EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti
Operační program Životní prostředí

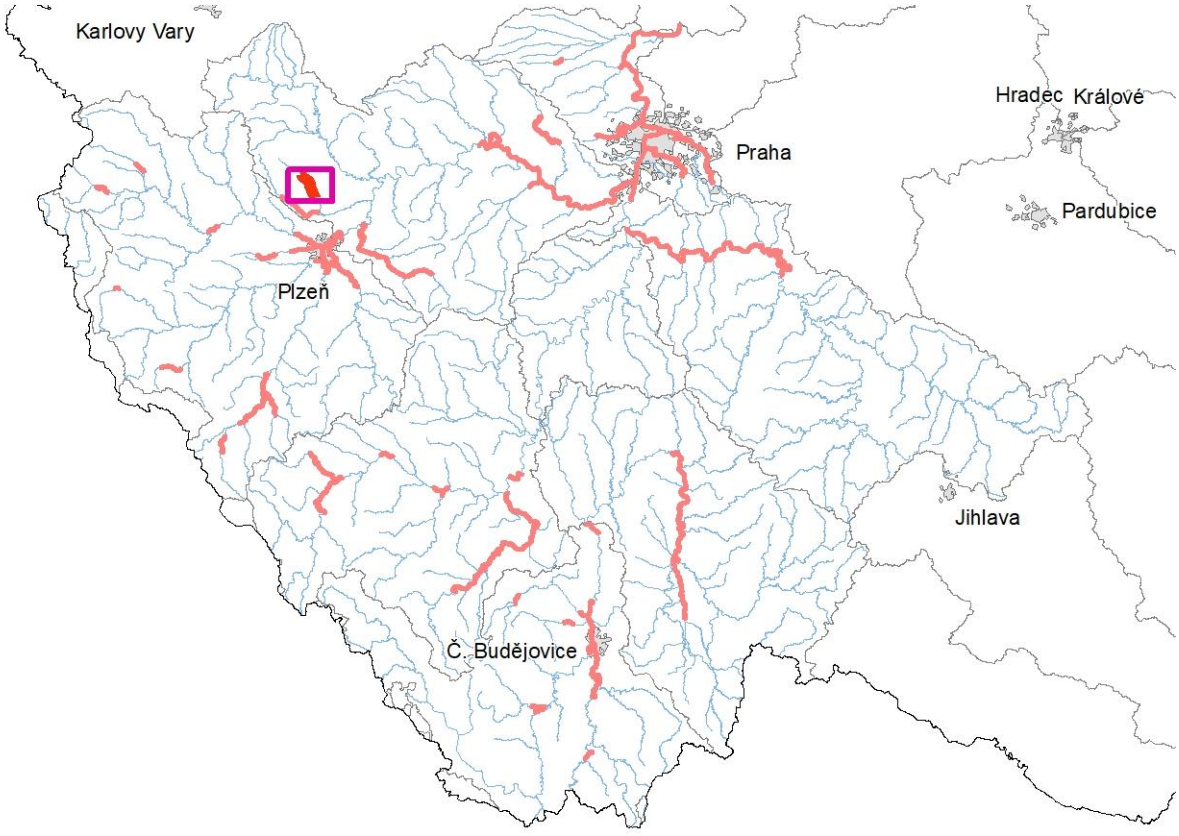
Ministerstvo životního prostředí

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

DÍLČÍ POVODÍ DOLNÍ BEROUNKY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

BĚLÁ – BER 04-01 - Ř. KM 6,000 – 13,600



prosinec 2019

POVODÍ VLTAVY

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

DÍLČÍ POVODÍ DOLNÍ BEROUNKY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

BĚLÁ – BER 04-01 - Ř. KM 6,000 – 13,600

Pořizovatel:

Povodí Vltavy, státní podnik
Holečkova 3178/8
Praha 5 - Smíchov
150 00

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

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

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

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

Řešitel:

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

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

V Praze, prosinec 2019

Obsah:

1 Základní údaje ... 7
1.1 Seznam zkratek 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) ... 10
3 Přehled podkladů ... 11
3.1 Topologická data ... 12
3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT ... 12
3.1.2 Mapové podklady ... 12
3.1.3 Geodetické podklady ... 13
3.2 Hydrologická data ... 13
3.2.1 Hydrologické poměry a jejich interpretace ve výpočtovém modelu ... 13
3.3 Místní šetření ... 14
3.4 Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura ... 14
3.5 Normy, zákony, vyhlášky ... 14
3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů ... 14
4 Popis koncepčního modelu ... 15
4.1 Schematizace řešeného problému ... 15
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 ... 18
5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek ... 19
5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat ... 19
5.3 Popis kalibrace modelu ... 19
6 Výsledky ... 20
6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů ... 20
6.2 Mapy povodňového nebezpečí ... 25
6.3 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů ... 25

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka seznamu zkratek

Zkratka	Vysvětlení
Bpv	Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DMR 5G	Digitální model reliéfu 5. generace
DMT	Digitální model terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
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)
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.
ZM10	Základní mapa 1:10 000
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 zaplavovaného 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

Postup zpracování a metoda řešení zahrnuje tyto činnosti:

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

Jako prvotní úkon byl proveden terénní průzkum zájmového území toku. V jeho průběhu byla pořízena fotodokumentace a zhodnocen stav objektů na vodním toku.

Dalším krokem bylo zaměření příčných profilů a objektů a jejich následné zavedení do výpočetního modelu. Pro výpočet studie byly pořízeny nové hydrologické údaje, které poskytl ČHMÚ - pobočka Plzeň.

Podkladem pro prezentaci grafických výstupů byla použita aktuální ZM 10.

Hydraulické výpočty vodního toku včetně objektů a inundačního území byly provedeny pro Q_5, Q_{20}, Q_{100}, Q_{500}. Získané výsledky byly jako bodová informace dále zpracovány pomocí nástrojů GIS nad výše zmíněným mapovým podkladem. V místech které to vyžadovaly, došlo k rozšíření příčných profilů tak, aby přesahovaly průběh záplavy Q_{500}. Za pomoci vygenerovaných bodů z DMR 5G byly vytvořeny mapy hloubek a rychlostí. Dále nad mapovým podkladem a mapou hloubek došlo k vynesení záplavových čar Q_5, Q_{20}, Q_{100}, Q_{500}.

Výsledky jsou prezentovány v podobě map povodňového nebezpečí v kapitole 6.

2 Popis zájmového území

Název vodního toku:	Bělá
IDVT (CEVT):	10 100 287
Číslo hydrologického pořadí:	1 – 11 – 01 – 0560 / 0550 / 0540 / 0530 / 0520
Začátek zájmového úseku:	ř. km 6,000
Konec zájmového úseku:	ř. km 13,600
Významná vodní díla (kat. TBD)	Hamr (IV), Krašovický rybník (IV), Zámecký rybník (IV)
Významné přítoky:	Brodský potok (IDVT 10 263 294), Veska (IDVT 10 278 830)

Zájmové území se nachází v Plaské pahorkatině, orientačně 16 km SSZ od města Plzeň. Z hlediska regionálního geomorfologického hlediska členění České republiky je to v provincii Česká Vysočina a v Poberounské subprovincii.

