



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

ODRA – HOD_01_01 - Ř. KM 0,000 – 28,920 (TPE -3,930 – 25,220)

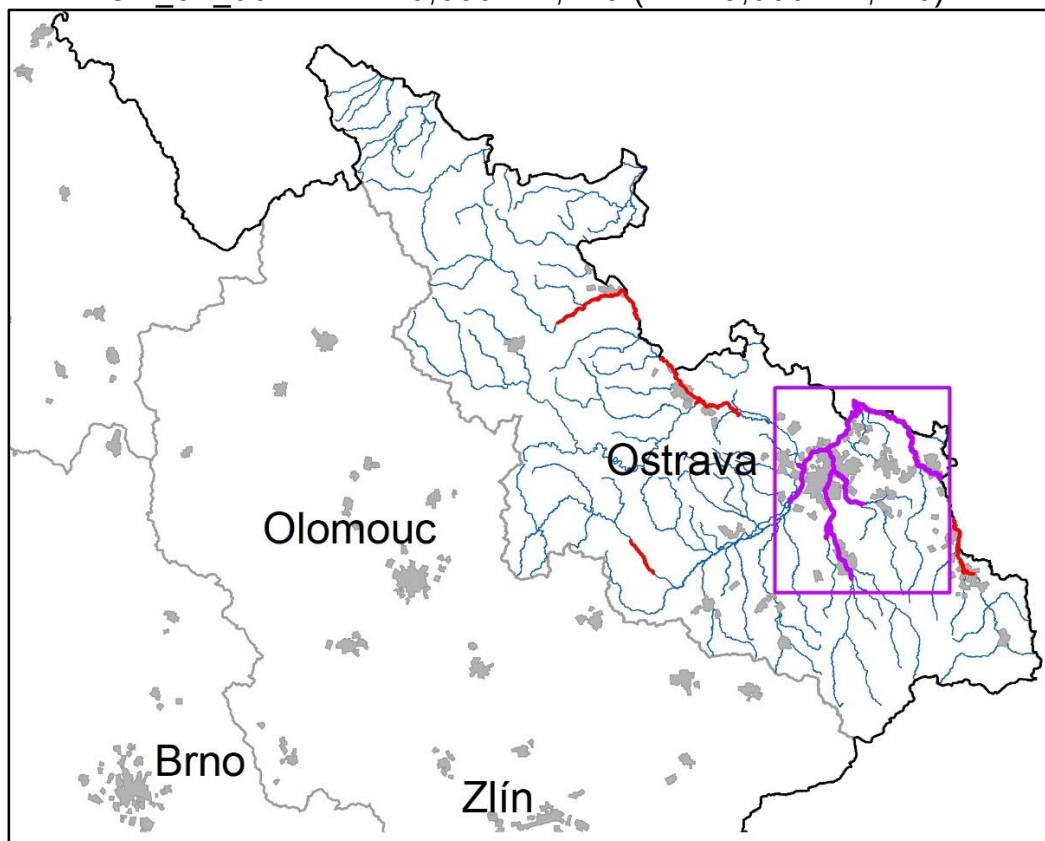
OLŠE – HOD_01_02 - Ř. KM 0,000 – 25,790 (TPE 0,000 – 25,850)

OSTRAVICE – HOD_01_03 - Ř. KM 0,000 – 27,140 (TPE 0,000 – 27,050)

LUČINA – HOD_01_04 - Ř. KM 0,000 – 11,110 (TPE 0,000 – 10,955)

OLEŠNÁ – HOD_01_05 - Ř. KM 0,000 – 3,100 (TPE 0,000 – 3,098)

OPAVA – HOD_01_06 - Ř. KM 0,000 – 1,420 (TPE 0,000 – 1,410)



ŘÍJEN 2019



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

ODRA – HOD_01_01 - Ř. KM 0,000 – 28,920 (TPE -3,930 – 25,220)
OLŠE – HOD_01_02 - Ř. KM 0,000 – 25,790 (TPE 0,000 – 25,850)
OSTRAVICE – HOD_01_03 - Ř. KM 0,000 – 27,140 (TPE 0,000 – 27,050)
LUČINA – HOD_01_04 - Ř. KM 0,000 – 11,110 (TPE 0,000 – 10,955)
OLEŠNÁ – HOD_01_05 - Ř. KM 0,000 – 3,100 (TPE 0,000 – 3,098)
OPAVA – HOD_01_06 - Ř. KM 0,000 – 1,420 (TPE 0,000 – 1,410)

