

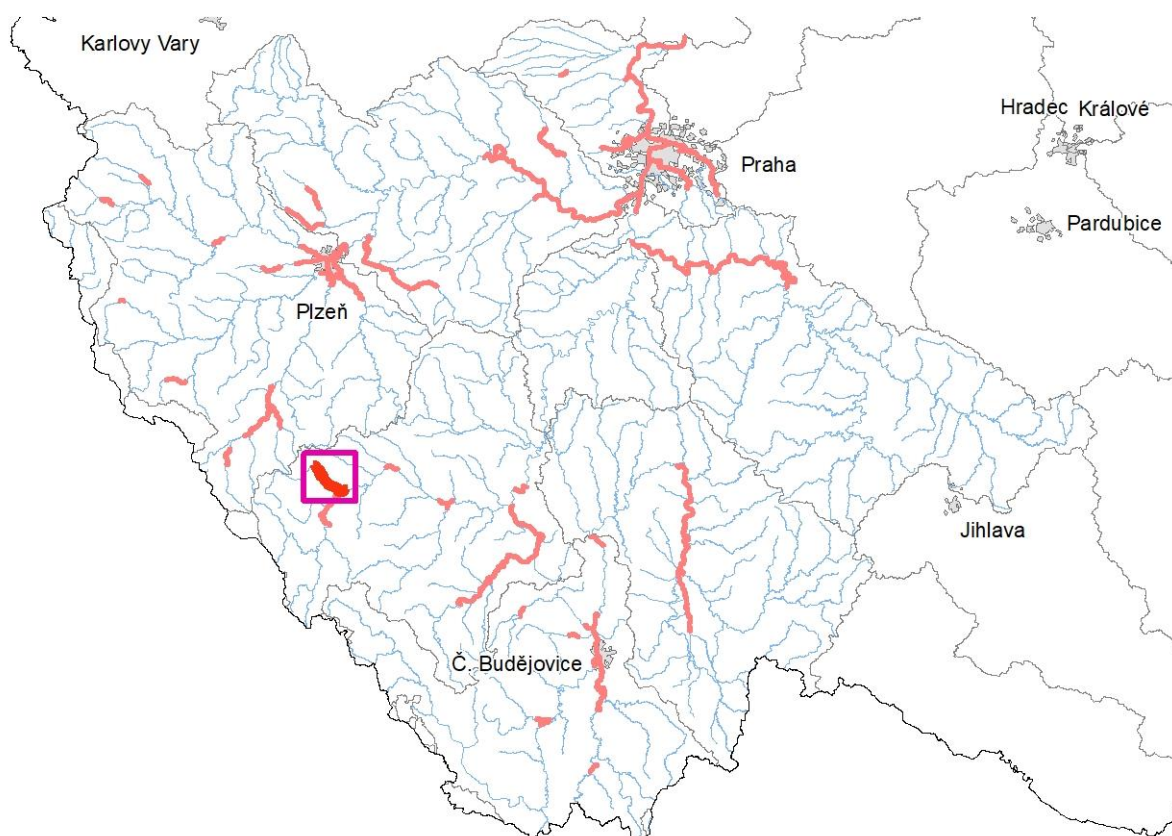


Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v povodí Vltavy a podklady k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍ VLTAVY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

OSTRUŽNÁ – HVL 07-02 - Ř. KM 0,000 – 13,600



prosinec 2019

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

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍ VLTAVY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

OSTRUŽNÁ – HVL 07-02 - Ř. KM 0,000 – 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.

Nábřeží 90/4

Praha 5

150 56

Řešitel:



Sweco Hydroprojekt a.s.

Táborská 31

Praha 4

140 16

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.....	13
4.3	Způsob zadávání OP a PP.....	13
5	Popis numerického modelu.....	14
5.1	Použité programové vybavení.....	14
5.2	Vstupní data numerického modelu.....	14
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území.....	14
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	15
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	16
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	16
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	16
5.3	Popis kalibrace modelu	16
6	Výsledky	17
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	17
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	26
6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	26

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka 1 – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
1D model	Matematický model jednorozměrného proudění
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DMT	Digitální model terénu
DSPS	Dokumentace skutečného provedení stavby
GIS	Geografický informační systém
LGS	Limnigrafická stanice
PPO	Protipovodňová opatření
S_JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
ZABAGED®	Základní báze geografických dat – digitální topografický model
ZM-10	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 zaplavovaného území,
- hloubky vody v zaplavovaném území,
- rychlosti proudění vody v zaplavovaném 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 hydrodynamických modelů a příslušné simulace;
- zpracování výsledků numerického modelování a vytvoření map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí).

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 Postup zpracování a metoda řešení

Postup zpracování zahrnoval následující body:

- Popis postupů souvisejících se zajištěním vstupních podkladů – stávající + nové (dodatečné zaměření profilů, objektů atd.)

