

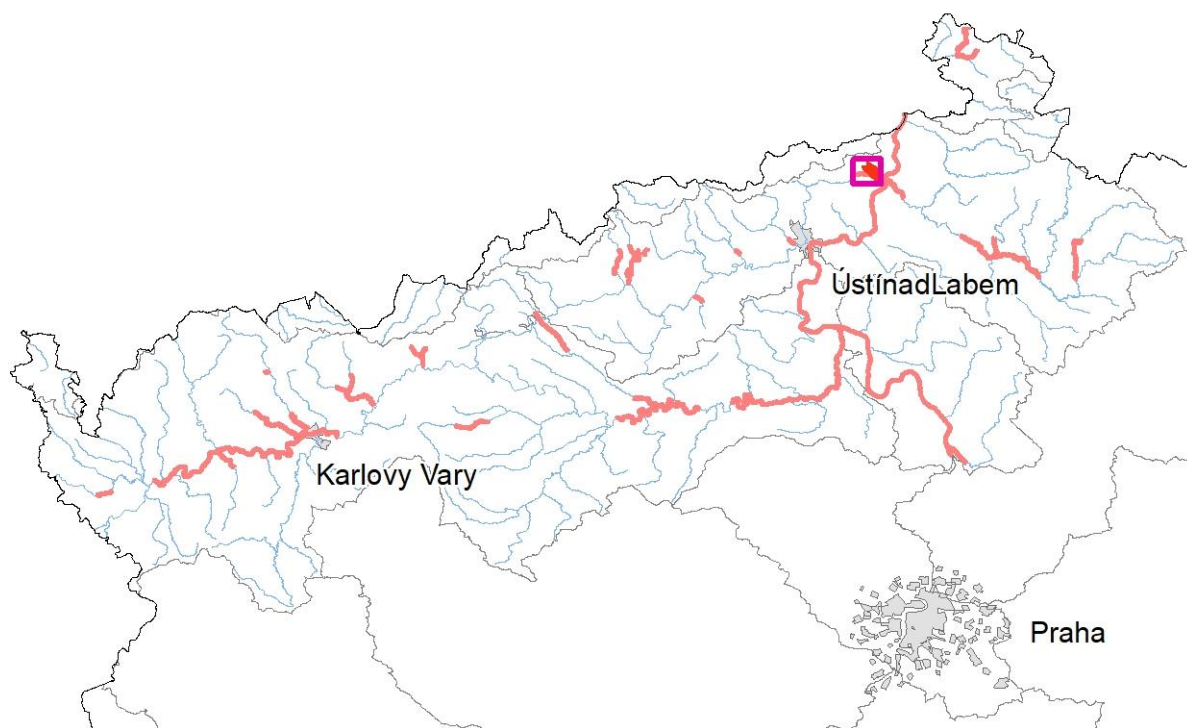


Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v povodí Ohře a podklady k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe

DÍLČÍ POVODÍ OHŘE, DOLNÍHO LABE A OSTATNÍCH PŘÍTOKŮ LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

BĚLSKÝ POTOK – OHL 19-02 - Ř. KM 0,000 – 3,000



prosinec 2019

Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v povodí Ohře a podklady k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe

DÍLČÍ POVODÍ OHŘE, DOLNÍHO LABE A OSTATNÍCH PŘÍTOKŮ LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

BĚLSKÝ POTOK – OHL 19-02 - Ř. KM 0,000 – 3,000

Pořizovatel:



Povodí Ohře, státní podnik
Bezručova 4219
Chomutov
430 03

Zhotovitel: Společnost „SHDP+VRV+HYDROSOFT“, jejímiž společníky jsou



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



Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.
Nábřeží 90/4
Praha 5
150 56



HYDROSOFT Velešlavín s.r.o.
U Sadu 13/62
Praha 6
162 00

Řešitel:



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



Revital
Smččí 9
158 00 Praha 5 - Jinonice

V Praze, prosinec 2019

Obsah:

1	Základní údaje	7
1.1	Seznam zkratk a symbolů	7
1.2	Cíle prací	7
1.3	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	11
3.2	Hydrologická data	11
3.3	Místní šetření	11
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 problému	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	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	18
6	Výsledky	19
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	19
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	24
6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	24

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka 1- seznamu zkratek

Zkratka	Vysvětlení
adm	Administrativní
Bpv	Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DMT	Digitální model terénu
MŘ	Manipulační řád
MVE	Malá vodní elektrárna
OP, PP	Okrajová podmínka, počáteční podmínka
Q_N , Q_5 atd.	N-letý průtok (5-letý atd.)
RD	Realizační dokumentace (stavby)
ř.km	Říční kilometr
S-JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SOP	Studie odtokových poměrů
TBD	Technickobezpečnostní dohled
TPE	Technicko-provozní evidence
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
ZÚ	Záplavová území

1.2 Cíle prací

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

- rozsah záplavového území,
- hloubky vody v záplavovém území,
- rychlosti proudění vody v záplavovém území.

Uvedené charakteristiky povodně budou stanoveny na základě výstupů z hydrodynamických modelů a zpracovány do podoby map povodňového nebezpečí.

