

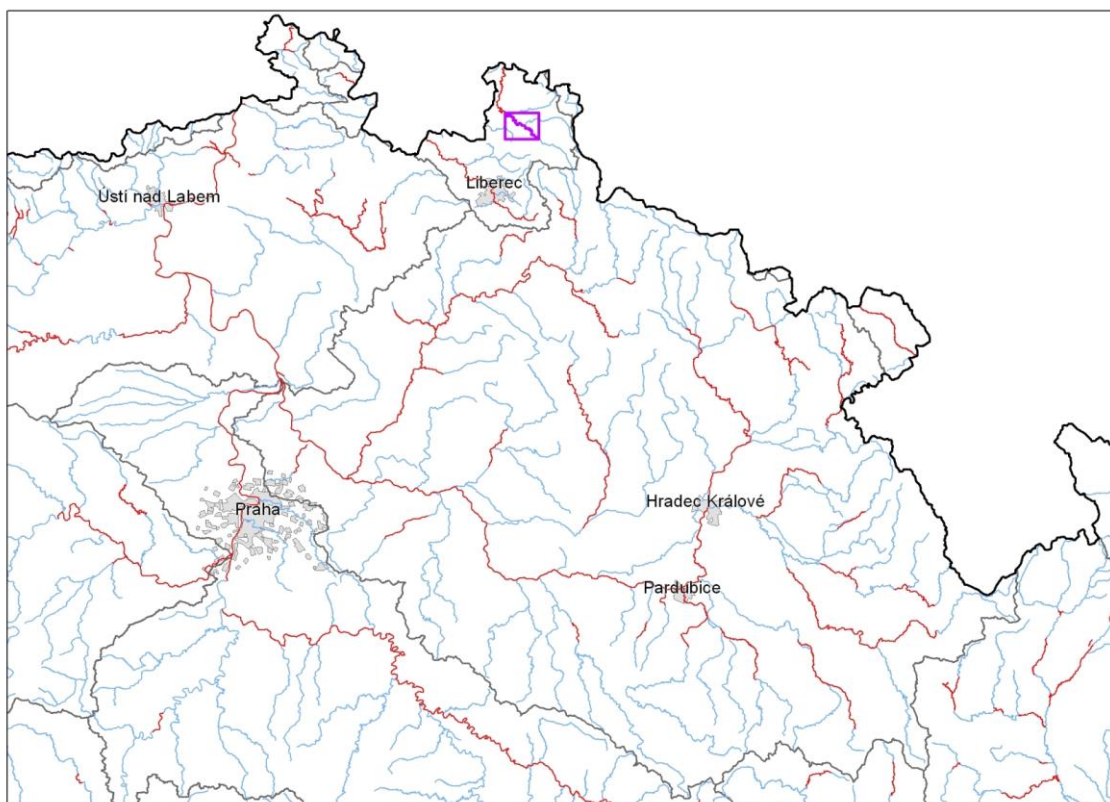


TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE A UCELENÉHO ÚSEKU DOLNÍHO LABE

DÍLČÍ POVODÍ LUŽICKÁ NISA A OSTATNÍ PŘÍTOKY ODRY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

SMĚDÁ - 10100084_2 - Ř. KM 23,000 - 36,000 (PL-4-2)



PROSINEC 2012



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE A UCELENÉHO ÚSEKU DOLNÍHO LABE

DÍLČÍ POVODÍ LUŽICKÁ NISA A OSTATNÍ PŘÍTOKY ODRY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

SMĚDÁ - 10100084_2 - Ř. KM 23,000 - 36,000 (PL-4-2)

Pořizovatel:



Povodí Labe, státní podnik
Víta Nejedlyho 951
Hradec Králové
500 03

Zhotovitel: sdružení „VRV + HDP + DHI“



Vodohospodářský rozvoj a výstavba a. s.
Nábřeží 4
Praha 5
150 56



Sweco Hydroprojekt a.s.
Táborská 31
Praha 4
140 16



DHI a.s.
Na Vrších 1490/5
Praha 10
100 00



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Řešitel:



Vodohospodářský rozvoj a výstavba a. s.
Nábřeží 4
Praha 5
150 56

V PRAZE, PROSINEC 2012.

Obsah:

1	Základní údaje.....	7
1.1	Seznam zkratk a symbolů	7
1.2	Cíle prací.....	7
1.3	Předmět práce	7
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	7
2	Popis zájmového území	8
2.1	Všeobecné údaje	9
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	9
3	Přehled podkladů.....	10
3.1	Topologická data	10
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	10
3.1.2	Mapové podklady.....	10
3.1.3	Geodetické podklady	10
3.2	Hydrologická data	11
3.3	Místní šetření	12
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura.....	12
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	12
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	13
4	Popis koncepčního modelu	14
4.1	Schematizace řešeného území	14
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění.....	14
4.3	Způsob zadávání OP a PP	14
5	Popis numerického modelu.....	15
5.1	Použité programové vybavení.....	15
5.2	Vstupní data numerického modelu.....	15
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území.....	15
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	16
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	17
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	17
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	17
5.3	Popis kalibrace modelu	17
6	Výstupy z modelu	21
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	21
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	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	21

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
ADM	Administrativní
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DMT	Digitální model terénu
ICOB	Identifikační číslo obce
JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
ORP	Obec s rozšířenou působností
SOP	Studie odtokových poměrů
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
ZÚ	Záplavová území
2D model	Matematický model dvourozměrného proudění

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

Potřebné průtokové stavy byly řešeny na nově sestaveném matematického 1D modelu v zájmové oblasti.