Hydrologická data:

Pro účel studie bylo zajištěno ověření platnosti hydrologických dat Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} použitých pro zpracování map povodňového nebezpečí a map povodňových rizik v prvním plánovacím cyklu podle směrnice 2007/60/ES. Dle vyjádření ČHMÚ (02/2017) v profilech na Ostružné nedošlo ke změně a proto přebíráme hydrologická data ČHMÚ (N-leté průtoky) z prvního cyklu plánování.

Topologická data:

Digitální model terénu byl převzat z prvního plánovacího cyklu, který byl v úseku Hrádek – Kolinec, tedy v ř. km 7,200 – 11,500, doplněn o digitální model terénu, který byl sestaven z dat bodů 4G a zpřesněn o vymodelované dno koryta včetně objektů v korytě.

- Sestavení (aktualizace) hydrodynamických modelů a příslušné simulace.

Sestavení hydrodynamického modelu:

Pro vytvoření digitálního modelu koryta bylo použito geodetické zaměření příčných profilů. Spojením příčných profilů, výpočetní osy, zadáním významných objektů na toku (mosty, jezy) a dalších parametrů byl vytvořen výpočetní model.

Hydraulické výpočty:

Byly provedeny pomocí HEC-RAS ver. 5.0. – matematického modelu pro simulace proudění v otevřených korytech a inundačních územích. Výpočty byly provedeny pro průtokové stavy Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} . Hydrologické údaje ČHMÚ byly pro výpočet velkých vod v celé délce toku rozděleny do dílčích úseků definovaných hlavními povodími toku podle atlasu hydrologických poměrů ČR.

- Zpracování výsledků numerického modelování a vytvoření map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí).

Výsledky výpočtů:

Z výstupů simulací byly pro všechny průtokové stavy Q_N vygenerovány:

- záplavové čáry (hranice rozlivů),
- mapy hloubek,
- mapy rychlostí,

na základě kterých byly vytvořeny mapy povodňového nebezpečí.

2 Popis zájmového území

Název toku: Ostružná

ID úseku IDVT CEVT: 10100097

Číslo hydrologického pořadí toku:

1-08-01-064; 1-08-01-071; 1-08-01-072; 1-08-01-073; 1-08-01-074; 1-08-01-075; 1-08-01-076; 1-08-01-077;
1-08-01-078; 1-08-01-079; 1-08-01-080

Říční kilometry začátku a konce úseku: ř. km 0,000 – 13,600

Významná vodní díla: -

Významné přítoky: -

Podklady:

Název toku zdroj VÚV TGM, v.v.i.

ID úseku IDVT CEVT zdroj Ministerstvo zemědělství

Číslo hydrologického pořadí toku zdroj ČHMÚ

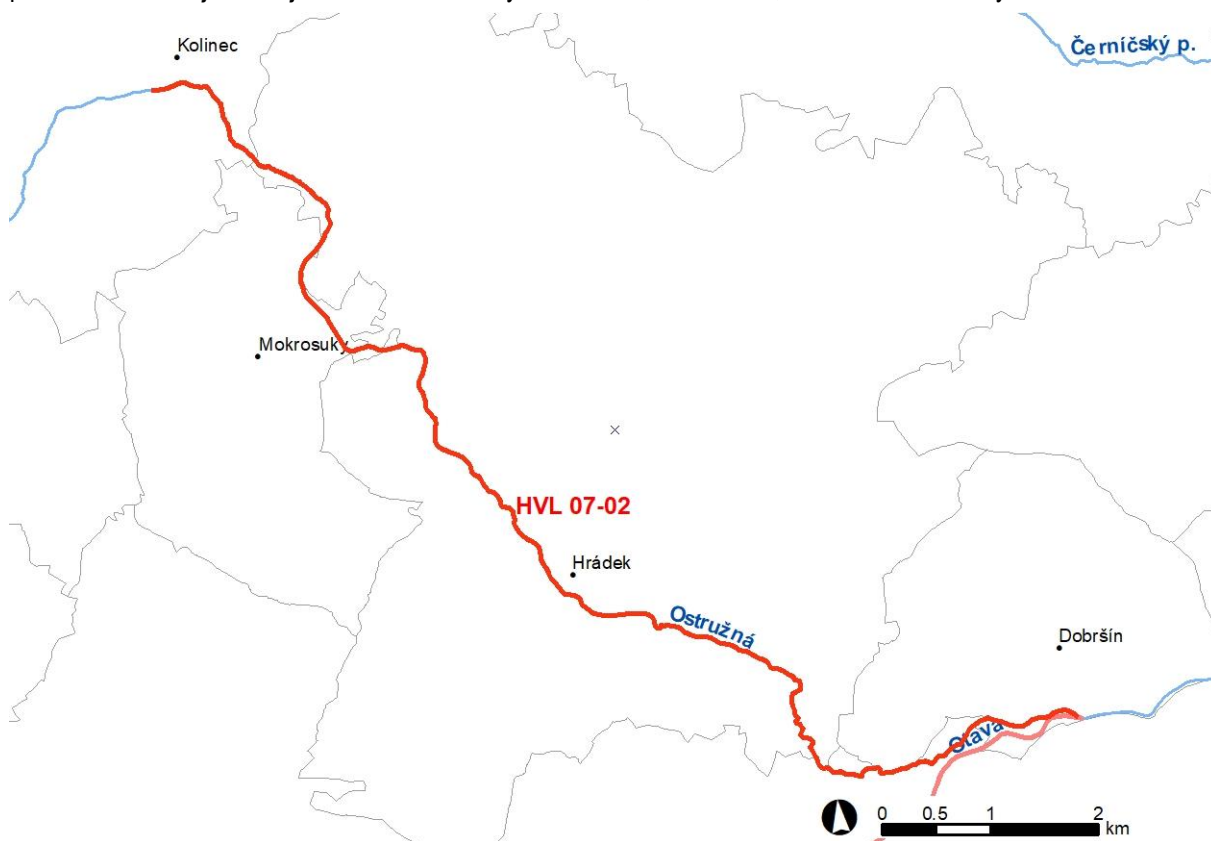
Úsek toku zdroj Povodí Vltavy, státní podnik