Kroky nezbytné k dosažení cíle:

- zajištění 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).

1.3 Postup zpracování a metoda řešení

Kapitola uvádí stručný popis postupu zpracování a popis metody řešení. Zpracovatel stručně popíše základní body osnovy zpracování uvedené níže.

- Získání, soustředění a studium dostupných podkladů a jejich doplnění místním šetřením (Podklady souhrnně uvést v kapitole 3. Přehled podkladů).
- Příprava podkladů pro případné geodetické zaměření a jeho zadání.
- Aktualizace nebo sestavení hydrodynamického modelu.
- Hydraulické výpočty toku včetně objektů a inundačního území. Výpočty budou provedeny pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}
- Výsledky výpočtů budou prezentovány v podobě map povodňového nebezpečí.

2 Popis zájmového území

Název vodního toku: Bělský potok
IDVT (CEVT): 10102222_1
Číslo hydrologického pořadí: 1-14-02-0310

Začátek zájmového úseku: ř.km 0,000
Konec zájmového úseku: ř.km 3,000

Významná vodní díla: žádné

Významné přítoky: Havranní potok

Bělský potok je potok v Ústeckém kraji v Česku. Je dlouhý 9,89 km. Plocha povodí činí přibližně 25 km². Pramení pod stolovou horou Děčínský Sněžník v nadmořské výšce přibližně 550 m na Medvědí louce. Po asi 1700 m na Spálené pasece se díky bifurkaci rozděluje na dva vodní toky. Menší Ostružník míří k obci Maxičky, kde napájí dva rybníky. Bělský potok dále napájí Vlčí jezero a pokračuje k obci Bělá hlubokým a do pískovce zaříznutým údolím. V této už Děčínu patřící obci obtéká menší továrnu a vlévá se do Tereziánského rybníka. Pár desítek metrů od vodní plochy přitéká do potrubí, které jeho skutečné ústí do Jílovského potoka odklonilo asi o 400 m po proudu blíže k městu. A zde se pod menší továrnou vlévá v nadmořské výšce 145 m do Jílovského potoka jako jeho levý a zároveň největší přítok.

Podklady:

- Vrstva 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.
- Číslo hydrologického pořadí vodního toku - zdroj ČHMÚ, 2013
- Úsek vodního toku - zdroj Povodí Ohře, státní podnik, 2011
- Významná vodní díla - zdroj ZM10, ČÚZK, 2012
- Významné přítoky - zdroj ZM10, ČÚZK, 2012
- Souhrnná technická zpráva ze „Studie záplavového území Bělského potoka v ř. km 0,000 – 3,200“, Sweco Hydroprojekt, a. s., 2004
- Bělský potok – studie záplavového území, Revital, 2014.
- Wikipedie

Obrázek 1 – Vymezení řešené oblasti s významným povodňovým rizikem



2.1 Všeobecné údaje

V rámci této studie byl posuzován úsek toku v ř. km 0,000 až ř. km 3,000 dle kilometráže uvedené zadavatelem. Úsek byl však zadavatelem přesně vymezen pomocí začátku a konce úseku v souřadnicích S-JTSK:

začátek úseku: X = - 750 469.0475 Y = - 962 519.1374

konec úseku: X = - 749 086.1525 Y = - 964 479.4528

Staničení uvedené ve výpočetním modelu a použité při zpracování map povodňového nebezpečí bylo v řešeném úseku přepočteno podle skutečné délky osy vodního toku.

Bělský potok je vodní tok horského charakteru. Prakticky v celé délce zájmového území protéká zastavěným územím obce Děčín – Bělá.

Koryto je většinou upravené, avšak velká část úprav je stará a ve špatném technickém stavu. Na vodním toku je několik delších zatrubněných úseků, koryto na několika místech opouští údolnici a kapacita dříve upravovaných úseků vodního toku je menší než Q_5 . Kapacita nově budované úpravy nepřevyšuje Q_{10} .

Sklon vodního toku je proměnlivý a několikrát se mění. Celkový sklon zájmového úseku je 3,7 %.

Sklon pod Terezínským rybníkem k soutoku s Jílovským potokem je 2,5 %, nad rybníkem v úseku nové úpravy 0,5 až 0,7 %. Odtud sklon rovnoměrně vzrůstá až na hodnoty 8 až 10 % nad obcí.

Rychlost vody odpovídá sklonům a je velice proměnlivá. Pohybuje se v rozmezí 0,5 - 1 m/s v místech s menším sklonem. Naopak v místech se sklonem vyšším jsou rychlosti 2,5 až 4 m/s.

Režim proudění ve vodním toku je střídavě bystřinný a říční.

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Zpracovatel předkládané studie prověřil informace o průběhu historických povodňových událostí. Problematika byla konzultována se správcem vodního toku. Na základě shromážděných informací lze konstatovat, že informace o průběhu povodní neexistují.

3 Přehled podkladů

Většina potřebných podkladů byla získána od objednatele díla. Podklady zahrnují zejména topologická data, mapové a hydrologické podklady a podklady hydrotechnické.

