

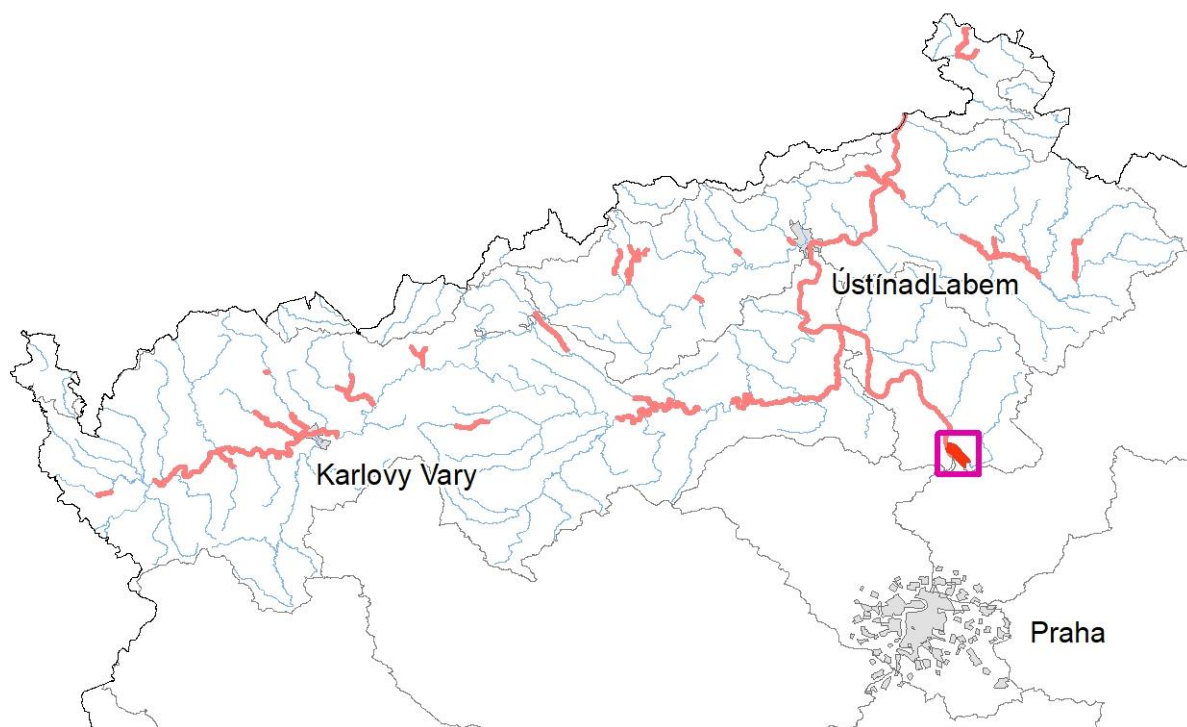


Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v povodí Ohře a podklady k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe

DÍLČÍ POVODÍ OHŘE, DOLNÍHO LABE A OSTATNÍCH PŘÍTOKŮ LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

PŠOVKA – OHL 20-01 - Ř. KM 0,000 – 4,700



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

PŠOVKA – OHL 20-01 - Ř. KM 0,000 – 4,700

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

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	9
2.1	Všeobecné údaje	10
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	10
3	Přehled podkladů.....	10
3.1	Topologická data.....	12
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	12
3.1.2	Mapové podklady.....	12
3.1.3	Geodetické podklady	12
3.2	Hydrologická data	13
3.3	Místní šetření	13
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura.....	13
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	14
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	14
4	Popis koncepčního modelu	14
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.....	15
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	18
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	18
5.3	Popis kalibrace modelu	18
6	Výsledky	18
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	19
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	23
6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	23

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka 1- Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
Bpv.	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČOV	Čistírna odpadních vod
DMT	Digitální model terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
DPI	Rozlišení dané počtem bodů na jeden palec (2,5cm)
GIS	Geografický informační systém
IDVT CEVT	Identifikátor vodního toku v Centrální evidenci vodních toků
MPN	Mapy povodňového nebezpečí
S-JTSK	Souřadný systém – jednotná trigonometrická síť katastrální
SOP	Studie odtokových poměrů
SZÚ	Studie záplavových území
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka
ZABAGED	Základní báze geografických dat
ZM10	Základní mapa 1:10 000
ZÚ	Záplavové 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 (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 pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} .
- Prezentace 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.

Sestavení hydraulického modelu:

Hydraulický model byl sestaven dle vymezené oblasti s potenciálně významným povodňovým rizikem, které je na Pšovce v rozsahu od soutoku s Labem do ř.km 4,700.