Významná vodní díla zdroj ZM-10, Povodí Vltavy, státní podnik

Významné přítoky zdroj ZM-10

Stručný popis zájmového území

Řeka Ostružná (někdy také označována jako Pstružná) pramení na Šumavě, zhruba 2 km severovýchodně od Hadího vrchu (1025 m), v nadmořské výšce 938 m. Na horním toku potok proudí nejprve severozápadním až severním směrem. U Čachrova se obrací na východ k obci Velhartice (kde na ostrohu nad levým břehem stojí hrad Velhartice) a odtud směřuje dále na severovýchod. U starobylé zlatokopecké osady Kolínek se Ostružná mění v částečně regulovanou říčku s četnými jezy. Pod Sušicí, ve výšce 452 m n.m., ústí Ostružná do Otavy přepadem před nímž odbočuje vlevo jeden kilometr dlouhým náhonem, okolo ČOV, ústícím též do Otavy.



Obrázek – Vymezení řešené oblasti s významným povodňovým rizikem

2.1 Všeobecné údaje

Posuzovaný úsek toku Ostružné byl určen od ř.km 0,0 do ř.km 13,6 dle kilometráže poskytnuté pořizovatelem a přesně vymezen zadanými souřadnicemi S JTSK začátku a konce úseku:

začátek $X = -825\,712$; $Y = -1\,119\,991$

konec: $X = -817\,146$; $Y = -1\,125\,787$

Staničení uvedené ve výpočetním modelu a použité při zpracování map povodňového nebezpečí bylo v řešeném úseku přepočteno podle skutečné délky osy vodního toku. Pro tento daný úsek byl sestaven model od ř.km 0,000 až do ř.km 14,000 zohledňující odlehčení před zaústěním Ostružné do Otavy.

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Na toku se vyskytuje nad řešeným úsekem limnigraf LG Kolínek. Řeka je velice citlivá na vydatnější srážky, které mohou výrazně změnit její ráz. Nejhorší zaznamenaná povodeň byla způsobena protržením hráze rybníka ve Velharticích, kdy hladina dosahovala 220 cm a průtok byl necelých $80\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. O něco nižší průtok byl zaznamenán 12. srpna 2002, kdy více než stoletý průtok trval po několik dní. Tehdy hladina dosáhla 173 cm.

3 Přehled podkladů

V souladu s vyhláškou č. 79/2018 Sb. byly použity pro zpracování návrhu záplavového území tyto podklady. Pravidla pro citace podkladů se řídí dle ČSN ISO 690 (01 0197).

- Základní mapy 1:10 000 – digitální, rastrové - ZAGAGED, poskytl Povodí Vltavy, státní podnik.
- Digitální model reliéfu České republiky 4. a 5. generace (DMR 4G a 5G), ČÚZK.
- Geodetické zaměření provedené firmou Georeal, s.r.o. v 2013.
- Projekt „Oprava mostu na místní komunikaci v obci Hrádek u Sušice“, DSP, 2014.
- Geodetické zaměření TPE na toku Ostružná, poskytl Povodí Vltavy, státní podnik.
- Hydrologická data: n-leté průtoky - ČHMÚ Praha, 2012.
- Podrobný terénní průzkum zpracovatele, zaměřený na zmapování stavu koryta, inundací a objektů na toku.
- Zákon č. 254/2001 Sb. - o vodách.
- Vyhláška MŽP 79/2018 Sb. – o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území.
- TNV: 75 2931 - Povodňové plány, 75 2102 - Úpravy potoků, 75 2103 - Úpravy řek, 75 2932 – Navrhování záplavových území.
- Metadata poskytnutá Zeměměřičským ústavem k aktuální verzi ZM 10.

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 byl sestaven z DMR 4G a 5G a geodetického zaměření koryta. DMT zájmového území se skládá z DMT koryta vodního toku a DMT inundačního území. DMT koryta vodního toku bylo vymodelováno pomocí 3D hran koryta a objektů v korytě, které byly geodeticky zaměřeny. Vytvoření a složení DMT proběhlo v softwaru společnosti ESRI v ArcGIS pomocí extenze 3D Analyst. Trojúhelníková síť (TIN) DMT se rovněž převedla na georeferencovaný TIF o velikosti pixlu 2 m x 2 m.

