79) v km 11,751 – 19,235 a úsek Losinky od soutoku s Desnou po Velké Losiny (km 0,000 - 4,165).

2D výpočet je aplikován pro dosažení dostatečného popisu průtokových charakteristik v rozsáhlém inundačním území v oblasti soutoku Moravy a Desné. Pro zbývající část úseku Desné nad Šumperkem a úsek Losinky je zvoleno řešení pomocí 1D výpočtu.

2D výpočet je proveden pomocí programu SMS-FESWMS 10.0, 1D výpočet pomocí programu MIKE 11.

5.2 Morfologie vodního toku a záplavového území

Do výpočtového matematického modelu jsou zahrnuty veškeré objekty na toku. V zájmovém území úseku PM-79 bylo zaměřeno celkem 298 příčných profilů, které vystihují morfologii koryta, přilehlého inundačního území a veškeré důležité objekty na toku (viz tab. č. 6-8). V úseku PM-122 bylo zaměřeno celkem 44 příčných profilů.

Tab. č. 6 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-122, Losinka, km 2,326 – 4,161

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
2,328	silniční most u koupaliště	-	Rapoťín
2,531	mostek	-	Rapoťín
2,975	silniční most k zámku	-	Velké Losiny
3,035	stupeň	-	Velké Losiny
3,137	lávka	-	Velké Losiny
3,182	mostek	-	Velké Losiny
3,187	práh	-	Velké Losiny
3,252	silniční most	-	Velké Losiny
3,633	silniční most	-	Velké Losiny
3,675	stupeň	-	Velké Losiny
3,760	mostek	-	Velké Losiny
3,855	lávka	-	Velké Losiny
3,949	lávka	-	Velké Losiny
4,053	lávka	-	Velké Losiny
4,155	mostek	-	Velké Losiny

Tab. č. 7 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-79, Desná, km 0,000 – 19,235

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
0,573	Silniční most	0,540	Sudkov
1,403	Jez Moravolen - Sudkov	1,383	Sudkov

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
1,730	Silniční most	1,800	Sudkov
1,902	Lávka	1,972	Sudkov
2,135	Omezovací objekt	-	Sudkov
3,158	Stupeň	4,000	Dolní Studénky
7,597	Lávka Dolní Studénky	-	Dolní Studénky
8,049	Lávka	9,145	Dolní Studénky
8,248	Jez Moravolen - Šumperk	9,358	Dolní Studénky
8,683	Silniční most	9,776	Dolní Studénky
10,390	Jez Šumperk	11,543	Šumperk
10,721	Silniční most	11,868	Šumperk
10,726	Lávka pro pěší	-	Šumperk
11,595	Práh	-	Šumperk
11,607	Železniční most	12,760	Šumperk
11,657	Lávka	12,812	Šumperk
12,088	Silniční most u Jirsáka	13,262	Šumperk
12,702	Jez Kremský	13,844	Rapotín
13,371	Dřevěná lávka	14,510	Rapotín
13,969	Silniční most	15,096	Rapotín
14,231	Jez Rapotín	15,403	Vikýřovice
14,660	Silniční most	15,826	Vikýřovice
15,095	Stupeň	-	Vikýřovice
15,780	Stupeň, lávka, MVE	-	Vikýřovice
16,125	Silniční most	17,315	Rapotín
16,620	Silniční most	17,812	Rapotín
17,025	Stupeň Terezín	-	Rapotín
17,460	Stupeň Terezín	-	Rapotín
17,600	Železniční most	18,870	Rapotín
17,770	Silniční most Terezín	19,034	Rapotín
18,416	Lávka	19,670	Rapotín
18,525	Stupeň	-	Rapotín

Tab. č. 8 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-80, Morava, km 296,132 – 299,520

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
296,142	Jez Lesnice		Lesnice
297,465	Ocelová lávka		Postřelmov
298,458	Potrubní most		Postřelmov

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
298,526	Silniční most		Postřelmov
299,500	Železniční most		Postřelmov

5.3 Popis 2D modelu

5.3.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

DMT je vytvořen v Arc GIS Version 9.3, model pokrývá celé zájmové území na předpokládaný rozliv Q500 s přesahem. DMT je zpracován 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. V Arc GIS Version 9.3 je zpracováno doplnění hran liniových prvků. DMT je referencován v souřadném systému S-JTSK a výškovém horizontu Balt po vyrovnání.

Obr. č. 9 DMT v oblasti soutoku Moravy a Desné



5.3.2 Hydrodynamický model

Výpočtový program SMS-FESWMS 10.0 (Surface Modelling System) je prostředek určený především k modelování 2D přibližně horizontálního proudění s volnou hladinou. Jedná se o komplexní nástroj, který umožňuje vytvářet a upravovat síť (Mesh modul, Map modul a Scatter modul), provádět výpočty proudění pomocí některého z modelů založených na 2D přístupu, zpracovávat, vyhodnocovat a prezentovat výsledky. Řešení hydrodynamických rovnic je založeno na metodě konečných prvků. Výpočtové jádro FESWMS (Finite Element Surface-Water Modeling System) řeší 2D neustálené proudění s volnou hladinou za předpokladu, že svislá složka rychlosti je v porovnání se složkami v podélném i příčném směru zanedbatelná.

Teoreticky se vychází z obecných trojrozměrných rovnic vyjadřujících zákony zachování hybnosti (pohybové rovnice) a hmotnosti (rovnice spojitosti). Z trojrozměrných na dvourozměrné rovnice se přejde středováním

rychlosti po svislici, za předpokladu, že pohyb ve svislém směru je zanedbatelný v porovnání s vodorovným pohybem. Nejvýznamnější řídicí rovnice 2D proudění jsou:

Rovnice spojitosti:

$$\frac{\partial Z_h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = q_m$$

Pohybové rovnice:

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{q_x^2}{h} + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\beta \frac{q_x q_y}{h} \right) + gh \frac{\partial Z_d}{\partial x} + \frac{h}{\rho} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \Omega q_y + \frac{1}{\rho} \left[\tau_{dx} - \tau_{hx} - \frac{\partial(h\tau_{xx})}{\partial x} - \frac{\partial(h\tau_{xy})}{\partial y} \right] = 0,$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{q_x q_y}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\beta \frac{q_y^2}{h} + \frac{gh^2}{2} \right) + gh \frac{\partial Z_d}{\partial y} + \frac{h}{\rho} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \Omega q_x + \frac{1}{\rho} \left[\tau_{dy} - \tau_{hy} - \frac{\partial(h\tau_{xy})}{\partial x} - \frac{\partial(h\tau_{yy})}{\partial y} \right] = 0.$$

Způsob výpočtu Reynoldsových napětí: Bousinesq – princip turbulentní viskozity:

$$\tau_{xx} = \rho \nu_t \left(2 \frac{\partial v_x}{\partial x} \right); \tau_{xy} = \tau_{yx} = \rho \nu_t \left(\frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x} \right); \tau_{yy} = \rho \nu_t \left(2 \frac{\partial v_y}{\partial y} \right).$$

Výpočet turbulentní viskozity podle Smagorinského:

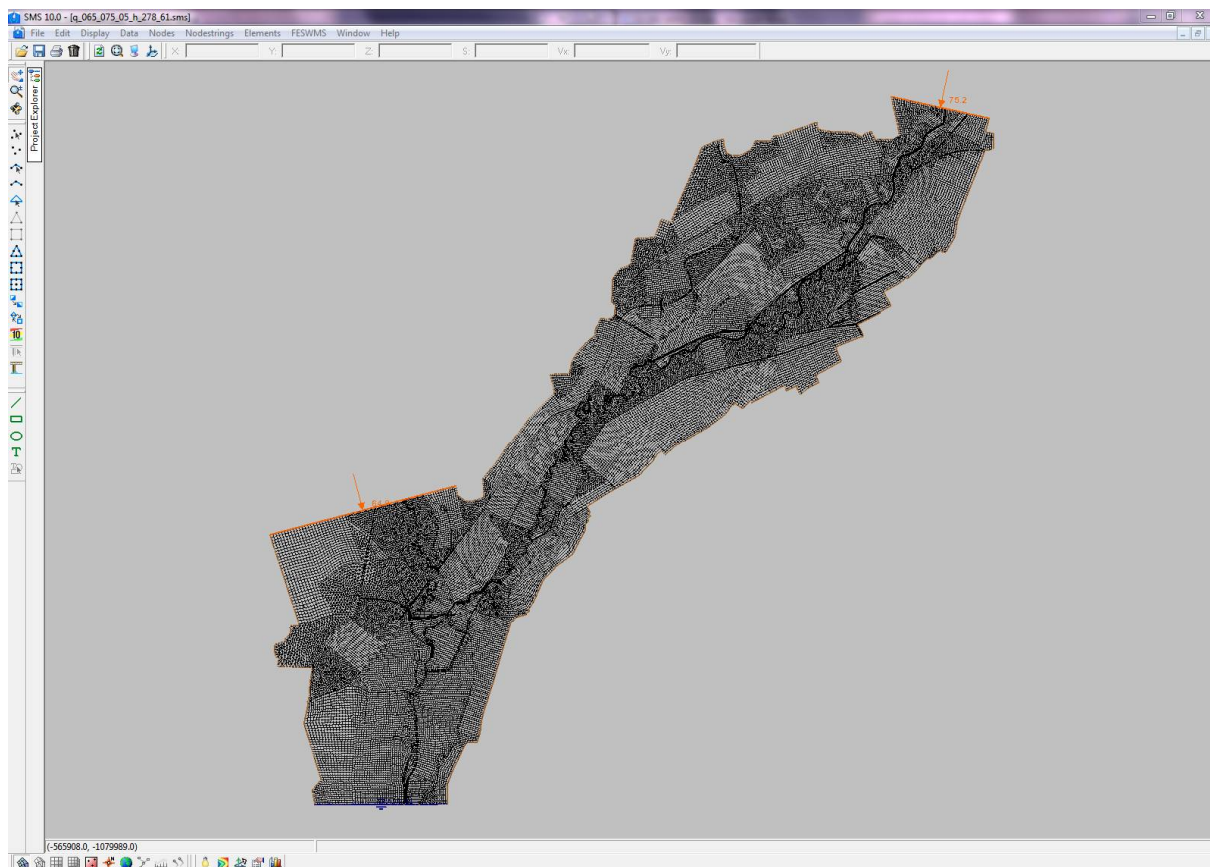
$$\nu_t = \nu_{t0} + c_1 \nu_* h + c_2 |J| \sqrt{\left(\frac{\partial v_x}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v_y}{\partial y} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x} \right)^2}.$$

Vliv tření o omočený obvod:

$$\tau_{zx} = \rho \frac{gn^2}{h^{1/3}} \sqrt{1 + \left(\frac{\partial Z_d}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial Z_d}{\partial y} \right)^2} \frac{q_x \sqrt{q_x^2 + q_y^2}}{h^2},$$

$$\tau_{zy} = \rho \frac{gn^2}{h^{1/3}} \sqrt{1 + \left(\frac{\partial Z_d}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial Z_d}{\partial y} \right)^2} \frac{q_y \sqrt{q_x^2 + q_y^2}}{h^2}.$$

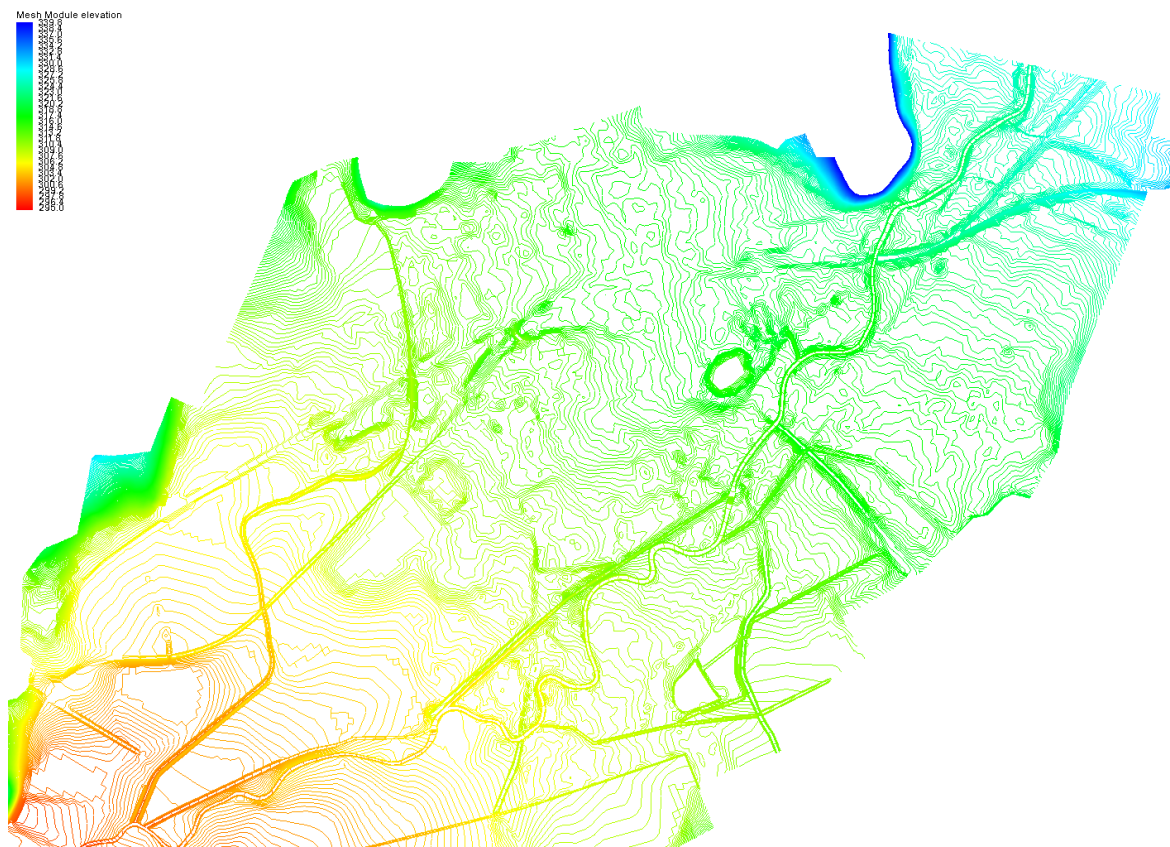
Obr. č. 10 Prostředí programu SMS 10.0 se zobrazením výpočetních prvků v řešené oblasti a zadanými okrajovými podmínkami