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 České republiky 5. generace, který popisuje 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 ZABEGEDu příp. upravená za pomoci leteckých snímků.

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

Digitální model terénu (DMT) byl vytvořen v softwaru Atlas 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

Pro potřeby studie byla použita Základní mapa České republiky 1:10 000 (ZM 10). Jedná se o nejpodrobnější základní mapu středního měřítka.

ZM 10 obsahuje polohopis, výškopis a popis. Předmětem polohopisu jsou sídla a jednotlivé objekty, komunikace, vodstvo, hranice správních jednotek a katastrálních území (včetně územně technických jednotek), hranice chráněných území, body polohového a výškového bodového pole, porost a povrch půdy. Předmětem výškopisu je terénní reliéf zobrazený vrstevnicemi a terénními stupni. Popis mapy sestává z druhového označení objektů, standardizovaného geografického názvosloví, kót vrstevnic, výškových kót, rámových a mimorámových údajů. Obsahem mapových listů je i rovinná pravoúhlá souřadnicová síť a zeměpisná síť. Předměty obsahu mapy jsou znázorněny pouze na území České republiky. Míra generalizace polohopisu je na takové úrovni, že nedochází k rozsáhlejšímu spojování jednotlivých staveb do bloků a ke zjednodušování tvarů. Mapa tak poskytuje velmi podrobnou představu o zobrazovaném území.

Data ZM 10 se stavem aktualizace v roce 2009 a dříve byly odvozovány z vektorových výstupů, které vznikaly v průběhu tvorby vizualizací ZABAGED®. Jejich rasterizací a následnou transformací do souřadnicového systému S-JTSK vznikl obraz státního území, který byl strukturovaný po listech ZM 10. Dalším zpracováním byla pořízena barevná bezešvá rastrová mapa s barevnou hloubkou 4 bit, jednotnou barevnou paletou a hustotou 400 dpi. Z důvodu nižší kvality rozlišení těchto výstupů bylo v roce 2011 přistoupeno k nahrazení těchto souborů novými rastry, které vznikly přímým odvozením z tiskových podkladů ZM 10. Tyto rastry mají barevnou hloubku 24 bit a rozlišení 800 dpi. Data ZM 10 se stavem aktualizace v roce 2010 a později jsou odvozovány přímo z postscriptových souborů nové technologické linky. Tyto soubory jsou službou aplikačního serveru rastrovány s rozlišením 800 dpi, barevnou hloubkou 8 bit a jednotnou barevnou paletou. Do doby pokrytí celého území ČR soubory z nové technologické linky budou uživatelům poskytovány vždy obě datové sady. Tvorbu a aktualizaci ZM 10 zajišťuje Zeměměřický úřad.

ZM 10 je distribuována ve formátu TIF po segmentech bezešvé mapy – čtvercích 2x2 km, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Kromě grafického umístovacího souboru je dodáván textový umístovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Krovak EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umístovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají rozlišení 3149x3149 (72DPI).

Nedílnou součástí při konstruování výpočetní sítě byly ORTOFOTOMAPY ČR– čtverce 2,5 x 2,0 km ve formátu tif, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Kromě grafického umístovacího souboru je

dodáván textový umístovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Krovak EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umístovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají velikost 2500x2000, rozlišení 96 x 96 DPI, hloubku barev 24 bit/pixel.

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 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.

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: Bpv
- souřadnicový systém: S-JTSK
- pořizovatel zaměření: ČÚZK

Geodetické zaměření

Zaměření 2014:

- datum pořízení: 08/2014
- zpracovatel: Ing. Balvín
- výškový systém: Bpv
- souřadnicový systém: S-JTSK

3.2 Hydrologická data

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

Tabulka 2 - 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 zaústěním Havranního potoka	19.6.2019	1,826	3,61	8,26	17,20		IV.
ústí do Jílovského	19.6.2019	0,00	5,94	13,60	28,3	42,0	IV.

3.3 Místní šetření

Místní šetření proběhlo 28.07.2019 a byla zpracována podrobná fotodokumentace. Každá fotografie je časově a prostorově lokalizovaná. Součástí fotodokumentace jsou i fotky ze starších studií. Lokalizace starší fotodokumentace nebyla dodatečně prováděna, v některých případech ale byly i starší fotky lokalizované.