Všechny souřadnice DMT jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém systému Bpv.

3.1.2 Mapové podklady

Byla použita Základní mapa České republiky 1:10 000 (ZM 10) aktualizovaná Zeměměřičským úřadem v roce 2011. 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 bežešvá 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 bežešvé 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 v r. 2004 – 2006 aktualizované 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 vytvoření DMT koryta toku bylo použito geodeticky zaměřených příčných profilů koryta a objektů v korytě, které bylo provedeno v roce 2013 firmou GEOREAL spol. s r.o. a geodeticky zaměřených příčných profilů koryta a objektů v korytě z technickoprovozní evidence toku správce vodního toku Ostružná.

- Dalším podkladem pro tvorbu DMT byl Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) od (ČÚZK),
- Dalším podkladem pro tvorbu DMT byl projekt „Oprava mostu na místní komunikaci v obci Hrádek u Sušice“, který poskytla obec Sušice.

Všechny souřadnice jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém Bpv.

3.2 Hydrologická data

Hydrologická data byla objednána od pobočky ČHMÚ Praha v profilech uvedených v tabulce níže.

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
LG Kolíneč	2018	12,574	22	40	72	113	I.
Pod Kalným potokem	2018	12,148	26	47	82	131	I.
Ústí do Otavy	2018	0,0	34	61	109	178	II.

Třída přesnosti dle ČSN 75 1400, Hydrologická data pořízena v roce 2011 byla ČHMÚ potvrzena v roce 2018

3.3 Místní šetření

Místní šetření bylo pro zpracovatele významné z hlediska stanovení drsnostních parametrů použitých v matematickém modelu. Pořízená fotodokumentace zachycuje všechny objekty na toku, významné části toku, charakter inundačního území a jiné překážky v něm. Fotografie jsou georeferencované a jsou dokládány ve vlastní vrstvě georeferencovaných bodů, odpovídajícím místě pořízení fotografií.

Charakter území:

Koryto vodního toku je v extravilánech přirozené a meandrující. Břehy jsou většinou lemovány vzrostlými stromy, svahy jsou porostlé křovisky a hustými travinami, vyjma intravilánu, kde se jedná o udržovaný travní porost.

Inundační území je v intravilánu měst a obcí tvořeno budovami a objekty občanského, zemědělského a průmyslového charakteru, travními a ostatními volnými plochami (hřiště, parkoviště, parky). V extravilánu je údolí převážně zalesněno.

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

Jiné doplňující podklady nebyly pro zpracování studie použity.

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

Poskytnuté topologické a hydrologické podklady plně pokryly zájmové území v odpovídajícím formátu dat, jejich kvalitě i rozsahu.

4 Popis koncepčního modelu

Pro výpočet byl zvolen 1D model. Model je postaven jako nevětvený, sestavený z údolních profilů a doplněný o objekty na toku.

4.1 Schematizace řešeného problému

Schéma modelu je v souladu se SZÚ jednorozměrné (1D). 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 neměnicí 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. Celkový počet příčných profilů je 121 na 14 km dlouhé výpočtové trati, tedy průměrná vzdálenost mezi dvěma příčnými profily je cca 115 m.

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Použitá metodika výpočtu charakteristik proudění nepočítá s vlivem neustáleného proudění na odtokové poměry (v souladu s Metodikou zpracování SZÚ).

Pokud bychom chtěli tuto otázku vůbec diskutovat (přímo nesouvisí s řešenou úlohou!), je třeba uvést, že vliv nestacionarity je v daném úseku Ostružné poměrně nevýznamný.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Jedná se o výpočet nerovnoměrného ustáleného proudění v otevřeném korytě. Do výpočetního modelu se tak zadává okrajová podmínka v dolním výpočtovém profilu v podobě hladiny, v horním výpočtovém profilu v podobě průtoku. V místě významných přítoků, pro které jsou k dispozici hydrologické údaje, se zadává změna průtoku. Jiné okrajové ani počáteční podmínky výpočtu se nezadávají.

Vnitřními podmínkami jsou pak údaje o drsnostních charakteristikách a ztrátových součinitelích.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Pro jednorozměrný model byl použit prostředek HEC-RAS ver. 5.0.

Jedná se o programový prostředek vyvinutý US Army Corps of Engineers – Institute for Water Resources – Hydrologic Engineering Center. Řeší ustálené i neustálené nerovnoměrné proudění v otevřených neprizmatických korytech v režimových oblastech říčních i bystřinných. Použitý výpočtový aparát umožňuje průtočný profil rozdělit do několika dílčích částí (např. koryto a inundace), které algoritmus výpočtu propočítává odděleně a teprve potom jejich dílčí hodnoty slučuje do celkových výsledků. Základem řešení nerovnoměrného proudění je obecná metoda po úsecích.