Území spadá do klimatického regionu: 4 - mírně teplý, suchý (MT1) až 5 - mírně teplý, mírně vlhký (MT2)

Vodní tok Bělá pramení cca 5,4 km JJV pod obcí Nečtiny, na východním svahu Čertova vrchu. Plocha celého povodí k profilu zaústění do Třemošné činí 86,7 km^2 a délka toku je 21,7 km.

Průtoky v zájmovém území jsou prakticky „neovlivněné“ - tím se rozumí, že v povodí se nenacházejí žádné významnější retenční nádrže, které by při povodňových situacích mohly ovlivnit hodnoty kulminačních průtoků ve vodním toku.

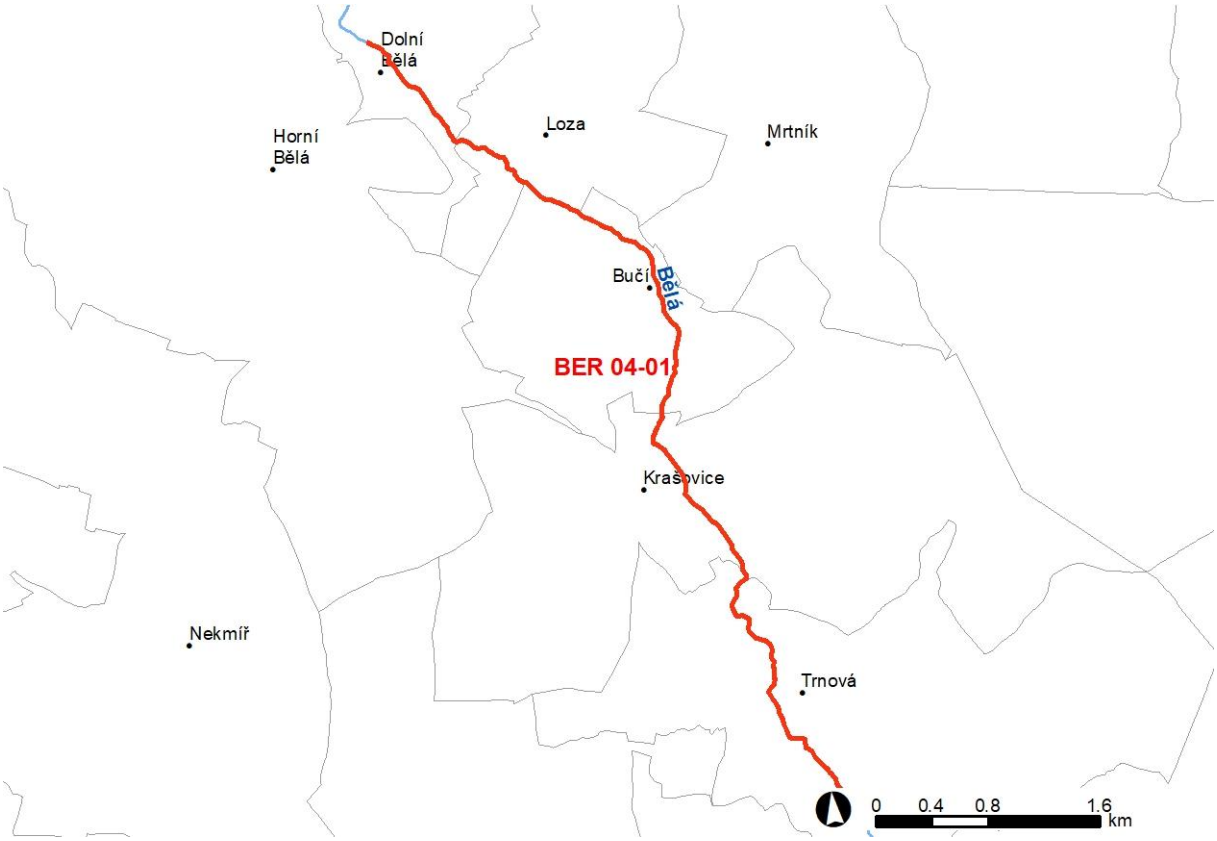
Dle dokumentu „Seznam vodních děl IV. kategorie významných z hlediska TBD v provozu a ve výstavbě (stav k 31.12.2018)“ jehož vydavatelem je každoročně Ministerstvo zemědělství, se v zájmovém území toku nachází nádrže Hamr a Zámecký rybník. První z nich je přímo na samém počátku a druhá přímo na konci posuzovaného územní této studie.

Protipovodňová ochrana se v řešeném úseku nevyskytuje.

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.
- Povodňový plán České republiky / Grafická část (Dibavod) - Ministerstvo životního prostředí ČR
- Nahlížení do katastru nemovitostí - ČÚZK
- ZM10 - ČÚZK
- Wikipedie

- Geodetické doměření toku Bělá - Hydrosoft Veleslavín s.r.o., 2018
- Osa vodního toku a ř.km byla použita ze ZABAGED® (VodniTok)
- hydrologické údaje N-letých vod - ČHMÚ (pobočka Plzeň)



Obrázek – Vymezení řešené oblasti s významným povodňovým rizikem

2.1 Všeobecné údaje

V rámci této studie byl posuzován tok Bělá v ř. km 6,000 – 13,600. Staničení bylo převzato z vrstvy ZABAGED® (VodniTok) a odpovídá požadavku objednatele určujícím počátek a konec posuzovaného území.

Zájmové území této studie zahrnuje střední část toku – pod obcí Trnová až (směrem proti toku) nad obec Dolní Bělá, což odpovídá 35% celkové délky.

Od nádrže Zámecký rybník vodní tok Bělá postupně protéká či míjí několikero obcí, postupně po proudu to jsou : Dolní Bělá, Loza, Bučí, Krašovice a Trnová, pod kterou je nádrž Hamr. Kromě obce Loza jsou všechny tyto sídla protékaná intravilánem. V území mezi obcemi jsou v okolí toku pole a louky, ojediněle i les.

Celkový sklon zájmového území činí 8,9 ‰ a nabývá následujících hodnot: Od Lávky Trnová I až nad Lávku Trnová VIII je sklon 6,3 ‰ (1,52 km), směrem výše až pod obec Dolní bělá 8,9 ‰ (5,49 km), dále až pod Zámecký rybník má 13,5 ‰ (0,34 km), na kterou navazuje krátká rychlá trať s 51 ‰ (80 m) a závěrečný obtok Zámeckého rybníka s 0,5 ‰ (0,17 km).

Režim proudění je prakticky v celém zájmovém úseku vodního toku říční (vyjma krátké trati pod hrází Zám. ryb.)

Záplavové území, vodní díla na toku jsou více popsány dále v kapitole 5.2.1.

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 nebyly k dispozici.

3 Přehled podkladů

Spolu se základními hydrologickými daty je hlavním vstupem pro sestavní hydrodynamického modelu informace o morfologii terénu a objektech na toku, protipovodňových opatřeních a vodních dílech.

Digitální model terénu (DMT), byl vytvořen z geodetického zaměření příčných profilů a objektů popisující koryto vodního toku a digitálního modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G) 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 ZABEGEDu příp. upravená za pomocí leteckých snímků.