Cílem místního šetření bylo:

a) posouzení nutnosti doplňujícího geodetického zaměření. V případech rekonstrukcí objektů či vlastního koryta či jakékoliv změně v korytě či inundačním území bylo posuzováno, zadali je, nebo není potřeba provést nové zaměření. Výsledek šetření je popsán v kapitole 3.1.3 Geodetické podklady.

b) posouzení drsnostních charakteristik. Cílem průzkumu bylo mimo jiné i posouzení drsnostních charakteristik, zejména v inundaci, kde se odtokové parametry mohly změnit novou výstavbou. Dále bylo potřeba určit drsnostní charakteristiky v území potenciálně zaplaveném povodní Q_{500} .

c) posouzení morfologie terénu z pohledu průtoku Q_{500} . Bylo nutné rozhodnout, zdali bude nutné rozšiřovat profily původního modelu, či nikoliv. Ne vždy se celá inundace podílí na průtoku. Na základě průzkumu byly některé profily v době sestavování modelu, proti původní studii rozšiřovány z výškopisu DMR 5G.

d) posouzení objektů z pohledu průtoku Q_{500} . Původní modely nepočítaly s tak velkým průtokem. Bylo tedy nutné posoudit průtokové parametry objektů i při této extrémní povodni. U některých objektů byly na základě pořízené fotodokumentace upraveny průtokové koeficienty či další parametry objektu, například rozsah zasahování mostovky do průtočného profilu.

e) posouzení ohrožení zaplavovaného území povodní. Tato část průzkumu měla za úkol pořídit fotodokumentaci ohrožených objektů v inundaci tak, aby později bylo možné rozhodovat, zda a v jakém rozsahu bude nemovitost ohrožena. Jedná se zde ale o doplňkovou informaci pro analýzy v GIS a v žádném případě se nejedná o evidenci a podrobnou dokumentaci jednotlivých objektů zasažených vodou.

Při stavbě modelu pak byla pořízená fotodokumentace významným nástrojem pro rozhodování kde a jak model upravovat.

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

Kromě již výše uvedených podkladů nebyly jiné používány.

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

Postupy zpracování studie byly v souladu s níže uvedenými dokumenty v jejich platném znění:

- [1] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie.
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] Vyhláška MŽP 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

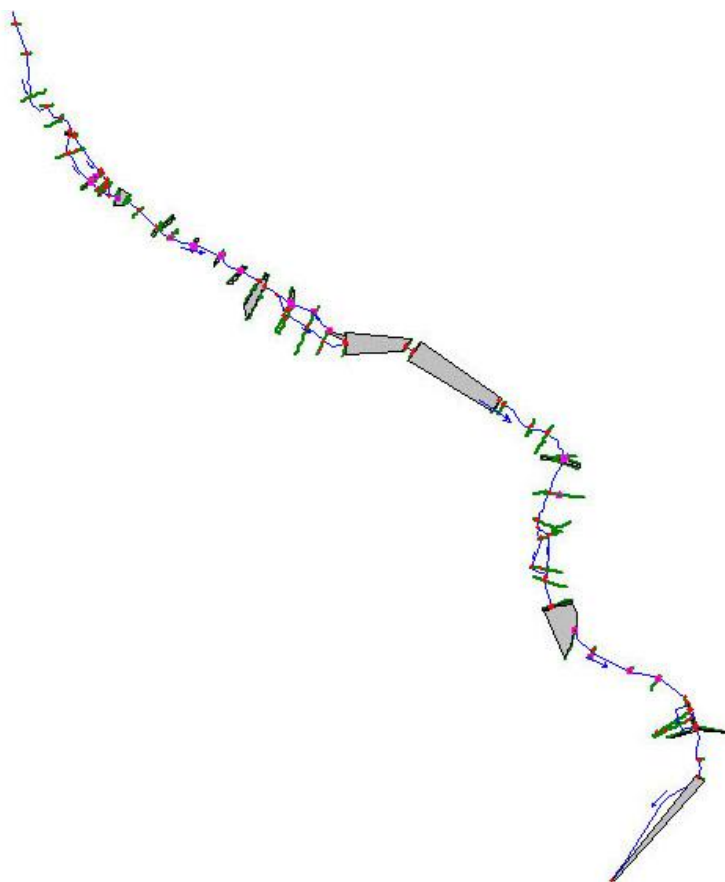
Všechny dostupné podklady byly pro sestavení DMT a hydrodynamického modelu dostačující.

4 Popis koncepčního modelu

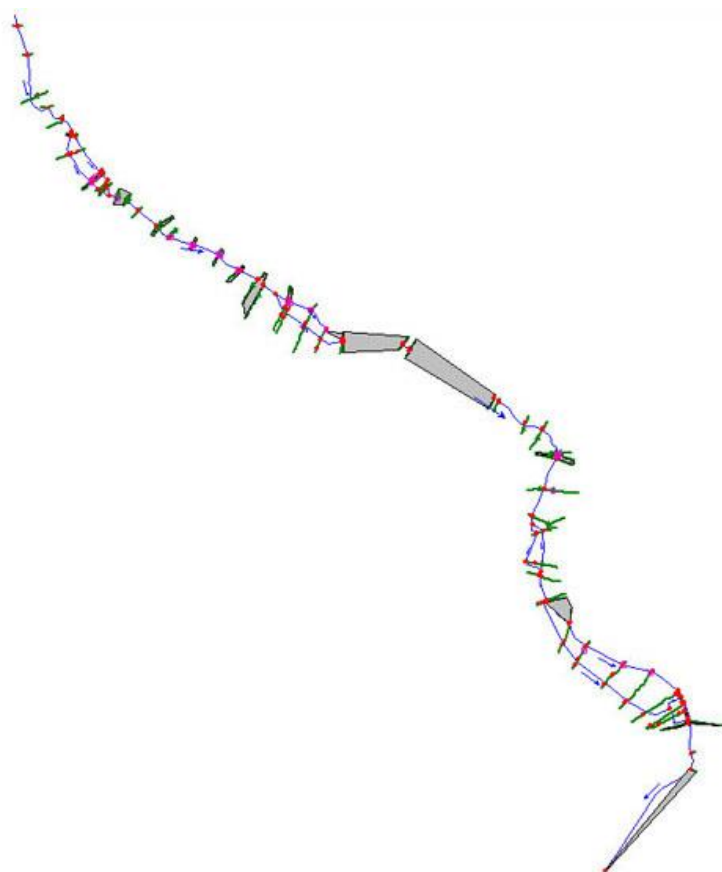
Základním požadavkem na zpracování záplavových území je provádění výpočtů metodou ustáleného nerovnoměrného proudění. Pro tento typ výpočtů byl zvolen program HEC RAS 5.0.7., který umožňuje sestavovat modely ve schematizaci 1D, a to numerický řešení tak zvané metody po úsecích. Vzhledem ke konfiguraci terénu, kdy upraveného koryta nevede často v místě nejnižšího terénu údolí, byl použit přístup větvěného modelování, přičemž pro různé průtoky byly v závislosti na průběhu hladin sestaveny jiné větvěné modely.

