

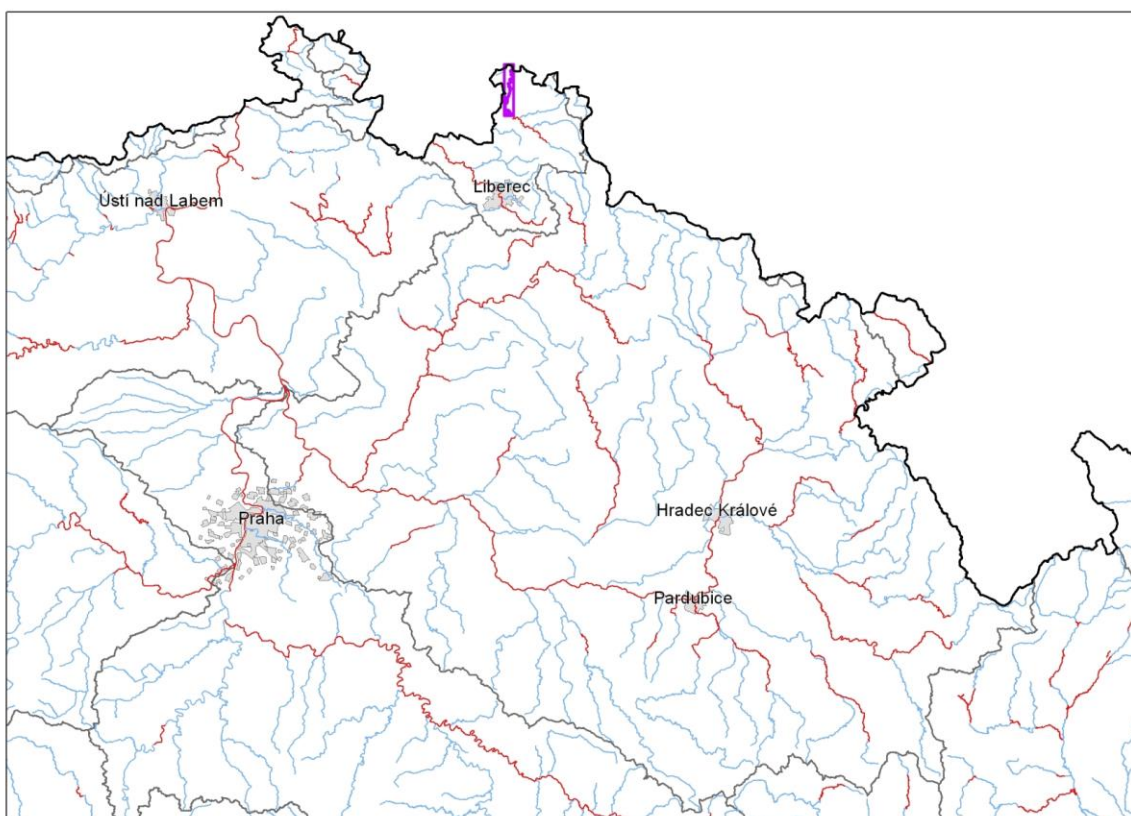


TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE A UCELENÉHO ÚSEKU DOLNÍHO LABE

DÍLČÍ POVODÍ LUŽICKÁ NISA A OSTATNÍ PŘÍTOKY ODRY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

SMĚDÁ - 10100084_1 - Ř. KM 0,000 - 23,000 (PL-4-1)



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_1 - Ř. KM 0,000 - 23,000 (PL-4-1)

Pořizovatel:



Povodí Labe, státní podnik
Víta Nejedlého 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	8
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	12
4	Popis koncepčního modelu	13
4.1	Schematizace řešeného území.....	13
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění.....	15
4.3	Způsob zadávání OP a PP.....	15
5	Popis numerického modelu.....	16
5.1	Použité programové vybavení.....	16
5.2	Vstupní data numerického modelu.....	16
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území.....	16
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	17
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	17
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	18
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	18
5.3	Popis kalibrace modelu	18
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	22

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_1
Číslo hydrologického pořadí: 2-04-10-021
2-04-10-023
2-04-10-029

