



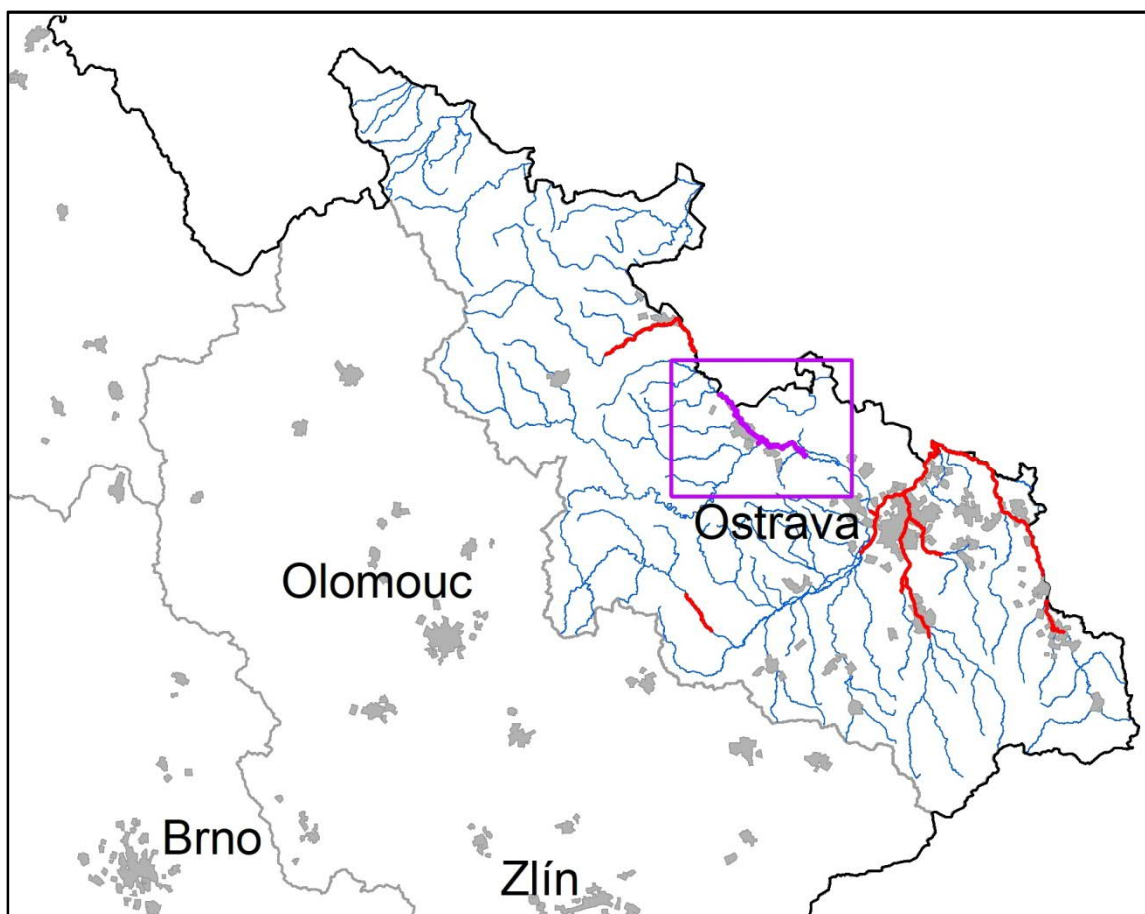
Zpracování Aktualizace Plánu dílčího povodí Horní Odry a příprava podkladů pro Plán pro zvládání povodňových rizik v povodí Odry

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍ ODRY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

OPAVA – HOD_03_01 - Ř. KM 22,428 – 47,678 (TPE 22,000 – 46,960)

MORAVICE – HOD_03_02 - Ř. KM 0,000 – 1,170 (TPE 0,000 – 1,187)



SRPEN 2019



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu



Zpracování Aktualizace Plánu dílčího povodí Horní Odry a příprava podkladů pro Plán pro zvládání povodňových rizik v povodí Odry

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍ ODRY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

OPAVA – HOD_03_01 - Ř. KM 22,428 – 47,678 (TPE 22,000 – 46,960)

MORAVICE – HOD_03_02 - Ř. KM 0,000 – 1,170 (TPE 0,000 – 1,187)

Pořizovatel:



Povodí Odry, státní podnik
Varenská 49
Ostrava, PSČ 701 26

Zhotovitel:



AQUATIS a.s.
Botanická 834/56
Brno, PSČ 602 00

Řešitel:



AQUATIS a.s.
Botanická 834/56
Brno, PSČ 602 00

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 známé povodně)	9
3	Přehled podkladů	11
3.1	Topologická data	11
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	11
3.1.2	Mapové podklady	11
3.1.3	Geodetické podklady	11
3.2	Hydrologická data	11
3.3	Místní šetření	12
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	12
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	13
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	13
4	Popis koncepčního modelu	14
4.1	Schematizace řešeného problému	14
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	20
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	20
5.3	Popis kalibrace modelu	21
6	Výsledky	23
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	23
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	25
6.2.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	25
6.2.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	25
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	26
6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	26

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratk a symbolů

Tabulka 1 – Seznam zkratk a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
DMT	Digitální model terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
FESWMS	Finite element surface-water modeling system
IDVT CEVT	Identifikátor vodního toku podle Centrální evidence vodních toků
RZM	Rastrová Základní mapa
S-JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SMS	Surface-water modeling system
SOP	Studie odtokových poměrů
TPE	Technicko-provozní evidence
VM	Výpočtový model
ZÚ	Záplavové území

1.2 Cíle prací

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

- hranice rozlivů,
- hloubky vody v záplavovém území,
- rychlosti proudění vody v záplavovém území.

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

Kroky nezbytné k dosažení cíle byly:

- zajištění vstupních podkladů – stávající + v případě potřeby 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).

Oproti 1. plánovacímu cyklu nedošlo k žádným změnám v rozsahu řešeného úseku, v hydrologických datech, ani k zásadním terénním změnám v korytě, důležitá změna v inundaci je uvedena v následující tabulce a popsána v dalších kapitolách.

Porovnání řešeného území 1. a 2. plánovacího cyklu je uvedeno v Tabulce 2.

Tabulka 2 - Porovnání rozsahu řešeného území 1. a 2. plánovacího cyklu

Označ. v 1. plán. cyklu	Označ. v 2. plán. cyklu	Tok	Délka úseku [km]	Změny oproti 1. plánovacímu cyklu
POD_12	HOD_03_01	Opava	25,250	výstavba ochranné protipovodňové hráze Velké Hoštice
POD_2	HOD_03_02	Moravice	1,170	beze změny

1.3 Postup zpracování a metoda řešení

Postup zpracování a metoda řešení byly:

- získání, soustředění a studium dostupných podkladů a jejich doplnění místním šetřením,
- kontrola a případná aktualizace hydrodynamického modelu,

- hydraulické výpočty proudění v toku včetně objektů a inundačního území převzaty z podkladu [17] a [19]. Výpočty se prováděly pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} ,
- výsledky výpočtů jsou následně prezentovány v podobě map povodňového nebezpečí,
- sestavení technické zprávy, verze standardizačního minima 2014 [XVIII]

Výchozím podkladem pro tvorbu map povodňového nebezpečí a následnou rizikovou analýzu jsou hydraulické výpočty pro účely vymezení záplavového území [6, 7, 18, 19] a také výstupy z 1. plánovacího cyklu zpracované firmou Pöyry Environment a.s. v r. 2013 [17].

2 Popis zájmového území

Specifikace toku:

HOD_03_01

Název toku: Opava, úsek Kravaře - Držkovice

ID úseku: 10100014, identifikátor vycházející z Centrální evidence vodních toků (IDVT CEVT)

Identifikátor oblasti s potenciálně významným rizikem: HOD_03_01

Číslo hydrologického pořadí toku: 2-02-01-082, 2-02-01-084, 2-02-01-085, 2-02-01-086, 2-02-01-088, 2-02-01-091, 2-02-03-001, 2-02-03-003, 2-02-03-005, 2-02-03-007, 2-02-03-009.