4.1 Schematizace řešeného problému

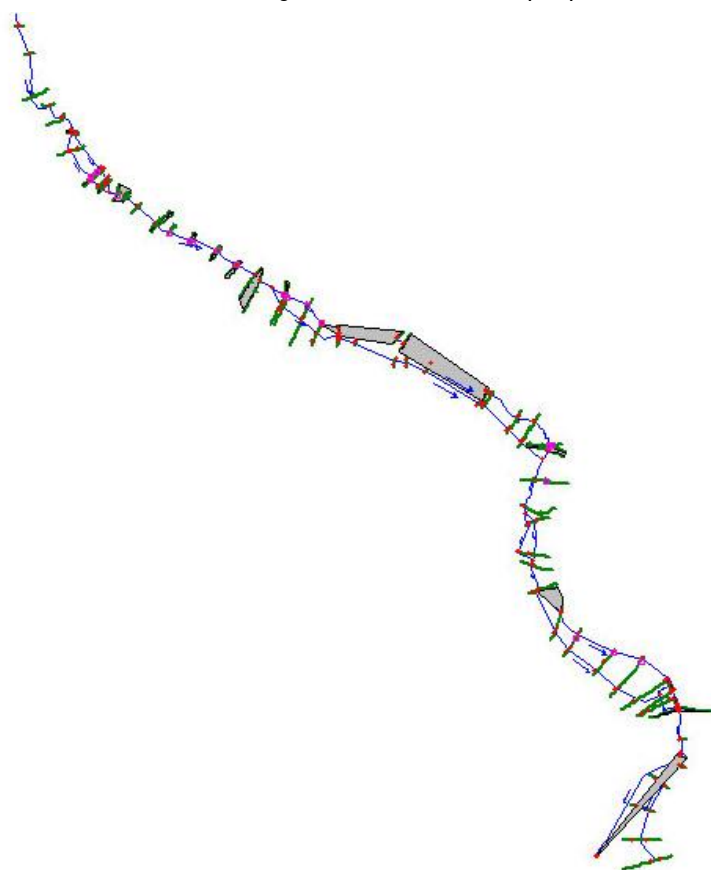
Základem sestaveného schématu byly zaměřené příčné a údolní profily. V úsecích, kde upravené koryto nevedlo v místě údolnice s nejnižší výškou, byla kontroována kapacita koryta. Pokud při určitém průtoku došlo k jejímu překročení, byla do geometrie modelu vložena paralelní větev, která zajistila, že část průtoků až po kapacitu proudila v upraveném korytě, zbytek při nižší hladině pak v pásu nejnižších kót terénu v údolí. Samostatné větve byly také navrženy v úsecích, kde bylo koryto kanalizováno a kapacita zatrubnění nebyla dostatečná. Vzhledem k tomu, že s nárůstem průtoku takových úseků přibývalo, modely se stávaly postupně složitějšími. Schémata sestavených modelů jsou uvedena na obrázcích 2 až 4.



Obrázek 2 – Schéma geometrického modelu pro průtok Q_5



Obrázek 3 – Schéma geometrického modelu pro průtok Q_{20}



Obrázek 4 – Schéma geometrického modelu pro průtoky Q_{100} a Q_{500}

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

Horní okrajová podmínka určuje velikost průtoku, který přitéká do modelu na jeho horním okraji, a velikost průtoku, který se do koryta vodního toku vlévá v místě bočních přítoků. Při výpočtech byly použity N-leté průtoky uvedené v tabulce 1. Protože se v celém řešeném úseku vlévá do Bělského potoka jen jeden významný přítok – Havranní potok, nebylo třeba stanovovat N-leté průtoky pro další profily na vodním toku. Pro horní okrajovou podmínku byly použity průtoky z tabulky 1 pro profil nad zaústěním havraniho potoka, pro úsek od soutoku s Havranním potokem až k ústí do Jílovského potoka průtoky pro profil ústí do Jílovského potoka.