Hydraulické charakteristiky proudění v zájmové oblasti toku byly simulovány matematickým modelem HEC – RAS 5.0.6 včetně jeho nadstavby pro GIS GeoRAS.

Hlavním podkladem pro sestavení hydrodynamického modelu je digitální model terénu (DMT). DMT zájmové oblasti byl vytvořen z DMR 5G, který byl zpřesněn o vymodelované koryto včetně objektů na toku. Koryto bylo vystaveno pomocí lineární interpolace zaměřených říčních příčných profilů s akceptováním směrového vedení toku. Již zmíněná nadstavba HEC-RAS GeoRAS, která je extensí ArcGIS vytváří z digitálního modelu terénu geometrický model terénu – dojde k vytvoření 3D říční sítě s 3D souřadnicemi, které jsou pak vstupem pro hydraulický model.

Příčné profily generované z geometrického modelu terénu byly voleny tak, aby v maximální možné míře postihovaly složitost proudění při povodni. Na základě poznatků z terénního šetření byly tvary některých příčných profilů ještě zpřesněny. Takto upravené profily byly dále vymezeny na aktivní a neaktivní zóny pro jednotlivé návrhové průtoky.

Drsnosti koryta jsou do řešení zahrnuty Manningovým součinitelem drsnosti n . Hodnoty lze zadávat v různých bodech příčného profilu, daná hodnota pak platí až k bodu další změny hodnoty parametru n . Základní postup zavádí moduly průtoku pro pásy příčného profilu mezi místy změn hodnot zadávaných drsností. Z dílčích hodnot modulů průtoku získává program hodnoty modulů průtoku pro levou a pravou inundaci a tyto hodnoty pak přičítá k modulu průtoku vlastního koryta. Rozdělení průtoků bylo počítáno v dílčích pásech jak vlastního koryta, tak i obou inundací včetně stanovení rozdělení rychlostí. Model tedy poskytne, kromě dalších hydraulických charakteristik i charakteristiky rychlostního pole v hlavním korytě i v inundacích.

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.

V takto sestavené výpočetní trati proběhl výpočet pro zadané povodňové scénáře – Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} a pomocí RAS Mapperu byly vygenerovány záplavové čáry, které vznikly průnikem vypočtené hladiny v daném příčném profilu s terénem. Rozsah záplavových území byl poté ještě upravován s přihlédnutím na skutečný možný rozliv a znalosti terénního průzkumu.

Rozsah záplavového území je stanoven dle platné vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 236/2002 Sb. pro nerovnoměrné ustálené proudění, což znamená, že nezohledňuje délku trvání povodně ani objem povodňové vlny. Proto i v místech širokých rozlivů hladina odpovídá stanovenému průtoku a tedy nezohledňují transformaci povodňové vlny, ke které může dojít.

Z dosažených výsledků byly pro všechny průtokové stavy Q_N vygenerovány:

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

na základě kterých byly vytvořeny mapy povodňového nebezpečí.

2 Popis zájmového území

Název toku: Pšovka

ID úseku IDVT CEVT: 10 100 129

Číslo hydrologického pořadí toku: 1-12-03-0030-0-00 (Labe)

1-12-03-0160-0-00 (Pšovka)

1-12-03-0170-0-00 (Labe)

Úsek toku: ř. km 0,00 – 4,70 (město Mělník)

Významná vodní díla: mimo množství rybníků (mimo posuzovaný úsek) se na toku nenacházejí žádná významná vodní díla

Významné přítoky: potok Žebrák (mimo posuzovaný úsek)

Pšovka pramení v údolí pod hradem Houska ve výšce 296 m n.m. v CHKO Kokořínsko. Mokřady a loukami stéká do obce Tumbož, Konrádov, protéká rozsáhlými rákosinami kolem obce Ráj, ve Vojtěchově přibírá zprava přítok Žebrák a vstupuje do sevřeného Kokořínského dolu pískovcových skal. Pod hradem Kokořín protéká rozsáhlou tůň Kačírek, pod obcí Kokořínský Důl proudí náhonem nad mlýn Mlčeň, přes louky a rákosiny do rybníku Harasov. Ve Štampachu napájí obnovené rybníky nad mlýnem, pod Štampachem protéká rybníkem Lhotka, loukami a pod zástavbou obce Lhotka náhonem a lužním lesem stéká do obce Hledsebe. V rozšířeném údolí pod obcí Hledsebe protéká rozsáhlými rákosinami (levobřežní přítok Řepínský potok) až do Mělnické Vrutice, kde se voda ztrácí v důsledku jímání podzemní vody (vodovod Mšeno, vodovod Kladno). Proudí přes slatinné louky rezervace Polabská černava, pole a louky, obcí Velký Borek a vstupuje do města Mělník, kde ústí jako pravobřežní přítok do Labe ve výšce 155 m n.m. Pšovka odvodňuje celkem cca 158 km², celý tok měří 34,4 km.