2 Popis zájmového území

Název vodního toku: Smědá
IDVT (CEVT): 10100084_2
Číslo hydrologického pořadí: 2-04-10-007
2-04-10-011
2-04-10-013
2-04-10-015
2-04-10-019
2-04-10-021

Začátek zájmového úseku: ř.km 23,0
Konec zájmového úseku: ř.km 36,0

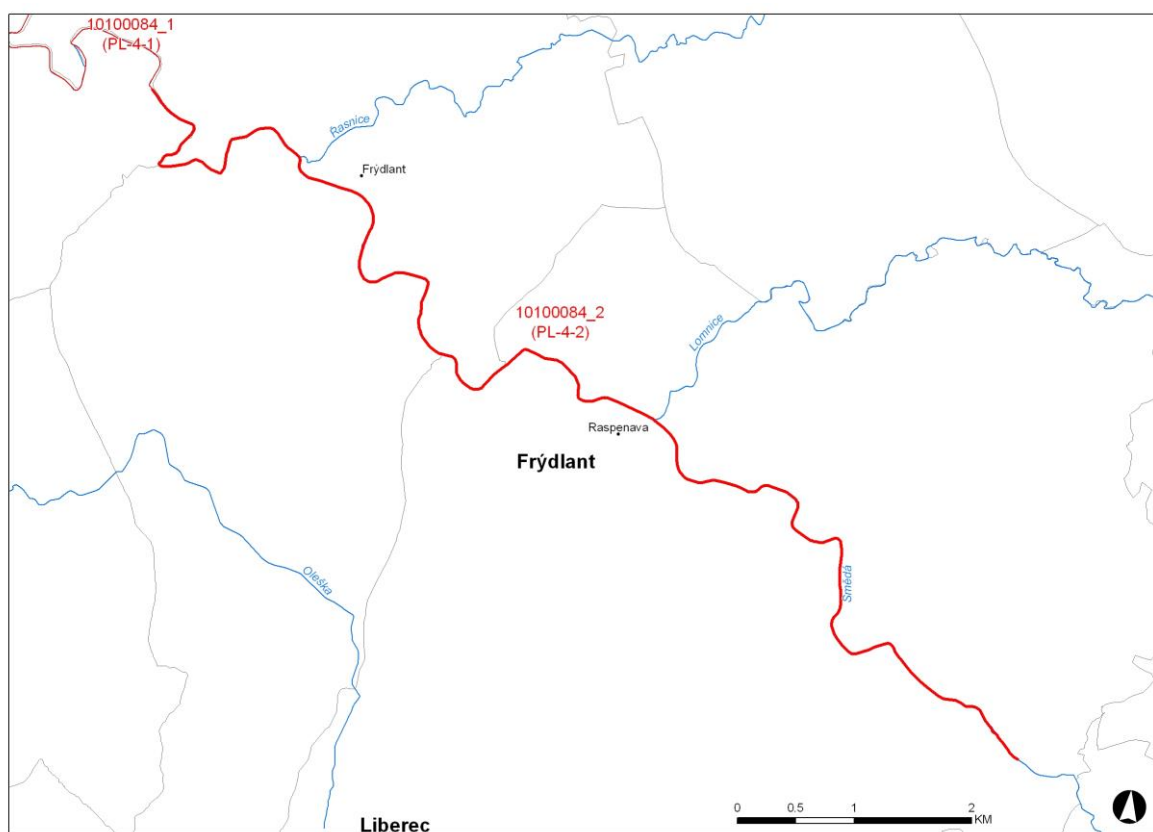
Významné přítoky: Pekelský potok (ř. km 32,505)
Lomnice (ř. km 30,878)
Řasnice (ř. km 25,590)

V zájmovém úseku Smědé se nevyskytují významná vodní díla.

Podklady:

Vrstvu a informace o navržených úsecích s významným povodňovým rizikem vlastní Ministerstvo životního prostředí. Názvy toků - spravuje VÚV TGM, v.v.i.; IDVT CEVT – spravuje Ministerstvo zemědělství.
Říční kilometráž spravuje Povodí Labe, státní podnik.