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

V Brně, ŘÍJEN 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	8
2	Popis zájmového území	8
2.1	Všeobecné údaje	11
2.2	Průběhy historických povodní (největší známé povodně)	13
3	Přehled podkladů	15
3.1	Topologická data	15
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	15
3.1.2	Mapové podklady	16
3.1.3	Geodetické podklady	16
3.2	Hydrologická data	17
3.3	Místní šetření	18
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	18
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	19
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	20
4	Popis koncepčního modelu	20
4.1	Schematizace řešeného problému	20
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	26
4.3	Způsob zadávání OP a PP	26
5	Popis numerického modelu	27
5.1	Použité programové vybavení	27
5.2	Vstupní data numerického modelu	27
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	27
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	33
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	35
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	36
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	36
5.3	Popis kalibrace modelu	37
6	Výsledky	38
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	38
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	43
6.2.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	43
6.2.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	43
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	44
6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	44

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka 1 – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
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
POD	Povodí Odry, s.p.
PPO	protipovodňová opatření
RZM	Rastrová základní mapa
ř. km	říční kilometr, staničení toku
S-JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SMS	Surface-water modeling system
SOP	Studie odtokových poměrů
TPE	Technicko-provozní evidence
VD	vodní dílo
VM	výpočtový model
ZABAGED	Základní báze geografických dat České republiky
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 a v případě potřeby nové (dodatečné zaměření profilů, objektů atd.);
- sestavení (aktualizace) hydrodynamických modelů a provedení příslušné simulace;
- zpracování výsledků numerického modelování a vytvoření map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí).

Řešená oblast HOD_01 horní Odry je sloučená ze 6 úseků zahrnujících část řeky Odry a její přítoky. Porovnání řešeného území v rámci HOD_01 v 1. a 2. plánovacím cyklu je uvedeno v Tabulce 2.

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

Ozn. v 2. plán. cyklu	Ozn. v 1. plán. cyklu	Tok	Délka úseku [km]	Změny oproti 1. plánovacímu cyklu
HOD_01_01	POD-5	Odry	28,920	Výstavba ochranné hráze ve Vrbici Výstavba ochranné hráze v Koblově Výstavba ochranné hráze na přítoku Černý přkop Výstavba ochranné hráze ve Svinově

Ozn. v 2. plán. cyklu	Ozn. v 1. plán. cyklu	Tok	Délka úseku [km]	Změny oproti 1. plánovacímu cyklu
HOD_01_02	POD-8 POD-9	Olše	25,790	beze změny, pouze sloučení úseků
HOD_01_03	POD-14 POD-15	Ostravice	27,140	beze změny, pouze sloučení úseků
HOD_01_04	POD-1	Lučina	11,110	beze změny
HOD_01_05	POD-7	Olešná	3,100	beze změny
HOD_01_06	POD-11	Opava	1,420	beze změny

V případě úseků HOD_01_02 až HOD_01_06 nedošlo oproti 1. plánovacímu cyklu k žádným změnám v rozsahu řešeného úseku, v hydrologických datech, ani k zásadním terénním změnám v korytě či v inundačním území.

V případě HOD_01_01 došlo k výstavbě několika staveb řešících zvýšení protipovodňové ochrany (ochranné hráze ve Vrbici, ochranné hráze v Koblově, ochranná hráz na přítoku Černý příkop, ochranná hráz ve Svinově), a proto je to jediný z úseků této oblasti, kde byl tvořen nový hydrodynamický model a výsledky byly přepočítávány.

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 [8], [9], [14] a dalších. 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 a také výstupy z 1. plánovacího cyklu zpracované firmou Doc. Ing. Aleš Havlík, CSc. – REVITAL v roce 2010 [8] a v roce 2013 [9] a firmou DHI, a.s. v roce 2013 [14].

2 Popis zájmového území

Specifikace toku:

HOD_01_01

Název toku: Odra, úsek státní hranice – Polanka nad Odrou

ID úseku: 10100012, identifikátor vycházející z Centrální evidence vodních toků (IDVT CEVT)

Identifikátor oblasti s potenciálně významným rizikem: HOD_01_01

Číslo hydrologického pořadí toku: 2-01-01-1540, 2-01-01-1560, 2-01-01-1600, 2-02-04-0010, 2-02-04-0031, 2-02-04-0033, 2-03-02-0010, 2-03-02-0030, 2-03-02-0090, 2-03-02-0110, 2-03-02-0130, 2-03-02-0190

HOD_01_02

Název toku: Olše; ústí – Karviná

ID úseku: 10100039, identifikátor vycházející z Centrální evidence vodních toků (IDVT CEVT)

Identifikátor oblasti s potenciálně významným rizikem: HOD_01_02

Číslo hydrologického pořadí toku: 2-03-03-0510, 2-03-03-0650, 2-03-03-0671, 2-03-03-0673, 2-03-03-0700, 2-03-03-0720, 2-03-03-0740, 2-03-03-0770

HOD_01_03

Název toku: Ostravice; ústí – Frýdek-Místek

ID úseku: 10100051, identifikátor vycházející z Centrální evidence vodních toků (IDVT CEVT)