Vzhledem ke stabilnímu průtoku a teplotě vody (vydatné vývěry podzemních vod) byla Pšovka využívána pro celoroční pohon cca 25 mlýnů (+ cca dvě pily, papírna).

Podklady:

Název toku - zdroj VÚV TGM

ID úseku IDVT CEVT - zdroj Ministerstvo zemědělství

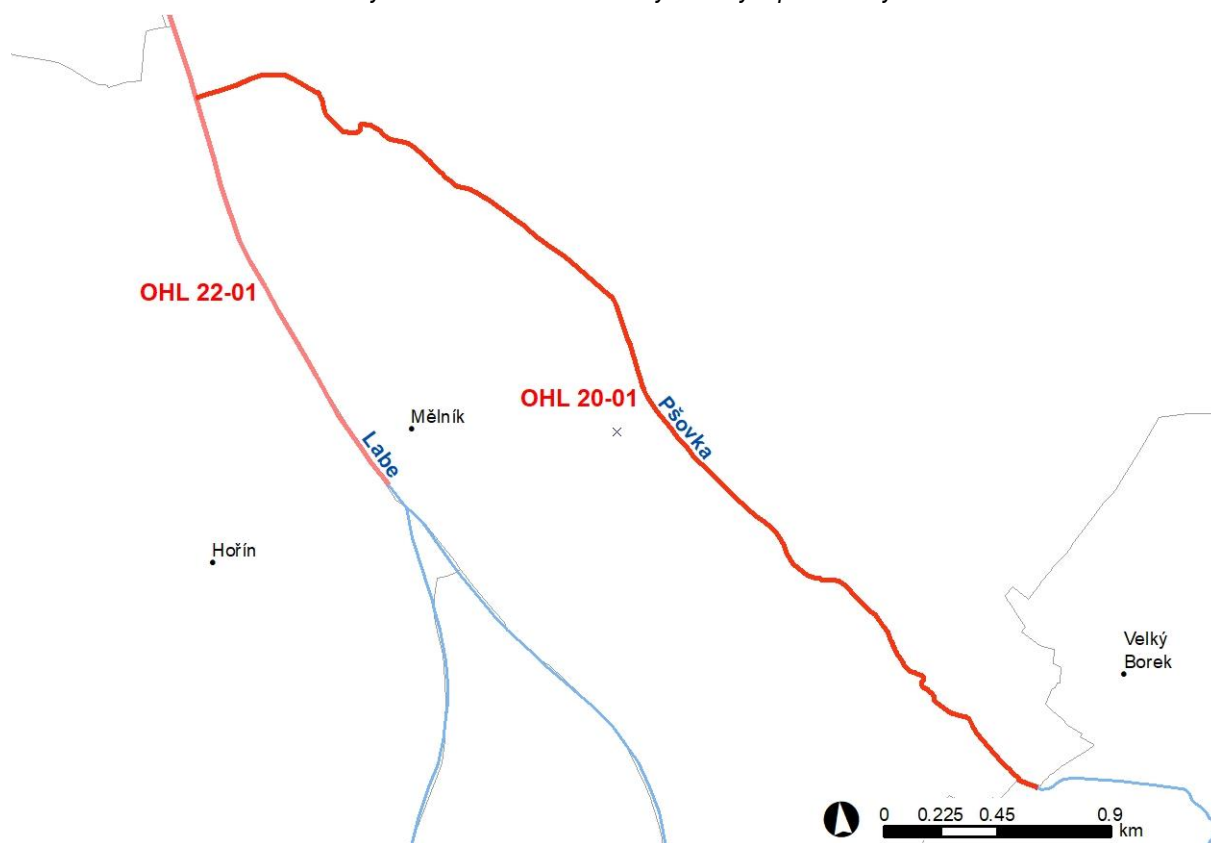
Číslo hydrologického pořadí toku - zdroj ČHMÚ

Úsek toku - zdroj Povodí Ohře, státní podnik

Významná vodní díla - zdroj ZM10

Významné přítoky - zdroj ZM10

Obrázek – Vymezení řešené oblasti s významným povodňovým rizikem



2.1 Všeobecné údaje

Posuzovaný úsek vodního toku Pšovka byl určen od ř.km 0,00 do ř.km 4,70 dle kilometráže uvedené zadavatelem a je přesně vymezen zadanými souřadnicemi S JTSK začátku a konce toku:

začátek úseku: X = - 732 612.375 Y = - 1 015 965.3899

konec úseku: X = - 735 952.3177 Y = - 1 013 230.2481

Vymezený úsek je rozdělen na 2 dílčí úseky, kde dolní úsek od ř.km 0,000 do 1,900 je nezměněn a výstupy jsou převzaty z 1. cyklu, a horní úsek od ř.km 1,900 do ř.km 4,700 byl nově posuzován.