Obrázek – Přehledná mapa řešeného území



2.1 Všeobecné údaje

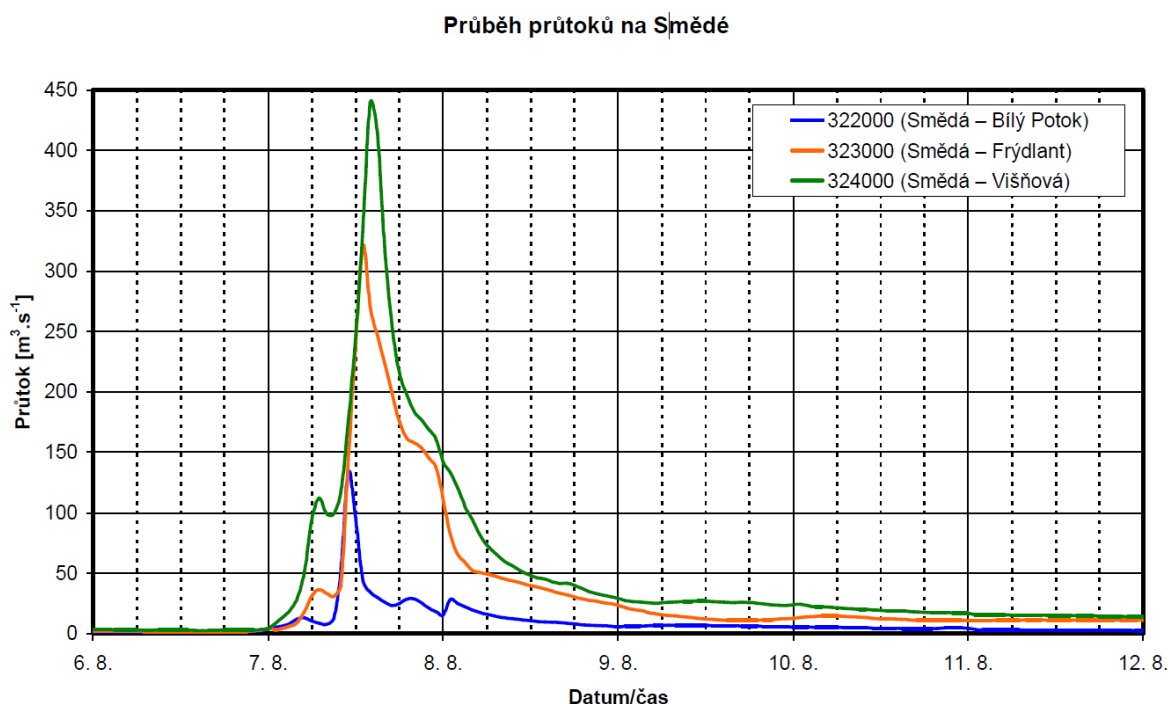
Zájmového území je vymezeno kilometrží vodního toku (ř. km) 23,0 až 36,0. Jedná se o digitální říční kilometráž (DKM), která byla poskytnuta podnikem Povodí Labe, státní podnik. Tato osa byla upravena dle aktualizovaného geodetického zaměření, a proto se veškeré staničení vztahuje k nově vytvořené ose. Řešený úsek vodního toku prochází intravilány měst Frýdlant a Raspenava.

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Povodeň 8/2010

Povodeň zasáhla oblast Libereckého a Ústeckého kraje, zejména povodí Lužické Nisy, Smědé, Ploučnice a Kamenice. Povodňové stavy na ostatním území ČR již byly nevýznamné.

Při vyhodnocení povodně byl zaznamenán rozliv a povodňové značky. Kulminační průtoky se vyhodnocovaly pomocí matematického modelu proudění, srážkoodtokového modelu.



3 Přehled podkladů

3.1 Topologická data

Hlavními topologickými daty byl digitální model terénu (DMT), který byl vytvořen z geodetického zaměření příčných profilů a objektů popisující koryto vodního toku a digitálního modelu reliéfu (DMR) popisujícího inundační území. Dalšími podklady vstupující do vytváření DMT byly projektové dokumentace, příp. skutečné zaměření již postavených staveb, které ovlivňují průtokové poměry.

Mezi další důležité topologické podklady patří některé vrstvy z GIS, jako je vrstva budov získaná z vektorového ZABAGEDu příp. upravená za pomoci leteckých snímků.

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

Digitální model terénu (DMT) byl vytvořen v softwaru ArcGIS a charakterizuje řešené území pomocí trojúhelníkové nepravidelné sítě (tin). DMT v tomto formátu slouží pro sestavení geometrie hydrodynamického modelu. Pro vytváření map hloubek byl převeden do rastrového formátu s velikostí mřížky 2x2 metry.

Vstupní data pro vytvoření DMT byla v textovém formátu (DMR a geodetické zaměření), nebo ve formátu .dwg (povinné spojnice s výškovou hodnotou).

Digitální model terénu je v polohovém souřadném systému S-JTSK a výškovém systému Bpv.

3.1.2 Mapové podklady

Základní Mapa – rastrový mapový podklad byl využit pro tisky mapových atlasů v měřítku 1:10 000 v celém rozsahu zájmového území.

Ortofoto snímky oblastí kolem vodních toků byly využity jako jeden ze zdrojů informací pro určování drsnostních charakteristik inundačních území. Tyto snímky byly k dispozici na celém řešeném úseku.

Vektorový ZABAGED sloužil k lokalizaci budov, které byly zadávány do hydrodynamického modelu.

Základní vodohospodářská mapa 1:50 000

Státní mapové dílo pro oblast vodního hospodářství.
zdroj: VÚV T.G.M.. v.v.i. ve spolupráci se Zeměměřickým úřadem
datum zpracování: 1989
měřítko: 1 : 50 000

Základní mapa ČR 1:10 000

Základní státní mapové dílo obsahující polohopis (sídla, objekty, komunikace, vodstvo, porost, povrch půdy, atd.), výškopis (vrstevnice a terénní stupně) a popis.
zdroj: Zeměměřický úřad
datum zpracování: aktualizace 2009
měřítko: 1 : 10 000

Ortofoto České republiky

Sada periodicky aktualizovaných barevných ortofot v rozměrech a kladu mapových listů Státní mapy 1:5 000
zdroj: Zeměměřický úřad
datum zpracování: aktualizace 2011
měřítko: 1 : 5 000

3.1.3 Geodetické podklady

Pro popis inundačního území byl použit podklad DMR 4. a 5. generace, který vytváří a poskytuje ČÚZK.

Digitální model reliéfu České republiky 4. generace (DMR 4G) představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskrétních bodů v pravidelné síti (5x5

m) bodů o souřadnicích X, Y, Z, kde Z reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,3 m v odkrytém terénu a 1 m v zalesněném terénu.

Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskretních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X, Y, Z, kde Z reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu.

DMR 4. generace byl k dispozici v celém rozsahu řešeného území. V případech, kde byla v daném místě k dispozici 5. generace DMR, byla upřednostněna před 4. generací.

Pro popis koryta vodního toku bylo využito stávající geodetické zaměření z roku 2000, 2011 doplněno o nové geodetické zaměření z května 2012.