Identifikátor oblasti s potenciálně významným rizikem: HOD_01_03

Číslo hydrologického pořadí toku: 2-03-01-0310, 2-03-01-0330, 2-03-01-0510, 2-03-01-0530, 2-03-01-0550, 2-03-01-0570, 2-03-01-0610, 2-03-01-0830

HOD_01_04

Název toku: Lučina; ústí – Šenov

ID úseku: 10100124, identifikátor vycházející z Centrální evidence vodních toků (IDVT CEVT)

Identifikátor oblasti s potenciálně významným rizikem: HOD_01_04

Číslo hydrologického pořadí toku: 2-03-01-0720, 2-03-01-0780, 2-03-01-0800, 2-03-01-0820

HOD_01_05

Název toku: Olešná; ústí – Paskov

ID úseku: 10100297, identifikátor vycházející z Centrální evidence vodních toků (IDVT CEVT)

Identifikátor oblasti s potenciálně významným rizikem: HOD_01_05

Číslo hydrologického pořadí toku: 2-03-01-0600

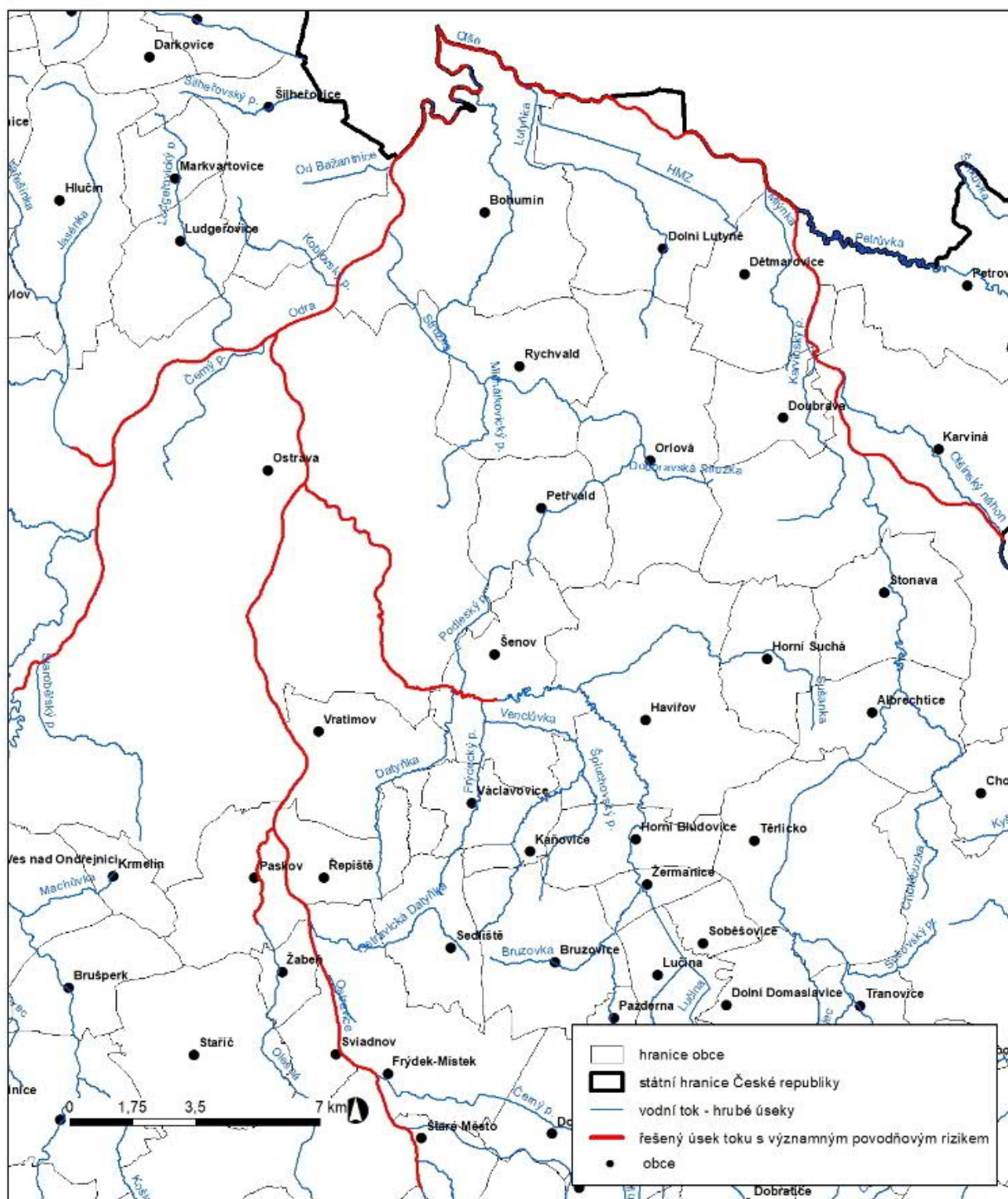
HOD_01_06

Název toku: Opava; ústí – Třebovice

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

Identifikátor oblasti s potenciálně významným rizikem: HOD_01_06

Číslo hydrologického pořadí toku: 2-02-03-027



Obrázek 1 – Přehledná mapa řešeného území

Řešená oblast je vymezena řekou Odrou od Polanky nad Odrou po státní hranici a úseky tří jejích významných přítoků – Opavy (Třebovice – ústí), Ostravice (Frýdek-Místek – ústí) a Olše (Karviná – ústí). Součástí řešení úseku Ostravice je přítok Olešná (Paskov – ústí) a Lučina (Šenov – ústí).

Odra

V celém úseku od Polanky nad Odrou až po státní hranici s Polskem je Odra tvořena regulovaným korytem. Podél státní hranice byla už odedávna snaha alespoň částečně stabilizovat trasu tohoto toku. Přes území města Ostrava pak proběhla regulace z důvodu potřeby eliminace vlivů těžby a nutnosti

zajištění povodňové ochrany přilehlého rozvíjejícího se území. Po katastrofální povodni v roce 1997 byla vybudována na dolním úseku toku celá řada protipovodňových opatření (ohrázování Odry, Bajcůvky a Bohumínské Stružky), která do značné míry ovlivňují rozsah záplavového území.

Opava

V tomto krátkém úseku Třebovice – ústí je tok Opavy od roku 1933 regulován. Protéká zde podél železniční vlečky tepelné elektrárny Třebovice a v km 1,4 se také nachází jez, který zajišťuje zásobování třebovické elektrárny provozní vodou.

Ostravice