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

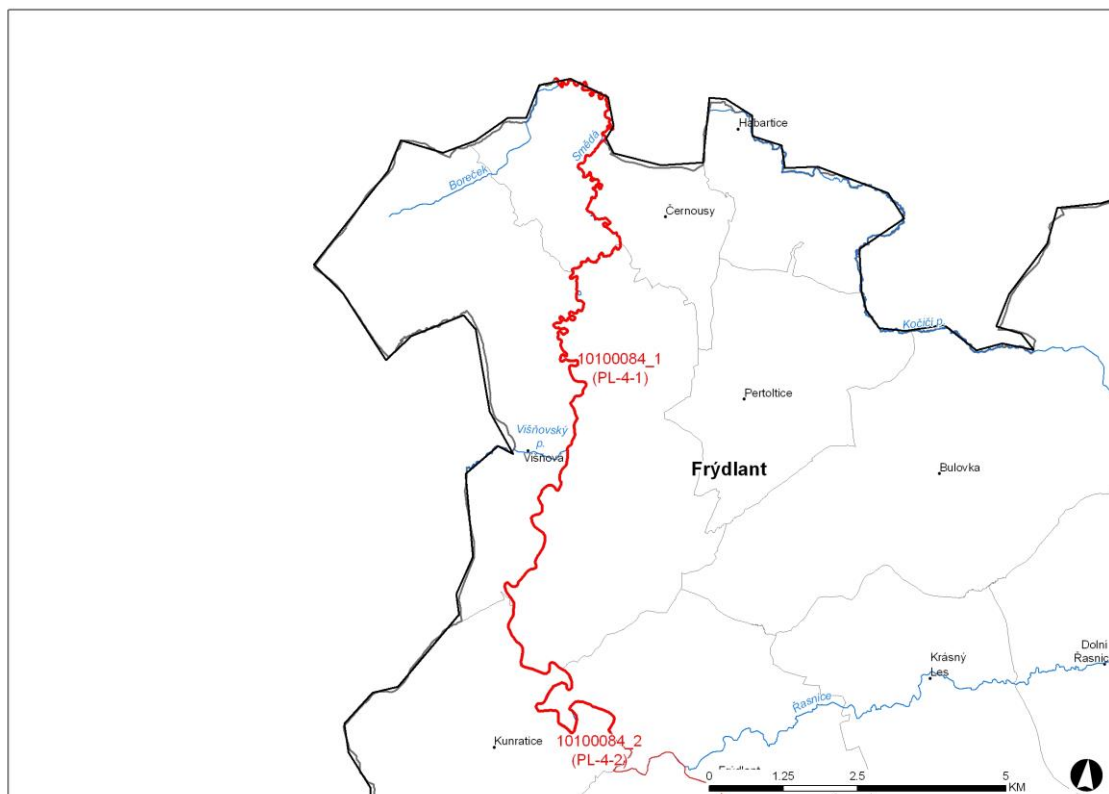
Významné přítoky: Višňovský potok (ř. km 13,424)
Saňský potok (ř. km 7,935)

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

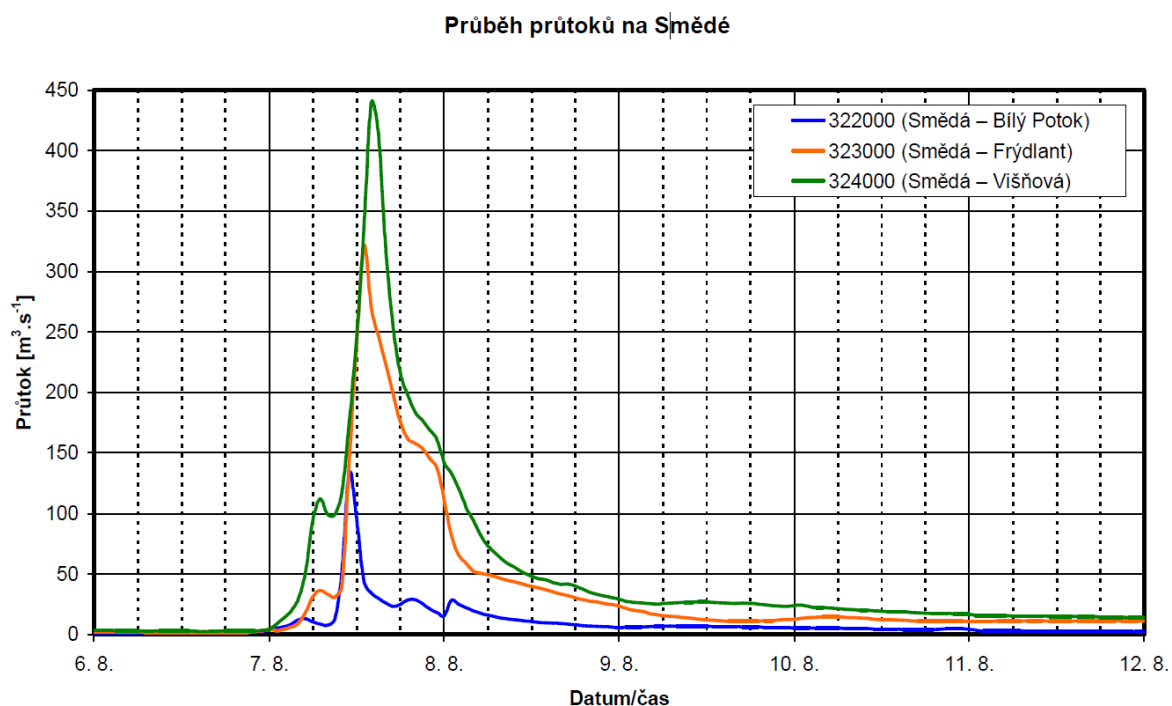
Zájmového území je vymezeno kilometrází vodního toku (ř. km) 0,0 až 23,0. Jedná se o digitální říční kilometráž (DKM), která byla poskytnuta podnikem Povodí Labe, státní podnik. Tato osa byla upravena dle aktualizovaného geodetického zaměření, a proto se veškeré staničení vztahuje k nově vytvořené ose.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