Po povodních z roku 2010 vznikly projekty na obnovu po povodních, na základě kterých bylo vytvořeno geodetické zaměření v lokalitách Raspenavy a Frýdlantu a navržena obnova koryta. Všechny navržené obnovy jsou do digitálního modelu i matematického modelu zahrnuty.

V Raspenavě v řešeném území se v současnosti staví nová mateřská škola na nábřeží s ochranou proti povodni Q_{100} .

Veškeré geodetické podklady byly v polohovém souřadném systému S-JTSK a výškovém systému Bpv.

Digitální model reliéfu ČR 4. generace (DMR 4G)

datum pořízení: aktualizace 2012

výškový systém: Balt p.v.

souřadnicový systém: JTSK

pořizovatel zaměření: ČÚZK

Digitální model reliéfu ČR 5. generace (DMR 5G)

datum pořízení: aktualizace 2012

výškový systém: Balt p.v.

souřadnicový systém: JTSK

pořizovatel zaměření: ČÚZK

Geodetické zaměření příčných profilů koryta (pro modelaci dna koryta) a objektů

datum pořízení: 2000, 2011, 2012

výškový systém: Balt p.v.

souřadnicový systém: JTSK

pořizovatel zaměření: Povodí Labe, státní podnik

Projektové dokumentace obnovy po povodni – Frýdlant, Raspenava, Hejnice, Bílý potok

datum pořízení: 2011

výškový systém: Balt p.v.

souřadnicový systém: JTSK

pořizovatel zaměření: Povodí Labe, státní podnik

Projektová dokumentace mateřské školy v Raspenavě

datum pořízení: 2012

výškový systém: Balt p.v.

souřadnicový systém: JTSK

pořizovatel dokumentace: Město Raspenava

3.2 Hydrologická data

Hydrologická data, standardní N-leté vody doplněné o Q_{500} , byla objednána od ČHMÚ ve vybraných profilech.

Tabulka - N -leté průtoky (Q_N) v $m^3.s^{-1}$

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
nad Sloupským potokem	19. 12. 2011	34,260	83,3	145	240	366	II.
nad Pekelským potokem	19. 12. 2011	32,505	101	177	292	444	II.
nad Lomnicí	19. 12. 2011	30,870	106	184	304	462	II.
nad Rasnicí	19. 12. 2011	25,590	127	221	365	550	II.
ř. km 23,3 pod zástavbou Frýdlant	19. 12. 2011	23,084	141	246	407	615	II.

3.3 Místní šetření

Místnímu šetření předcházelo podrobné seznámení s veškerými získanými podklady. Zejména se jednalo o stávající geodetické zaměření a projektové dokumentace staveb typu protipovodňové opatření, obnovy po povodních a úprava toku. Dále proběhla schůzka s úsekovým technikem s představením stávajících podkladů a konzultací o jejich aktuálnosti příp. doplněním o podklady a informace, které nebyly doposud získány.

Se všemi informacemi a podklady bylo provedeno v řešené lokalitě podrobné místní šetření jak vlastního toku, tak přilehlého inundačního území. Byla vytvořena fotodokumentace objektů a vytvořena základní představa schematizace hydraulického modelu na základě předpokládaného proudění vody v řece a inundačním území. Při zjištění nedostatečnosti geodetických podkladů byla v terénu vytipována lokalizace zadání dalších geodetických prací.

Místní šetření bylo provedeno dne 19. 10. 2011.

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

Do DMT i hydrodynamického modelu byly zahrnuty všechny projektové dokumentace obnovy po povodních a nové geometrie mostních objektů, které byly po povodních 2010 zničeny a jsou navrženy jejich rekonstrukce, které ve většině případů mění průtočný profil a zlepšují průtokové poměry odstraněním pilířů.

Projektová dokumentace Mateřské školy v Raspenavě na náspu.

Manipulace na pohyblivých jezích se při modelování řídí získanými manipulačními řády.

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

Postupy zpracování jsou v souladu s následujícími dokumenty v jejich platném znění:

- [1] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [4] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [5] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [6] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [7] TNV 75 2910 Manipulační řády vodních děl na vodních tocích.
- [8] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [9] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [10] 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).

- [11] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [12] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [13] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Všechny dostupné podklady byly pro sestavení DMT a hydrodynamického modelu dostačující.

4 Popis koncepčního modelu

Pro hydraulické výpočty je použit matematický 1D model proudění.

4.1 Schematizace řešeného území

Zájmové území je schematizováno příčnými profily. Na základě charakteru území byl zvolen model s 1D schematizací. Vzdálenost mezi výpočetními příčnými profily je v průměru na celý úsek 86 m.

Ve významnějších místech, např. intravilán, je zpravidla vzdálenost mezi profily menší.

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Vliv nestacionarity proudění je ve výpočtech zanedbán a výpočty jsou zpracovány metodou ustáleného nerovnoměrného proudění v souladu s požadavky objednatele.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Modelové výpočty ustáleného nerovnoměrného proudění vyžadují zadání okrajové podmínky v dolním výpočtovém profilu formou hodnot úrovně hladin. Jelikož řešený úsek u dolní okrajové podmínky navazuje na navazující řešený úsek, byly úrovně hladin dolních okrajových podmínek převzaty z výsledků řešeného navazujícího úseku. V místech významných přítoků se zadává jen změna průtoků. Další okrajové podmínky nebo počáteční podmínky model nevyžaduje.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Pro výpočet byl použit matematický program vyvinutý americkým hydrologickým centrem (Hydrologic Engineering Center- HEC), který spadá pod tým inženýrů institutu vodních zdrojů (Institute for Water Resources - IWR) americké armády. Slouží k jednorozměrnému matematickému modelování říčních systémů (River Analysis Systém - RAS). První verze HEC- RAS 1.0 byla uvedena v červenci roku 1995. Nejnovější verze je v současnosti HEC- RAS 4.1.