HOD_03_02

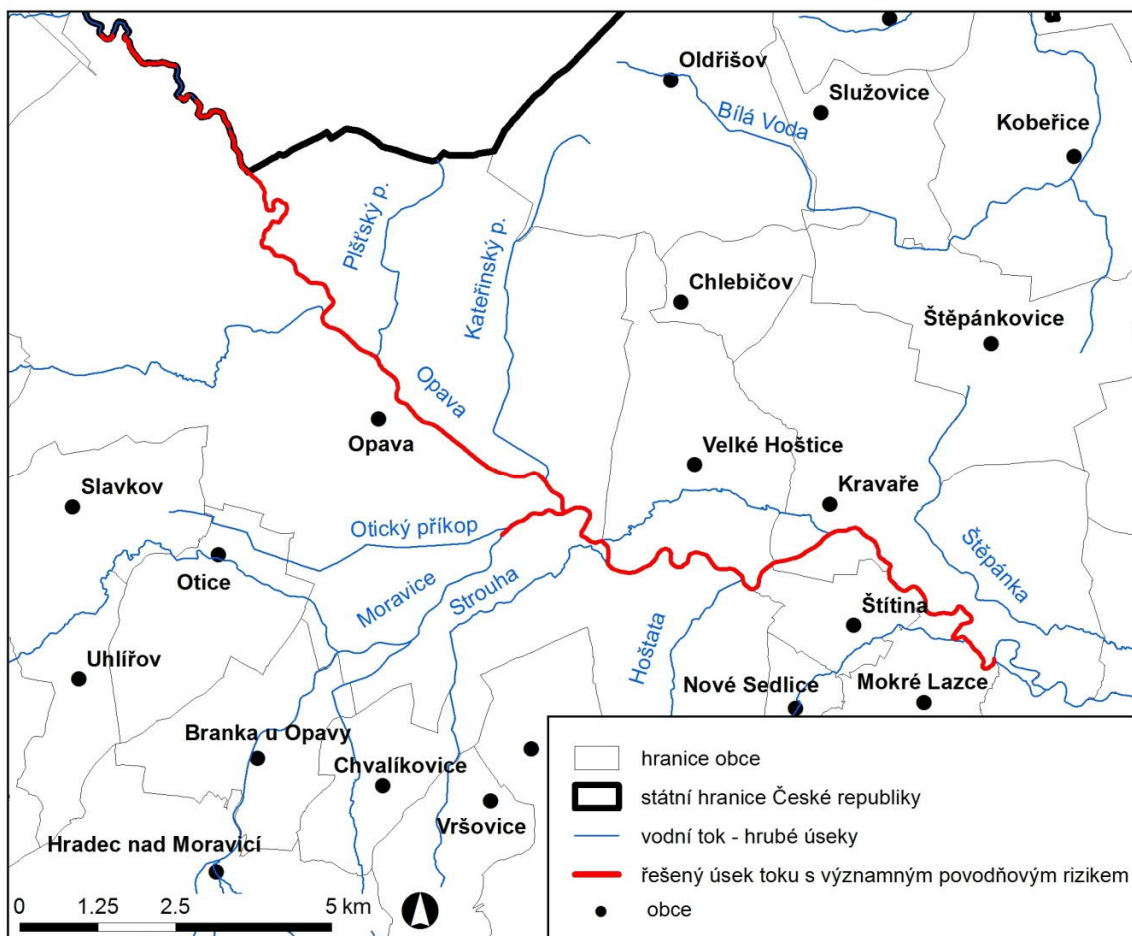
Název toku: Moravice, úsek ústí - Opava

ID úseku: 10100015, identifikátor vycházející z Centrální evidence vodních toků (IDVT CEVT)

Identifikátor oblasti s potenciálně významným rizikem: HOD_03_02

Číslo hydrologického pořadí toku: 2-02-02-099

Obrázek 1 – Přehledná mapa řešeného území



V úseku Držkovice – Kravaře protéká Opava otevřeným údolím charakteru nížiny a dosahuje velkých rozlivů. Jejimi přítoky jsou Velká, Ostrá, Moravice a Raduňka.

Rozliv Moravice pod železničním mostem dosahuje až ke komunikaci S 461, která je přelévána a zaplavuje Komárov. Na levobřežní inundaci je částečně zaplavován průmyslový areál. Do Komárova vtéká Raduňka.

2.1 Všeobecné údaje

Řešený úsek toku Opavy je dlouhý 25,250 km a je vymezen od jezu Lhota ř. km 22,428 (TPE 22,000, podle JTSK X = -486933,4026 a Y = -1091628,556) po spádový stupeň v Držkovicích ř. km 47,678 (TPE 46,960, podle JTSK X = -501244,6759 a Y = -1081563,841). Opava protéká obcemi Držkovice, Vávrovce, Opava, Malé Hoštice, Velké Hoštice, Komárov a Kravaře včetně jejich místních částí v širokém záplavovém území s rozsáhlou zástavbou, mnoha průmyslovými podniky a významnou infrastrukturou.

Úsek Moravice je vymezen soutokem s Opavou (podle JTSK X = -493810,1227 a Y = -1089266,942) po železniční most (TPE 1,187, podle JTSK X = -494823,9772 a Y = -1089633,244). Délka řešeného úseku Moravice je 1,17 km.

V obci Držkovice dochází k vybřežování vody již při Q_2 , rozliv je po celé šířce údolní nivy. Koryto ve Vávrovicích je zúženo z 15 m na 8 m [18] a jeho břehová kapacita je Q_1 , zástavba je zaplavována při Q_5 . V Opavě je řeka upravena do dvojitého lichoběžníku se šířkou ve dně 15 m. Ochrana Malých Hoštic je dostatečně zajištěna ohrázkováním. Velké Hoštice byly chráněny hrází, která byla v části blíže k toku přelévána při Q_{20} , proto byla vybudována nová hráz k ochraně jižní části Velkých Hoštic. Nová hráz je již kapacitní na povodňový průtok Q_{100} . Dále po toku jsou ještě v řešeném úseku Kravaře, kde je pravobřežní zástavba Kravaře-Dvořisko zaplavována od Q_2 .

Tabulka 3 – Současný stupeň protipovodňové ochrany obcí

Obec	Stupeň ochrany Q_N
Držkovice	Q_2
Vávrovce	Q_5
Opava (řeka Opava)	$Q_{20} - Q_{50}$
Opava (řeka Moravice)	Q_{20}
Malé Hoštice	Q_{100}
Komárov	Q_{100}
Velké Hoštice	Q_{100} (ovlivněný průtok)
Kravaře - Dvořisko	$Q_1 - Q_2$ (ovlivněný průtok)

V dokumentaci je použita říční kilometráž z podkladů studie [6, 7], pro úseky ve studii nezohledněné je kilometráž rozšířena. U jednotlivých objektů (mosty, jezy) je uvedena kilometráž podle technicko-provozní evidence (TPE) správce povodí.

2.2 Průběhy historických povodní (největší známé povodně)

Největší zaznamenaná povodeň od roku 1895 na řece Opavě je datována k červenci 1997, která způsobila značné škody, ale i ztráty na životech. Ke kulminaci došlo 7. 7. 1997 a ve městě Opavě bylo dosaženo $647 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ [10], tj. cca Q_{500} . Limnigraf v Opavě zaznamenal vodní stav 460 cm [15], přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu (413 cm) byla v roce 2007.

Z vyhodnocených hydrogramů Moravice mohla kulminace v 1997 dosáhnout $157 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ [16], kdy povodňová vlna byla zachycena dokončováním VD Slezská Harta. Reálný průtok pod VD Kružberk byl $39,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ [16].

Průtok v Opavě výrazně překročil její kapacitu a situace byla zhoršena vytvořením zátarasů a bariér na mostních objektech. Protržením výše ležící hráže v Palhanci došlo k zaplavení horní pravobřežní části města [7].