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 a odečtem z měrné křivky limnigrafické stanice v Předlance.



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 5. generace, který vytváří a poskytuje ČÚZK.

Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskrétních 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 5. generace byl k dispozici v celém rozsahu řešeného území.

Pro popis koryta vodního toku bylo využito stávající geodetické zaměření z prosince 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 mnoha lokalitách a navržena obnova koryta. Všechny navržené obnovy jsou do digitálního modelu i matematického modelu zahrnuty.

V lokalitě Višňová Víska je navrženo protipovodňové opatření „Protipovodňová opatření v IÚ Smědě, Višňová – Víska, Minkovice“, které je v současnosti ve výstavbě a je zahrnuto do digitálního modelu terénu i do výpočtů.

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

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: 2011, 2012

výškový systém: Balt p.v.

souřadnicový systém: JTSK

pořizovatel zaměření: Povodí Labe, státní podnik

Projektové dokumentace obnovy po povodni – Černousy, Víska, Višňové

datum pořízení: 2011

výškový systém: Balt p.v.

souřadnicový systém: JTSK

pořizovatel zaměření: Povodí Labe, státní podnik

Projektové dokumentace „Protipovodňová opatření v IÚ Smědě, Višňová – Víska, Minkovice“

datum pořízení: 2011

výškový systém: Balt p.v.

souřadnicový systém: JTSK

pořizovatel dokumentace: Obec Višňová

3.2 Hydrologická data

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

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

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
nad Višňovským potokem	19. 12. 2011	13,020	150	261	432	654	II.
nad Saňským potokem	19. 12. 2011	7,935	169	295	490	740	II.
státní hranice	19. 12. 2011	0,000	171	299	497	750	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 18. 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 akce „Protipovodňová opatření v IÚ Smědé, Višňová – Víska, Minkovice“.

Manipulace na pohyblivých jezech 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

Veškerá dostupná geodetická zaměření byla aktuální, jelikož byla pořízena až po povodních v roce 2010, kdy došlo k lokálním změnám koryta a trasování vodního toku vymíláním a usazováním. 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 pro průtoky Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , kdy dochází k zaplavení celé nivy a pro průtok Q_5 byla zvolena schematizace 1D+ s větvenou sítí. Vzdálenost mezi výpočetními příčnými profily v ose koryta je v průměru na celý úsek 219 m, avšak průměrná vzdálenost příčných profilů v inundačním území je 160 m. Významný rozdíl ve vzdálenostech je způsoben výrazným meandrováním vodního toku.

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

Tabulka – Rozdělení průtoku v lokalitě větvení od obce Poustka po Filipovku

Vodní tok	Popis	Úsek toku (km od - do)	Q_5 ($m^3 \cdot s^{-1}$)
větev	ústí do Smědé – pod přítokem Višňovského potoka	0,000 – 2,123	126,4
větev	nad přítokem Višňovského potoka – začátek větve oddělením od Smědé	2,123 – 3,318	60,4
Smědá	pod rozvětvením	7,857 – 9,833	169
Smědá	přítok větve zpět do Smědé – pod Višňovským potokem	9,833 – 12,965	42,6
Smědá	nad Višňovským potokem - odpojení větve od Smědé	12,965 – 15,161	89,6
Smědá	nad rozvětvením	15,161 – 23,083	150

Hodnoty průtoků v korytě Smědé a větve v inundačním území se v průběhu dílčích úseků mírně mění. V tabulce je zobrazena nejvýznamnější změna v lokalitě u přítoku Višňovského potoka.