Dolní okrajová podmínka určuje za předpokladu říčního proudění výchozí úroveň na dolním okraji modelu, tedy v místě ústí do Jílovského potoka. Byl použit stejný přístup, který byl dohodnut se správcem toku podnikem Povodí Ohře při řešení studie Bělský potok – studie záplavového území. Pro průtok Q_{20} byla použita úvaha, že bude v Jílovském potoce zároveň proudit průtok Q_5 s hladinou v místě soutoku na kótě 146.38 m n.m. Pro extrémní povodňový průtok Q_{100} byl použit souběh s povodní na Jílovském potoce Q_{20} , při které dosahuje hladina v Jílovském potoce v místě soutoku úrovně 147.49 m n.m. Pro průtok Q_{500} byla použita úroveň hladin na Jílovském potoce pro Q_{100} . Údaje o hladinách v Jílovském potoce byly převzaty ze Studie záplavového území vodního toku Jílovský potok, ř. km 0.00 – 6.37 (DHL. a.s., 11/2009).

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 5.07.

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), February 2016
- HEC-RAS River Analysis System – Hydraulic Reference Manual, US Army Corps of Engineers (Hydrologic Engineers Center), February 2016

5.2 Vstupní data numerického modelu

Numerický model proudění je definován příčnými profily/výpočetní sítí nad digitálním modelem terénu, ze kterého si odečítá geometrii. Příčné profily 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 na charakteru a využití území a materiálu dna. Hodnoty Manningova součinitele drsnosti pro jednotlivé dílčí části profilů/výpočetní sítě 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 má v řešeném úseku velmi komplikovaný charakter. V řadě míst vede koryto bezprostředně podél obytných budov, v některých místech je dokonce zatrubněn pod základy rodinného domu., Tvary a rozměry příčných profilů se mění. Kormě veřejných silničních a cestních mostů stojí na soukromých pozemcích i řada drobných lávek.

V záplavovém území se nachází řada příčných plotů kůlen a dalších staveb, které brání odvádění povodňových průtoků.

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. Přehledně jsou jednotlivé drsnostní součinitele v korytě uvedeny následující tabulce. Hodnoty drsnostních součinitelů inundačního území byly stanoveny dle zvyklostí v závislosti na charakteru a využití inundačního území.

Tabulka 3 – Použité hodnoty Manningova součinitele drsnosti pro dílčí úseky koryta

Úsek [ř.km]	Charakter území	Manningův drsnostní součinitel n
2.973 – 2.670	Přirozená horská bystřina s hrubozrnným materiálem dna	0.060
2.670 – 1.750	Velmi úzké obdélníkové koryto s řadou místních překážek nebo zarostlé lichoběžníkové koryto	0.050
1.750 – 1.450	Upravené obdélníkové koryto s místními nánosy ve dně	0.045
1.450 – 1.150	Upravené koryto s 1 opěrnou zdí, hrubozrnným materiálem dna, místy značně zanesené	0.050
1.150 – 0.825	Lichoběžníkové koryto se zatravněnými svahy a doprovodnou stromovou vegetací	0.050
0.825 – 0.600	Upravené obdélníkové koryto bez nánosů	0.040
0.600 – 0.435	Upravené lichoběžníkové koryto se zatravněnými svahy, mírně nepravidelné	0.045
0.435 – 0.310	Upravené betonové obdélníkové koryto	0.035

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Okrajové podmínky (průtoky) jsou zadány v místech s výrazně se měnícími hydrologickými poměry v místech významných přítoků. Byly vesměs využity data obdržena od ČHMÚ.

Zadání horní a dolní okrajové podmínky na začátku a konci modelu je popsáno v kapitole 4.3.

Tabulka 4 - N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení

Úsek / N-leté průtoky Q_N	Úsek toku (km od - do)	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Poznámka
nad Havranním potokem	1,826 – 2,973	3,61	8,26	17,20	25,5	
nad ústím do Jílovského potoka	0,000 – 1,826	5,94	13,60	28,3	42,0	
ústí do Jílovského potoka	0,000	147.49	147.49	146.38	147.49	dolní okrajová podmínka (m n.m.)

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

V případě řešení ustáleného nerovnoměrného proudění se počáteční podmínky neuvažují.

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 výškové 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

Pro tento úsek nejsou k dispozici kalibrační podklady a model tak nemohl být zkalibrován.

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Výstupem z hydrodynamického modelu jsou hydraulické charakteristiky proudění modelovaných průtokových scénářů spočítané v jednotlivých příčných profilech a výpočetních bodech. 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.

Psaný podélný profil, jež je zpracován pro všechny průtokové epizody, obsahuje i informaci o výšce dna (nejhlubší dno) a je doplněn o poznámku, upřesňující polohu objektů na toku.