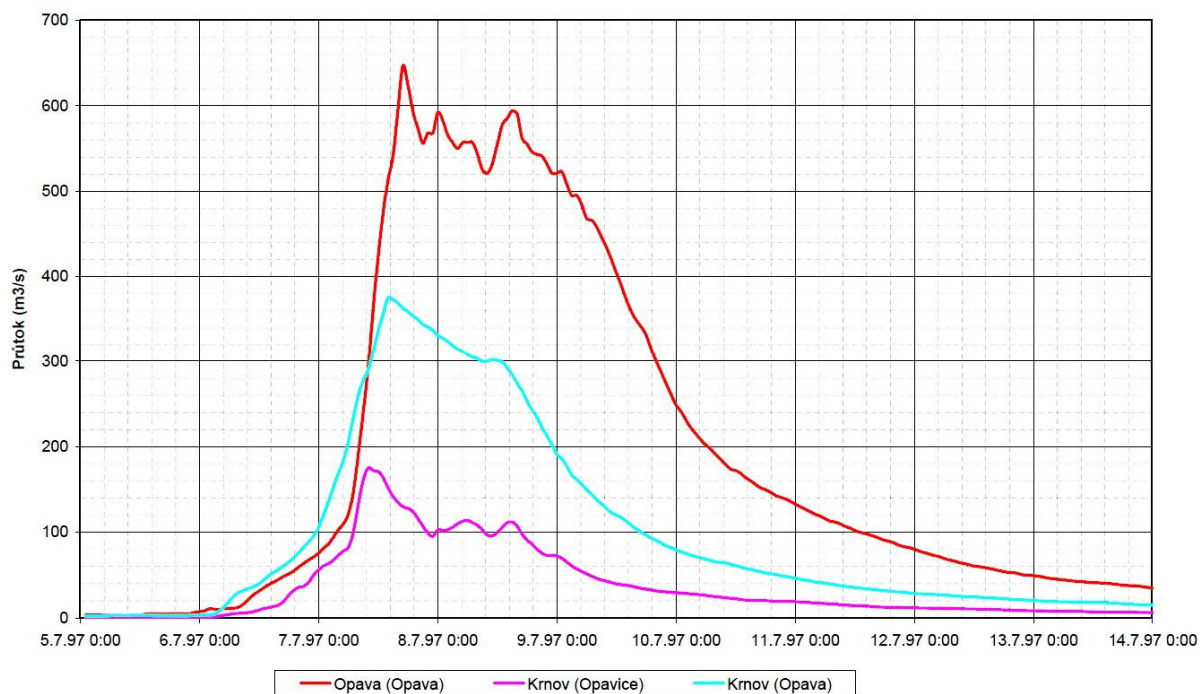
K nejpostiženějším obcím patřila místní část Dvořisko města Kravaře.

Hranice záplavového území obcí viz [9, 14].

Obrázek 2 – Fotografie povodňové údalosti 1997, na obrázku je zachycen silniční most v Opavě, ulice Ratibořská [13]



Obrázek 3 – Hydrogram průběhu povodně v červenci 1997 v povodí Opavy pro profily limnigrafů uvedených v legendě [10, 11, 12]



3 Přehled podkladů

3.1 Topologická data

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

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

V 1. plánovacím období byl řešený úsek počítán pomocí 2D modelování. Jelikož nedošlo k žádným změnám, jak v rozsahu řešeného úseku, tak v hydrologických datech, ani k zásadním terénním změnám v korytě, v 2. období nebyl hydrodynamický model přepočítáván, tudíž se neměnil ani digitální model terénu, který je součástí hydrodynamického modelu. Výstavba protipovodňové hráze ve Velkých Hošticích byla řešena v rámci studie [19], byl měněn rozsah ZÚ, ale i tyto práce byly prováděny s využitím DMT sestaveným v rámci 1. plánovacího cyklu ve studii [17].

DMT je sestaven z geodeticky zaměřeného koryta doplněného ve zbylé části výškopisem a polohopisem stereofotogrammetrické metody. Data před spojením byla zkontrolována a následně spojena v prostředí Microstationu. Se zakomponováním povinných hran byl DMT sestaven v Autocad Civil 3D 2012 a výsledný povrch byl vyexportován do formátu DWG 2012 a XML. DMT je referencován v souřadném systému S-JTSK a výškovém horizontu Balt po vyrovnání.

3.1.2 Mapové podklady

Mapové podklady byly:

- Rastrová základní mapa 1 : 10 000 (RZM 10), z vektorového topografického modelu ZABAGED, ČÚZK, 2016, Měřítko 1 : 10 000, velikost pixelu 0,63 m.
- Ortofotomapy, formát JPG, velikost nejmenšího elementu ortofotomapy 5 cm, ČÚZK, 2011.
- ZABAGED, komplexní digitální geografický model území ČR, formát SHP, ČÚZK, 2016.

3.1.3 Geodetické podklady

Řešená oblast o ploše cca 2800 ha byla podrobně geodeticky zmapována v roce 2011, pro účely 2. plánovacího období nebyla potřebná aktualizace. Pouze část obce Velké Hoštice, kde došlo k výstavbě protipovodňové hráze byla aktualizována dle studie [19].

Při mapování byly totální stanicí a soupravou GPS zaměřeny části údolní nivy, koryto toku a objekty. Pro výškopisné a polohopisné mapování stereofotogrammetrickou metodou bylo použito digitálních leteckých měřičských snímků pořízených kamerou UltraCAMXp a přednáletové signalizace zaměřené v terénu.

Stereofotogrammetrickou metodou byly zaměřeny následující prvky polohopisu a výškopisu:

- Podrobné body výškopisu, které jsou zaměřeny v pseudopravidelné síti s krokem 20 m až 30 m, podle lokální konfigurace terénu.
- Povinné spojnice (terénní hrany) s vzájemným převýšením dvou sousedních hran vyšším než 25 cm a delším než 20 m.
- Ploty tvořící překážku v proudění vody.
- Budovy bez rozlišení (budovy jsou zaměřeny po obvodě střešního pláště).
- Základní obrysy komunikací.

Doplnění hráze ve Velkých Hošticích do DMT bylo na základě zaměření skutečného provedení.

Zaměřená data jsou v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém horizontu Balt po vyrovnání.

3.2 Hydrologická data

Použité hydrologické údaje jsou uvedeny v následující tabulce, byly aktualizovány pro 2. plánovací cyklus a bylo konstatováno, že nedošlo k žádné změně oproti 1. plánovacímu cyklu.

V profilech nad soutokem s Moravicí byly uvažovány neovlivněné průtoky, v profilu pod soutokem a pro Moravicí ovlivněné průtoky.

Tabulka 4 - N-leté neovlivněné průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ (srpen 2019)

Hydrologický profil	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Opava – pod Heraltickým potokem	48,530	118	215	367	-	II.
Velká – ústí do Opavy	0,000	10,4	18,8	32,0	-	III.
Opava – nad Plštským potokem	38,100	121	221	380	-	II.
Opava – nad Moravicí	33,800	125	227	390	607	II.
Moravice – ústí do Opavy	0,000	148	222	315	443	II.
Opava – pod Moravicí	33,700	221	363	566	810	II.
Opava – Kravaře - Kouty (nad Sedlinkou)	26,900	232	374	569	-	II.

Tabulka 5 - N-leté ovlivněné průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ (srpen 2019)

Hydrologický profil	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Moravice – ústí	0,000	95	130	180	-	-
Opava – pod Moravicí	33,700	195	305	455	-	-
Opava ústí	0,000	200	315	470	-	-

3.3 Místní šetření

Terénní průzkum proběhl ve třech etapách v roce 2011, 2012 a 2013 v rámci 1. plánovacího cyklu [17].

V rámci 2. plánovacího cyklu byla provedena kontrola terénu a bylo zkonstatováno, že nedošlo k žádným zásadním změnám, krom výstavby protipovodňové hráze ve Velkých Hošticích [19]. Rozestavěné stavby budou zohledněny až po jejich dokončení, v dalším plánovacím období.

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

- [1] Rastrová základní mapa 1:10 000 (RZM 10) ČÚZK, Praha, 2016.
- [2] Ortofotomapy zájmového území. ČÚZK, Praha, 2011.
- [3] Základní báze geografických dat ZABAGED – polohopis, ČÚZK, Praha, 2016.
- [4] Základní báze geografických dat ZABAGED – výškopis, ČÚZK, Praha, 2016.
- [5] Hydrologické údaje povrchových vod. ČHMÚ, průběžně
- [6] Studie záplavového území a protipovodňových opatření na řece Opavě km 36,5 – 69,0. AQUATIS a.s., listopad 2002.
- [7] Studie záplavového území a protipovodňových opatření na řece Opavě km 0,00 – 37,2. AQUATIS a.s., únor 1999.
- [8] Transformované povodňové snímky. Povodeň 1997, Opava. AQUATIS a.s., 1998.
- [9] Stanovené hranice záplavového území Opavy pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a hranice záplavového území pro nejvyšší zaznamenanou povodeň 1997. Povodí Odry.
- [10] Urbanisticko-hyrotechnická studie zkapacitnění řeky Opavy přes zástavbu města Krnova. Hydrologické údaje řeky Opavy. Studie. Aquatis, březen 2002.