5.3.3 Sestavení hydrodynamického modelu

Topografie řešené oblasti byla vytvořena načtením bodového pole z DMT do modulu Scatter a následně body byly triangulovány. Použitá verze programu neumožňuje zahrnutí povinných hran, proto vytvořený povrch musel být manuálně upraven podle načteného polohopisu. Tento postup poukázal na chyby původního DMT, které byly manuálně upraveny. Diskretizace náhradní oblasti je řešena v modelu Map, kde je zájmové území rozděleno na makroprvky, pro které jsou definovány součinitele drsnosti, způsob výpočtu turbulentní viskozity, přidělení výškových souřadnic nebo tvar konečného prvku. Drsnost území (pole, ulice) byla specifikována z místního šetření a ortofotomap. Tvary konečných prvků byly použity čtyřúhelníkové i trojúhelníkové s geometrickými kritérii popsanými v [19].

Obr. č. 11 Topografie řešené oblasti města Šumperk



5.3.3.1 Hydraulické drsnosti

Součinitele drsnosti byly zadávány proměnné po hloubce a pro charaktery území jsou popsány v tabulce 9. Stanovení jejich hodnot bylo na základě studií řeky Moravy a Desné [14, 15], drsnostních katalogů [39, 40] a místního šetření [7].

Tab. č. 9 Ohodnocení povrchů součinitelem drsnosti

Název	Popis	Součinitel drsnosti
Inundační území		
<i>trávník</i>	Udržovaný travní porost dvakrát ročně sekaný.	0,035
<i>pole</i>	Plošný osev nízko rostoucích rostlin např. obiloviny.	0,040
<i>louka</i>	Pastviny jednou ročně sekané.	0,045
<i>zahrada</i>	Záhony s ojedinělými stromy a průtočnými ploty.	0,050
<i>park</i>	Travní pokryv dvakrát ročně sekaný s řídce rozmístěnými stromy a keři.	0,055
<i>sad</i>	Travní pokryv jednou ročně sekaný s řadově rozmístěnými stromy či keři.	0,060
<i>les_řidký</i>	Les s dominantním pásmem stromovým a bylinným.	0,070
<i>křovina</i>	Souvislý porost z jednotlivých keřů případně s řídce rozmístěnými stromy.	0,080
<i>les_hustý</i>	Les se všemi pásmy (bylinné, keřové, stromové).	0,100

Název	Popis	Součinitel drsnosti
<i>les_lužní</i>	Lesní porost se všemi pásmy vegetace, přírodní porost s minimem zásahů člověka.	0,140
Koryto a trvale zatopené plochy		
<i>voda</i>	Trvale zatopené plochy (rybníky, tůň atd.).	0,015
<i>kanál</i>	Zarostlý kanál či odstavené zarostlé rameno.	0,090
<i>kyneta_svah</i>	Opevnění či tvar svahu udává stupeň drsnosti.	Pozn. 1
<i>kyneta_dno</i>	Zahrnuje dno kynety a štěrkové lavice - jesepy, zrnitost udává stupeň drsnosti. Vyšší ze Stricklera či Müllera; při pohybu splavenin dle Camennen.	Pozn. 2
Umělé povrchy		
<i>beton</i>	Betonový povrch běžného provedení.	0,016
<i>živice</i>	Silnice.	0,016
<i>cesta</i>	Polní a lesní cesty.	0,025
<i>štěrk</i>	Neurovnané pohozy.	0,038
<i>kameny</i>	Neurovnané záhozy.	0,050
<i>ulice</i>	Živičné plochy s chodníky, překážky proudění v podobě automobilů, zábradlí, stromů, laviček, sloupů.	0,050
<i>balvany</i>	Neurovnané balvanité skluzy.	0,060
<i>zástavba_řidká</i>	Plocha s řídce rozmístěnými objekty, které nelze popsat výpočtovou sítí.	0,100
<i>zástavba_hustá</i>	Plocha s hustě rozmístěnými objekty, které nelze popsat výpočtovou sítí.	0,200

Poznámka 1: Analogicky dle částí tabulky popisující umělé povrchy, a přirozené povrchy (inundační území).

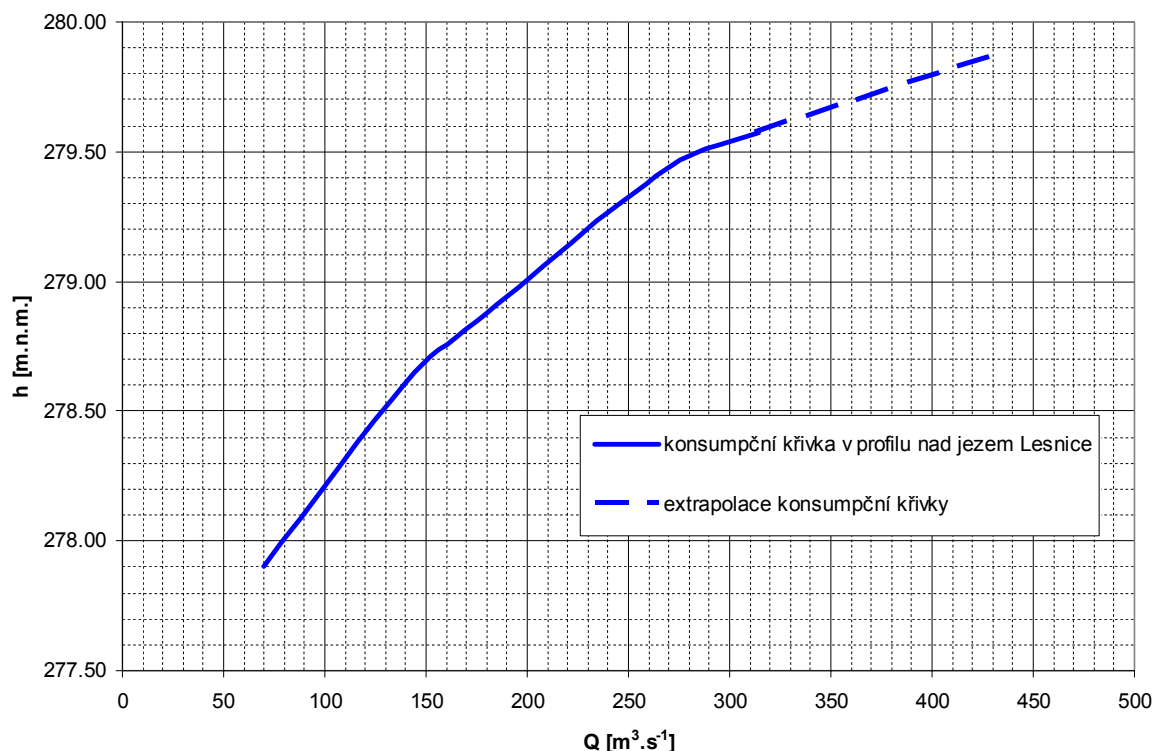
Poznámka 2: Vyšší hodnota stanovená metodikou dle Stricklera a Müllera; při pohybu splavenin dle Camennen.