Předpoklady výpočtu

- Průtok vody v řece je buď nerovnoměrný ustálený anebo nerovnoměrný neustálený.
- Proudění je pozvolna měnící se. Nedochází k náhlým změnám v příčném průřezu.
- K náhlé změně průřezu může dojít pouze v objektech, jako jsou jezy, mosty nebo propustky
- Sklon řeky je menší než $i = 0,1$
- Proudění je jednorozměrné, proud vody má směr vždy kolmý na zadaný příčný profil.

Uživatelské manuály

- HEC-RAS River Analysis System - User's Manual, US Army Corps of Engineers (Hydrologic Engineers Center), January 2010
- HEC-RAS River Analysis Systém – Hydraulic Reference Manual, US Army Corps of Engineers (Hydrologic Engineers Center), January 2010
- HEC-GeoRAS Geospatial River Analysis System - User's Manual, US Army Corps of Engineers (Hydrologic Engineers Center), January 2010

5.2 Vstupní data numerického modelu

Numerický model proudění je definován příčnými profilem nad digitálním modelem terénu, ze kterého si odečítá geometrii. Příčné profiley jsou rozděleny na pravou a levou inundaci a samotné koryto vodního toku, kde jsou tyto tři části určeny drsnostní charakteristiky v podobě Manningova součinitele v závislosti charakteru a využití území a materiálu dna. Hodnoty Manningova součinitele drsnosti pro jednotlivé dílčí části profilů byly stanoveny na základě mapových podkladů, fotodokumentace, rekognoskace terénu a archivních zrnitostních rozborů splavenin.

Hydrologická data se přebírají z údajů ČHMÚ (viz kap. 3.2) jako okrajové podmínky výpočtu v profilech, kde dochází ke změně průtoků.

V dolním výpočtovém profilu je okrajová podmínka úrovně hladin stanovena výpočtem nerovnoměrného proudění řešeného navazujícího úseku.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Koryto vodního toku prochází takřka v celém řešeném úseku intravilánem (města Frýdlant a Raspenava). Koryto je upraveno a má obdélníkový tvar. Řešená lokalita má podhorský charakter s vyšším podélným sklonem a úzkým údolím, kde nedochází k širokým rozlívům.

Zástavba je záplavovém území v blízkosti vodního toku, v některých případech začíná na břehu.

Manipulace na ovladatelných jezích byla do modelu zadána dle manipulačních řádů jednotlivých jezů.

Výpočet je proveden za předpokladu zachování volného průtočného profilu mostů a také modelového geometrického tvaru ochranných hrázek podél koryta, bez uvažování jejich potenciálního porušení.

Veškeré objekty jsou popisovány dle atributů z aplikace GISyPoNET. Jedná se o internetovou aplikaci pro prohlížení a správu dat související s jevy na vodních tocích. Aplikaci spravuje Povodí Labe, státní podnik. Popis objektů je dle schématu „Jev_ID, Typ_jevu, Název_jevu, adm_řKM_od“.

Jezy v zájmovém území:

400048775, JEZ, Frýdlant II, ADM ř. km 24,180

400048780, JEZ, Frýdlant - Zámecký, ADM ř. km 25,685
JEZ, ADM ř. km 27,200
400048799, JEZ, Raspenava III, ADM ř. km 32,831
400048803, JEZ, Raspenava IV, ADM ř. km 33,231
400048806, JEZ, Lužec I, ADM ř. km 33,905

Mosty a lávky v zájmovém území:

400048719, MOST, Frýdlant-cesta, ADM ř. km 23,321
400048773, MOST, Frýdlant-železnice, ADM ř. km 23,383
400048774, MOST, Frýdlant-železnice, ADM ř. km 23,524
400048776, MOST, Frýdlant-silnice, ADM ř. km 24,390
400048777, MOST, Frýdlant-lávka, ADM ř. km 24,648
400048778, MOST, Frýdlant-silnice, ADM ř. km 24,929
400048779, MOST, Frýdlant-lávka, ADM ř. km 25,159
400048782, MOST, Frýdlant-lávka, ADM ř. km 25,753
400048783, MOST, Frýdlant-silnice, ADM ř. km 26,012
400048784, MOST, Frýdlant-cestní, ADM ř. km 26,381
400048787, MOST, Raspenava-lávka, ADM ř. km 27,932
400048788, MOST, Raspenava-silnice, ADM ř. km 29,205
400048789, MOST, Raspenava-lávka, ADM ř. km 29,630
400048790, MOST, Raspenava-lávka, ADM ř. km 30,079
400048791, MOST, Raspenava-lávka, ADM ř. km 30,295
400055457, MOST, Raspenava-lávka, ADM ř. km 30,651
400048792, MOST, Raspenava-cestní, ADM ř. km 30,870
400055456, MOST, Raspenava-lávka, ADM ř. km 31,153
400055482, MOST, Raspenava - lávka, ADM ř. km 31,446
400048795, MOST, Raspenava-silnice, ADM ř. km 31,774
400048796, MOST, Raspenava-lávka, ADM ř. km 32,012
400048797, MOST, Raspenava-železnice, ADM ř. km 32,186
400048798, MOST, Raspenava-lávka, ADM ř. km 32,360
400048808, MOST, Lužec-cestní, ADM ř. km 34,195
400048809, MOST, Lužec-cestní, ADM ř. km 34,425
400048802, MOST, Raspenava-cestní, ADM ř. km 32,858
400048805, MOST, Lužec-místní komunikace, ADM ř. km 33,429

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Hydraulická drsnost je v modelu zadávána pomocí Manningova drsnostního součinitele. Tento součinitel je jeden z faktorů, který ovlivňuje výslednou výšku hladiny a představuje jednu z charakteristik popisující terén a odpor prostředí. Pro potřeby výpočtu byly hodnoty drsnostních součinitelů odvozeny z podobnosti jiných toků, kde je tento součinitel znám a lze tedy předpokládat i v námi řešeném území. V úsecích, kde jsou k dispozici kalibrační povodňové značky, byla výsledná drsnost upravena dle těchto bodů tak, aby pro známý průtok byla dosažena známá zaměřená hladina. Přehledně jsou jednotlivé drsnostní součinitele uvedeny následující tabulce.