- [11] Současné přístupy k řešení protipovodňové ochrany na příkladu povodí horní Opavy. Langhammer, J., Šobr, M., Vaněk, T.
- [12] Ochrana před povodněmi v povodí horní Opavy. Rešeršní studie. Praha: MZe. 2004.
- [13] <http://sarasanders.blog.cz/en/0709/povodne-opava-2007>
- [14] Digitální báze vodohospodářských dat. www.dibavod.cz
- [15] Evidenční list hlásného profilu č. 273, tok Opava, limnigrafická stanice Opava.
- [16] Povodeň na řece Odře v červenci 1997. Práce a studie. ČHMÚ, Řehánek, T., Praha, 2002.
- [17] Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Opavě (úsek Kravaře – Držkovice). Studie, AQUATIS spol. s r. o., březen 2013.
- [18] Návrh na stanovení záplavového území - Moravice, ř.km 0,000 – 1,187 (km 0,000 – 1,187 dle TPE), Opava, ř.km 21,965 – 47,800 (km 21,600 – 47,300 dle TPE), Pöyry Environment, a.s., červenec 2013
- [19] Návrh na stanovení záplavového území Opava – Velké Hoštice. AQUATIS, a.s., srpen 2016.
- [20] Povodňový informační systém. www.povis.cz
- [21] User's Manual for FESWMS Flo2DH. Two-dimensional Depth-averaged Flow and Sediment Transport Model. Froelich, D. Release 3. September 2002. FHWA-RD03-053.
- [22] Studie ochranných opatření v záplavovém území obce Kravaře. Diplomová práce, Kouba M., 65 s. VUT v Brně, FAST, ÚVST, 2007.

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

- [I] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [II] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [III] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [IV] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [V] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [VI] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [VII] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [VIII] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [IX] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [X] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [XI] Vyhláška MŽP 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [XII] Vyhláška č. 178/2012 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [XIII] Nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení §27 odst. 8 a §28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
- [XIV] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012.
- [XV] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011.
- [XVI] Předběžné vyhodnocení povodňových rizik v České republice 2011. Implementace směrnice 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik (verze 5.0). Ministerstvo životního prostředí ČR (poslední aktualizace dne 16. 3. 2012). Praha. 12/2011.
- [XVII] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., aktualizace 30. 9. 2017.
- [XVIII] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 08/2014
- [XIX] Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik – pilotní projekt v soutokových oblastech, DHI a.s., 07/2011.

U uvedených zákonů, nařízení a vyhlášek se předpokládá jejich platné znění.

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Potřebné podklady byly seříděny a analyzovány.

- Rozsah řešeného území je beze změn (dříve POD-12 a POD-2),

- hydrologická data jsou nezměněna (kapitola 3.2),
- místní šetření neukázalo zásadní terénní změny, krom výstavby ochranné protipovodňové hráze ve Velkých Hošticích, která byla samostatně řešena v rámci studie [19] a výsledky byly sloučeny,
- bylo dohodnuto, že rozestavěné stavby budou do modelu zahrnuty až po jejich dokončení, takže v dalším plánovacím cyklu.

4 Popis koncepčního modelu

Ve 2. plánovacím cyklu nebyl tvořen nový hydrodynamický model, i když došlo k výstavbě protipovodňové hráze ve Velkých Hošticích. K žádným dalším změnám jak v rozsahu řešeného území, tak v hydrologických datech nebo zásadním změnám v korytě či v inundačním území nedošlo. Proto se přistoupilo k řešení s využitím hydrodynamického modelu z 1. cyklu, který byl v části kolem Velkých Hoštic (TPE 28,500 – 31,490) nahrazen výsledky přepočítanými v rámci [19], zahrnující nově vystavěnou ochrannou protipovodňovou hráz (ochrana na Q_{100}). Pro řešený úsek řeky Opavy a Moravice byly použity výpočty [17] společností Pöry Environment a.s., kdy bylo proudění v zájmovém území simulováno 2D numerickým programem SMS-FESWMS 10.0. Studie [19] byla vyhotovena společností AQUATIS a.s., také bylo proudění simulováno 2D numerickým programem SMS-FESWMS 10.0.

4.1 Schematizace řešeného problému

Topografie řešené oblasti byla vytvořena načtením bodového pole z DMT do modulu Scatter a následně body byly triangulovány. Použitá verze programu neumožňuje zahrnutí povinných hran, proto vytvořený povrch musel být manuálně upraven podle načteného polohopisu. Tento postup poukázal na chyby původního DMT, které byly manuálně upraveny. Diskretizace náhradní oblasti je řešena v modelu Map, kde je zájmové území rozděleno na makroprvky, pro které jsou definovány součinitele drsnosti, způsob výpočtu turbulentní viskozity, přidělení výškových souřadnic nebo tvar konečného prvku. Drsnost území (pole, ulice) byla specifikována z místního šetření a ortofotomap. Tvary konečných prvků byly použity čtyřúhelníkové i trojúhelníkové s geometrickými kritérii popsány v [21].

Pro urychlení výpočetních prací, zmenšení objemu dat a z důvodu omezení programu byl model rozdělen na dílčí modely, tzv. výpočtové. Rozdělení výpočtových modelů (VM) je znázorněno na obrázku 4. Sousední modely byly dostatečně překryty alespoň o šířku inundace, což vedlo k odstranění vlivů okrajových podmínek. Každý VM byl rozdělen na 2 dílčí VM, kde prvním byly řešeny průtoky Q_{100} a Q_{500} , u druhého se zmenšenou oblastí Q_{20} a Q_5 . Nejdlejší strana konečného prvku byla do 5 % celkové šířky rozlivu. Svahy a koryto bylo pro vyjádření rychlostního pole popsáno detailněji.

Tabulka 6 – Základní parametry jednotlivých výpočtových modelů pro Q_{500} a Q_{100}

Označení výpočtového modelu	Zahrnuté obce	Počet prvků	Počet bodů
VM01	Držkovice	43 306	104 269
VM02	Vávrovice	49 813	122 408
VM03	Opava	106 636	243 388
VM04	Malé Hoštice	75 067	221 188
VM05	Velké Hoštice	138 784	325 281
VM06	Kravaře	128 538	308 363

Výpočet hladin byl proveden metodou ustáleného nerovnoměrného proudění a ve výpočtu jsou uvažovány konstantní hodnoty kulminačních průtoků dodané ČHMÚ (viz [17] a [19]).

Výpočty byly provedeny pro neovlivněné N-leté průtoky zpracované ČHMÚ, viz tabulka 3.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Proudění v zájmovém území bylo simulováno 2D numerickým programem SMS-FESWMS 10.0. Charakter území naznačuje, že 1D přístup výpočtu by byl pro stanovení rychlostí nebo hloubek nedostačující (rozsáhlé inundační prostory, časté dělení proudu). Sestavení hydrodynamického modelu je popsáno v [17].

5.2 Vstupní data numerického modelu

DMT byl sestaven z geodeticky zaměřeného koryta doplněného ve zbylé části výškopisem a polohopisem stereofotogrammetrické metody. Data před spojením byla zkontrolována a následně spojena v prostředí Microstationu. Se zakomponováním povinných hran byl DMT sestaven v Autocad Civil 3D 2012 a výsledný povrch byl vyexportován do formátu DWG 2012 a XML. DMT byl referencován v souřadném systému S-JTSK a výškovém horizontu Balt po vyrovnání.

Horní okrajové podmínky v podobě průtoku byly zadány podle hydrologických profilů (kap. 3.2), kde souběh povodňových vln Opavy (Moravice) a významných přítoků byl určen tak, že průtok pro přítok byl stanoven z rozdílů průtoků Opavy nad a pod soutokem. Pod soutokem Opavy s Moravicí byly zadávány ovlivněné průtoky, kromě povodňového scénáře Q_{500} . Dělení průtoků v korytě a inundacích bylo určeno z předchozího VM. Proudění bylo simulováno ustáleně.

Více informací v [17].

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Zahrnuty byly všechny násypy liniových staveb, ploty, zdi, budovy, významné propustky, mosty, pokud to bylo možné tak i podezdívky plotů. Pro částečně průtočné ploty (pletivo tvořené neprůtočnými plechy s otvorem nad základovou zídkou) byla podle interní analýzy zpracovatele předpokládána zvýšená hodnota drsnosti v závislosti na hloubce vody. Pečlivá pozornost byla věnována možným vstupním branám a zdem kolem budov a areálů. Odpor objektů menších než 2 m x 2 m (kůlny) byl vyjádřen zvýšeným součinitelem drsnosti. Jezová tělesa a spádové stupně byly modelovány dvourozměrně. Manipulace na jezech se nepředpokládá, hradící konstrukce jsou vyhrazeny. Uzávěry na náhonech a malých vodních elektrárnách jsou uzavřeny. Tlakové proudění ve významných propustcích bylo simulováno 1D přístupem. Výčet mostů s uvedením úrovní dolní a horní mostovky je v následující tabulce 7 pro úsek řeky Opavy, v tabulce 8 pro Moravici.