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

Řešený úsek vymezený výše uvedenými souřadnicemi má dle používaného staničení modelu ř. km 0,000 – 4,860. Nový výpočetní model byl vystaven v úseku ř.km 1,982 – 4,860.

Posuzované území se nachází v intravilánu města Mělník. Začátek úseku se nachází na soutoku s Labem, jež se nalézá v přístavu Mělník. Konec úseku se nachází v místě silničního mostu v osadě Skuhrov.

Charakter koryta je v horním úseku v lokalitě Staré Rousovice spíše přírodní. Podél břehů se nachází zahrady rodinným domů a pravé inundační území je vymezeno železniční tratí.

V úseku města Mělník se už jedná o koryto upravené a opevněné s množstvím mostních a trubních objektů. Podél břehů se v horní části toku nachází zahrádkářská kolonie a areály sportovišť. Střední část toku prochází průmyslovou částí města a kříží významný dopravní uzel silnice I/16. Spodní část toku lze charakterizovat zanedbanými zahradami, lužním lesem a areálem přístavu.

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Při povodni v srpnu 2002 byla dolní část Pšovky až k Zimnímu stadionu (ř. km 1,40) zaplavena zpětným vzdutím z Labe.

V novodobé historii povodně na Pšovce zatím neproběhly vzhledem k významné transformaci menších povodní v rozsáhlých mokřadech a propustném podloží (výrazné snížení hladiny podzemních vod vlivem jímání) – území nad řešeným úsekem.

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).

- Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a Dolního Labe, listopad 2013
- Základní mapy 1:10 000 – digitální, rastrové - ZAGAGED, poskytlo Povodí Ohře, státní podnik.
- Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G), ČÚZK, 2017
- Geodetické zaměření – geodetická kancelář GEMA ve složení Ing. Jiří Bukovský, Vladimír Jaroš a Ing. Ondřej Bláha, únor a březen 2008
- Geodetické doměření – Delta G s.r.o., březen 2019
- Výsledky hydraulické výpočtu nerovnoměrným prouděním (program Hydrocheck)
- Hydrologická data: n-leté průtoky – ČHMÚ Ústí n. L., 15. 9. 2011
- Podrobný terénní průzkum zpracovatele, uskutečněný v dubnu 2011 a v květnu 2019, 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
- 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 Digitálního modelu reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) a geodetického zaměření. DMT zájmového území se skládá z DMT koryta vodního toku a DMT inundačního území. DMT koryta vodního toku bylo vymodelováno pomocí lineární interpolace zaměřených příčných profilů s akceptováním směrového vedení toku. 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.

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 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 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

V rámci 2. cyklu proběhlo v daném úseku geodetické doměření třech mostních objektů v lokalitě Staré Rousovice, které provedla firma Delta G, s.r.o. v březnu 2019.

Při stavbě modelu bylo dále použito zaměření, které provedla v únoru a březnu 2008 geodetická kancelář GEMA ve složení Ing. Jiří Bukovský, Vladimír Jaroš a Ing. Ondřej Bláha. Zaměření se sestávalo z množství samostatných bodů (XYZ) jež jsou zaměřovány v místě vyznačených profilů určených zpracovatelem na základě podrobné terénní prohlídky toku. Body charakterizují významné terénní lomy inundace a samotného koryta (dno, břehové hrany, paty a koruny svahů, linie plotů, rohy budov apod.)

Dalším podkladem pro tvorbu DMT na celém řešeném úseku, bylo použito DMR 5G od ČÚZK, který 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,H, kde H 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.

Použitý výškový systém: Bpv – Balt po vyrovnání

3.2 Hydrologická data

Hydrologická data byla převzata z prvního cyklu tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik.

Vodní tok: Pšovka

Datum pořízení: 15. 9. 2011

Vydal: ČHMÚ, pobočka Ústí nad Labem

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
ústí do Labe v Mělníku	15. 9. 2011	0,000	12,1	17,2	25,3	36,0	IV.