5.3.3.2 Okrajové podmínky

Horní okrajové podmínky v podobě průtoku byly zadány podle hydrologických profilů (tab. 4). Byly uvažovány dvě varianty výpočtu. V první variantě byla za horní okrajovou podmínku v Moravě dosazena hodnota příslušného průtoku pro daný povodňový scénář stanovená v profilu nad soutokem s Desnou a za horní okrajovou podmínku v Desné byla dosazena hodnota rozdílu mezi průtokem v Moravě pod a nad soutokem s Desnou pro daný povodňový scénář. Ve druhé variantě byla horní okrajovou podmínkou v Moravě hodnota rozdílu mezi průtokem v Moravě pod soutokem s Desnou a průtokem v Desné nad soutokem pro daný povodňový scénář a horní okrajovou podmínkou v Desné byla hodnota příslušného průtoku v Desné nad soutokem.

Dolní okrajové podmínky byly zadány na základě konsumpční křivky v profilu Moravy v km 296,132 nad jezem Lesnice [15]. Pro průtok Q_{500} je odhadnut trend konsumpční křivky znázorněné na obrázku č. 12.

Obr. č. 12 Konsumpční křivka v profilu Moravy nad jezem Lesnice



Tab. č. 10 Hodnoty horních a dolních okrajových podmínek ve variantě návrhového průtoku v Moravě s doplňkem v Desné

Povodňový scénář	HOP Morava [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	HOP Desná [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	DOP [m n. m.]
Morava Q_5	88.8	51.2	278.61
Morava Q_{20}	140	74	278.93
Morava Q_{100}	214	99	279.57
Morava Q_{500}	310	120	279.87

Tab. č. 11 Hodnoty horních a dolních okrajových podmínek ve variantě návrhového průtoku v Desné s doplňkem v Moravě

Povodňový scénář	HOP Morava [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	HOP Desná [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	DOP [m n. m.]
Desná Q_5	64.8	75.2	278.61
Desná Q_{20}	94	120	278.93
Desná Q_{100}	131	182	279.57
Desná Q_{500}	175	255	279.87

5.4 Popis 1D modelu

Výpočet úseku Desné nad Šumperkem (km 11,751 – 19,235) a úseku Losinky (km 0,000 - 4,165) je řešen jako ustálené nerovnoměrné proudění. Použito je 1D matematického modelu MIKE 11.

5.4.1 Hydrodynamický model

Výpočet byl proveden v jednodimenzionálním výpočetním programu MIKE 11.

5.4.2 Sestavení hydrodynamického modelu

Geometrie koryta včetně přilehlého inundačního území byla převzata ze studie záplavového území Desné [14] a studie záplavového území Losinky [13]. Modelové staničení odpovídá staničení použitému v těchto studiích. Matematický model zájmového úseku Desné zahrnuje 125 příčných řezů, jejichž průměrná vzdálenost je cca 60 m. Matematický model zájmového úseku Losinky zahrnuje 71 příčných řezů, jejichž průměrná vzdálenost je cca 60 m. Příčné řezy byly prodlouženy v rozsahu předpokládané záplavy Q_{500} a terén v jejich prodloužení byl vymodelován doplněním hodnot z DMT [1].

5.4.2.1 Hydraulické drsnosti

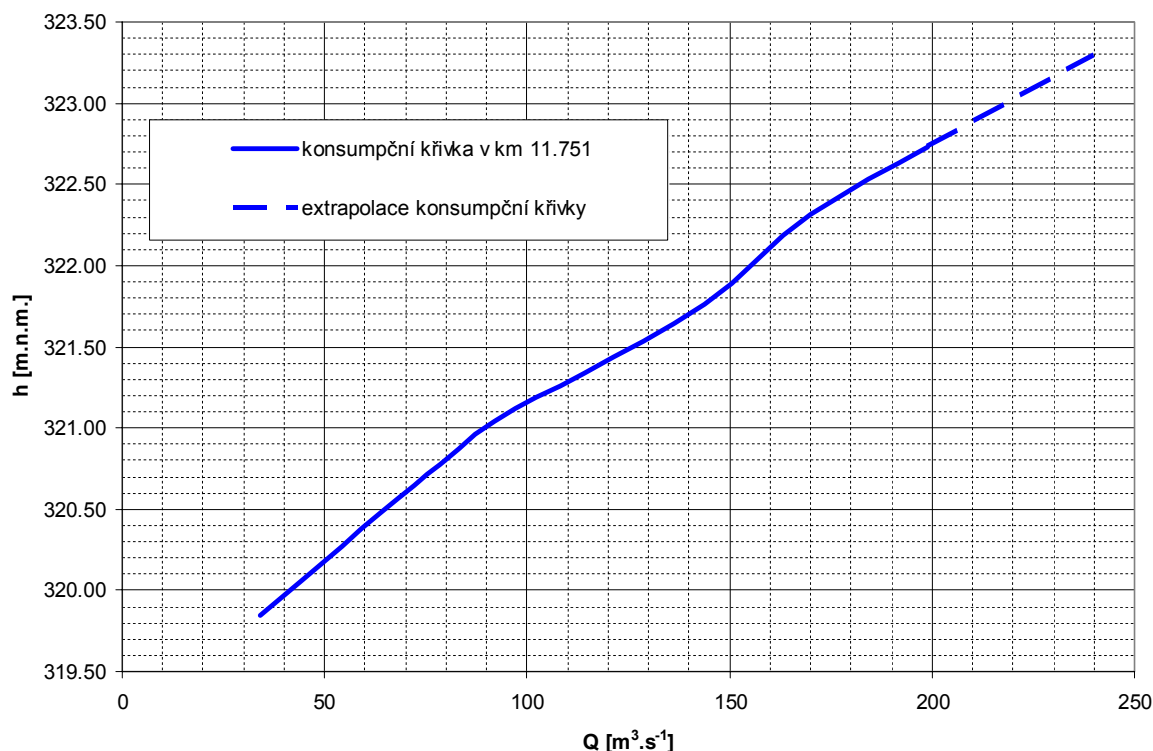
Příčné řezy jsou rozděleny na jednotlivé sekce o různých drsnostech. Součinitele drsnosti (n dle Manninga) jsou pro jednotlivé sekce příčných řezů zadávány jako konstantní hodnoty. Jejich stanovení bylo provedeno na základě studií řeky Losinky a Desné [13, 14], drsnostních katalogů [39, 40] a místního šetření [7]. Použité hodnoty drsností jsou uvedeny v tab. č. 9.

5.4.2.2 Okrajové podmínky

Horní okrajové podmínky v podobě průtoku byly zadány na základě hydrologických profilů (tab. 4).