Charakter území	Manningův drsnostní součinitel n
koryto řeky	0,025 – 0,04
louky, pole	0,06 – 0,09
zalesněné území	0,1 – 0,12
zastavěné území	0,2

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Horní okrajové podmínky jsou zadány v místech s výrazně měnícími hydrologickými poměry v místech významných přítoků a odběru do odlehčovací štol. Na Horních okrajových podmínkách je zřetelný účinek protipovodňového opatření, kde se od místa odlehčení části povodňového průtoku skokově sníží hodnoty průtoků.

Dolní okrajové podmínky byly převzaty z výsledků navazujícího řešeného úseku.

Tabulka - N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení

Úsek Smědé / N-leté průtoky Q_N	Úsek toku (km od - do)	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Poznámka
nad Sloupským potokem – konec řešeného úseku	34,260 – 36,203	83,3	145	240	366	
nad Pekelským potokem – pod Sloupským potokem	32,505 – 34,260	101	177	292	444	
nad Lomnicí pod Pekelským potokem	30,870 – 32,505	106	184	304	462	
nad Řasnicí – pod Lomnicí	25,590 – 30,870	127	221	365	550	
začátek řešeného úseku – pod Řasnicí	23,084 – 25,590	141	246	407	615	
Dolní okrajová podmínka v podobě úrovně hladiny	23,084	274,54	275,45	276,53	277,52	Dolní okrajová podmínka (m n.m.)

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Pro hydraulické výpočty je použit model ustáleného proudění, počáteční podmínky pak nejsou zadávány.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Pro zpracování zadání skládající se ze sestavení DMT a vytvoření matematického modelu byly veškeré dostupné podklady dostačující.

Nicméně je nutné vzít v úvahu přesnosti použitých podkladů a jejich interpretace. Samotná geodetická data v podobě polohové a výškově umístěných bodů mají svou danou přesnost a hodnoty mezi nimi jsou výsledky určité interpolace, kde může docházet k nejistotám.

Další z nejistot, ke kterým může docházet, je fakt, že se řešené území schematizuje pomocí příčných profilů, ve kterých probíhá výpočet, a výsledky jsou dále interpretovány plošně pomocí interpolace.

5.3 Popis kalibrace modelu

Matematický model byl kalibrován na povodňové značky z povodně roku 2010.

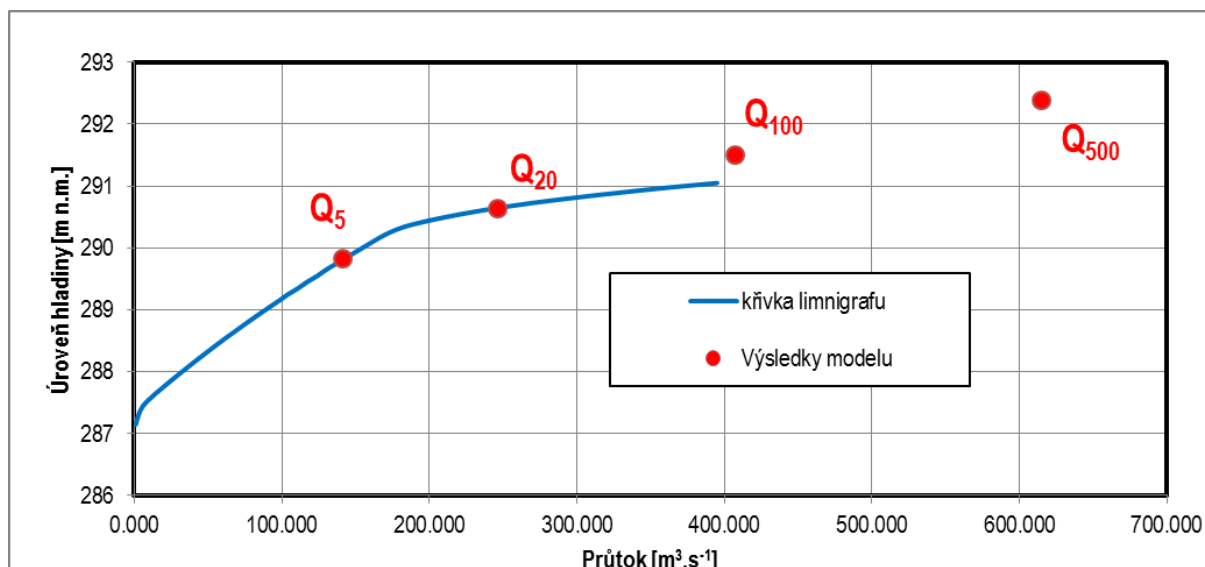
Český hydrometeorologický ústav má v platnosti od 1.4.2012 měrnou křivku (křivka 632, DBC 3230) ve Frýdlantu, se kterou byly porovnány výsledky výpočtů matematickým 1D modelem. Rozdíl udává rozdíl mezi odečtenou úrovní z měrné křivky limnigrafické stanice a vypočtenou úrovní hladiny. Rozdíl je tedy s příslušným znamínkem.