3.3 Místní šetření

V rámci prací v 2. cyklu bylo v daném úseku provedeno místní šetření v květnu 2019. Během průzkumu byla pořízena aktuální fotodokumentace všech objektů na toku a významných částí toku.

Posuzované území tvoří údolnice toku Pšovky v rozsahu říčních kilometrů 0,000 až 4,700.

Zastavěné území (město Mělník) se nachází v celém rozsahu řešeného úseku řeky po obou březích.

Charakter zástavby je různý, většinou se jedná o zahrady či zahrádkářské kolonie s množstvím příčných plotů. Vlastní domovní zástavba se nachází na dolním úseku mezi ř. km 0,6 – 1,0 a dále v lokalitě Staré Rousovice mezi ř.km 3,36 – 4,70, zde se jedná spíše a rozptýlenou zástavbu rodinných domů se zahradami.

Zemědělsky využívané plochy se v zájmovém území nenacházejí.

Lesní porosty se v zájmovém území nacházejí v horním úseku mezi ř.km 4,00 – 4,70.

Doprovodná zeleň má v horním úseku spíše přirozený charakter, břehy jsou porostlé křovinami a lemované vzrostlými stromy. V úseku (ř.km 3,36 – 1,40) charakter parkové zeleně, která se pozvolna mění v zanedbanou zeleň v úseku ř. km 1,40 – 1,00. Dále je koryto v úseku ř. km 1,00 – 0,70 zcela bez stromů a křovin. Spodní část toku je lemována zanedbanými zahradami, které volně přecházejí v lužní les (ř. km 0,6 – 0,1) posledních cca 100 m se nachází v areálu přístavu bez vzrostlé vegetace.

Koryto vodního toku je v horním úseku spíše přirozeného charakteru, který pozvolna přechází do nepravidelného lichoběžníkového profilu se zbytky kamenného či betonového opevnění. Ve střední části (ř. km 3,7 – 0,9) je koryto upravené do tvaru pravidelného lichoběžníku, na pravém břehu je lemováno prašnou komunikací (ř. km 1,90 – 1,35). V úseku ř. km 0,9 – 0,65 je koryto sevřeno v obdélníkovém korytě. V posledním úseku ř. km 0,65 – 0,0 je pak koryto opět pravidelného lichoběžníkového tvaru. Břehy koryta jsou v dolní části příčného řezu opevněné kamennou dlažbou, zbytek je zatravněn. Dno pokrývá jemnozrnný materiál bez větších balvanů, či kamenů.

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

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 zvolen program HEC RAS 5.0.6 včetně jeho nadstavby pro ARCGIS GeoRAS.

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 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.

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

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

Výpočty byly prováděny metodou ustáleného nerovnoměrného proudění v programu HEC – RAS 5.0 včetně jeho nadstavby v GIS GeoRAS.

Základní verze modelu hladinového režimu v otevřených korytech HEC-RAS, (River Analysis System) je jedním z produktů, které v oblasti hydrologie a hydrauliky vyvinul Hydrologic Engineering Center US Army Corps of Engineers

Program umožňuje výpočet nerovnoměrného proudění v otevřených korytech, v ustáleném i v neustáleném režimu. Je integrovaným prostředkem, který umožňuje interaktivní provoz, obsahuje moduly hydraulické analýzy, obsluhy datové báze, vizualizaci vstupních dat i výsledků. Významné jsou jeho možnosti výpočtu objektů na toku, příčných i podélných staveb. Umožňuje numerickou simulaci stromových sítí, bifurkací a okružních říčních systémů. Jako produkt federálního rozsahu, je standardním prostředkem pro plánování, návrh a protipovodňovou ochranu ve Spojených státech.

Základní verze programu HEC-RAS je vyvinuta armádou Spojených států jako federální institucí a je volně šířena po Internetu Nadstavba HEC-GeoRAS je rovněž volně šiřitelná.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Hlavním podkladem pro sestavení hydrodynamického modelu je geometrický model terénu, tj. 3D říční síť s 3D souřadnicemi, které jsou vygenerované z digitálního modelu terénu v TIN.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Část popisu je již uvedena v kapitole 3.3 Místní šetření.

Popis objektů na toku, je uváděn ve směru po proudu, staničení se vztahuje ke staničení použitým v modelu.