Dolní okrajové podmínky byly zadány na základě konsumpční křivky v profilu Desné v km 11,751 převzaté ze studie záplavového území Desné [14]. Pro průtok Q_{500} je odhadnut trend konsumpční křivky znázorněné na obrázku č. 13.

Obr. č. 13 Konsumpční křivka Desné na začátku modelového úseku v km 11,751



Tab. č. 12 Hodnoty horních a dolních okrajových podmínek

	HOP Desná [m ³ ·s ⁻¹]	HOP Desná [m ³ ·s ⁻¹]	HOP Desná [m ³ ·s ⁻¹]	HOP Desná [m ³ ·s ⁻¹]	HOP Desná [m ³ ·s ⁻¹]	HOP Losinka [m ³ ·s ⁻¹]	DOP Desná [m n. m.]
Povodňový scénář	km 12,358	km 13,863	km 16,240	km 16,840	km 19,275	km 4,165	km 11,751
Q ₅	72	68	63	56,3	47	14,4	320.65
Q ₂₀	114	110	102	92,4	77	23,7	321.34
Q ₁₀₀	170	168	156	144	121	35,9	322.31
Q ₅₀₀	240	237	220	208	185	80,0	323.29

Řešení soutokových oblastí

Vzhledem k tomu, že zájmový úsek (soutok) byl řešen jedním výpočtovým modelem, byly v souladu s [38] 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 průtoku pod soutokem a průtoku 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.

5.4.3 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.

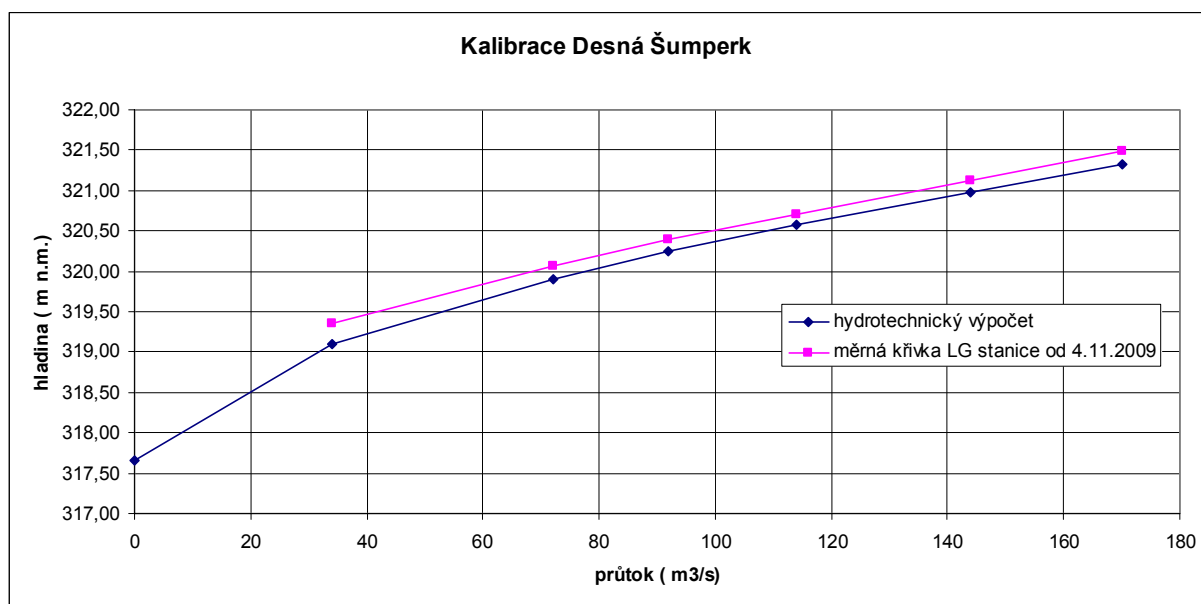
Rovněž nejistotou může být aktuální stav koryta a inundace za povodně, množství nesených splavenin a tvoření zátaras z plovoucích předmětů. Ve výpočtu je uvažováno se stavem „čistého“ koryta, bez omezení průtočnosti. Kapacitu koryta dále ovlivňuje stav nánosů nebo naopak zahlubování koryta. Při větších 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“. Rozptýl hodnot N-letých údajů bývá někdy značný. Je nutno hodnotit i třídu přesnosti poskytovaných hydrologických údajů.

5.5 Popis kalibrace modelu

Model byl verifikován a následně kalibrován změnou součinitelů drsnosti na úrovni hladin v limnigrafické stanici Šumperk. Z dostupných hodnot stanice je kalibrací modelu dosažena dobrá shoda, viz obr. č. 14.

Obr. č. 14 Měrné křivky v profilu limnigrafické stanice Šumperk, tok Desná



6 Výstupy z modelu

Základními výstupy z 2D modelů jsou Výstupy jsou dokládány ve formě dvourozměrných bodových polí posuzovaných veličin pokrývajících řešenou oblast, v jednotlivých uzlech modelu jsou doloženy tyto proměnné:

- Úroveň hladiny
- Hloubka vody
- Svislicová rychlost.

U 1D modelů jsou základními výstupy úrovně hladin a bodové hodnoty průřezových rychlostí v příčných profilech pro jednotlivé povodňové scénáře. Úrovně hladin jsou tabelárně znázorněny v tab. č. 13 a 14.

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. 13 Psaný podélný profil pro úsek Losinka PM-122

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
27	2.331	371.85	372.31	372.89	373.34
28	2.383	372.12	372.50	373.08	373.45
29	2.462	372.76	373.15	373.50	374.15
30	2.533	373.67	374.08	374.56	375.15
31	2.550	373.71	374.09	374.56	375.15
32	2.824	376.35	376.63	376.97	377.42
33	2.858	376.66	376.95	377.30	377.76
34	2.979	378.25	378.68	379.38	380.44
35	2.985	378.30	378.74	379.50	380.55
36	3.000	378.47	378.91	379.57	380.56
37	3.034	379.87	380.34	380.53	380.60
38	3.077	379.90	380.37	380.57	380.69
39	3.138	381.07	381.37	381.62	381.94
40	3.148	381.07	381.37	381.62	381.94
41	3.185	381.08	381.39	381.68	382.30
42	3.193	381.09	381.40	381.70	382.33
43	3.256	381.20	381.79	382.57	382.87
44	3.267	381.23	381.79	382.57	382.87
45	3.303	381.31	381.84	382.57	382.88
46	3.393	381.70	382.13	382.67	382.94
47	3.478	382.30	382.67	383.14	383.44
48	3.513	382.66	383.00	383.35	383.66
49	3.553	382.96	383.31	383.61	383.86
50	3.618	383.39	383.69	383.95	384.33
51	3.636	383.58	383.88	384.19	384.76
52	3.646	383.63	383.93	384.25	384.92