Hydrologické podklady:

- Základní hydrologické údaje (použity Q_5, Q_{20}, Q_{100} a Q_{500}) - ČHMÚ (19.3.2019): Základní hydrologické údaje podle ČSN 75 1400. Český hydrometeorologický ústav, pobočka Plzeň

Topologické podklady:

- Digitální model reliéfu 5. generace - ČÚZK (2016): Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G). © Český úřad zeměměřický a katastrální. www.cuzk.cz
- Základní mapa 1:10 000 - ČÚZK (2018): Základní mapa České republiky 1:10 000. © Český úřad zeměměřický a katastrální. www.cuzk.cz
- Ortofotomapa - ČÚZK (2017): Ortofoto České republiky. © Český úřad zeměměřický a katastrální. www.cuzk.cz

Geodetické podklady:

- Zaměření vodního toku Bělá (TPE horní a dolní část) z roku 2007
- Geodetické doměření vodního toku Bělá (zaměření nových objektů a zahuštění stávajících příčných profilů): Hydrosoft Veleslavín s.r.o., 2018

Další podklady:

- Podrobný terénní průzkum zpracovatele, uskutečněný v roce 2018 a 2019, zaměřený na zmapování stavu koryta a objektů se zřetelem na místní překážky a další relevantní faktory
- Osa vodního toku a ř.km byla použita ze ZABAGED® (VodniTok)
- Zákon č. 254/2001 Sb. - o vodách
- Vyhláška MŽP 79/2018 Sb. – o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území

3.1 Topologická data

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

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

Digitální model terénu (DMT) byl sestaven z výše uvedeného geodetického zaměření vodního toku, objektů na toku a břehových hran. Inundaci pak popisuje DMR 5G. Jednotlivé relevantní 3D body a 3D linie byly poté zpracovány v softwaru ArcGIS 10.6 a převedeny do trojúhelníkové nepravidelné sítě (TIN), která charakterizuje řešené území. DMT v tomto formátu slouží pro sestavení geometrie hydrodynamického modelu. Pro potřeby vytvoření výstupů (mapy hloubek, mapy rychlostí, mapy hladin) byl TIN převeden do rastrového formátu s velikostí mřížky 2x2 metry.

Výstupem je tedy DMT v rastrové podobě *.tif, který obsahuje informace o poloze v souřadnicovém systému S-JTSK/Krovak East North (EPSG 5514). Hodnota buňky rastru representuje nadmořskou výšky ve výškovém systému Bpv.

Vstupní data pro vytvoření DMT byla v textovém formátu (DMR 5G a geodetické zaměření), nebo ve formátu .dwg (bodové zaměření a povinné spojnice s výškovou hodnotou a).

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 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 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 umisťovacího souboru je dodáván textový umisťovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK/Krovak East North. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umísťovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají rozlišení 6300 x 6300 (800 DPI).

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 umisťovacího souboru je dodáván textový umisťovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK/Krovak East North. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umísťovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají velikost 12 500 x 10 000, rozlišení 96 x 96 DPI, hloubku barev 24 bit/pixel.

3.1.3 Geodetické podklady

Níže jsou uvedeny geodetické podklady použité pro sestavení DMT. Veškeré geodetické zaměření je ve výškovém sytému Balt po vyrovnání a polohopisném systému S-JTSK/Krovak East North.

- Digitální model reliéfu 5. generace použitý pro popis inundačního území toku:
  - Datum zaměření: 2011 (nalétnutí dat), zpracování probíhalo v dalších letech
  - Datum pořízení: 2019
  - Rozsah zaměření: zpracována je celá Česká republika
  - Pořizovatel zaměření: © Český úřad zeměměřický a katastrální. www.cuzk.cz
- Zaměření vodního toku Bělá (TPE):
  - Datum zaměření: 12 / 2006
  - Rozsah zaměření: Bělá v délce (ř.km 0,000 – 18,420)
- Geodetické doměření vodního toku Bělá
  - Datum zaměření: 10 / 2018
  - Rozsah zaměření: vybrané lokality v řešeném území (ř.km 3,100 - 17,350)
  - Pořizovatel zaměření: Hydrosoft Veleslavín s.r.o.

3.2 Hydrologická data

Hydrologická data byla pořízena v rámci tohoto projektu. Pro tento profil byly objednány 2 profily se základními hydrologickými údaji. V tabulce níže jsou uvedeny konkrétní průtoky a údaje o třídě přesnosti.

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
Trnová, rozdělovací objekt náhonu VD rybník Hamr	19.3.2019	5,910	11,20	22,0	40,4	66,8	IV
Bučí, cca 550 m pod křížením toku s místní kom.	19.3.2019	10,130	8,96	17,6	32,4	53,5	IV

3.2.1 Hydrologické poměry a jejich interpretace ve výpočtovém modelu

Pro zpracování studie byly použity základní hydrologické údaje ČHMÚ. V souladu s podmínkami zadání provedl řešitel zpřesnění hydraulických výpočtů vložením doplňkových profilů se změnami hydrologických údajů, viz tabulka níže.
Tato data byla získána interpolací / extrapolací z výše uvedených údajů ČHMÚ podle dílčích ploch povodí.

Tabulka - Doplňkové hydrologické profily ve výpočtovém modelu (Q_N) v $m^3.s^{-1}$

Hydrologický profil	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
Horní Bříza - profil P14	4,120	12,0	23,6	43,3	71,5
pod obcí Loza	11,530	7,9	15,4	28,2	46,6
nad obcí Dolní Bělá	13,700	7,0	13,6	25,0	41,2

3.3 Místní šetření

Místní šetření proběhlo 16.1.2018 a 4.4.2019 a byla zpracována podrobná fotodokumentace. Každá fotografie je časově a prostorově lokalizovaná.

Cílem místního šetření bylo:

a) Posouzení drsnostních charakteristik, zejména v inundačním území intrvilánu dotčených obcí a měst.
b) Možné doplňující požadavky na geodetické zaměření, pokud to dle místního šetření bude nutné.
c) Posouzení morfologie terénu z pohledu průtoku Q_{500}. Předběžné zhodnocení, zdali bude potřebné rozšiřovat geodeticky zaměřené profily (např. z výškopisu DMR 5G). Ne vždy se celá inundace podílí na průtoku.
d) Posouzení objektů z pohledu průtoku N-letých vod. Na základě pořízené fotodokumentace budou určovány průtokové koeficienty a další parametry objektu, následně proběhne porovnání s dodaným geodetickým zaměřením.
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 Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura

Při zpracování DMT i hydrodynamického modelu byly dále využity tyto podklady, jako již výše uvedené podklady: Zaměření vodního toku Bělá (TPE), Geodetické doměření vodního toku Bělá, terénní průzkum lokality.

Dále byla využita dokumentace k použitému hydrodynamickému modelu (HEC-RAS 5.0.5, viz dále kap. 5.1):

- U.S. Army Corps of Engineers (2016): HEC-RAS, River Analysis Systém User's Manual, version 5.0, Brunner G. W., CEIWR-HEC. www.hec.usace.army.mil
- U.S. Army Corps of Engineers (2016): HEC-RAS, River Analysis Systém Hydraulic Reference Manual, version 5.0, Brunner G. W. www.hec.usace.army.mil

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

[1] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie

[2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.