Pro uvedený model je na internetu volně dostupná teorie modelu pod názvem Hydraulic Reference Manual (v. 5.0, 2016) a uživatelská příručka pod názvem HEC-RAS 5.0 Users Manual (v. 5.0, 2016).

5.2 Vstupní data numerického modelu

Hlavním podkladem pro generování vstupů pro HEC – RAS je geometrický model terénu, tj. 3D říční síť s 3D souřadnicemi, které jsou vygenerované pomocí GeoRasu z digitálního modelu terénu ve formátu TIN, podrobnější popis, viz výše.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Charakter toku byl již podrobně popsán v kap. 3.3 Místní šetření.

Jezové objekty a spádové stupně jsou počítány jako přepad přes obecné jezové těleso se zahrnutím součinitele zatopení na základě známé úrovně dolní vody, jež vzešla z výpočtu úseku pod objektem. Mostní objekty jsou počítány až do doby zahlcení jako vlastní profil koryta, po zahlcení jsou pak počítány jako objekty skládající se z kombinace výtoku vody otvorem a přepadu přes širokou korunu – přepad vody přes mostovku. I tyto objekty jsou uvažovány se správnou úrovní dolní vody vzešlou z výpočtu spodního úseku. Při výpočtu se jeden objekt skládá minimálně ze dvou profilů a to profilu pod objektem, jež slouží pro správné určení dolní vody těsně pod objektem a dále z profilu objektu, jež je uvažován v místě jeho návodní strany, často bývají tyto profily doplněny i profilem nad objektem, jež je umístěn cca 2 – 5 m nad návodní hranou objektu.

Výpis objektů na toku je uváděn ve směru proti proudu a je použita kilometráž z technickoprovozní evidence toku správce vodního toku. (toto staničení nesouhlasí se staničením hydraulického modelu).

ř.km 0,084 kamenobetonový jez O1 - KM 0.109
ř.km 0,120 betonový most O2 - KM 0.124
ř.km 0,605 betonový most O3 - KM 0.610
ř.km 0,710 betonový most O4 - KM 0.717
ř.km 0,944 betonový most O5 - KM 0.956
ř.km 1,019 jez O6 - KM 1.030
ř.km 1,315 kamenobetonový most O7 - KM 1.325
ř.km 2,056 betonový most O8 - KM 2.074
ř.km 3,665 stupeň O9 - KM 3.667
ř.km 3,735 most O10 - KM 3.761
ř.km 4,350 jez O11 - KM 4.408
ř.km 4,790 železobetonový most O12 - KM 4.803
ř.km 5,152 jez O13 - KM 5.203
ř.km 5,240 betonový most O14 - KM 5.249
ř.km 5,503 lávka O15 - KM 5.517

ř.km 5,647 lávka O16 - KM 5.660
 ř.km 5,730 skluz O17 - KM 5.726
 ř.km 6,236 jez O18 - KM 6.276
 ř.km 6,305 betonový most O19 - KM 6.316
 ř.km 7,706 brod O20 - KM 7.704
 ř.km 7,806 lávka O21 - KM 7.803
 ř.km 8,081 jez O22 - KM 8.080
 ř.km 8,110 betonový most O23 - KM 8.101
 ř.km 8,487 stupeň O24 - KM 8.485
 ř.km 8,740 kamenný most O25 - KM 8.736
 ř.km 10,240 brod O26 - KM 10.240
 ř.km 10,242 lávka O27 - KM 10.243
 ř.km 10,735 kamenný most O28 - KM 10.733
 ř.km 11,783 jez O29 - KM 11.692
 ř.km 11,944 lávka O30 - KM 11.878
 ř.km 12,575 stupeň O31 - KM 12.504
 ř.km 12,730 kamenný most O32 - KM 12.659
 ř.km 13,037 lávka O33 - KM 12.968
 ř.km 13,080 stupeň O34 - KM 13.010
 ř.km 13,153 lávka O35 - KM 13.084
 ř.km 13,993 jez O36 - KM 13.925
 ř.km 14,060 železniční most O37 - KM 13.988

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Drsnostní charakteristiky použité ve výpočetním modelu jsou zadány pomocí Manningova drsnostního součinitele. Hydraulické drsnosti jsou zadávány v jednotlivých příčných řezech a to v odlišných hodnotách jak pro jednotlivé části inundací, tak i pro jednotlivé části koryta, na základě již výše uvedené pořízené fotodokumentace a rekognoskace terénu. Vliv vegetace je do výpočtů zahrnut vždy v nejméně příznivé situaci, to znamená při plném vegetačním období.

Tabulka - Použité drsnosti dle Manninga v korytě

Popis	n
beton	0,020 – 0,035
dlažba	0,025 – 0,045
tráva	0,035 – 0,045
keře	0,060 – 0,090

Tabulka - Použité drsnosti dle Manninga v inundaci

Popis	n
silnice, chodníky – asfalt, beton	0,020 – 0,025
louky, pole	0,035 – 0,045
stromy, keře	0,060 – 0,120

Popis	n
hustý porost	0,120 - 0,160
zahrady s ploty, zástavba	0,160 – 0,200 nebo vypuštěné z výpočtu

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Horní okrajové podmínky tvoří N-leté průtoky v místě významných přítoků. Dolní okrajové podmínky pro jednotlivé průtokové scénáře jsou zadány hodnotou spočtených kót (Normal Depth S) o hodnotě 0,005.