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
53	3.675	383.88	384.16	384.47	384.98
54	3.711	384.23	384.50	384.81	385.24
55	3.752	384.62	384.88	385.18	385.62
56	3.762	385.50	385.98	386.21	386.50
57	3.785	385.50	385.98	386.21	386.50
58	3.807	385.53	386.00	386.25	386.56
59	3.824	385.54	386.00	386.25	386.57
60	3.856	385.66	386.09	386.33	386.87
61	3.879	386.43	386.71	387.00	388.01
62	3.914	386.67	386.94	387.22	388.02
63	3.950	387.18	387.48	387.77	388.38
64	3.960	387.22	387.52	387.82	388.52
65	3.996	387.64	387.91	388.18	388.70
66	4.030	388.12	388.39	388.68	389.18
67	4.054	388.49	388.83	389.17	390.13
68	4.098	388.88	389.22	389.57	390.17
69	4.148	389.49	389.80	390.11	390.50
70	4.158	389.73	390.13	390.58	391.53
71	4.165	389.75	390.15	390.68	391.53

Tab. č. 14 Psaný podélný profil pro horní část úseku Desné PM-79

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
179	11.751	320.65	321.34	322.31	323.29
180	11.868	321.17	321.82	322.57	323.30
181	11.968	321.63	322.27	322.93	323.43
182	12.077	322.16	322.74	323.33	323.76
183	12.126	322.58	323.21	323.97	325.60
184	12.177	322.94	323.63	324.47	325.65
185	12.239	323.15	323.82	324.56	325.66
186	12.244	323.79	324.29	324.56	325.67
187	12.327	324.04	324.58	325.00	325.74
188	12.334	324.27	324.83	325.23	325.75
189	12.412	324.52	325.12	325.65	326.13
190	12.507	324.85	325.33	325.80	326.44
191	12.554	325.15	325.66	326.14	326.58
192	12.663	325.65	326.17	326.68	327.10
193	12.687	325.90	326.49	327.11	327.69
194	12.696	325.91	326.50	327.13	327.70
195	12.727	328.36	328.62	328.52	328.95
196	12.787	328.37	328.63	328.74	329.36
197	12.871	328.65	329.08	329.69	330.16

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
198	12.913	328.89	329.38	329.99	330.61
199	12.947	329.06	329.60	330.25	330.82
200	13.031	329.43	329.97	330.52	331.05
201	13.101	329.72	330.25	330.81	331.47
202	13.167	330.25	330.76	331.17	331.58
203	13.233	330.56	331.08	331.64	332.19
204	13.368	331.29	331.63	332.47	332.64
205	13.377	331.38	331.83	332.80	332.92
206	13.518	332.17	332.84	333.10	333.58
207	13.583	332.52	333.17	333.69	333.79
208	13.694	333.00	333.58	334.14	334.46
209	13.773	333.40	333.96	334.55	335.03
210	13.803	333.55	334.08	334.65	335.14
211	13.848	333.86	334.40	335.04	335.58
212	13.863	334.13	334.62	335.04	335.59
213	13.963	334.65	335.23	335.83	336.41
214	13.979	334.76	335.34	335.96	336.87
215	14.053	335.07	335.62	336.23	337.01
216	14.098	335.63	336.19	336.86	337.60
217	14.188	336.13	336.66	337.28	337.96
218	14.218	336.33	336.81	337.34	337.97
219	14.248	338.59	338.86	338.99	339.20
220	14.283	338.75	338.89	339.07	339.59
221	14.333	338.94	339.30	339.85	340.29
222	14.403	339.50	339.98	340.42	340.90
223	14.468	339.89	340.43	341.02	341.67
224	14.490	339.97	340.45	341.03	341.68
225	14.530	340.62	341.21	341.85	342.54
226	14.600	340.75	341.35	342.02	342.73
227	14.650	340.86	341.70	342.47	343.35
228	14.670	341.10	341.71	342.74	343.36
229	14.675	341.11	341.72	342.75	343.37
230	14.735	341.44	341.99	342.89	343.43
231	14.770	341.63	342.23	343.17	343.92
232	14.810	341.85	342.42	343.24	343.94
233	14.905	342.37	342.87	343.57	344.29
234	15.030	343.30	343.78	344.29	344.92
235	15.055	343.53	344.02	344.49	345.02
236	15.090	343.71	344.19	344.68	345.75
237	15.100	344.35	344.75	344.68	345.76
238	15.115	344.36	344.76	344.97	345.77
239	15.160	344.66	345.21	345.84	346.49
240	15.205	344.90	345.46	346.09	346.75
241	15.250	345.04	345.52	346.09	346.79

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
242	15.285	345.42	345.96	346.53	347.00
243	15.325	345.68	346.19	346.71	347.19
244	15.385	346.24	346.72	347.23	347.74
245	15.415	346.53	347.11	347.77	348.54
246	15.455	346.75	347.32	347.95	348.68
247	15.505	347.08	347.61	348.18	348.84
248	15.595	347.85	348.38	348.95	349.59
249	15.690	348.39	348.90	349.46	350.10
250	15.775	349.13	349.58	350.46	351.07
251	15.789	349.81	350.56	350.60	351.08
252	15.910	350.47	350.72	350.83	351.13
253	15.990	350.76	350.81	351.34	351.45
254	16.050	351.01	351.46	351.82	351.92
255	16.115	351.40	352.07	352.09	352.26
256	16.130	351.46	352.08	352.91	353.14
257	16.185	351.85	352.45	353.19	353.43
258	16.250	352.23	352.79	353.32	353.45
259	16.345	353.00	353.55	353.70	354.56
260	16.450	353.73	354.32	354.82	355.35
261	16.490	354.11	354.33	354.93	355.36
262	16.535	354.46	355.13	355.27	355.49
263	16.600	354.81	355.15	355.40	355.59
264	16.610	354.88	355.33	355.48	355.90
265	16.630	354.97	355.40	355.52	356.75
266	16.660	355.21	355.65	356.60	357.06
267	16.755	356.13	356.66	356.87	357.10
268	16.840	356.32	356.67	357.07	357.61
269	16.860	356.57	357.05	357.58	358.10
270	16.925	356.89	357.35	357.85	358.60
271	17.005	357.38	357.86	358.27	358.75
272	17.020	357.55	358.03	358.78	359.23
273	17.030	358.35	358.43	358.88	359.28
274	17.090	358.62	359.04	359.31	359.76
275	17.150	358.89	359.37	359.95	360.60
276	17.230	359.53	360.00	360.31	361.15
277	17.285	360.04	360.50	361.17	361.81
278	17.455	361.74	362.31	362.76	362.99
279	17.465	362.65	362.89	363.11	363.25
280	17.535	362.80	363.08	363.37	363.74
281	17.585	362.98	363.37	363.84	364.56
282	17.590	362.99	363.37	363.94	365.40
283	17.615	363.63	364.16	364.88	365.80
284	17.660	363.99	364.54	365.26	365.85
285	17.760	364.98	365.47	366.04	366.50

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:			
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
286	17.780	365.27	365.80	366.61	366.88
287	17.875	365.94	366.42	366.81	367.46
288	17.975	367.24	367.73	368.39	369.02
289	18.080	368.17	368.66	369.24	369.85
290	18.160	369.10	369.53	370.09	370.72
291	18.290	370.47	370.81	371.25	371.85
292	18.410	371.75	372.31	373.02	373.70
293	18.420	371.95	372.41	373.04	373.71
294	18.520	372.88	373.37	373.91	374.54
295	18.530	373.43	374.00	374.86	375.14
296	18.625	373.81	374.30	375.12	375.62
297	18.745	375.37	375.85	376.12	376.66
298	18.880	376.18	376.69	377.27	377.88
299	18.975	378.12	378.56	379.08	379.73
300	18.985	378.53	379.03	379.60	380.37
301	19.055	379.14	379.64	380.25	380.87
302	19.220	381.75	382.15	382.58	383.06
303	19.275	382.56	382.95	383.37	383.93

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. U 2D výpočtů jsou v mapách zobrazeny přímo jednotlivé výstupy z modelu, proto jsou tyto rozlivy nezaoblené. U výstupů z 1D modelu je šířka rozlivu 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.