[3] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Poskytnuté podklady plně pokryly zájmové území. Část geodeticky zaměřených profilů musela být rozšířena, s ohledem na místy širší rozsah povodně Q_{500}. Pro rozšíření profilů bylo použito podkladu DMR 5G, jehož přesnost je pro potřeby modelu v částech inundačního území dostatečná.

4 Popis koncepčního modelu

Základním požadavkem na zpracování záplavových území je provádění výpočtů metodou ustáleného nerovnoměrného proudění. Pro tento typ výpočtů byl použit program HEC-RAS verze 5.0.5 (Hydrologic Engineering Center - River Analysis Systém) vyvinutý v Hydrologic Engineering Center - US Army Corps of Engineers.

Ve výpočtovém 1D prostředí řeší ustálené nerovnoměrné proudění v otevřených neprizmatických korytech v režimových oblastech říčních i bystřinných. Základem řešení nerovnoměrného proudění je obecná metoda po úsecích. V každém bodě (úseku) příčného profilu lze zadat vlastní drsnost; model řeší odděleně proudění v korytě a inundacích.

Objekty jsou počítány spolu s ostatními profily v jedné trati a program nabízí detailní řešení rozličných objektů, které lze běžně na vodních tocích potkat (mosty, propustky, jezy, hráze, stavidla, boční přelivy). Dále HEC-RAS umožňuje v 1D řešení výpočet větevné / okruhové sítě u členitých úloh.

4.1 Schematizace řešeného problému

Schéma modelu je v souladu se SZÚ jednorozměrné (1D). Vzhledem k charakteru toku, které je v extravilánech doprovázené širokými plochými inundacemi, byla schematizace provedena tak, že příčné profily byly vymezeny na aktivní a neaktivní zóny pro jednotlivé návrhové průtoky. Vzdálenost příčných řezů je nepravidelná a jejich umístění je zaměřeno primárně na charakteristická místa toku, náhlé změny profilu toku, objekty na toku apod. V místech s prizmatickým korytem nebo neměnící se tratí je vzdálenost řezů větší, v případě objektů nebo náhlých změn tvarů koryta jsou řezy zahuštěny. Takto provedená schematizace je naprosto dostatečná a danému toku a účelu odpovídající.

V místě objektů na toku byl vytvořen příčný profil reprezentující koryto před a za objektem a mezi tyto příčné profily byl vložen objekt (most, propustek, jez atd.). Sestavený hydraulický model se skládá ze 161 výpočetních profilů (včetně objektů na toku). Průměrná vzdálenost profilů v intravilánu je 34 m a v extravilánu 171 m.

Výpočetní 1D model této studie dále schematizuje rozvětvení trati nad nádrží Hamr v obci Trnová na dvě větve: Levostranná „Bělá-Hamr“ jako pokračování hlavního koryta (a obtékající nádrž) a pravostranná „větev-Hamr“ jako část ústící do nádrže, dále přes její hráz a následný soutok s hlavním korytem pod nádrží.
Rozvětvení se nachází pod profilem N_22 (ř.km 6,851) a k soutoku dochází nad profilem P17 (ř.km 5,031).

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

Pro zpracování modelových výpočtů ustáleného nerovnoměrného proudění je zapotřebí na hranicích modelu zadat okrajové podmínky.

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

Na horním okraji modelu byla zadána hodnota průtoku pro jednotlivé řešené průtokové stavy. V místech významných přítoků je provedena odpovídající změna průtoku.

Počáteční podmínka se pro řešení ustáleného proudění nezadává.

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 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 každý bod příčného profilu 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 odborné literatury.
Hydrologická data se přebírají z údajů ČHMÚ (viz kap. 3.2) jako okrajové podmínky výpočtu v profilech, kde dochází ke změně průtoků.
V okrajových výpočtových profilech je okrajová podmínka zadána hloubkou rovnoměr. proudění (viz kap. 4.3).

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

ř. km 13,731 až 11,178 – profily P48 až P37 – nad obcí Dolní Bělá až nad obec Bučí

Počáteční úsek zájmového území této studie začíná nad nádrží Zámecký rybník (profil P46, ř.km 13,418). Ta je dle způsobu přívodu vody boční nádrží, nicméně při Q_{50} již bude průtočná. Nádrž má na své levé straně v boční hrázi nouzový přeliv – zemní průleh, kterým se voda může z nádrže dostat zpět do hlavního koryta. Povodeň Q_{100} je na hraně přelití čelní hráze, nicméně pod hrází zaplaví zástavbu obce (domy a chalupy) i povodeň Q_{20}. Situaci zde zhoršuje dvoupolový mostek M_DBela_III (ř.km 13,311) přes místní komunikaci, který je kapacitní na Q_5, při Q_{20} již voda začne most obtékat zprava a zasahovat další objekty pod mostem.

Směrem níže teče Bělá pásem tvořeným zužující se loukou, kterou lemuje les; koryto zde nemá kapacitu ani Q_5. Bělá opouští Dolní Bělou dvojící mostů M_DBela_II a M_DBela_I (ř.km 12,734 a 12,704). Výše umístěný je kamenný klenbový přes místní cestu s kapacitou do Q_{20} a přes druhý most vede silnice II.tř č.204 a má kapacitu cca Q_{20}, kdy při této povodni se zaplaví prostor před oběma mosty a může dojít k zasažení obytných objektů na pravé straně. Mostovka obou mostů bude přelévána při Q_{50}.

Směrem níže budou z nekapacitního koryta zaplavovány přilehlé louky (zejména za levým břehem), tento prostor zde uzavírá násep silnice II.tř č.205 do obce Loza a dvoupolový klenbový M_Loza_I (ř.km 11,962). Ten je kapacitní na Q_{100}, nicméně, násep silnice zde tvoří hráz napříč údolím a i nižší povodně výrazně zaplaví území nad mostem. Pod ním se na levé straně u silnice nad úrovní Q_{100} nachází ČOV. Směrem níže až k obci Bučí, bude zaplavována rozlehlá louka od Q_5, posléze od Q_{10}.

ř. km 11,178 až 9,550 – profily P37 až P31 – nad obcí Bučí až nad obec Krašovice

V obci Bučí jsou na toku dva důležité mosty. Prvním z nich je M_Buci_II (ř.km 10,961), který je kapacitní na Q_5, při Q_{20} dojde k přelévání mostovky. Nad mostem můžou být při Q_{20} zasaženy budovy výrobního areálu.

Po proudu dále bude zaplavena louka na levé straně a poté i zástavba obce na pravém břehu. Nachází se zde most M_Buci_I (ř.km 10,603), který bude obtékaný zprava při Q_{20}. Nad mostem je několikero rodinných domů.

Pod druhým mostem je již od Q_5 zaplavována táhlá louka na pravé straně, posléze na levé, až nad Krašovice.

ř. km 9,550 až 8,001 – profily P31 až P26 – nad obcí Krašovice až nad obec Trnová

Nad obcí Krašovice se vodní tok Bělá od profilu P31 (ř.km 9,550) rozlévá při Q_5 mimo koryto do údolnice, poté se přes Most_Krasovice_II (ř.km 9,378), dostává k zástavbě obce mezi Krašovickým rybníkem vlevo a silnicí III.tř. č.1806 vpravo. Zde nemovitosti částečně ochrání zemní val v profilu N_41 (ř.km 9,142), a to maximálně na Q_{20}. Vyšší povodně prostor za tímto valem zaplaví, nachází se tam rodinné domy, chalupy a zahrady.