ř.km 4,902	železniční most, lichoběžníkové koryto
ř.km 4,891	silniční most, ul. Skuhrovská, lichoběžníkové koryto
ř.km 3,892	most, ul. Mýtní, lichoběžníkové koryto
ř.km 3,752	silniční most, ul. Okružní, lichoběžníkové koryto
ř.km 3,534	lávka, Staré Rousovice, lichoběžníkové koryto
ř.km 3,347	most, u garáží, lichoběžníkové koryto
ř.km 3,000	silniční most ul. Kokořínská, lichoběžníkové koryto
ř.km 2,618	silniční most u autobusového nádraží, lichoběžníkové koryto
ř.km 1,982	silniční most, ul. Vodárenská, lichoběžníkové koryto + ŽB mostovka
ř.km 1,971	ocelová potrubní chránička, lichoběžníkové koryto
ř.km 1,712	ocelová lávka pro pěší, lichoběžníkové koryto
ř.km 1,526	ocelová lávka pro pěší, lichoběžníkové koryto
ř.km 1,382	silniční most, ul. Klášterní, lichoběžníkové koryto
ř.km 1,340	nízký spádový stupeň v lichoběžníkovém korytě
ř.km 1,333	potrubní lávka, lichoběžníkové koryto
ř.km 1,252	chránička potrubí, lichoběžníkové koryto
ř.km 1,071	klenbový železniční most, obdélníkové koryto v místě mostu, před a za mostem lichoběžníkové koryto
ř.km 1,053	silniční most, ul. Na Malém Spořilově, most veden šikmo na osu toku, lichoběžníkové koryto
ř.km 0,809	starý klenbový most u areálu spol. Mefrit, dnes slepý nepoužívaný, obdélníkové koryto

ř.km 0,771	silniční most, ul. Bezručova, obdélníkové koryto
ř.km 0,767	silniční most, ul. Bezručova, vložená původní klenba do obdélníkového průřezu
ř.km 0,753	ocelová chránička potrubí, obdélníkové koryto
ř.km 0,731	silniční most k prodejně Mountfield, obdélníkový průřez
ř.km 0,611	silniční most kom. I/16, koryto lichoběžníkové, most vysoký, mostovka zcela mimo vodní tok
ř.km 0,524	nepoužívaný silniční most, lichoběžníkové koryto
ř.km 0,302	ocelová lávka, ul. Nůšařská, lichoběžníkové koryto
ř.km 0,298	silniční ocelový příhradový most, ul. Nůšařská, lichoběžníkové koryto
ř.km 0,113	sil. most v areálu Českých přístavů a.s., lichoběžníkové koryto
ř.km 0,097	železniční most v areálu Českých přístavů a.s., obdélníkové koryto
ř.km 0,035	silniční most v areálu Českých přístavů a.s., obdélníkové koryto
ř.km 0,014	most vlečky v areálu Českých přístavů a.s., obdélníkové koryto

Jak je uvedeno již v jiných kapitolách, mostní objekty jsou do výpočtu zahrnuty pomocí vlastních konsumpčních křivek, jež byly vypočteny pomocí samostatného modulu Hydrocheck 2 určeného pro výpočet objektů. 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.

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Drsnostní charakteristiky použité ve výpočetním modelu jsou zadány pomocí Manningova drsnostního součinitele pro koryto vodního toku v jednotlivých příčných řezech a pro jednotlivé části inundace v plochách v tzv. flow areas. Hodnoty drsností jsou zadávány v odlišných hodnotách jak pro jednotlivé části inundací, tak i pro jednotlivé části koryta. Vliv vegetace je do výpočtů zahrnut vždy v nejméně příznivé situaci, to znamená při plném vegetačním období.

Tabulka 3 - 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 4 - 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
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, jež byly získány od ČHMU. Jednalo se o profil soutoku Pšovky s Labem.

Jako dolní okrajová podmínka je užitá konzumpční křivka železničního mostu, který je uvažován jako objekt (široká koruna) s uvažovanou dolní vodou v Labi 155,10.

Tabulka 5 - 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
Pšovka - Mělník	0,0 – 4,70	12,10	17,20	25,30	36,00	

Tabulka 9 - Hladiny v m n.m. pro dolní okrajovou podmínku

Popis úseku	Úsek toku (ř.km)	H_5	H_{20}	H_{100}	H_{500}	Poznámka
soutok; železniční most	0,014	157,33	157,55	157,78	158,06	

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Výpočet byl řešen pomocí ustáleného proudění.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Vstupní data byla pro zpracování studie dostatečná a z hlediska sestavení 1D modelu úplná.

5.3 Popis kalibrace modelu

Jelikož v daném území nejsou známy žádné povodňové značky, u kterých by zároveň byl znám příslušný průtok, nebyla zvláštní kalibrace modelu prováděna.

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.