Úsek 10194288_1 (PM-122), Losinka

V řešeném úseku protéká Losinka Velkými Losinami a Terezinem. Koryto je téměř v celé délce úseku kapacitní na Q₅. K vybřežení při Q₅ dochází pouze na LB v prostoru zámeckého parku. Při Q₂₀ jsou rozlivy mimo koryto místní, avšak již jsou ohroženy objekty k bydlení a průmyslové plochy především na PB při ul. Komenského, U Losinky a Švermova. Rozliv Q₁₀₀ je oproti Q₂₀ výraznější v dolní části úseku, kde je na PB zaplaveno hřiště a především na LB jsou zaplaveny obytné domky v Terezině při ul. V Aleji. Při průtoku Q₅₀₀ je zaplavena zastavěná část Velkých Losin v horní části úseku, a to po obou březích. V dolní části úseku v prostoru pod zámek dochází k výraznému rozlivu na LB přes silnici I/44 až k tělesu železniční trati.

Úsek 10100090_1 (PM-79), Desná

Úsek 10100003_7 (PM-80), Morava

Rozlivy Desné a Moravy ohrožují objekty v obcích Rapotín, Sobotín, Vikýřovice, Šumperk, Nový Malín, Dolní Studénky, Sudkov, Bludov a Postřelmov.

V obci Rapotín dochází k rozlivům Q₅ na PB pod soutokem s LB přítokem Merta. Při větších průtocích (Q₂₀ a Q₁₀₀) je rozliv výraznější a od soutoku s Mertou až po konec katastru je rozliv omezen silnicí I/44. V horní části katastru dochází při Q₁₀₀ k natékání vody do PB inundace a přes těleso železnice a silnice do Losinky. Při Q₅₀₀ je

zaplavené celé území mezi Desnou a Losinkou v horním úseku, v dolním úseku se rozlivy dostávají za silnici I/44.

V obci Sobotín v katastru Petrov nad Desnou jsou ohrožovány objekty v území soutoku s Mertou a pod soutokem s Mertou od cca Q_{20} . Působením zpětného vzduť Desné do Mertý jsou od Q_{100} ohrožovány objekty také v blízkosti řeky Mertý.

Ve Vikýřovicích jsou výrazně ohrožovány objekty v blízkosti toku již od Q_5 . Rozlivy dosahují až 300 m od koryta Desné.

V obci Nový Malín je ohroženo několik objektů v místní části Plechy při levém břehu Hraběšického potoka. K jejich zaplavování dochází od cca Q_{20} .

V městě Šumperk má na ohrožení povodněmi významný vliv i pravostranný přítok Bratrušovský potok, který byl v rámci modelu také posuzován. Při Q_5 dochází pouze k lokálnímu vybřežování. Od Q_{20} jsou výrazně zaplavovány převážně průmyslové objekty v blízkosti toku Desné a objekty k bydlení v blízkosti Bratrušovského potoka (nejvíce na PB). Od Q_{100} dochází k vybřežení Desné v horní části nad křížením s železnicí a soustředěnému nátoku do středu města podél ul. Jesenické. Takto je zaplavována významná část města Šumperk, včetně městské ČOV v dolní části města.

V Dolních Studénkách jsou ohrožovány domy v blízkosti Sudkovského potoka již od Q_5 . Desná vybřežuje na levý břeh nad a pod mostem ul. Žerotínova a soustředěné odtéká podél Sudkovského potoka až do obce Sudkov, která má zbudován soubor protipovodňových opatření chránící obec na stoletou povodeň. Při Q_{500} jsou objekty v Sudkově zaplaveny.

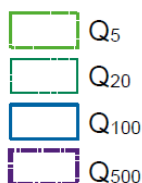
V Bludově jsou zaplavována zemědělská území nad soutokem Desné s Moravou.

V Obci Postřelmov je zbudována protipovodňová ochrana, která chrání obec před povodňovými průtoky Q_{500} . K rozlivům tedy dochází již od Q_5 na PB nad zástavbou obce a na LB v místě soutoku a pod soutokem s Desnou. Zde jsou zaplavovány zemědělské pozemky v extravilánu obce.

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 [36] - viz obr. 15.

Obr. č. 15 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

Záplavové čáry



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

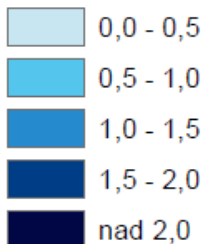
Hloubky vody z numerického programu jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 5 m. Rastry hloubek byly vytvořeny na základě znalostí úrovně hladin v jednotlivých profilech, ze kterých byly vytvořeny rastry úrovně hladin. Následným odečtením rastrů úrovně hladin a rastru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

Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [36] - viz obr. 16.

Obr. č. 16 Definice barev a intervalů hloubek

Hloubky

(m)



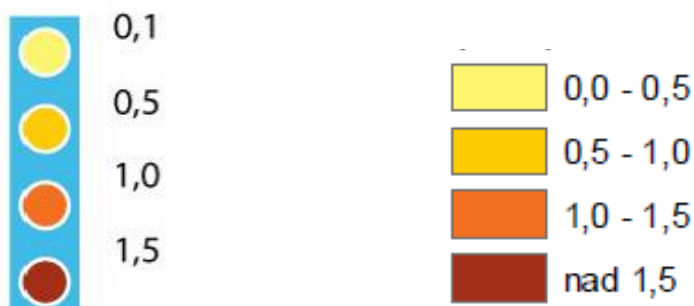
6.3 Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Svislicové rychlosti vody (jako výstupy 2D modelu) jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 5 m. Průřezové rychlosti jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky jako bodové hodnoty, a to vždy pro části profilu tvořené vlastním korytem toku a pravobřežní resp. levobřežní inundací.

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

Rozdělení intervalů rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [36] - viz obr. 17.