K významnému pohybu sedimentů nebo transportu unášených předmětů dochází v celém řešeném úseku, což má vliv zejména na nekapacitní mosty na toku, které jsou vyznačeny v mapách povodňového nebezpečí (mapy úrovní hladin) při jednotlivých povodňových scénářích.

Tabulka 7 – Výčet mostů v řešeném úseku

Objekt	Staničení [ř. km]	Staničení [TPE]	Dolní mostovka [m n. m.]	Horní mostovka [m n. m.]
Pěší lávka ve Štítině	24,733	24,285	232,77	233,36
Silniční most, Kravaře - Dvořisko, ul. Tyršova	27,128	26,680	235,80	236,97
Trubní most plynovodu, Komárov, ul. Ostravská	31,616	31,168	241,75	
Trubní most vodovodu, Komárov, ul. Ostravská	31,686	31,340	241,60	
Lávka pro pěší, Komárov, ul. Ostravská	32,079	31,580	242,24	242,93
Lávka pro pěší, Malé Hoštice, ul. Ostravská	32,789	32,380	243,43	243,85
Trubní most plynovodu, Malé Hoštice	34,041	33,520	244,11	245,80

Objekt	Staničení [ř. km]	Staničení [TPE]	Dolní mostovka [m n. m.]	Horní mostovka [m n. m.]
Železniční most, Opava, ul. Dolní	34,403	33,935	245,51	246,28
Lávka pro pěší, Opava, ul. Luční	34,560	34,080	245,42	245,66
Silniční most silnice S11, Opava	34,800	34,400	246,10	248,80
Trubní most plynovodu, Opava, ul. Mlýnská	36,152	35,675	251,42	251,70
Lávka pro pěší, Opava, Kolofíkovo nábřeží	36,212	35,730	248,68	249,15
Silniční most, Opava, ul. Ratibořská	36,960	36,480	249,22	250,43
Lávka pro pěší, Opava, ul. Vodní	37,203	36,740	251,03	251,69
Silniční most, Opava, ul. Pekařská	37,744	37,250	251,62	252,95
Silniční most, Opava, ul. Mostní	38,383	37,890	252,72	253,99
Silniční most, Opava, ul. Rolnická	39,482	38,989	255,60	257,17
Silniční most, Opava, ul. Jaselská	39,908	39,400	254,39	255,14
Silniční most, Opava, ul. U Lávky	40,932	40,420	256,99	257,78
Trubní most plynovodu, Komárov, ul. Ostravská	42,181	41,545	262,64	
Silniční most, Vávrovice, ul. K Celnici	43,528	43,190	261,37	262,58
Silniční most, Držkovice, ul. Polská	45,805	45,440	263,67	264,65

Tabulka 8 – Výčet mostů v řešeném úseku Moravice

Objekt	Staničení [ř. km]	Staničení [TPE]	Dolní mostovka [m n. m.]	Horní mostovka [m n. m.]
Silniční most silnice S11, Opava	0,599	0,599	244,38	246,15
Železniční most, Opava	1,187	1,187	247,24	248,94

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Součinitele drsnosti byly zadávány proměnné po hloubce a pro charaktery území jsou popsány v tabulce 9. Stanovení jejich hodnot bylo na základě studií řeky Opavy (kalibrovaných i nekalibrovaných) [6, 7, 22], drsnostních katalogů, rešerše a vlastních zkušeností.

Tabulka 9 – Ohodnocení povrchů součinitelem drsnosti

Název	Popis	Součinitel drsnosti
Inundační území		
trávník	Udržovaný travní porost dvakrát ročně sekaný.	0,035
pole	Plošný osev nízko rostoucích rostlin např. obiloviny.	0,040
louka	Pastviny jednou ročně sekané.	0,045

Název	Popis	Součinitel drsnosti
zahrada	Záhony s ojedinělými stromy a průtočnými ploty.	0,050
park	Travní pokryv dvakrát ročně sekaný s řídce rozmístěnými stromy a keři.	0,055
sad	Travní pokryv jednou ročně sekaný s řadově rozmístěnými stromy či keři.	0,060
les_řdký	Les s dominantním pásmem stromovým a bylinným.	0,070
křovina	Souvislý porost z jednotlivých keřů případně s řídce rozmístěnými stromy.	0,080
les_hustý	Les se všemi pásmy (bylinné, keřové, stromové).	0,100
les_lužní	Lesní porost se všemi pásmy vegetace, přírodní porost s minimem zásahů člověka.	0,140
Koryto a trvale zatopené plochy		
voda	Trvale zatopené plochy (rybníky, tůně atd.).	0,015
kanál	Zarostlý kanál či odstavené zarostlé rameno.	0,090
kyneta_svah	Opevnění či tvar svahu udává stupeň drsnosti.	Pozn. 1
kyneta_dno	Zahrnuje dno kynety a štěrkové lavice - jesepy, zrnitost udává stupeň drsnosti. Vyšší ze Stricklera či Müllera; při pohybu splavenin dle Camennen.	Pozn. 2
Umělé povrchy		
beton	Betonový povrch běžného provedení.	0,016
živice	Silnice.	0,016
cesta	Polní a lesní cesty.	0,025
štěrk	Neurované pohozy.	0,038
kameny	Neurované záhozy.	0,050
ulice	Živičné plochy s chodníky, překážky proudění v podobě automobilů, zábradlí, stromů, laviček, sloupů.	0,050
balvany	Neurované balvanité skluzy.	0,060
zástavba	Plocha s objekty, které nelze popsat výpočtovou sítí (objekt < 2,5 m x 2,5 m).	0,250

Poznámka 1: Analogicky dle částí tabulky popisující umělé povrchy, a přirozené povrchy (inundační území).

Poznámka 2: Vyšší hodnota stanovená metodikou dle Stricklera a Müllera; při pohybu splavenin dle Camennen.

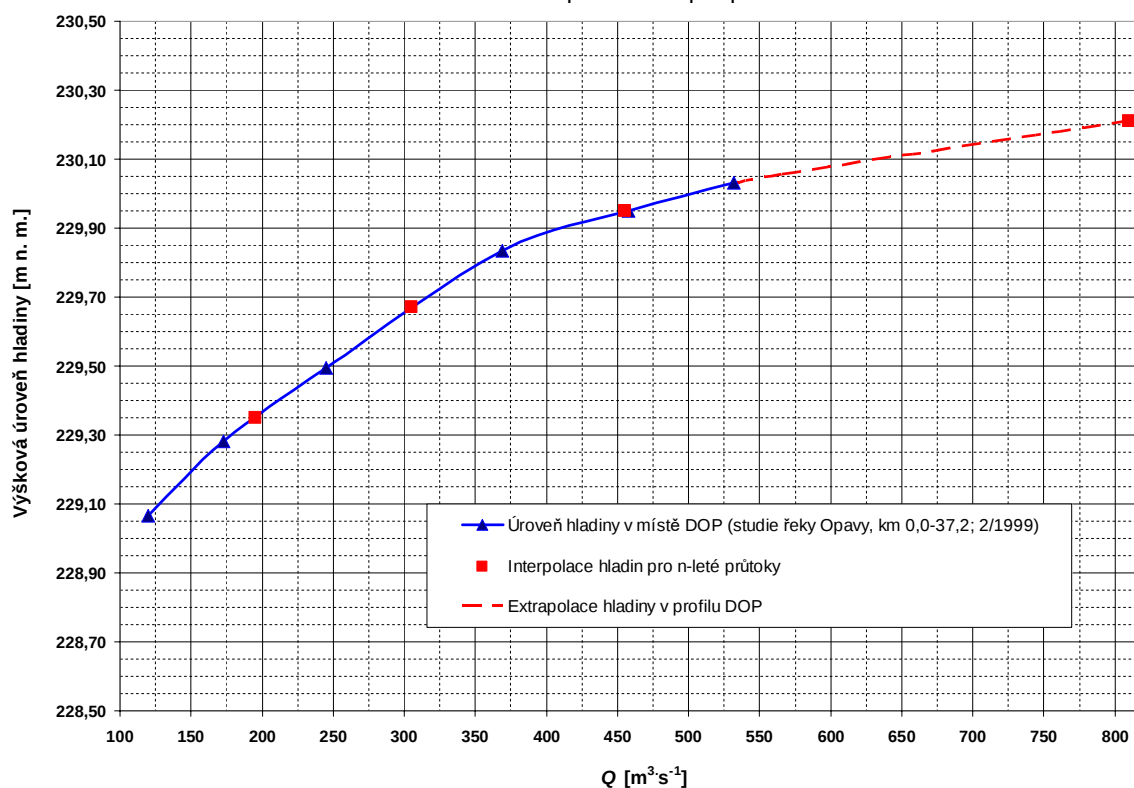
5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Horní okrajové podmínky v podobě průtoku byly zadány podle hydrologických profilů (kap. 3.2), kde souběh povodňových vln Opavy (Moravice) a významných přítoků byl určen tak, že průtok pro přítok byl stanoven z rozdílů průtoků Opavy nad a pod soutokem. Pod soutokem Opavy s Moravicí byly zadávány ovlivněné průtoky, kromě povodňového scénáře Q_{500} . Dělení průtoků v korytě a inundacích bylo určeno z předchozího VM. Proudění bylo simulováno ustáleně.