Tabulka - N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Popis úseku	Úsek toku (ř.km)	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Poznámka
LG Kolinec	14,064 – 12,148	22,0	40,0	72,0	113,0	ČHMÚ
pod Kalným potokem	12,148 – 2,775	26,0	47,0	82,0	131,0	ČHMÚ
ústí do Otavy	2,775 – 0,000	34,0	61,0	109,0	178,0	ČHMÚ

poznámka: ř. km odpovídá kilometrůžce použité v modelu

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Výpočet byl řešen pomocí ustáleného proudění.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Každý výpočetní model je vždy schematizací skutečnosti. Chyba výsledných vypočtených charakteristik proudění (úroveň hladin, hloubky, rychlosti) je dána superpozicí chyb dat a procesů vstupujících do celého systému. Míra nejistoty tak plyne především z chybných vstupních dat (nedostatečně popsaná topologie území a koryta, chyby v zaměření a zpracování geodetických dat, špatný odhad drsnostních charakteristik a hydraulických odporů, chyby/nejistoty v hydrologických datech).

5.3 Popis kalibrace modelu

Model nebyl kalibrován, neboť nejsou k dispozici kalibrační značky.

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.

Tabulka – Psaný podélný profil

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Poznámka
14,064	542,63	22	544,27	40	544,63	72	545,11	113	545,96	P 121
14,060	železniční most O37 - KM 13.988									
14,057	542,63	22	544,23	40	544,56	72	544,93	113	545,23	P 120
13,994	543,03	22	543,65	40	543,94	72	544,23	113	544,54	P 119
13,993	jez O36 - KM 13.925									
13,991	541,03	22	542,67	40	543,14	72	543,54	113	543,88	P 118
13,968	540,94	22	542,37	40	542,91	72	543,33	113	543,59	P 117
13,770	539,27	22	540,34	40	540,65	72	541,17	113	541,67	P 116
13,569	537,55	22	538,87	40	539,31	72	539,57	113	539,81	P 115
13,364	536,1	22	537,26	40	537,41	72	537,78	113	538,01	P 114
13,154	534,5	22	536,03	40	536,31	72	536,62	113	536,88	P 113
13,153	lávka O35 - KM 13.084									
13,152	534,5	22	535,99	40	536,27	72	536,6	113	536,86	P 112
13,093	534,57	22	535,3	40	535,55	72	536,1	113	536,5	P 111
13,083	533,55	22	534,75	40	535,1	72	535,4	113	535,8	P 110
13,080	stupeň O34 - KM 13.010									
13,078	532,69	22	534,81	40	535,2	72	535,49	113	535,67	P 109
13,038	533,37	22	534,67	40	535,07	72	535,36	113	535,65	P 108
13,037	lávka O33 - KM 12.968									
13,036	533,37	22	534,62	40	534,86	72	535,06	113	535,35	P 107
12,841	531,98	22	533,51	40	533,92	72	534,49	113	535,22	P 106

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Poznámka
12,732	531,65	22	532,91	40	533,24	72	533,8	113	534,67	P 105
12,730	kamenný most O32 - KM 12.659									
12,727	531,65	22	532,87	40	533,14	72	533,38	113	533,79	P 104
12,602	531,15	22	532,19	40	532,46	72	532,74	113	533,01	P 103
12,576	530,74	22	531,75	40	532,08	72	532,36	113	532,58	P 102
12,575	stupeň O31 - KM 12.504									
12,574	529,45	22	531,2	40	531,61	72	532,1	113	532,49	P 101
12,545	529,63	22	531,07	40	531,42	72	531,76	113	532,01	P 100
12,351	528,19	22	529,89	40	530,3	72	530,65	113	530,98	P 99
12,344	528,02	22	529,9	40	530,32	72	530,65	113	530,97	P 98
12,148	527,24	26	528,65	47	528,97	82	529,39	131	529,71	P 97
11,945	525,68	26	527,29	47	527,75	82	528,11	131	528,43	P 96
11,944	lávka O30 - KM 11.878									
11,943	525,68	26	527,25	47	527,54	82	527,87	131	528,24	P 95
11,784	524,73	26	526,07	47	526,45	82	526,86	131	527,36	P 94
11,442	522,14	26	523,47	47	523,76	82	524,21	131	524,67	P 93
11,252	520,24	26	521,86	47	522,42	82	522,75	131	523,1	P 92
11,047	518,19	26	520,11	47	520,49	82	521,05	131	521,52	P 91
10,844	516,58	26	518,47	47	519,12	82	519,67	131	520,18	P 90
10,739	515,69	26	517,65	47	518,11	82	519,15	131	519,63	P 89
10,735	kamenný most O28 - KM 10.733									
10,734	515,69	26	517,59	47	517,91	82	518,68	131	519,2	P 88