Obrázek – Schéma vedlejší větve od obce Poustka po Filipovku



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.

Dolní okrajová podmínka byla dopočítána za předpokladu vytvoření rovnoměrného proudění, kdy je sklon čáry energie, vodní hladiny a dna toku totožný.

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 pro 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 v podobě spočítané úrovně hladin na základě předpokladu vytvoření rovnoměrného proudění, kdy je sklon čáry energie, vodní hladiny a dna toku totožný.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Koryto vodního toku má v řešeném úseku přírodní charakter s lichoběžníkovým průtočným profilem.

Řešená lokalita již svým charakterem přechází z podhorského území na plošší, jejíž horní část je v uzavřeném údolí se zalesněními svahy údolí a níže po toku se údolí otevírá až do rovinatých území, kde dochází k významnému meandrování vodního toku, vytváření slepých ramen a přirozené změně trasování v důsledku vymílacích a usazovacích procesů.

Zástavba je v řešeném území rozptýlená a nesouvislá tvořená rodinnými domy. Většinu záplavového území tvoří louky.

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:

400055029, JEZ, Ves, ADM ř. km 2,809
400055033, JEZ, Poustka, ADM ř. km 13,021
400048699, JEZ, Harta, ADM ř. km 17,584
400048717, JEZ, Kunratice, ADM ř. km 20,692

Mosty a lávky v zájmovém území:

400048698, MOST, Víska-silnice, ADM ř. km 16,522
400048696, MOST, Víska-silnice, ADM ř. km 14,822
400048693, MOST, Poustka-silnice, ADM ř. km 13,945
400055473, MOST, Poustka - lávka, ADM ř. km 12,817
400048687, MOST, Poustka-silnice, ADM ř. km 11,814
400048675, MOST, Předlánce-cesta, ADM ř. km 10,659
400048669, MOST, Boleslav-železnice, ADM ř. km 5,583
400048664, MOST, Boleslav-silnice, ADM ř. km 4,519
400048650, MOST, Ves-silnice, ADM ř. km 2,636

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 snižují hodnoty průtoků.

Dolní okrajové podmínky byly dopočítány na základě předpokladu vytvoření rovnoměrného proudění, kdy je sklon čáry energie, vodní hladiny a dna toku totožný.

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
Státní hranice – pod Saňským potokem	0.000 – 7,935	171	299	497	750	
nad Saňským potokem – pod Višňovským potokem	7,935 – 12,965	169	295	490	740	
nad Višňovským potokem – konec řešeného úseku	12,965 – 23,084	150	261	432	654	

Dolní okrajová podmínka v podobě úrovně hladiny	0.000	211,73	212,20	212,78	213,40	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, až na spodní část úseku, kde záplavové území zasahuje za hranice ČR a DMR části tohoto území chybí.

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

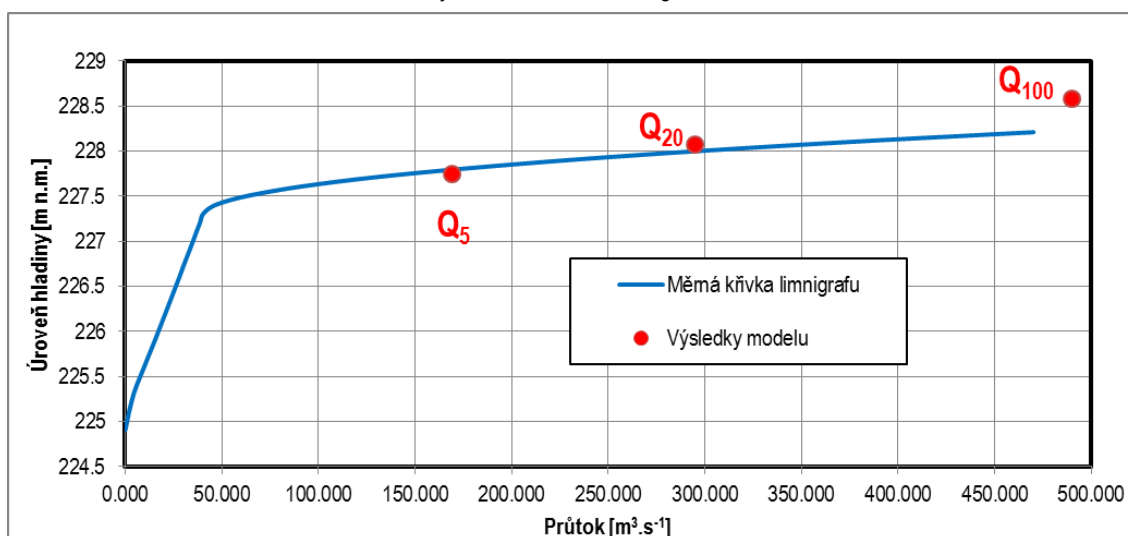
Matematický model byl kalibrován na povodňové značky z povodně roku 2010.