Tabulka – Psaný podélný profil

Staničení	Dno	Q ₅	H ₅	Q ₂₀	H ₂₀	Q ₁₀₀	H ₁₀₀	Q ₅₀₀	H ₅₀₀	Poznámka
km	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	
0.014	154.80	12.10	157.33	17.20	157.55	25.30	157.78	36.00	158.06	most železniční. Č.příst. a.s.. Mělník. ř. km 0.014
0.035	154.58	12.10	157.34	17.20	157.57	25.30	157.80	36.00	158.07	most v Českých přístavech a.s.. ř. km 0.035
0.097	154.83	12.10	157.35	17.20	157.57	25.30	157.81	36.00	158.08	most železniční v Českých příst. a.s.. ř. km 0.097
0.113	154.71	12.10	157.35	17.20	157.58	25.30	157.82	36.00	158.11	most v Českých přístavech a.s.. ř. km 0.113
0.214	155.19	12.10	157.37	17.20	157.60	25.30	157.85	36.00	158.14	
0.298	155.60	12.10	157.41	17.20	157.63	25.30	157.88	36.00	158.16	most ocelový. ul. Nůšařská. ř. km 0.298
0.302	155.60	12.10	157.41	17.20	157.64	25.30	157.88	36.00	158.16	lávka. ul. Nůšařská. ř. km 0.302
0.417	156.03	12.10	157.61	17.20	157.85	25.30	158.14	36.00	158.45	
0.524	156.64	12.10	157.92	17.20	158.19	25.30	158.51	36.00	159.17	most u rybářů. ř. km 0.524
0.611	157.54	12.10	158.58	17.20	158.82	25.30	159.13	36.00	159.64	most sil. I16. Mělník. ř. km 0.611
0.636	157.57	12.10	158.92	17.20	159.14	25.30	159.43	36.00	159.85	
0.660	157.75	12.10	159.24	17.20	159.44	25.30	159.73	36.00	160.40	
0.694	158.34	12.10	159.54	17.20	159.81	25.30	160.13	36.00	160.59	
0.731	158.41	12.10	160.05	17.20	160.40	25.30	160.66	36.00	161.09	most do Mountfieldu. ř. km 0.731
0.753	158.56	12.10	160.19	17.20	160.60	25.30	161.02	36.00	161.65	lávka. ř. km 0.753
0.767	158.68	12.10	160.34	17.20	161.09	25.30	161.70	36.00	162.02	klenbový most. ul. Bezručova. ř. km 0.767
0.771	158.51	12.10	160.34	17.20	161.09	25.30	161.70	36.00	162.02	silniční most. ul. Bezručova. ř. km 0.771
0.809	158.73	12.10	160.68	17.20	161.67	25.30	162.44	36.00	162.93	klenbový most. ř. km 0.809
0.882	158.90	12.10	160.73	17.20	161.70	25.30	162.47	36.00	162.96	
0.987	158.98	12.10	160.87	17.20	161.78	25.30	162.56	36.00	163.09	
1.037	159.27	12.10	160.92	17.20	161.79	25.30	162.57	36.00	163.10	
1.053	159.50	12.10	160.93	17.20	161.80	25.30	162.57	36.00	163.09	silniční most. Na Malém Spořilově. ř. km 1.053
1.071	159.74	12.10	160.97	17.20	161.81	25.30	162.58	36.00	163.10	klenbový železniční most. ř. km 1.071
1.114	159.58	12.10	161.16	17.20	161.92	25.30	162.72	36.00	163.32	
1.252	159.96	12.10	161.43	17.20	162.01	25.30	162.75	36.00	163.34	lávka. ř. km 1.252