Obr. č. 17 Definice barev a intervalů rychlostí pro výstupy z 1D a 2D modelu



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:
PŘÍTOKŮ VÁHU

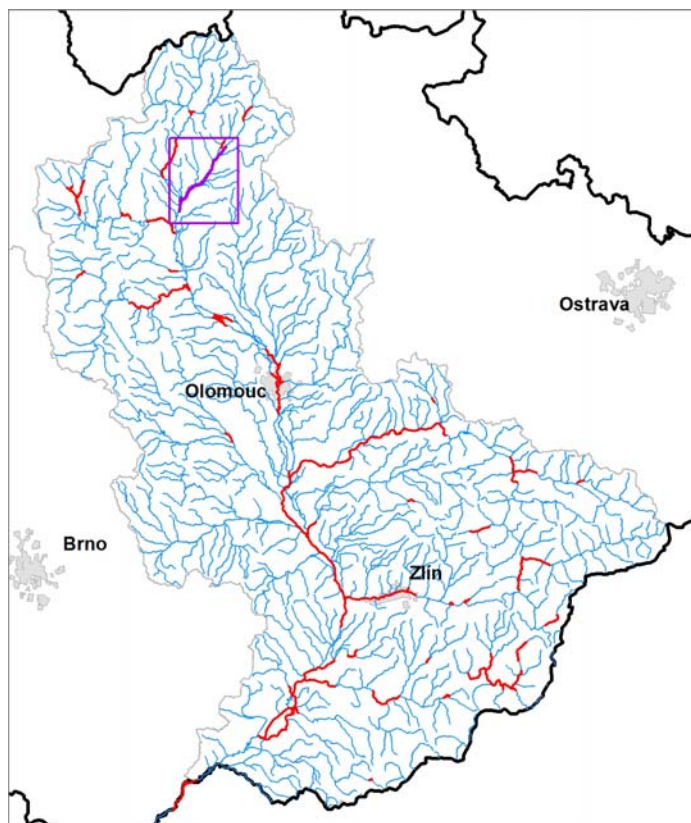
MORAVY A

5.1 POSUDEK HYDRAULICKÉHO VÝPOČTU

LOSINKA – 10194288_1 (PM-122) - Ř. KM 2,325 – 4,159

DESNÁ – 10100090_1 (PM-79) – Ř. KM 0,000 – 19,446

MORAVA – 10100003_7 (PM-80) - Ř. KM 299,09 – 302,501





OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Pořizovatel:



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

Zhotovitel:



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

Zpracovatel posudku:



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

Posudek zpracoval: Ing. Libor Chlubna

Vedoucí pobočky: Ing. Karel Drbal, PhD.

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

4	Zhodnocení výsledků hydraulických výpočtů	8
4.1	Zhodnocení způsobu vyhodnocení výstupů	8
4.2	Zhodnocení rozsahu výstupů	8
4.3	Zhodnocení správnosti výstupů	8
4.3.1	Podélné profily, hladina	8
4.3.2	Příčné řezy - vazba koryto – inundace	8
4.3.3	Hydraulika objektů	8
4.3.4	Interpretace výsledků.....	8
5	Závěry a doporučení.....	8
5.1	Souhrnné zhodnocení	8
5.2	Doporučení	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 hodnocení úseku vodního toku **Losinka – 10194288_1 (PM-122) - ř. km 2,325 – 4,159, Desná – 10100090_1 (PM-79) – ř. km 0,000 – 19,446, Morava – 10100003_7 (PM-80) - ř. km 299,09 – 302,501** z pohledu kompletnosti a způsobu zpracování.

2 Zhodnocení relevantnosti vstupních podkladů

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

2.1 Topografická data

2.1.1 Mapové podklady

Mapové podklady jsou vyhovující.

2.1.2 Geodetické podklady

Příčné profily toku Losinka včetně veškerých objektů na toku byly zaměřeny v roce 2012. Příčné profily koryta Desná včetně veškerých objektů na toku byly zaměřeny v letech 1996-1997. Příčné profily koryta Morava včetně veškerých objektů na toku byly zaměřeny v roce 2004. 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 2011 a 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, 1995, 1999, 2001). V případě Desné došlo ke změně dat mezi lety 1970 a 2013 v profilu Desná – ústí více než o 30 % pro Q_{100} . V případě Moravy došlo ke změně dat mezi lety 1970 a 2013 v profilu Morava – pod Desnou více než o 45 % pro Q_{100} .

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 Losinka, Desná a Morava, 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 Losinka, Desná a Morava.

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 2. 11. 2012 pro úseky Moravy a Desné a dne 24. 10. 2012 pro Losinku. Byly pořizovány 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. pro Desnou a Moravu v roce 2008 a pro Losinku v roce 2012 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 bezesbýtku využít veškerá data zmíněná v kapitole 3, zprávy [3].

2.6 Podklady pro kalibraci modelu

2.6.1 Relevantní povodňové epizody

Dle zprávy [3] byly v nedávné minulosti na Desné zaznamenány čtyři povodňové události, nejvýznamnější v roce 1997.

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

Rozsah údajů povodňové události z roku 1997 je vázán na limnigraf Šumperk.

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 Koncepční model

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

Ve zprávě [3] je uvedena informace o typu použitého modelu, včetně rozsahu řešení 1D+ nerovnoměrného ustáleného režimu proudění vody a rozsahu řešení 2D modelu. Současně jsou popsány vstupní a zjednodušující předpoklady.

Schematizace modelu je popsána poměrně podrobně. Oba hydrodynamické modely jsou popsány samostatně včetně grafického zobrazení.

3.1.2 Způsob zadání okrajových a počátečních podmínek

Způsob zadání okrajových podmínek (OP) je uveden v kapitole 4.1 a dále v kapitole 5.3.3.2, 5.4.2.2, 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 5.3.3.2, 5.4.2.2, 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 Šumperk, platnou od 11/20009. Graficky je znázorněna poměrně dobrá shoda vypočtených hladin a měrné křivky limnigrafu. Maximální rozdíly v hladinách jsou do 20 cm.

3.2.5 Zhodnocení nejistot

Nejistoty byly eliminovány korektně provedenou kalibrací modelu.

4 Zhodnocení výsledků hydraulických výpočtů

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

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

4.1 Zhodnocení způsobu vyhodnocení výstupů

Způsob vyhodnocení postupy GIS je vyhovující.

4.2 Zhodnocení rozsahu výstupů

Rozsah výstupů odpovídá zadání.

4.3 Zhodnocení správnosti výstupů

4.3.1 Podélné profily, hladina

Průběh vypočtené polohy hladiny v podélném řezu odpovídá daným podmínkám.

4.3.2 Příčné řezy - vazba koryto – inundace

Vazba je zajištěna prostřednictvím příčných větví 1D+ modelu, prostorovou schematizací 2D 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

Hydrodynamické modely uvedené ve zprávě [3] plně splnily svůj účel. Byly provedeny soudobými technologiemi při poctivém zajištění a zdůvodnění použitých podkladů.

5.2 Doporučení

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

6 Podklady

- [1] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje. Dílčí povodí Moravy a přítoků Váhu. B. Technická zpráva – hydrodynamické modely a mapy povodňového nebezpečí. **Losinka – 10194288_1 (PM-122) - ř. km 2,325 – 4,159, Desná – 10100090_1 (PM-79) – ř. km 0,000 – 19,446, Morava – 10100003_7 (PM-80) - ř. km 299,09 – 302,501.** Pöyry Environment a.s. 07/2013.
- [4] Numerický 1D+ model Desné a numerický 1D+ model Losinky v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2008 a 2012.

.....
Ing. Libor Chlubna