Pod obcí Krašovice až nad obec Trnová bude zaplavována rozlehlá táhla louka, kdy dojde k větvení u nižších povodní. Koryto má zde proměnlivou kapacitu - méně než Q_5 až do Q_{20}.

ř. km 8,001 až 5,849 – profily P26 až Most_Trnova_I_h – nad obcí Trnová až k mostu rybníka Hamr

Jedná se o závěrečnou část zájmového území s jedním osídlením – obcí Trnová. Intravilán začíná za profilem P25 (ř.km 7,616); koryto je z úseku výše nekapacitní na Q_5, nicméně tento rozliv zde není široký. Mnohem větší rozsah může způsobit povodeň Q_{20}, a to až k silnici III.tř. č.1806. Zaplavena tak bude zde (v příhodném místním názvu „Na rybníce“) klasická zástavba – zahrady s rodinnými domy či chalupami.

V samotném středu obce jsou tři důležité mosty. Prvním je Most_Trnova_V (ř.km 7,167), který je kapacitní na Q_5, povodeň Q_{20} bude most obtékat zprava – což se dá vzhledem k odstavci výše předpokládat. V okolí mostu jsou obytné i hospodářské nemovitosti, nicméně pod tímto mostem může zaplavit nejbližší budovy i povodeň Q_5.

O něco níže je druhý a nově zrekonstruovaný objekt N_25_Most (ř.km 7,048), kapacitní na Q_5, při povodni Q_{20} dojde k obtékání zleva do prostoru odděleného od koryta místní silnicí. Q_{50} zasáhne území i na pravé straně.

Třetím mostem je Most_Trnova_III (ř.km 6,872), kapacitní na Q_{10} s tím, že Q_{20} se zavzduje o mostovku a nedojde k nepřelití silnice. Vyšší povodně se budou zaplavovat území především na pravé straně – tj. budovy nad fotbalovým hřištěm a hřiště samotné.

V prostoru pod objektem Most_Trnova_III také dochází k rozvětvení povodňových průtoků. Vzhledem ke konfiguraci terénu odteče nezanedbatelná část vody pravou větví směrem do nádrže Hamr a levou větví zbylá část průtoků hlavním korytem. Nádrž Hamr (10,5 ha) je tak za vyšších stavů průtočná a nikoliv boční jako za normálních m-denních průtoků.

U objektu Most_Trnova_II (ř.km 6,291) stojí na vyvýšeném ostrůvku ČOV. Měla by být nad úrovní Q_{500}.

Zájmové území končí u profilu Lavka_Trnova_I (ř.km 6,004).

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Program Hec-Ras umožňuje zadávat drsnosti v jednotlivých bodech (částech) příčného profilu. Tím je možné postihnout různorodost levobřežního inundačního území, samotného koryta a pravobřežního inundačního území.

Tabulka - Použité drsnosti dle Manninga v korytě

Popis	součinitel „ n “
dno potoka	0,036 – 0,042
kamenné zdi v dobrém stavu	0,025
kamenné zdi starší	0,035
beton hladký	0,018
beton hrubý starší	0,022
hustá tráva, buřina	0,050
keře, zarostlé břehy	0,060
les řídký	0,070

Tabulka - Použité drsnosti dle Manninga v inundačním území

Popis	součinitel „ n “
silnice	0,025
cesty polní	0,039
udržované zelené plochy	0,035
louky a pastviny, pole	0,045
keře (dle hustoty)	0,05 – 0,06 – 0,09
les (dle hustoty)	0,07 – 0,10
zahrady (dle hustoty, zástavby)	0,12 – 0,16 – 0,20

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Dolní okrajová podmínka byla stanovena v profilu P14 (nad obcí Horní Bříza, ř.km 4,128) a byla dopočítána za předpokladu vytvoření rovnoměrného proudění, kdy je sklon čáry energie, vodní hladiny a toku totožný.

Tabulka - Dolní okrajová podmínka

DOP v profilu P14	**Q_1**	**Q_2**	**Q_5**	**Q_{10}**	**Q_{20}**	**Q_{50}**	**Q_{100}**	**Q_{500}**
N-leté průtoky Q_N (m^3/s)	4,0	6,8	12,0	17,2	23,6	33,9	43,3	71,5
hladina při Q_N (m n.m.)	370,49	370,69	370,79	370,86	370,93	371,02	371,08	371,24

Na horním okraji modelu byla zadána hodnota průtoku pro jednotlivé řešené průtokové stavy. V místech významných přítoků je provedena odpovídající změna průtoku, viz tabulka níže.

Tabulka - N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení

Úsek toku Bělá **N- leté průtoky Q_N**	**Úsek toku** **(km od - do)**	**Q_5** **(m^3/s)**	**Q_{20}** **(m^3/s)**	**Q_{100}** **(m^3/s)**	**Q_{500}** **(m^3/s)**	**Poznámka**
Horní Bříza - profil P14	4,120 - 5,910	12,0	23,6	43,3	71,5	
Trnová, rozd. obj. náh. ryb. Hamr	5,910 - 7,100	11,2	22,0	40,4	66,8	profil ČHMÚ
Bučí, cca 550 m pod kříž. s místní kom.	7,100 - 11,530	9,0	17,6	32,4	53,5	profil ČHMÚ
pod obcí Loza	11,530 - 13,700	7,9	15,4	28,2	46,6	
nad obcí Dolní Bělá	13,700 - 13,940	7,0	13,6	25,0	41,2	

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Jak již bylo řečeno dříve, počáteční podmínky se v případě ustáleného nerovnoměrného proudění nezadávají.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Vstupní data byla pro zpracování studie dostatečná.

5.3 Popis kalibrace modelu

Pro kalibraci modelu nebyly k dispozici žádné povodňové značky, ani jiné údaje.

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Hlavním výstupem z matematického modelu je psaný podélný profil, jež je zpracován pro všechny průtokové epizody a jež je hlavním nástrojem pro tvorbu záplavových čar. Psaný podélný profil kromě vypočtené úrovně hladiny obsahuje i informaci o výšce dna (nejhlubší dno) a je doplněn o poznámku, upřesňující umístění daného příčného řezu.

Slovní popis výstupů hydrodynamického modelu je uveden v kapitole 5.2.1.