V prvním kroku za dolní okrajové podmínky (DOP) byly voleny úrovně hladin z následujícího VM, který byl předem rozpočítán pro dané průtoky. To umožnilo zadat více OP, kde DOP je pro VM06 umístěna v meandru Opavy v dostatečné vzdálenosti za jezem Lhota. Úroveň hladiny je interpolována z profilu PF 247 ze studie [7]. Pro průtok Q_{500} je odhadnut trend konsumpční křivky znázorněné na obrázku 5. Ve druhém kroku byly DOP změněny tak, aby

v místě napojení VM byly dosaženy stejné hranice rozlivů, úrovní hladin a rychlosti proudu. Dostatečným překrytím VM byl vliv okrajových podmínek odstraněn.

Obrázek 5 – Konsumpční křivka pro profil DOP



Tabulka 10 – Hodnoty horních a dolních okrajových podmínek výpočetních modelů

Výpočetní model	Povodňový scénář	Dělení průtoku [m³·s⁻¹]	DOP [m n. m.]
VM01	Q ₅	118 (koryto)	261,40 (Opava), 262,20 (pravá inundace)
	Q ₂₀	215 (koryto)	261,55 – 261,75 (koryto proměnné), 262,40 (pravá inundace)
	Q ₁₀₀	367 (koryto)	262,15 – 262,25 (koryto proměnné), 262,72 (pravá inundace)
	Q ₅₀₀	607 (koryto)	262,72 (Opava), 263,00 (pravá inundace)
VM02	Q ₅	118 (koryto)	256,11 – 256,16 (koryto proměnné)
	Q ₂₀	215 (koryto)	256,34 – 256,47 (koryto proměnné), 255,64 (inundace)
	Q ₁₀₀	367 (koryto)	256,52 – 256,64 (koryto proměnné), 256,18 (inundace)
	Q ₅₀₀	607 (koryto)	256,94 – 257,13 (koryto proměnné), 256,73 – 256,80 (inundace proměnná)
VM03	Q ₅	125 (118 – koryto, 3 – Velká, 4 – Plšský potok)	246,77 (koryto)
	Q ₂₀	227 (201 – Opava, 13 – levá inundace, 7 – Velká, 6 – Plšský potok)	247,65 (koryto)
	Q ₁₀₀	390 (218 – Opava, 149 – levá inundace, 13 – Velká, 10 – Plšský potok)	248,52 (Opava), 248,33 (střed inundace), 248,1 (levá inundace)
	Q ₅₀₀	630 (282 – Opava, 325 – levá inundace, 13 – Velká, 10 – Plšský potok)	248,85 (Opava), 248,61 – 248,73 (levá inundace proměnná)

Výpočetní model	Povodňový scénář	Dělení průtoku [m ³ ·s ⁻¹]	DOP [m n. m.]
VM04 - Opava	Q ₅	125 pro Opavu. 70 pro Moravici (60 – Moravice, 5 – levý potok, 5 – pravý potok).	239,08 – 239,40 (koryto proměnné), 239,08 – 239,60 (střed inundace), 240,45 (levá inundace)
	Q ₂₀	227 pro Opavu. 78 pro Moravici (68 – Moravice, 5 – levý potok, 5 – pravý potok).	239,25 (koryto), 239,21 – 240,52 (levá inundace proměnná)
	Q ₁₀₀	390 pro Opavu (372 – Opava, 18 – levá inundace). 65 pro Moravici (55 – Moravice, 5 – levý potok, 5 – pravý potok).	239,40 (koryto), 239,50 – 240,62 (levá inundace proměnná)
	Q ₅₀₀	630 pro Opavu (470 – Opava, 137 – levá inundace). 180 pro Moravici (170 – Moravice, 5 – levý potok, 5 – pravý potok).	239,80 (koryto), 239,80 – 240,74 (levá inundace proměnná)
VM04 - Moravice	Q ₅	100 pro Opavu. 95 pro Moravici (85 – Moravice, 5 – levý potok, 5 – pravý potok).	239,08 – 239,40 (koryto proměnné), 239,08 – 239,60 (střed inundace), 240,45 (levá inundace)
	Q ₂₀	175 pro Opavu. 130 pro Moravici (120 – Moravice, 5 – levý potok, 5 – pravý potok).	239,25 (koryto), 239,21 – 240,52 (levá inundace proměnná)
	Q ₁₀₀	275 pro Opavu. 180 pro Moravici (170 – Moravice, 5 – levý potok, 5 – pravý potok).	239,40 (koryto), 239,50 – 240,62 (levá inundace proměnná)
	Q ₅₀₀	367 pro Opavu. 443 pro Moravici (433 – Moravice, 5 – levý potok, 5 – pravý potok).	239,80 (koryto), 239,80 – 240,74 (levá inundace proměnná)
VM05	Q ₅	195 (128 - koryto, 58 – levá inundace, 9 – pravá inundace)	234,70
	Q ₂₀	305 (158 - koryto, 130 – levá inundace, 17 – pravá inundace)	235,08 (koryto), 234,50 – 234,68 (pravá inundace proměnná)
	Q ₁₀₀	455 (169 - koryto, 265 – levá inundace, 21 – pravá inundace)	235,30 (koryto), 234,55 – 234,73 (pravá inundace proměnná)
	Q ₅₀₀	810 (256 - koryto, 465 – levá inundace, 45 – pravá inundace, 44 – pravá inundace Moravice)	235,53 (koryto), 235,04 (pravá inundace)
VM06	Q ₅	195 (137 - koryto, 8 – levá inundace, 50 – pravá inundace)	229,35
	Q ₂₀	305 (162 - koryto, 69 – levá inundace, 70 – pravá inundace, 4 – pravá inundace u náhon)	229,67
	Q ₁₀₀	455 (172 - koryto, 156 – levá inundace, 122 – pravá inundace, 5 – pravá inundace u náhon)	229,95
	Q ₅₀₀	810 (183 - koryto, 301 – levá inundace, 306 – pravá inundace, 20 – pravá inundace u náhon)	230,20

Poznámka: Pojmem koryto se rozumí profil Opavy a její inundace.

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Pro výpočet ustáleného proudění se počáteční podmínky nezadávají.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Nejistota může být v podrobnosti a přesnosti geodetických dat.

Popis drsností vychází z terénního průzkumu a zohledňuje tzv. letní stav, kdy jsou koryto a inundační území výrazněji zarostlé.

Nejistotou může být rovněž aktuální stav koryta a inundačního území za povodně, množství transportovaných splavenin a tvoření zátaras z plovoucích předmětů. Ve výpočtu je uvažováno se stavem „čistého“ koryta, bez omezení průtočnosti. Kapacitu koryta dále ovlivňuje stav nánosů nebo naopak zahlubování koryta. Při větších

povodních navíc dochází k porušení opevnění koryta, výmolům, břehovým nátržím, k porušení hrází nebo násypů a valů. Povodeň je rovněž značně ovlivněna aktuálním stavem inundačního území.

Nejistota dále spočívá v hydrologických údajích stanovených dle ČHMÚ. Je zřejmé, že údaje o N-letých průtocích nejsou údaje neměnné. Při zpracování výpočtů jsou tedy posuzovány veškeré dostupné hydrologické podklady – tedy současně platné se porovnávají s historickými i „nedávno minulými“. Rozptyl hodnot N-letých údajů bývá někdy značný. Je nutno zhodnotit i třídu přesnosti poskytovaných hydrologických údajů.