Tabulka 5 – Psaný podélný profil

Staničení ř.km	Úroveň dna [m n.m.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₅ [m n.m.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n.m.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n.m.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n.m.]	Poznámka
0.004	145.29	5.94	146.38	13.8	147.49	28.3	147.49	42	147.49	
0.200	Zatrubnění									
0.311	152.89	5.94	154.57	13.8	155.51	28.3	155.61	42	155.61	
0.347	154.07	5.94	155.22	13.8	156.20	28.3	157.24	42	157.68	
0.414	156.04	5.94	157.07	13.8	158.01	28.3	158.78	42	159.30	
0.422	Most	5.94		13.8		28.3		42		
0.427	156.24	5.94	157.49	13.8	158.43	28.3	160.10	42	161.20	
0.435	156.30	5.94	157.66	13.8	158.72	28.3	160.29	42	161.21	
0.436	Jez	5.94		13.8		28.3		42		
0.437	158.90	5.94	159.74	13.8	159.78	28.3	160.28	42	161.21	
0.462	159.71	5.94	160.43	13.8	160.51	28.3	160.64	42	161.16	
0.495	160.03	5.94	161.17	13.8	161.42	28.3	161.64	42	161.84	
0.570	160.94	5.94	162.23	13.8	162.54	28.3	162.80	42	162.83	
0.637	161.26	5.94	162.65	13.8	162.95	28.3	163.20	42	162.98	
0.728	161.72	5.94	163.04	13.8	163.3	28.3	163.51	42	163.69	
0.797	162.13	5.94	163.25	13.8	163.64	28.3	163.92	42	164.13	
0.825	Most	5.94		13.8		28.3		42		
0.873	163.56	5.94	164.89	13.8	165.52	28.3	165.95	42	166.28	
0.875	Propustek	5.94		13.8		28.3		42		
0.876	164.03	5.94	164.72	13.8	165.42	28.3	165.79	42	166.15	
0.934	165.93	5.94	167.14	13.8	167.36	28.3	167.53	42	167.64	
0.984	168.55	5.94	169.03	13.8	169.09	28.3	169.42	42	169.58	
0.985	Stupeň	5.94		13.8		28.3		42		

Staničení ř.km	Úroveň dna [m n.m.]	Q ₅ [m³/s]	H ₅ [m n.m.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₂₀ [m n.m.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n.m.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n.m.]	Poznámka
0.986	168.97	5.94	169.46	13.8	169.47	28.3	169.61	42	169.71	
1.057	170.11	5.94	170.72	13.8	170.91	28.3	170.99	42	171.13	
1.104	170.59	5.94	171.42	13.8	171.43	28.3	171.70	42	171.89	
1.170	172.22	5.94	173.27	13.8	173.80	28.3	174.20	42	174.42	
1.244	174.62	5.94	175.82	13.8	176.65	28.3	176.77	42	176.85	
1.249	Most	5.94		13.8		28.3		42		
1.254	174.85	5.94	176.17	13.8	176.89	28.3	177.07	42	177.16	
1.258	174.95	5.94	176.20	13.8	176.84	28.3	176.99	42	176.94	
1.326	176.23	5.94	177.42	13.8	177.63	28.3	178.08	42	178.32	
1.368	177.27	5.94	178.31	13.8	178.72	28.3	179.04	42	179.19	
1.449	179.18	5.94	180.26	13.8	180.61	28.3	180.88	42	181.05	
1.463	179.65	5.94	180.59	13.8	181.36	28.3	182.35	42	182.53	
1.620	Zatrubnění	5.94		13.8		28.3		42		
1.681	185.54	5.94	187.01	13.8	188.17	28.3	188.18	42	188.86	
1.700	185.46	5.94	187.17	13.8	188.32	28.3	188.59	42	189.00	
1.750	Zatrubnění	5.94		13.8		28.3		42		
1.834	189.29	5.94	191.80	13.8	192.75	28.3	193.30	42	193.54	
1.836	150.43	3.61	191.80	8.26	192.78	17.2	193.35	25.5	193.60	
1.839	152.05	3.61	191.80	8.26	192.78	17.2	193.35	25.5	193.60	
1.841	189.29	3.61	191.80	8.26	192.78	17.2	193.35	25.5	193.60	
1.860	Propustek	3.61		8.26		17.2		25.5		
1.884	195	3.61	195.67	8.26	195.72	17.2	195.80	25.5	196.01	
1.885	Stupeň	3.61		8.26		17.2		25.5		
1.886	196.7	3.61	197.43	8.26	197.46	17.2	197.49	25.5	197.56	