Tabulka – Porovnání výsledků modelu s limnigrafickou stanicí ve Frýdlantu

N-leté průtoky Q_N	Hodnota Q_N dle limnigrafu ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Lmg. Frýdlant nula vodočtu 287.05 (m n.m.)	vypočtená úroveň hladiny (m n.m.)	Rozdíl (m)
Q_5	141	289,81	289,83	0,02
Q_{20}	246	290,65	290,63	-0,02
Q_{100}	407	291,07	291,51	0,44

Q_{500}	615	-	292,39	-
-----------	-----	---	--------	---

Obrázek – Porovnání výsledků modelu s limnigrafickou stanicí ve Frýdlantu



Pro kalibraci byl použit kulminační průtok $Q_{kulm} = 395 m^3.s^{-1}$ naměřený v limnigrafické stanici ve Frýdlantu. Žádné další měření či odhady kulminačních průtoků pomocí srážkooodtokových nebo hydraulických modelů v dalších lokalitách nebyl a proto byly pro kalibraci uvažovány pouze kalibrační značky na území Frýdlantu.

V intravilánu města Frýdlant bylo zaměřeno mnoho povodňových značek, ze kterých byly vybrány ty nejvhodnější pro kalibraci, tj. značky v korytě a jeho blízkosti. V rámci jednotlivých příčných profilů se úrovně povodňových značek lišily v decimetrech.

Inundační území Směd v řešeném úseku není rozsáhlé a ve většině míst, kde dochází k větším rozlivům je z pravidla hustá zástavba (např. centrum Frýdlantu). V takovýchto případech bylo inundační území buď zneprůtočněno, nebo mu byla zadána vysoká drsnost.

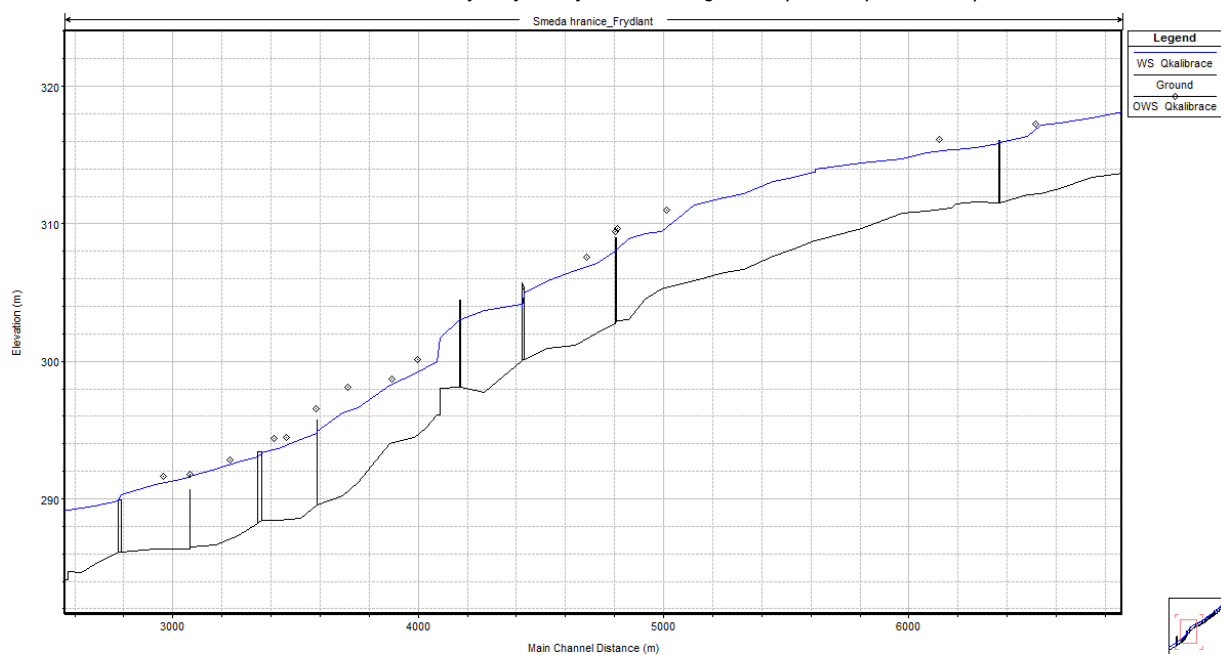
Charakter vodního toku je podhorský, u kterého vznikají velké rychlosti proudění a mohou vytvářet nejistoty kalibračních značek z důvodu vzniku vln či lokálních změn přeměn rychlostních výšek na polohové. Proto nebylo možno sestavený hydrodynamický model řádně zkalibrovat dle podkladních povodňových značek. Při kalibrační povodni se významně měnily odtokové poměry, kdy docházelo k ucpání mostních profilů splávkami a významný povodňový průtok protékal inundačním územím.