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Poznámka
10,525	514,72	26	516,35	47	516,85	82	517,18	131	517,58	P 87
10,323	513,47	26	514,74	47	514,97	82	515,63	131	516	P 86
10,243	513,09	26	514,4	47	514,79	82	515,01	131	515,16	P 85
10,242	lávka O27 - KM 10.243									
10,241	513,09	26	514,05	47	514,33	82	514,64	131	514,88	P 84
10,240	brod O26 - KM 10.240									
10,028	510,33	26	511,88	47	512,46	82	512,81	131	513,26	P 83
9,822	508,79	26	510,21	47	510,57	82	511,27	131	511,58	P 82
9,620	507,11	26	508,53	47	509,14	82	509,35	131	509,89	P 81
9,419	505,52	26	507,1	47	507,28	82	507,75	131	507,99	P 80
9,217	504,3	26	505,72	47	506,04	82	506,13	131	506,31	P 79
9,016	503,13	26	504,75	47	504,86	82	505,46	131	505,76	P 78
8,827	502,33	26	503,63	47	504,12	82	505,34	131	505,57	P 77
8,744	501,28	26	503,04	47	503,75	82	505,22	131	505,41	P 76
8,740	kamenný most O25 - KM 8.736									
8,737	501,28	26	502,69	47	503,1	82	503,46	131	504	P 75
8,516	500,02	26	501,67	47	501,82	82	502	131	502,18	P 74
8,488	500,17	26	501,13	47	501,67	82	501,82	131	501,99	P 73
8,487	stupeň O24 - KM 8.485									
8,460	499,13	26	500,82	47	501,15	82	501,57	131	501,73	P 72
8,244	497,78	26	499,65	47	499,89	82	500,16	131	500,33	P 71
8,111	497,21	26	498,91	47	499,48	82	499,71	131	499,96	P 70

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Poznámka
8,110	betonový most O23 - KM 8.101									
8,104	497,21	26	498,51	47	499,2	82	499,43	131	499,71	P 69
8,081	jez O22 - KM 8.080									
8,080	496,42	26	498,37	47	498,83	82	499,28	131	499,48	P 68
8,053	496,38	26	498,1	47	498,57	82	499,07	131	499,29	P 67
7,808	494,63	26	496,18	47	496,57	82	496,99	131	497,44	P 66
7,806	lávka O21 - KM 7.803									
7,708	494,59	26	495,9	47	496,35	82	496,72	131	497,08	P 65
7,706	brod O20 - KM 7.704									
7,471	493,59	26	494,98	47	495,45	82	495,83	131	496,06	P 64
7,257	492,37	26	493,99	47	494,42	82	494,72	131	495,06	P 63
7,108	491,52	26	493,09	47	493,51	82	493,73	131	493,97	P 62
6,900	490,67	26	492,08	47	492,19	82	492,38	131	492,54	P 61
6,708	489,73	26	490,87	47	491,05	82	491,17	131	491,29	P 60
6,516	488,38	26	489,69	47	489,77	82	489,96	131	490,15	P 59
6,307	487,17	26	488,29	47	488,71	82	488,89	131	489,05	P 58
6,305	betonový most O19 - KM 6.316									
6,303	487,17	26	488,09	47	488,61	82	488,78	131	489	P 57
6,237	485,97	26	487,6	47	488,13	82	488,27	131	488,44	P 56
6,236	jez O18 - KM 6.276									
6,015	484,54	26	486,09	47	486,5	82	486,89	131	487,06	P 55
5,853	483,01	26	485,25	47	485,61	82	485,87	131	486,06	P 54

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Poznámka
5,731	482,8	26	484,15	47	484,63	82	484,95	131	485,34	P 53
5,730	skluz O17 - KM 5.726									
5,673	482,02	26	483,78	47	484,37	82	484,84	131	485,23	P 52
5,648	481,78	26	483,65	47	484,13	82	484,7	131	485,14	P 51
5,647	lávka O16 - KM 5.660									
5,646	481,78	26	483,64	47	484,1	82	484,58	131	485,1	P 50
5,505	481,61	26	482,98	47	483,5	82	484,08	131	484,58	P 49
5,503	lávka O15 - KM 5.517									
5,502	481,61	26	482,95	47	483,43	82	484,01	131	484,5	P 48
5,361	480,56	26	482,05	47	482,5	82	483,12	131	483,88	P 47
5,247	480,29	26	481,7	47	482,24	82	482,92	131	483,82	P 46
5,240	betonový most O14 - KM 5.249									
5,237	480,29	26	481,59	47	482,1	82	482,7	131	483,09	P 45
5,153	479,19	26	481	47	481,39	82	481,88	131	482,44	P 44
5,152	jez O13 - KM 5.203									
4,966	478,12	26	479,74	47	480,2	82	480,44	131	480,77	P 43
4,792	477,59	26	478,84	47	479,21	82	479,86	131	480,1	P 42
4,790	železobetonový most O12 - KM 4.803									
4,788	477,59	26	478,79	47	478,96	82	479,71	131	479,96	P 41
4,778	477,5	26	478,89	47	479,22	82	479,52	131	479,77	P 40
4,582	476,84	26	478,41	47	478,63	82	478,82	131	479,02	P 39
4,421	476,6	26	477,51	47	477,66	82	477,85	131	478,05	P 38