Tabulka – Psaný podélný profil

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H_5 [m n. n.]	Q_5 [m^3/s]	H_{20} [m n. n.]	Q_{20} [m^3/s]	H_{100} [m n. n.]	Q_{100} [m^3/s]	H_{500} [m n. n.]	Q_{500} [m^3/s]	Poznámka
vodní tok Bělá – horní a střední část zájmového území										
13.940	454.99	456.05	7.00	456.16	13.60	456.29	25.00	456.80	41.20	P49
13.731	453.96	455.22	7.00	455.60	13.60	456.14	25.00	456.65	41.20	P48
13.591	454.00	454.90	7.90	455.40	15.40	455.99	28.20	456.48	46.60	J_DBela_h - Jez
13.582	453.13	454.88	7.90	455.40	15.40	455.99	28.20	456.49	46.60	P47
13.539	453.05	454.78	7.90	455.28	15.40	455.84	28.20	456.28	46.60	N_78
13.476	452.97	454.63	7.90	455.15	15.40	455.70	28.20	456.08	46.60	N_77
13.418	453.10	454.25	7.90	454.73	15.40	455.13	28.20	455.68	46.60	P46
13.345	449.38	450.56	7.90	451.08	15.40	451.54	28.20	451.74	46.60	N_76
13.321	449.17	450.27	7.90	450.98	15.40	451.45	28.20	451.55	46.60	N_75
13.316	449.26	450.31	7.90	450.98	15.40	451.47	28.20	451.59	46.60	M_DBela_III_h - Most
13.306	449.26	450.26	7.90	450.75	15.40	451.00	28.20	451.15	46.60	M_DBela_III_d
13.282	448.81	449.79	7.90	450.14	15.40	450.40	28.20	450.62	46.60	N_74
13.232	448.00	448.73	7.90	448.83	15.40	448.95	28.20	449.07	46.60	P45
13.167	446.83	448.01	7.90	448.11	15.40	448.24	28.20	448.37	46.60	N_73
13.062	445.91	446.85	7.90	446.96	15.40	447.07	28.20	447.22	46.60	N_72
13.008	444.82	446.06	7.90	446.35	15.40	446.56	28.20	446.80	46.60	N_71_P44
12.928	444.10	445.21	7.90	445.41	15.40	445.71	28.20	445.94	46.60	N_70
12.865	443.55	444.86	7.90	445.06	15.40	445.63	28.20	445.76	46.60	N_69
12.751	442.47	443.56	7.90	444.45	15.40	445.60	28.20	445.71	46.60	N_68
12.737	442.38	443.63	7.90	444.44	15.40	445.60	28.20	445.71	46.60	M_DBela_II_h - Most
12.727	442.38	443.47	7.90	444.27	15.40	445.27	28.20	445.50	46.60	M_DBela_II_d
12.717	442.22	443.38	7.90	444.18	15.40	445.25	28.20	445.47	46.60	M_DBela_I_h - Most
12.697	442.22	443.08	7.90	443.46	15.40	443.87	28.20	444.35	46.60	M_DBela_I_d
12.688	441.75	442.63	7.90	443.01	15.40	443.31	28.20	443.51	46.60	P43_N_66
12.448	439.22	440.26	7.90	440.33	15.40	440.42	28.20	440.56	46.60	P42
12.243	437.69	438.01	7.90	438.20	15.40	438.36	28.20	438.47	46.60	P41
12.067	436.16	437.27	7.90	437.37	15.40	437.68	28.20	438.41	46.60	M_Loza_II_h - Most
12.056	436.16	437.15	7.90	437.27	15.40	437.66	28.20	438.41	46.60	M_Loza_II_d
11.974	435.55	436.46	7.90	436.89	15.40	437.50	28.20	438.31	46.60	N_65
11.967	435.40	436.43	7.90	436.84	15.40	437.43	28.20	438.24	46.60	M_Loza_I_h - Most
11.957	435.20	436.15	7.90	436.51	15.40	436.84	28.20	437.15	46.60	M_Loza_I_h
11.945	435.00	435.82	7.90	436.18	15.40	436.58	28.20	437.03	46.60	N_62
11.707	433.10	433.51	7.90	433.60	15.40	433.63	28.20	433.66	46.60	P39_N_61
11.454	430.90	430.50	8.96	430.62	17.60	430.83	32.40	431.04	53.50	P38
11.178	427.42	427.73	8.96	427.81	17.60	427.87	32.40	427.90	53.50	P37

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H_5 [m n. n.]	Q_5 [m³/s]	H_{20} [m n. n.]	Q_{20} [m³/s]	H_{100} [m n. n.]	Q_{100} [m³/s]	H_{500} [m n. n.]	Q_{500} [m³/s]	Poznámka
10.973	425.32	426.52	8.96	427.21	17.60	427.50	32.40	427.67	53.50	N_60
10.966	425.41	426.46	8.96	427.15	17.60	427.45	32.40	427.61	53.50	M_Buci_II_h - Most
10.955	425.41	426.22	8.96	426.42	17.60	427.05	32.40	427.33	53.50	M_Buci_II_d
10.943	425.20	426.06	8.96	426.23	17.60	426.39	32.40	426.54	53.50	N_59
10.906	425.01	425.84	8.96	425.96	17.60	426.05	32.40	426.19	53.50	P36
10.838	424.29	425.31	8.96	425.43	17.60	425.66	32.40	425.93	53.50	N_57
10.755	423.95	424.92	8.96	425.21	17.60	425.51	32.40	425.82	53.50	N_56
10.705	423.79	424.82	8.96	425.14	17.60	425.44	32.40	425.74	53.50	N_55
10.613	423.28	424.31	8.96	424.85	17.60	425.04	32.40	425.16	53.50	N_54
10.607	423.38	424.34	8.96	424.86	17.60	425.07	32.40	425.22	53.50	M_Buci_I_h - Most
10.599	423.38	424.18	8.96	424.55	17.60	424.71	32.40	424.95	53.50	M_Buci_I_d
10.593	423.24	423.91	8.96	424.28	17.60	424.45	32.40	424.64	53.50	N_53
10.536	422.85	423.32	8.96	423.43	17.60	423.56	32.40	423.69	53.50	N_52
10.454	422.44	422.69	8.96	422.78	17.60	422.90	32.40	423.04	53.50	P34
10.389	421.96	422.20	8.96	422.32	17.60	422.47	32.40	422.62	53.50	N_51
10.138	419.42	420.02	8.96	420.09	17.60	420.18	32.40	420.27	53.50	P33
9.814	415.63	417.07	9.60	417.22	18.80	417.40	34.40	417.58	56.60	P32
9.550	413.93	414.86	9.60	414.96	18.80	415.06	34.40	415.15	56.60	P31
9.481	413.88	414.29	9.60	414.41	18.80	414.58	34.40	414.77	56.60	N_50
9.419	413.33	414.29	9.60	414.40	18.80	414.56	34.40	414.74	56.60	N_49
9.386	413.30	414.29	9.60	414.39	18.80	414.55	34.40	414.73	56.60	N_48
9.383	413.30	414.29	9.60	414.40	18.80	414.55	34.40	414.73	56.60	N_47
9.382	412.58	414.28	9.60	414.38	18.80	414.53	34.40	414.70	56.60	Most_Krasovice_II_h - Most
9.370	412.57	413.92	9.60	414.15	18.80	414.36	34.40	414.57	56.60	Most_Krasovice_II_d
9.362	412.57	413.84	9.60	414.09	18.80	414.33	34.40	414.54	56.60	N_45_Jez_Krasovice_h - Jez
9.359	412.57	413.79	9.60	414.11	18.80	414.33	34.40	414.53	56.60	N_45_Jez_Krasovice_d
9.305	412.21	413.20	9.60	413.45	18.80	413.62	34.40	413.78	56.60	N_44
9.227	411.77	412.74	10.90	412.93	21.30	413.24	39.00	413.50	64.00	N_43
9.142	410.99	412.54	10.90	412.84	21.30	413.18	39.00	413.45	64.00	N_41
9.139	410.99	412.36	10.90	412.73	21.30	413.05	39.00	413.32	64.00	N_40
9.111	411.04	412.22	10.90	412.64	21.30	412.97	39.00	413.24	64.00	Lavka_Krasovice_V_h - Lávka
9.108	411.04	412.20	10.90	412.59	21.30	412.88	39.00	413.14	64.00	Lavka_Krasovice_V_d
9.074	410.78	411.92	10.90	412.29	21.30	412.66	39.00	412.90	64.00	N_39
9.069	410.70	411.75	10.90	412.02	21.30	412.44	39.00	412.69	64.00	P29
9.008	410.48	410.95	10.90	411.09	21.30	411.29	39.00	411.48	64.00	N_38
8.709	406.82	408.40	10.90	408.56	21.30	408.64	39.00	408.74	64.00	P28
8.384	403.45	404.51	10.90	405.13	21.30	405.79	39.00	406.22	64.00	P27