Tabulka – Kalibrační značky a výsledky kalibrace dle vyhodnocení povodně z roku 2010

Místo	X (m)	Y (m)	Z (m n.m.)	Poznámka	Z model (m n.m.)	rozdíl (m)
Frýdlant	-684558	-957309	291,61	již mírně ovlivněno pravostranným přítokem Řasnice, značky dále po toku jsou již významně ovlivněny a není k nim příslušný kulminační průtok	291,15	-0,46
Frýdlant	-684469	-957375	291,75	kalibrační značka v ulici kolmé k ose toku a směru proudění se středně hustou zástavbou, kde nedochází k podélnému proudění	291,66	-0,09
Frýdlant	-684294	-957378	292,84	značka v korytě	292,45	-0,39
Frýdlant	-684222	-957528	294,36		293,57	-0,79

Místo	X (m)	Y (m)	Z (m n.m.)	Poznámka	Z model (m n.m.)	rozdíl (m)
Frýdlant	-684139	-957559	294,47		293,91	-0,56
Frýdlant	-684164	-957695	296,53	povodňové značky významně vyš, než vypočtené, lze odůvodnit možným ucpáním průtokového otvoru lávky, vzdutím hladiny a následným stržením lávky povodní	294,70	-1,83
Frýdlant	-684206	-957816	298,08		296,38	-1,70
Frýdlant	-684271	-957974	298,73		298,29	-0,44
Frýdlant	-684244	-958060	300,09	značka pod jezem měřená u náhonu, kde dochází k významným změnám proudění, vzniku vln a z důvodu velkého spádu hladiny na jezu v korytě může být rozdíl hladin v podjezí a vody přitékající z náhonu (okolního terénu) zpět do koryta možný	299,14	-0,95
Frýdlant	-683778	-958182	307,55	v lokalitě došlo při povodni k destrukci celé mostní konstrukce, v rámci obnovy po povodni bude realizován nový mostní objekt a úprava koryta,	306,86	-0,69
Frýdlant	-683727	-958298	309,43		308,03	-1,40
Frýdlant	-683808	-958284	309,65		308,14	-1,51
Frýdlant	-683749	-958482	310,98	z těchto důvodů nebylo možná na značky nakalibrovat	309,72	-1,26
Raspenava	-683030	-958915	316,10	v blízkosti značky je navržena rekonstrukce mostu s odstraněním pilíře v ose koryta zlepšující odtokové poměry	315,28	-0,82
Raspenava	-682732	-958726	317,24		316,84	-0,40

Obrázek – Kalibrační značky a výsledky kalibrace v grafické podobě podélného profilu



6 Výstupy z modelu

Výstupem z hydrodynamického modelu jsou hydraulické charakteristiky proudění modelovaných průtokových scénářů spočítané v jednotlivých příčných profilech. Lze je prezentovat tabelární nebo grafickou formou v podobě podélných a příčných profilů, bodového pole rychlostí a map hloubek. Pro sestavení map povodňového nebezpečí jsou základním výstupem z hydraulických modelů mapa hloubek a mapa rychlostí. Mapové výstupy představují georeferencovanou rastrovou mapu v požadovaném měřítku a formátu.

6.1 Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Záplavové čáry tvoří obalovou křivku záplavovému území resp. mapám hloubek. Zobrazují maximální rozsah povodně pro daný průtok. Jsou zobrazeny v jedné mapě pro všechny povodňové scénáře. Tím je umožněno snadné porovnání rozsahu povodní. Záplavové čáry jsou zobrazeny na podkladě Základní rastrové mapy ČR v měřítku 1:10 000.

Analýzou průniku maximálního rozlivu (při průtoku Q_{500}) a správních území byly zajištěny informace o následujících dotčených správních územích obcí uvedené v následující tabulce.

Tabulka – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
03509	Frýdlant	564028	Frýdlant
03509	Frýdlant	530433	Kunratice
03509	Frýdlant	564371	Raspenava

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

Mapa hloubek vznikne odečtením vypočítané úrovně hladiny a sestaveného digitálního modelu terénu. V barevné škále zobrazuje názorně hloubku vody při povodni v záplavovém území a upozorňuje na rizikové oblasti s vysokými hloubkami vody. Výsledný rastr ve formátu .tif o velikosti pixelu 2 x 2 m obsahuje informace o hloubce vody pro každý pixel. Pro přehledné znázornění hloubek v tištěné podobě je výsledná hloubka vody rozdělena do kategorií s pevně zvoleným rozsahem hloubky (znázorněno v legendě mapového výstupu). Mapa hloubek je zobrazena na podkladě Základní rastrové mapy ČR v měřítku 1:10 000.

Nad mapu hloubek jsou zobrazeny bodové rychlosti proudění ve všech výpočetních profilech (viz kapitola 6.3).

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

Informace o rychlosti proudění vody v korytě a v inundačním území u jednorozměrného modelu jsou známy pouze ve výpočetních profilech. Po provedení výpočtu a získání úrovně vodní hladiny v profilu je možné dopočítat rozdělení rychlostí v korytě a levé i pravé inundaci. Rychlosti jsou prezentovány pomocí vhodně distribuovaných bodů na příčných profilech. Distribuce bodů je závislá na velikosti vodního toku (koryta toku) a rozsahu záplavového území. V korytě vodního toku bude vždy umístěn alespoň jeden bod charakterizující rychlost proudění v korytě.

Výsledné zobrazení rychlostí je součástí mapy hloubek, kdy informace o rychlosti spolu s hloubkou vody dávají názornou představu o charakteru nebezpečí při povodni v pozorovaném úseku.

6.4 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

Nejistoty mohou vstupovat do výpočtů a dále do výsledků v každé dílčí fázi zpracování. Jedná se zejména o nejistoty hydrologických dat, geodetických dat, zpracování digitálního modelu terénu, schematizace řešeného

území hydrodynamickým modelem, přesnost hydrodynamického modelu, drsnosti povrchů, kalibrační značky, kulminační průtoky historických povodní atd.

Způsob zpracování vycházel z použití nejmodernějších a nejaktuálnějších vstupních podkladů, hydrodynamických modelů, metod zpracování hydrodynamických modelů a prezentace jejich výsledků s cílem minimalizovat nejistoty ve výsledcích výpočtů.