5.3 Popis kalibrace modelu

Kalibrace modelu proběhla porovnáním dostupných úrovní hladin a hranic rozlivů povodňové události 1997 s vypočtenými. Vypočítané hladiny pro Q_5 a Q_{100} byly porovnány s hladinami z dostupných studií [6, 7]. Povodňové značky uvedené ve studiích nebo zjištěné z místního šetření pokrývají celou řešenou oblast a jejich věrohodnost je v některých případech diskutabilní. Podrobnější šetření věrohodnosti je provedeno v následující tabulce, kde jsou pro ucelenost informací uváděny všechny námi známé. Hodnoty uvedené bez závorek jsou pravděpodobné hladiny při povodni určené bližším přezkoumáním a hodnoty v závorkách jsou úrovně povodňových značek uvedených ve studiích. Hranice rozlivů jsou k dispozici v podkladech [15, 21].

Vypočítaná hladina v Držkovicích nad mostním profilem je o 0,40 m nižší než z roku 1997. O povodni 1997 se uvádí, že zvýšená koncentrace dřevní hmoty snížila průtočnost mostních objektů a zpětným vzduťm zvětšila rozliv. Druhá povodňová značka vykazuje určitou nesrovnalost. Úroveň hladiny pod mostním profilem je výše než nad mostem, kde lze zpětným vzduťm předpokládat hladinu vyšší.

Ve Vávrovcích je dosažena velmi dobrá shoda, rozdíl hladin 0,02 m.

Protržením hráze v Palhanci byla zaplavena severní část Opavy. Simulací nebylo protržení uvažováno, ale vypočítaná úroveň hladiny dosahuje koruny hráze. Ve středu Opavy je vypočítaná hladina o 0,05 m výše a postupně je po proudu ovlivňována mostem na ulici Ratibořská, který byl povodní zničen. Rozsah jeho poškození a velikost zátarasy není znám. Vypočítaná hladina je o 0,71 m nižší. Na konci města Opavy, pokud se přihlédne ke zjištěným informacím, je rozdíl hladin na limnigrafu 0,03 m.

U soutoku Opavy s Moravicí proběhla od roku 1997 výstavba I. etapy silničního obchvatu Opavy a hráze kolem Malých Hoštic. Hráz byla přelévána, ale nedošlo k vyrovnání hladin v Opavě a Malých Hošticích.

V dolní části řešeného úseku je vypočítaná hladina výše, pouze u objektu MVE je níže o 0,50 m. Vzhledem k postavení MVE kolmo na proud a nejasnosti vzniku a okolností zaměření značky, může být změřená hladina zvýšena vlnovými jevy při nárazech na stěnu MVE.

Rozdíly v úrovních hladin jsou v řešeném úseku ovlivněné mostními profilem. Složitost proudových poměrů v městské zástavbě a v neprůtočných mostních profilech lze do výsledných hladin považovat za dostačující. V úsecích jimi neovlivněných je dosahováno dobré shody.

Pro vypočítané úrovně hladin porovnané s hladinami ze studií [6, 7] a při průtocích Q_5 a Q_{100} lze konstatovat:

- Pro Q_5 je v řešeném úseku Opavy vypočítaná hladina nižší v průměru o 0,20 m. Ve středu města Opavy je dosažen nejmenší rozdíl v hladinách 0,01 m.
- Pro Q_{100} je vypočítaná hladina výše o 0,40 m než ze studií, zejména v horní části modelu (Držkovice, Vávrovice, Opava). V dolní části modelu je absolutní rozdíl v hladinách 0,30 m.

Hranice vypočtených a simulovaných rozlivů se od sebe liší. V Držkovicích a Vávrovcích se vypočítané rozlivy ve srovnání s povodní 1997 na české straně shodují. Vypočítaný rozliv v Opavě je poměrně přesný, v dolní části Opavy je na pravém břehu menší. U soutoku Opavy a Moravice byl výstavbou obchodního centra navýšen terén na pravém břehu Opavy. Pod soutokem zmenšená PB hranice rozlivu vyplývá z ochrany průmyslové části Komárova. Pro celý model lze konstatovat, že vypočítané rozlivy jsou nejvíce ovlivněné liniovými stavbami, mosty, budovami a v menší míře propustky a příkopy, které ve výpočtových modelech byly zahrnuty.

Tabulka 11 – Povodňové značky a informace z povodně 1997, Opava, průtok cca Q_{500}

Ř. km	Místo povodňové značky – popis umístění	Výška zaměřené hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
27,133	Silniční most v Kravařích, pravý břeh (ze studie [7] není přesná poloha)	235,24	235,40	- 0,16
28,930	Objekt MVE, jez Kravaře (ze studie [7] není přesná poloha)	237,42	236,92	+ 0,50
34,403	Chata na pravém břehu, pod železničním mostem (ze studie [7] není přesná poloha) Stavbou obchvatu zanikla část chatové oblasti.	245,44	245,51	- 0,07
34,560	Malé Hoštice, ul. Luční, domek na levém břehu (ze studie [7] není přesná poloha) Změna oproti 1997: postaven silniční obchvat města Opavy, ohrázovány Malé Hoštice.	245,48 (246,26)	245,48	0,00 (+ 0,78)
35,800	Opava, limnigraf [15] Nejnižší úroveň dna v místě limnigrafu 243,22 m n. m.; v podkladu [15] uvedena nula vodočtu 242,32 m n. m. a hloubka vody 4,6 m; rozdíl den 0,90 m. Dále na fotografii z terénního šetření je povodňová značka umístěna 0,5 m nad úrovní břehu, hladina vody by byla 247,81 m n. m.	247,81 (246,92)	247,79	+ 0,02 (- 0,87)
36,967	Opava, ul. Ratibořická, most na levém břehu (ze studie [7] není přesná poloha) Z fotografií, podklad [11] a kapitola 2.2 této zprávy, zachycených z kulminace je hladina na úrovni horní mostovky 250,43 m n. m., dochází k mírnému přelévání, most byl povodní zničen.	250,43 (251,22)	250,51	- 0,08 (+ 0,71)
37,744	Opava, ul. Pekařská, nad silničním mostem na pravém břehu	252,81	252,44	+ 0,37
38,733	Opava, pravý břeh	253,49	253,54	- 0,05
40,550	Opava, pravý břeh, v místě křížení s vedením VN Při povodni 1997 došlo k prolomení hráze v Palhanci [11], při simulaci nebylo uvažováno.	256,94	-	-
43,600	Vávrovice, pravá inundace, povodňová značka na domě	262,14	262,12	+ 0,02
45,780	Držkovice, pravá inundace pod mostem Vypočítána hloubka je 0,86 m, v případě věrohodnosti povodňové značky by musely být 1,81 m.	(264,94)	263,99	(+ 0,95)
45,785	Držkovice, během terénního šetření se našla na pravé inundaci povodňová značka nad mostním profilem na kapličce ve výšce 1,1 m nad terénem 263,58 m n. m.	(264,68)	264,28	(+ 0,40)

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Výstupy jsou dokládány ve formě dvourozměrných polí posuzovaných veličin pokrývajících řešenou oblast, v jednotlivých uzlech modelu jsou doloženy tyto proměnné:

- Úroveň hladiny.
- Hloubka vody.
- Svislicová rychlost.

Úrovně hladin jsou tabelárně znázorněny v Tabulce 12 pro úsek řeky Opavy, v Tabulce 13 pro řešený úsek Moravice. Hodnoty veličin jsou pro řešené průtoky zpracovány v grafickém zobrazení map záplavových čar, map povodňového nebezpečí a map úrovní hladin.

V případě mostních objektů je hodnota úrovně hladiny vyznačena červenou barvou, pokud dojde k zatopení horního čela mostovky.