Český hydrometeorologický ústav má v platnosti od 1.1.2012 měrnou křivku (křivka 567, DBC 3260) v Předlance, 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 v Předlance

N- leté průtoky Q_N	Hodnota Q_N dle limnigrafu ($m^3 \cdot s^{-1}$)	Lmg. Předlance nula vodočtu 224.91 (m n.m.)	vypočtená úroveň hladiny (m n.m.)	Rozdíl (m)
Q_5	169	227,80	227,74	-0,06
Q_{20}	295	228,01	228,07	+0,06
Q_{100}	490	228,33	228,58	+0,25

Obrázek – Porovnání výsledků modelu s limnigrafickou stanicí v Předlance



Dle zprávy vyhodnocení po povodních byly stanoveny průtokové množství, která se v rámci řešeného úseku významně neliší. V horní části úseku v lokalitě Víška byl průtok při povodni $440 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a níže po toku se zvýšil na $450 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Na základě těchto průtoků byl model kalibrován.

Kalibrační značky v lokalitách, kde se významně změnily odtokové poměry od povodně z roku 2010, nebyly použity pro kalibraci modelu. Týká se to zejména v lokalitě navrženého protipovodňového opatření v obci Víška a rekonstrukcí mostních objektů, kde došlo ke změně průtočného profilu odstraněním pilířů.

V řešené lokalitě, kde byly k dispozici kalibrační značky, jsou výrazné rozlivy a dle naměřených značek byla hladina při povodni výrazně rozdílná v údolnicových profilech, kdy hladina v korytě a v inundačním území při plném kontinuálním zaplavení celého údolnicového profilu byla v některých případech rozdílná až o jeden metr. Na základě těchto skutečností dosahují výsledky kalibrace v některých případech větší odchylky.

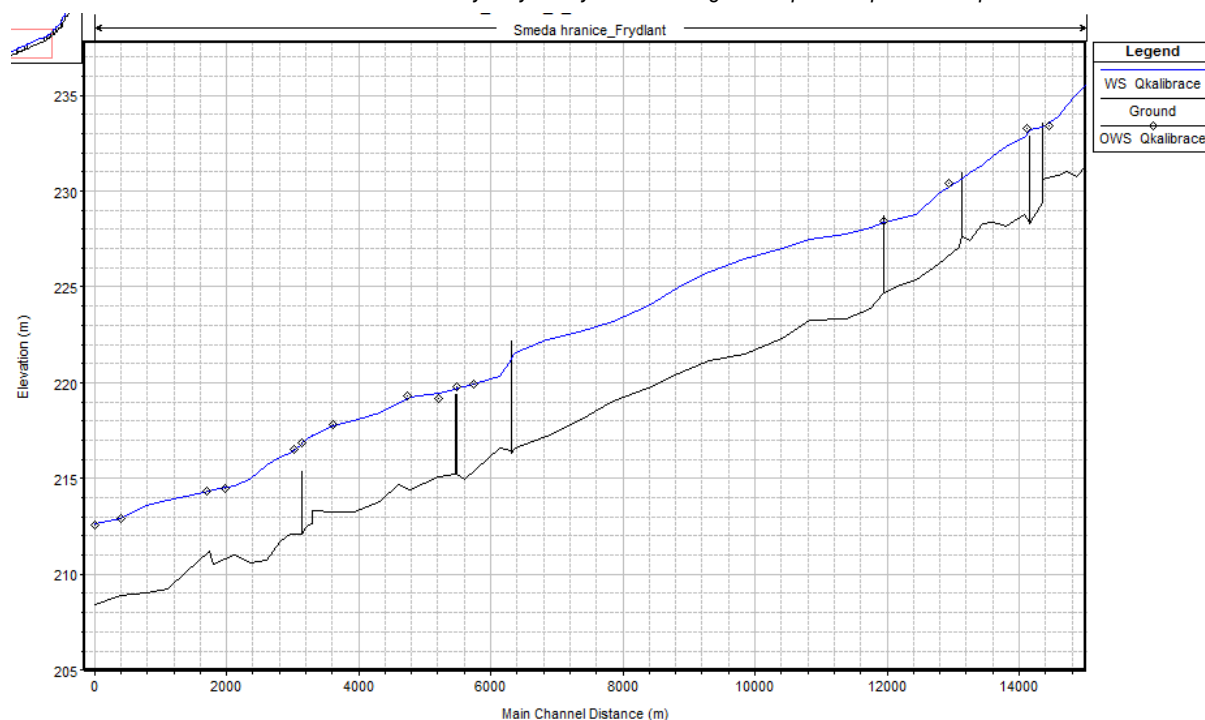
Drsnosti zadávané při kalibraci nabývali vyšších hodnot, protože při takto rozsáhlých rozlivech s meandrujícím tokem přes celé údolí dochází ke změnám směru v inundačním území, které nelze dostatečně přesně charakterizovat 1D modelem.