Staničení ř.km	Úroveň dna [m n.m.]	Q ₅ [m³/s]	H ₅ [m n.m.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₂₀ [m n.m.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n.m.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n.m.]	Poznámka
1.893	196.96	3.61	197.65	8.26	197.69	17.2	197.75	25.5	197.90	
1.945	197.64	3.61	199.18	8.26	199.20	17.2	199.24	25.5	199.35	
1.996	199.08	3.61	199.64	8.26	199.68	17.2	199.74	25.5	199.85	
2.000	Most	3.61		8.26		17.2		25.5		
2.004	199.08	3.61	199.75	8.26	199.79	17.2	199.88	25.5	200.02	
2.067	201.23	3.61	202.50	8.26	202.81	17.2	203.01	25.5	203.36	
2.075	Most	3.61		8.26		17.2		25.5		
2.085	202.68	3.61	203.88	8.26	204.06	17.2	204.21	25.5	204.34	
2.129	204.54	3.61	205.40	8.26	205.52	17.2	205.72	25.5	205.88	
2.133	Most	3.61		8.26		17.2		25.5		
2.135	204.6	3.61	205.62	8.26	205.78	17.2	205.98	25.5	205.99	
2.187	206.38	3.61	207.35	8.26	207.71	17.2	207.95	25.5	208.12	
2.189	Most	3.61		8.26		17.2		25.5		
2.19	206.44	3.61	207.70	8.26	207.88	17.2	208.15	25.5	208.34	
2.248	209.52	3.61	210.61	8.26	210.73	17.2	210.89	25.5	211.00	
2.25	Most	3.61		8.26		17.2		25.5		
2.253	209.52	3.61	210.73	8.26	210.9	17.2	211.12	25.5	211.27	
2.307	211.88	3.61	213.01	8.26	213.42	17.2	213.49	25.5	213.91	
2.34	214.42	3.61	215.63	8.26	216.22	17.2	216.36	25.5	216.45	
2.343	Most	3.61		8.26		17.2		25.5		
2.346	214.42	3.61	216.06	8.26	216.38	17.2	216.41	25.5	216.41	
2.400	216.51	3.61	217.83	8.26	217.98	17.2	218.14	25.5	218.38	
2.433	218.13	3.61	219.48	8.26	219.74	17.2	220.14	25.5	220.23	
2.434	Stupeň	3.61		8.26		17.2		25.5		

Staničení ř.km	Úroveň dna [m n.m.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₅ [m n.m.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n.m.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n.m.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n.m.]	Poznámka
2.435	218.54	3.61	219.61	8.26	219.89	17.2	220.28	25.5	220.44	
2.437	218.55	3.61	219.81	8.26	220.13	17.2	220.43	25.5	220.60	
2.448	Most	3.61		8.26		17.2		25.5		
2.458	219.49	3.61	221.88	8.26	222.12	17.2	222.23	25.5	222.35	
2.496	221.91	3.61	223.04	8.26	223.54	17.2	223.79	25.5	224.02	
2.497	Most	3.61		8.26		17.2		25.5		
2.498	222.38	3.61	223.51	8.26	223.63	17.2	223.87	25.5	223.94	
2.506	222.38	3.61	223.77	8.26	223.93	17.2	224.26	25.5	224.43	
2.528	223.23	3.61	224.45	8.26	224.62	17.2	225.02	25.5	225.14	
2.530	Most	3.61		8.26		17.2		25.5		
2.531	225.65	3.61	226.50	8.26	226.63	17.2	226.65	25.5	226.65	
2.608	228.13	3.61	229.28	8.26	229.42	17.2	229.83	25.5	230.03	
2.651	230.41	3.61	231.51	8.26	232.11	17.2	232.41	25.5	232.57	
2.654	Most	3.61		8.26		17.2		25.5		
2.657	230.41	3.61	231.89	8.26	232.2	17.2	232.48	25.5	232.64	
2.700	233.04	3.61	234.13	8.26	234.32	17.2	234.6	25.5	234.74	
2.742	234.86	3.61	235.79	8.26	236.22	17.2	236.73	25.5	236.98	
2.796	239.34	3.61	240.23	8.26	240.3	17.2	240.46	25.5	240.56	
2.895	246.44	3.61	247.18	8.26	247.43	17.2	247.91	25.5	248.21	
2.975	257.01	3.61	257.87	8.26	258.28	17.2	258.80	25.5	259.15	

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

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

Tabulka 6 Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
02492	Děčín	562335	Děčín

Mapy povodňového nebezpečí zobrazují rozsah zaplaveného území, hloubky a rychlosti proudění.

Záplavové čáry byly vyneseny na podkladě rastrové Základní mapy ČR v měřítku 1:10 000.. Nepřesnost tak vychází především z úrovně detailu a způsobu schematizace výpočetní sítě a zejména pak vlastní nepřesnosti digitálního modelu terénu vytvořeného primárně na podkladě mračna bodů z leteckého laserového snímkování.

Hloubka byla vypočtena jako rozdíl digitálního modelu hladiny a digitálního modelu terénu. Výsledkem je potom rastr hloubek o velikosti pixelu 2 m x 2 m. Mapa hloubek se následně ořízla záplavovou čarou pro daný scénář.

Prostorové informace o rychlosti proudění vody v korytě a v inundačním území nejsou u jednorozměrného modelu známy. Byl proto použit nástroj Ras mapperu, který rozdělení rychlostí počítá na základě rozdělení hloubek. Rastr rychlostí o velikosti pixelu 2 x 2 m byl vyexportován pomocí RAS Mapperu a sloužili pouze pro výpočet povodňového ohrožení. Dále nejsou prezentovány.

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

6.3 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.