Staničení	Dno	Q ₅	H ₅	Q ₂₀	H ₂₀	Q ₁₀₀	H ₁₀₀	Q ₅₀₀	H ₅₀₀	Poznámka
km	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	
1.297	159.98	12.10	161.55	17.20	162.06	25.30	162.75	36.00	163.34	
1.333	160.15	12.10	161.58	17.20	162.09	25.30	162.94	36.00	163.64	lávka. ř. km 1.333
1.340	160.33	12.10	161.68	17.20	162.10	25.30	162.94	36.00	163.71	stupeň ve dně. ř. km 1.340
1.382	160.63	12.10	162.09	17.20	162.40	25.30	163.34	36.00	163.78	silniční most. Klášterní ulice. ř. km 1.382
1.442	160.96	12.10	162.49	17.20	162.77	25.30	163.53	36.00	163.83	
1.526	161.50	12.10	163.07	17.20	163.35	25.30	163.66	36.00	163.95	lávka nad stadionem. ř. km 1.526
1.712	162.07	12.10	163.68	17.20	163.95	25.30	164.45	36.00	164.77	lávka fotbalové hřiště. ř. km 1.712
1.822	162.39	12.10	164.03	17.20	164.31	25.30	164.76	36.00	165.06	
1.936	162.93	12.10	164.42	17.20	164.69	25.30	165.08	36.00	165.42	
1.971	163.48	12.10	164.60	17.20	164.83	25.30	165.19	36.00	165.49	lávka. ř. km 1.982
1.982	163.43	12.10	165.18	17.20	165.40	25.30	165.77	36.00	166.17	silniční most. ul. Chloumecká. ř. km 1.987
2.051	163.97	12.10	165.65	17.20	165.91	25.30	166.48	36.00	166.67	
2.172	164.28	12.10	166.01	17.20	166.27	25.30	166.69	36.00	166.92	
2.317	164.57	12.10	166.50	17.20	166.77	25.30	166.96	36.00	167.12	
2.460	164.96	12.10	166.94	17.20	167.18	25.30	167.43	36.00	167.59	
2.618	165.52	12.10	167.78	17.20	168.02	25.30	168.26	36.00	168.43	silniční most u autobusového nádraží. ř. km 2. 618
2.745	165.64	12.10	167.89	17.20	168.11	25.30	168.34	36.00	168.52	
2.952	166.41	12.10	168.16	17.20	168.43	25.30	168.58	36.00	168.75	
3.000	166.93	12.10	168.52	17.20	168.80	25.30	169.12	36.00	169.54	silniční most ul. Kokořínská. ř. km 3. 00
3.131	166.91	12.10	168.81	17.20	169.13	25.30	169.48	36.00	169.92	
3.237	167.08	12.10	168.95	17.20	169.28	25.30	169.64	36.00	170.03	
3.331	167.27	12.10	169.07	17.20	169.40	25.30	169.78	36.00	170.08	
3.347	167.76	12.10	169.44	17.20	169.75	25.30	170.18	36.00	170.91	most. u garáží. ř. km 3. 347
3.360	167.54	12.10	169.49	17.20	169.83	25.30	170.29	36.00	171.06	
3.503	169.12	12.10	170.17	17.20	170.32	25.30	170.64	36.00	171.14	
3.534	169.04	12.10	170.51	17.20	170.60	25.30	170.76	36.00	171.17	lávka. Staré Rousovice. ř. km 3.534
3.690	169.51	12.10	170.85	17.20	171.02	25.30	171.21	36.00	171.46	

Staničení	Dno	Q ₅	H ₅	Q ₂₀	H ₂₀	Q ₁₀₀	H ₁₀₀	Q ₅₀₀	H ₅₀₀	Poznámka
km	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	m ³ /s	m n.m.	
3.752	169.70	12.10	171.14	17.20	171.26	25.30	171.42	36.00	171.62	silniční most. ul. Okružní. ř. km 3. 752
3.796	169.77	12.10	171.16	17.20	171.27	25.30	171.43	36.00	171.64	
3.881	170.04	12.10	171.37	17.20	171.52	25.30	171.70	36.00	171.88	
3.892	170.11	12.10	171.62	17.20	171.70	25.30	171.81	36.00	171.95	most. ul. Mýtní. ř. km 3. 892
3.905	170.04	12.10	171.62	17.20	171.70	25.30	171.81	36.00	171.96	
4.037	170.28	12.10	171.92	17.20	172.07	25.30	172.24	36.00	172.42	
4.123	170.37	12.10	172.05	17.20	172.19	25.30	172.37	36.00	172.55	
4.267	170.42	12.10	172.14	17.20	172.29	25.30	172.48	36.00	172.67	
4.416	170.67	12.10	172.30	17.20	172.49	25.30	172.69	36.00	172.90	
4.654	172.16	12.10	173.28	17.20	173.46	25.30	173.63	36.00	173.84	
4.767	172.62	12.10	173.92	17.20	174.05	25.30	174.25	36.00	174.46	
4.799	172.80	12.10	174.01	17.20	174.16	25.30	174.36	36.00	174.58	
4.842	173.25	12.10	174.50	17.20	174.73	25.30	175.02	36.00	175.36	silniční most. ul. Skuhrovská. ř. km 4.891

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 - Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
09281	Mělník	534676	Mělník
09281	Mělník	535265	Velký Borek

Mapa povodňového nebezpečí zobrazuje rozsah záplavového 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 vyliditovat 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 pixelu 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 nezdědka 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.