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Poznámka
4,356	476,2	26	477,22	47	477,43	82	477,63	131	477,82	P 37
4,350	jez O11 - KM 4.408									
4,117	474,14	26	476,2	47	476,3	82	476,59	131	476,77	P 36
4,111	474,15	26	476,17	47	476,33	82	476,54	131	476,74	P 35
3,916	473,9	26	475,27	47	475,48	82	475,7	131	475,95	P 34
3,739	473,01	26	474,66	47	474,9	82	475,16	131	475,41	P 33
3,735	most O10 - KM 3.761									
3,733	473,01	26	474,63	47	474,85	82	475,1	131	475,35	P 32
3,666	472,49	26	474,13	47	474,44	82	474,66	131	474,91	P 31
3,665	stupeň O9 - KM 3.667									
3,604	471,68	26	473,23	47	473,59	82	474	131	474,24	P 30
3,402	470,44	26	472,2	47	472,59	82	472,99	131	473,34	P 29
3,202	469,49	26	470,79	47	471,16	82	471,49	131	471,8	P 28
2,998	468,45	26	469,95	47	470,28	82	470,62	131	470,96	P 27
2,775	467,58	34	469,31	61	469,54	109	469,81	178	470,1	P 26
2,579	467,32	34	468,73	61	469	109	469,28	178	469,62	P 25
2,361	466,5	34	467,97	61	468,29	109	468,64	178	469,07	P 24
2,157	465,5	34	467,36	61	467,69	109	468,08	178	468,51	P 23
2,059	464,87	34	467	61	467,29	109	467,61	178	467,99	P 22
2,056	betonový most O8 - KM 2.074									
2,055	464,87	34	466,93	61	467,18	109	467,48	178	467,82	P 21
1,862	463,98	34	465,85	61	466,18	109	466,53	178	466,89	P 20

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Poznámka
1,666	462,94	34	465,07	61	465,32	109	465,65	178	466,04	P 19
1,484	462,6	34	464,12	61	464,4	109	464,78	178	465,04	P 18
1,319	461,78	34	463,29	61	463,7	109	464,46	178	464,68	P 17
1,315	kamenobetonový most O7 - KM 1.325									
1,312	461,78	34	463,21	61	463,46	109	463,67	178	464,48	P 16
1,067	460,83	34	462,43	61	462,85	109	463,32	178	463,76	P 15
1,020	jez O6 - KM 1.030									
0,946	459,89	34	462,38	61	462,82	109	463,29	178	463,73	P 14
0,944	betonový most O5 - KM 0.956									
0,941	459,89	34	462,3	61	462,76	109	463,25	178	463,7	P 13
0,716	459,33	34	461,41	61	461,92	109	462,45	178	462,94	P 12
0,710	betonový most O4 - KM 0.717									
0,707	459,33	34	461,28	61	461,69	109	462,2	178	462,74	P 11
0,609	459,06	34	460,92	61	461,39	109	462,03	178	462,59	P 10
0,605	betonový most O3 - KM 0.610									
0,600	459,06	34	460,82	61	461,31	109	461,98	178	462,55	P 9
0,387	458,01	34	460,12	61	460,73	109	461,59	178	462,17	P 8
0,193	457,17	34	459,73	61	460,45	101,12	461,45	126,93	462,05	P 7
0,123	457,3	34	459,01	61	459,85	101,12	461,05	126,93	461,87	P 6
0,120	betonový most O2 - KM 0.124									
0,113	457,3	34	458,5	61	458,99	101,12	459,59	126,93	459,93	P 5
0,098	456,7	31,82	458,58	57,77	459,11	94,4	459,7	116,9	459,98	P 4

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Poznámka
0,085	457,22	31,82	458,25	57,77	458,74	94,4	459,31	116,9	459,55	P 3
0,084	kamenobetonový jez O1 - KM 0.109									
0,055	456,39	31,82	457,93	57,77	458,28	94,4	458,65	116,9	458,87	P 2
0,012	456,07	31,82	457,73	57,77	458,13	94,4	458,51	116,9	458,71	P 1

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 9 – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
15960	Sušice	530123	Dobruška
		556301	Hrádek
		556467	Kolinec
		556726	Mokrosuky
		557153	Sušice

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 vyladit 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 čarou 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

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 $\pm 40 - 60\%$ dle uvedené třídy přesnosti. Dalším již zmíněným faktorem, s nímž model nepočítá, je množství plavenin, které postupují 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 SZÚ, 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 profilem v příčném řezu, naopak chybný odhad drsnosti byt' v řádu desítek procent se ve volné trati dramaticky neprojeví.