Tabulka 12 – Psaný podélný profil pro úsek HOD_03_01, Opava km 22,000 – 46,960

Objekt	Ř. km	TPE	Výšky hladin (m n. m.) pro scénáře:			
			Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
Jez Lhota	22,428	22,000	230,16	230,25	230,34	230,54
	22,500		230,20	230,28	230,37	230,55
	23,000		230,74	230,82	230,88	231,01
	23,500		231,22	231,33	231,45	231,67
	24,000		231,47	231,53	231,60	231,79
	24,500		231,83	231,92	232,00	232,17
Pěší lávka ve Štítině	24,733	24,285	232,07	232,16	232,26	232,43
	25,000		232,39	232,53	232,65	232,84
	25,500		232,79	232,90	233,02	233,23
	26,000		233,25	233,35	233,48	233,72
	26,500		233,84	233,94	234,01	234,17
	27,000		234,36	234,55	234,65	234,77
Silniční most Kravaře - Dvořísko	27,128	26,680	234,62	234,95	235,15	235,40
	27,500		234,83	235,22	235,37	235,65
	28,000		235,37	235,77	235,98	236,23
	28,500		235,85	236,24	236,44	236,71
Jez Kravaře	28,930	28,450	236,05	236,41	236,62	236,92
	29,000		236,08	236,43	236,66	236,93
	29,500		237,14	237,29	237,46	237,70
	30,000		237,79	238,02	238,20	238,42
	30,500		238,46	238,67	238,83	239,04
	31,000		239,19	239,31	239,36	239,57
	31,500		240,05	240,10	240,14	240,44
Trubní most plynovodu, Komárov	31,616	31,168	240,15	240,23	240,26	240,52
Trubní most vodovodu, Komárov	31,686	31,340	240,25	240,33	240,36	240,61
	32,000		240,67	240,81	240,83	241,14
Lávka pro pěší, Komárov	32,079	31,580	240,79	240,92	241,03	241,31
	32,500		241,32	241,50	241,64	241,85

Objekt	Ř. km	TPE	Výšky hladin (m n. m.) pro scénáře:			
			Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
Jez Komárov	32,649	32,190	241,52	241,71	241,86	242,10
Lávka pro pěší, Malé Hoštice	32,789	32,380	241,88	242,08	242,20	242,44
	33,000		242,19	242,34	242,47	242,69
	33,500		242,63	242,74	242,88	243,09
	34,000		243,36	243,60	243,85	244,15
Trubní most plynovodu, Malé Hoštice	34,041	33,520	243,40	243,65	243,91	244,19
Železniční most, Opava, ul. Dolní	34,403	33,935	243,80	244,14	244,57	245,07
	34,500		243,89	244,27	244,78	245,33
Lávka pro pěší, Opava, ul. Luční	34,560	34,080	243,99	244,41	244,86	245,41
Silniční most silnice S11, Opava	34,800	34,400	244,37	244,73	245,45	245,87
	35,000		244,67	245,20	245,77	246,10
	35,500		245,63	246,38	246,73	246,99
	36,000		246,27	247,14	247,79	248,03
Trubní most plynovodu, Opava, ul. Mlýnská	36,152	35,675	246,47	247,36	248,07	248,36
Lávka pro pěší, Opava, Kolofíkovo nábřeží	36,212	35,730	246,55	247,44	248,21	248,53
	36,500		246,96	247,82	248,75	249,13
Silniční most, Opava, ul. Ratibořská	36,960	36,480	247,88	248,87	249,74	250,51
	37,000		247,90	248,89	249,78	250,58
Lávka pro pěší, Opava, ul. Vodní	37,203	36,740	248,30	249,20	250,34	251,17
	37,500		248,85	249,67	250,89	251,64
Silniční most, Opava, ul. Pekařská	37,744	37,250	249,30	250,07	251,25	251,78
	38,000		249,75	250,54	251,70	252,58
Silniční most, Opava, ul. Mostní	38,383	37,890	250,34	251,17	252,26	253,14
	38,500		250,46	251,33	252,37	253,30
	39,000		251,00	251,91	252,94	253,76
Silniční most, Opava, ul. Rolnická	39,482	38,989	251,49	252,37	253,46	254,25
	39,500		251,52	252,40	253,48	254,32
Silniční most, Opava, ul. Jaselská	39,908	39,400	252,24	253,31	254,32	255,70
Jez Opava	40,000	39,490	254,01	254,27	254,87	255,88
	40,500		255,60	255,90	256,14	256,64
Silniční most, Opava, ul. U Lávky	40,932	40,420	256,46	256,90	257,32	257,70
	41,000		256,60	257,12	257,52	257,87
Jez Mlýn Herber (Palhanecký)	41,415	40,895	256,93	257,40	258,00	258,35
	41,500		257,26	257,86	258,34	258,67
	42,000		258,22	258,43	258,82	259,12
Trubní most plynovodu, Komárov, ul. Ostravská	42,181	41,545	258,46	258,68	259,09	259,39
	42,500		258,87	259,08	259,50	259,85
	43,000		259,49	259,68	260,05	260,37
	43,500		260,17	260,45	260,87	261,19
Silniční most ve Vávrovicích	43,528	43,190	260,24	260,65	261,44	261,95
	44,000		260,82	261,22	261,89	262,51
	44,500		261,41	261,61	262,15	262,73

Objekt	Ř. km	TPE	Výšky hladin (m n. m.) pro scénáře:			
			Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
	45,000		262,35	262,50	262,70	263,02
	45,500		263,15	263,44	263,63	263,82
Silniční most v Držkovicích	45,805	45,440	263,92	263,98	264,17	264,30
	46,000		264,12	264,22	264,47	264,71
	46,500		264,64	265,00	265,28	265,49
	47,000		265,47	265,78	265,94	266,19
	47,500		266,24	266,39	266,54	266,79
Spádový stupeň v Držkovicích	47,800	46,960	267,03	267,28	267,57	267,88

Tabulka 13 – Psaný podélný profil pro úsek HOD_03_02, Moravice km 0,000 – 1,187

Objekt	Ř. km	TPE	Výšky hladin (m n. m.) pro scénáře:			
			Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
Soutok s Opavou	0,000	0,000	243,10	243,30	243,50	243,75
	0,500	0,500	243,83	243,90	244,01	244,23
Silniční most silnice S11, Opava	0,599	0,599	243,99	244,08	244,24	244,63
	1,000	1,000	244,42	244,54	244,73	245,20
Železniční most, Opava	1,187	1,187	244,64	244,77	245,00	245,70

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a rychlost proudu, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀, kde hranice rozlivů jsou doprovodnými informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky mají podobu rastru, rychlosti jsou popsány bodovými hodnotami. Charakteristiky jsou podloženy RZM v odstínu šedé a vyobrazená proměnná má velikost pixelu 1 m.

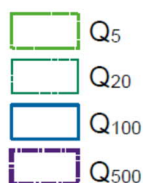
Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q₅₀₀) jsou zasaženy víc nebo částečně všechny obce v úseku HOD_03_01, v úseku HOD_03_02. Jedná se o Kravaře (hlavně místní část Dvořisko), Mokré Lazce (1 objekt), velká část Opavy, Štítina a Velké Hoštice.

6.2.1 Záplavové čáry pro průtoky Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀

Záplavové čáry jsou křivky odpovídající průsečnicím hladin vody se zemským povrchem při zaplavení území povodní a jsou zobrazeny jako doprovodné informace pro jednotlivé průtoky na Základní rastrové mapě v měřítku 1:10 000. V mapách jsou vykresleny jako linie specifikované metodikou [XVII].

Obrázek 6 – Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

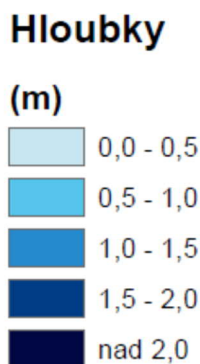
Záplavové čáry



6.2.2 Hloubky pro průtoky Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀

Hloubky vody z numerického programu jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 1 m. Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII].

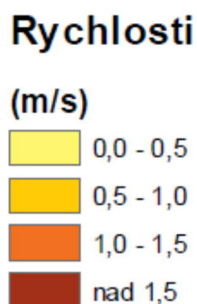
Obrázek 7 – Definice barev a intervalů hloubek



6.2.3 Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Svislicové rychlosti vody jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 1 m. Rozdělení intervalů rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII].

Obrázek 8 – Definice barev a intervalů rychlostí



6.3 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

Nejistoty v podkladech i v samotném hydraulickém výpočtu byly komentovány v kapitole 5.2.5. Pro další praktické využití výsledků hydraulických výpočtů je vždy nezbytné zohlednit míru nejistoty, kterou jsou tato data nevyhnutelně zatížena. Dále je nutné posoudit aktuálnost výsledků především ve vztahu k případným změnám, ke kterým mohlo dojít od doby realizace výpočtů. Jedná se především o změny:

- hydrologických podkladů,
- morfologie koryta a záplavového území vč. realizace významných stavebních objektů (např. protipovodňové ochrany, vodohospodářských staveb na toku, liniových dopravních staveb, mostů apod.),
- charakteru povrchu koryta a záplavového území.

V této souvislosti se v budoucnu předpokládá průběžná aktualizace výsledků hydraulických výpočtů.

Vzhledem k tomu, že v rámci zpracování 2. plánovacího cyklu nebyl v řešeném úseku HOD_03_01 Opava, ani v úseku HOD_03_02 Moravice měněn hydrodynamický model, není řešen ani posudek hydrodynamického modelu. Ten je platný z roku 2013.