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)
Ves	-687020	-945493	212,59		212,62	+0,03
Ves	-686828	-945615	212,92		212,92	±0,00
Ves	-686655	-945948	214,37		214,29	+0,08
Ves	-686566	-946078	214,48		214,49	-0,01
Ves	-686236	-946449	216,51		216,51	±0,00
Ves	-686189	-946526	216,88		216,85	-0,03
Ves	-686057	-946768	217,65	dále od vodního toku pod průmyslem	217,42	-0,23
Černousy	-686024	-946914	217,84	dále od vodního toku u průmyslu	217,71	-0,13
Černousy	-686023	-947229	219,33	dále od vodního toku nad průmyslem	219,14	-0,19
Boleslav	-686526	-947425	219,20	(rozdíl větší než 20 cm)	219,45	+0,25
Boleslav	-686414	-947587	219,79		219,69	-0,10
Boleslav	-686503	-947780	219,90		219,92	+0,02
Černousy	-686029	-948014	222,38	kalibrační značka se významně liší oproti okolním	-	-
Filipovka	-687139	-949180	227,80	značka na přítoku	-	-
Filipovka	-687365	-949243	230,20		-	-
Višňová	-687002	-950669	228,038	Obě značky na jednom výpočetním profilu při kontinuálním zaplavení celého údolnicového profilu. Z důvodu schematizace 1D modelem uvažována značka na limnigrafu	-	-
Višňová	-686623	-950598	228,416		228,38	-0,03
Višňová	-686873	-951254	230,38		230,25	-0,13
Předlance	-686288	-951400	231,77	rekonstrukce mostu s odstraněním 4 pilířů	-	-
Předlance	-686797	-951401	233,676		-	-
Předlance	-686642	-951458	233,541		-	-
Poustka	-686819	-952384	233,27	(rozdíl větší než 20 cm)	233,00	-0,27
Poustka	-686960	-952509	233,40	pod značkou po proudu přibyla lávka pro pěší přes vodní tok	233,57	+0,17

Místo	X (m)	Y (m)	Z (m n.m.)	Poznámka	Z model (m n.m.)	rozdíl (m)
Minkovice	-687350	-953163	237,976	Značky za železničním náspem, kde nedochází k významnému proudění, ale pouze k zaplavení přes násep. Úroveň značek ve směru proudění stoupá.	-	-
Minkovice	-687369	-953289	237,917		-	-
Minkovice	-687389	-953357	237,507		-	-
Minkovice	-687336	-953707	240,325	výstavby PPO a rekonstrukce mostů	-	-
Víska	-687370	-953842	240,45		-	-
Víska	-687501	-954020	240,937		-	-
Víska	-687580	-954259	241,841		-	-
Víska	-687673	-954643	238,013		-	-
Víska	-687630	-954852	246,209		-	-
Víska	-687678	-954972	246,78		-	-

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	545996	Černousy
03509	Frýdlant	564028	Frýdlant
03509	Frýdlant	530433	Kunratice
03509	Frýdlant	564494	Višňová

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.