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H_5 [m n. n.]	Q_5 [m³/s]	H_{20} [m n. n.]	Q_{20} [m³/s]	H_{100} [m n. n.]	Q_{100} [m³/s]	H_{500} [m n. n.]	Q_{500} [m³/s]	Poznámka
8.330	402.89	404.29	10.90	404.95	21.30	405.76	39.00	406.20	64.00	Most_Krasovice_I_h - Most
8.320	402.89	404.04	10.90	404.62	21.30	405.14	39.00	405.38	64.00	Most_Krasovice_I_d
8.001	400.14	401.44	10.90	401.65	21.30	401.92	39.00	402.06	64.00	P26
7.616	396.93	398.48	10.90	398.79	21.30	399.03	39.00	399.22	64.00	P25
7.592	396.80	398.28	10.90	398.58	21.30	398.85	39.00	399.09	64.00	N_37
7.522	396.05	397.74	10.90	398.16	21.30	398.45	39.00	398.74	64.00	N_36
7.516	396.22	397.60	10.90	398.05	21.30	398.36	39.00	398.64	64.00	Lavka_Trnova_VIII_h - Lávka
7.514	396.22	397.58	10.90	397.94	21.30	398.28	39.00	398.59	64.00	Lavka_Trnova_VIII_d
7.487	395.50	397.45	10.90	397.83	21.30	398.17	39.00	398.48	64.00	Lavka_Trnova_VII_h - Lávka
7.485	395.50	397.43	10.90	397.80	21.30	398.14	39.00	398.45	64.00	Lavka_Trnova_VII_d
7.470	395.66	397.32	10.90	397.73	21.30	398.07	39.00	398.37	64.00	N_35
7.465	395.63	397.30	10.90	397.70	21.30	398.03	39.00	398.33	64.00	Most_Trnova_VI_h - Most
7.460	395.63	397.19	10.90	397.61	21.30	397.97	39.00	398.28	64.00	Most_Trnova_VI_d
7.392	395.15	396.68	10.90	397.13	21.30	397.47	39.00	397.76	64.00	N_34
7.323	394.36	396.19	10.90	396.55	21.30	396.79	39.00	397.06	64.00	N_33
7.300	394.30	396.06	10.90	396.49	21.30	396.70	39.00	396.96	64.00	P24
7.254	393.90	395.63	10.90	396.06	21.30	396.45	39.00	396.74	64.00	N_32
7.221	393.78	395.20	10.90	395.64	21.30	395.99	39.00	396.31	64.00	N_31
7.181	393.84	395.12	10.90	395.56	21.30	395.96	39.00	396.25	64.00	N_30
7.176	393.78	395.12	10.90	395.56	21.30	395.95	39.00	396.24	64.00	Most_Trnova_V_h - Most
7.166	393.78	395.07	10.90	395.36	21.30	395.64	39.00	395.92	64.00	Most_Trnova_V_d
7.136	393.35	394.91	10.90	395.18	21.30	395.50	39.00	395.83	64.00	N_29
7.114	393.43	394.85	10.90	395.11	21.30	395.41	39.00	395.74	64.00	N_28
7.067	393.24	394.35	11.20	394.88	22.00	395.25	40.40	395.60	66.80	N_27
7.059	393.04	394.38	11.20	394.83	22.00	395.17	40.40	395.50	66.80	N_26_M_h - Most
7.045	393.13	394.36	11.20	394.79	22.00	395.09	40.40	395.39	66.80	N_25_M_d
7.036	392.98	394.29	11.20	394.72	22.00	395.04	40.40	395.38	66.80	N_24
6.973	392.45	393.96	11.20	394.42	22.00	394.92	40.40	395.27	66.80	P23
6.891	392.02	393.60	11.20	394.04	22.00	394.63	40.40	394.92	66.80	N_23
6.875	392.22	393.55	11.20	393.95	22.00	394.53	40.40	394.91	66.80	Most_Trnova_III_h - Most
6.867	392.22	393.51	11.20	393.85	22.00	394.16	40.40	394.66	66.80	Most_Trnova_III_d
6.851	391.91	393.31	11.20	393.61	22.00	393.93	40.40	394.60	66.80	N_22
vodní tok Bělá – dolní část zájmového území – hlavní koryto obtékající nádrž Hamr										
6.752	391.29	392.41	6.76	392.58	10.23	392.74	14.87	392.89	20.25	N_21
6.740	390.85	392.28	6.76	392.45	10.23	392.57	14.87	392.69	20.25	N_20
6.696	390.78	391.95	6.76	392.10	10.23	392.21	14.87	392.30	20.25	Lavka_Trnova_III_h - Lávka
6.694	390.78	391.83	6.76	391.90	10.23	392.10	14.87	392.19	20.25	Lavka_Trnova_III_d

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H_5 [m n. n.]	Q_5 [m³/s]	H_{20} [m n. n.]	Q_{20} [m³/s]	H_{100} [m n. n.]	Q_{100} [m³/s]	H_{500} [m n. n.]	Q_{500} [m³/s]	Poznámka
6.672	390.84	391.74	6.76	391.78	10.23	391.86	14.87	391.97	20.25	N_19
6.310	388.34	389.99	6.76	390.32	10.23	390.67	14.87	391.01	20.25	P21
6.295	388.49	389.90	6.76	390.23	10.23	390.59	14.87	390.91	20.25	Most_Trnova_II_h - Most
6.288	388.49	389.84	6.76	390.15	10.23	390.46	14.87	390.71	20.25	Most_Trnova_II_d
6.017	386.50	388.05	6.76	388.26	10.23	388.46	14.87	388.67	20.25	P20
6.005	386.54	387.85	6.76	388.06	10.23	388.29	14.87	388.51	20.25	Lavka_Trnova_I_h - Lávka
6.003	386.54	387.70	6.76	387.83	10.23	388.01	14.87	388.17	20.25	Lavka_Trnova_I_d
5.849	384.64	386.10	7.56	386.39	11.83	386.69	17.77	387.00	24.95	Most_Trnova_I_h - Most
5.827	384.64	385.84	7.56	386.11	11.83	386.33	17.77	386.52	24.95	Most_Trnova_I_d
5.677	382.50	383.82	7.56	383.99	11.83	384.20	17.77	384.45	24.95	P19
5.433	379.72	381.11	7.56	381.47	11.83	381.67	17.77	381.75	24.95	P18
vodní tok Bělá – dolní část zájmového území – větev přes nádrž Hamr										
1.866	391.41	392.35	4.44	392.50	11.77	392.64	25.53	392.76	46.55	N_21
1.850	391.00	391.62	4.44	391.74	11.77	391.89	25.53	392.05	46.55	N_20
1.802	391.05	391.42	4.44	391.54	11.77	391.66	25.53	391.81	46.55	Lavka_Trnova_III_h
1.800	391.05	391.39	4.44	391.52	11.77	391.64	25.53	391.78	46.55	Lavka_Trnova_III_d
1.753	390.21	390.76	4.44	390.81	11.77	390.92	25.53	391.04	46.55	N_19
1.425	388.28	388.52	4.44	388.62	11.77	388.73	25.53	388.85	46.55	P21
1.401	388.06	388.47	4.44	388.58	11.77	388.71	25.53	388.82	46.55	Most_Trnova_II_h
1.395	388.27	388.46	4.44	388.58	11.77	388.70	25.53	388.81	46.55	Most_Trnova_II_d
1.087	386.80	388.46	4.44	388.58	11.77	388.70	25.53	388.81	46.55	P20
1.072	386.70	388.46	4.44	388.58	11.77	388.70	25.53	388.81	46.55	Lavka_Trnova_I_h
1.070	386.70	388.46	4.44	388.58	11.77	388.70	25.53	388.81	46.55	Lavka_Trnova_I_d
0.746	388.56	388.41	4.44	388.50	11.77	388.61	25.53	388.71	46.55	Hamr_hraz - Hráz
0.715	383.69	384.09	4.44	384.32	11.77	384.55	25.53	384.73	46.55	Hamr_hraz_d
0.596	382.07	382.65	4.44	382.80	11.77	382.89	25.53	383.04	46.55	P18_h
0.474	379.72	381.02	4.44	381.63	11.77	381.84	25.53	382.00	46.55	P18
vodní tok Bělá – dolní část zájmového území – pod nádrží Hamr										
5.031	375.35	377.16	12.00	377.64	23.60	377.88	43.30	378.04	71.50	P17
4.708	373.06	374.61	12.00	374.84	23.60	374.97	43.30	375.08	71.50	P16
4.406	371.26	372.54	12.00	372.68	23.60	372.81	43.30	372.94	71.50	P15
4.128	369.60	370.79	12.00	370.93	23.60	371.08	43.30	371.24	71.50	P14

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

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

Tabulka – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
07264	Kralovice	558796	Dolní Bělá
		559245	Mrtník
		566446	Loza
10849	Nýřany	558699	Bučí
		559083	Krašovice
		559504	Trnová
		559709	Žilov

Mapa povodňového nebezpečí zobrazuje rozsah zaplaveného území, hloubky a rychlosti proudění.

Záplavové čáry jsou vyneseny na podkladě rastrové Základní mapy ČR v měřítku 1:10 000. Zakreslení záplavových čar, zejména mimo zaměřené příčné profily, zahrnuje nepřesnosti použité mapy. Snahou vyeliminovat nepřesnosti je užití bodového pole z DMT mimo zaměřené příčné profily. Při posouzení konkrétního místa je tedy rozhodující kóta hladiny odvozená z podélného profilu a skutečná nadmořská výška terénu posuzovaného místa.

Hloubka je vypočtena jako rozdíl digitálního modelu hladiny a digitálního modelu terénu. Výsledkem je rastr hloubek o velikosti pixlu 2 m x 2 m. Mapa hloubek se následně ořízne záplavovou čárou pro daný scénář.

Informace o rychlosti proudění vody v korytě a v inundačním území u jednorozměrného modelu jsou známy 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 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

Záplavové čáry byly vyneseny na podkladě rastrové Základní mapy ČR v měřítku 1 : 10 000. Zakreslení záplavových čar, zejména mimo zaměřené příčné profily, zahrnuje nepřesnosti použité mapy. Snahou vyeliminovat nepřesnosti je užití bodového pole z DMT mimo zaměřené příčné profily. Při posouzení konkrétního místa je tedy rozhodující kóta hladiny odvozená z podélného profilu a skutečná nadmořská výška terénu posuzovaného místa.

Při aplikaci výsledků výpočtu je nutno si uvědomit, že přírodní třírozměrný v čase proměnný děj je popisován stacionárním jednorozměrným matematickým modelem s použitím mnoha zjednodušujících předpokladů a odhadů. Přesnost výpočtu je limitována zejména hustotou příčných profilů použitých k výpočtu a odhadem drsnostního součinitele.

Hodnoty úrovně hladin získané interpolací mezi jednotlivými výpočtovými příčnými profily nemusí odpovídat skutečnosti.

Nejsou zde postiženy jevy běžně se vyskytující při povodních - hladina v inundaci nemusí být v jednom příčném profilu stejná jako v korytě, v obloucích dochází k příčnému převýšení hladiny, hladina je rozvlněná, atd.

Výpočet je proveden pro ideální stav koryta. Není započítáno ucpání průtočného profilu plaveným materiálem, které hrozí zejména v mostních profilech. Vliv na proudění má i sezónní stav vegetačního pokryvu.

Výsledky tohoto výpočtu nejsou neměnné. Může dojít ke změnám vlivem zpřesnění topografických podkladů, změny hydrologických údajů, použitím přesnějších výpočetních modelů, nebo vlivem změn v průtočném profilu vodního toku.

Jak bylo uvedeno výše, výpočetní model 1D je vždy schematizací skutečnosti. Hlavní míra nejistoty však neplyne ze špatného odhadu drsnostních charakteristik, nebo nedostatečně popsané topologie území a koryta, ale ze vstupních průtokových dat, jejichž přesnost je nezřídka v rozmezí ±40 – 60% dle uvedené třídy přesnosti. Dalším již zmíněným faktorem, s ním model nepočítá, je množství plavenin, které postupují vodním tokem při povodni, ať už se jedná například o ledové kry nebo antropogenní materiál či dřevní hmotu. Tyto plaveniny, pak zejména v prostoru objektů mohou způsobit naprosto převratné změny průtočného profilu (částečné nebo úplné ucpání), které pak mají na průběh hladiny zásadní vliv.

Pokud však odhlédneme od nejistot způsobených nepřesnými hydrologickými daty a budeme vztahovat rozsah záplavového území ke konkrétnímu průtoku (a nikoliv k deklarované četnosti povodně) a budeme postupovat v souladu s Metodikou stanovení ZÚ, tedy výpočet bez plavenin, můžeme konstatovat, že vypovídací schopnost modelu je značně vysoká. Největší ovlivnění hladin nastává v místech objektů, jejichž nesprávné posouzení, či špatně provedený výpočet ve vztahu k zatopení dolní vodou, má na úroveň hladiny zásadní vliv. Poměrně významné je i ovlivnění výpočtu chybně umístěnými dílčími profily v příčném řezu, naopak chybný odhad drsnosti byť v řádu desítek procent se ve volné trati dramaticky neprojeví.