Jedná se o tok s velmi rozkolísanými průtoky. Ty v současné době umožňuje regulovat vodní nádrž Šance. V téměř celém úseku od tohoto vodního díla až po ústí do Odry je tok upraven. Úpravy byly prováděny postupně již od počátku dvacátého století, v závislosti na nutnosti ochránit jednotlivé lokality před povodňovými průtoky. Nábřeží zdi z kyklopského zdiva vybudované ve dvacátých letech slouží svému účelu dodnes. V polovině minulého století bylo nutné provést prohrádku dna, neboť zde vlivy poddolování způsobovaly v podélném profilu hřbet. Poslední úprava toku v tomto úseku byla provedena v rámci Humanizace Ostravice. Došlo k vybudování dvou nízkých Jamborových prahů, slunící plochy, chodníků, promenádního prostoru na nábřeží a cyklostezky.

Olešná

Olešná od ústí přes Paskov je upraveným tokem. Regulace toku byla vyvolána potřebou ochránit přilehlé intravilány obcí před povodňovými vodami. Současné tak byly vyřešeny problémy spojené s poddolováním z dolů Paskov a Staříč.

Lučina

Regulační úpravy na toku byly postupně prováděny už od 20. let minulého století a to na základě požadavků na bezpečné odvádění povodňových průtoků. Další úpravy pak byly vyvolány poklesy terénu z důvodu ovlivnění tohoto prostoru důlní těžbou. V dolním úseku toku se také navyšoval terén odvaly z důlní hlušiny.

Naopak dolní část toku je zcela přírodní a meandrovité koryto s jeho okolím o rozloze 40,7 ha bylo vyhlášeno roku 1992 za přírodní památku "Meandry Lučiny". Jedná se o říční prostor s meandry a na něj navazující mokřady, lužní les a louky.

Olše

Od počátku řešeného úseku (rájecký jez) až k zaústění Petrůvky má koryto dvojité lichoběžníkový průřez, na který přímo navazují oboustranné podélné ochranné hráze. Území se zde potýká s dopady intenzivní důlní činnosti, která vyvolává poklesy terénu. Díky starším prognózám, které se nevyplnily, byla v minulosti navýšena část hráze, začínající nad Lázněmi Darkov a končící pod železničním mostem na trati Bohumín – Karviná. Díky tomu nyní hráz převyšuje i úroveň hladiny průtoků Q_{500} . Naopak zejména v okolí zaústění Karvinského potoka se kapacita ohrázaného prostoru vlivem poklesů již snížila.

Pod zaústěním Petrůvky, kde začíná být Petrůvka již hraničním tokem, úprava koryta již končí a Olše má charakter přirozeného toku, který protéká širokou říční nivou.

2.1 Všeobecné údaje

HOD_01_01

Tento úsek Odry je dlouhý 28,920 km. Začátek je u silničního mostu v Polance nad Odrou (dle TPE ř. km 25,220; $X = -477770,4782$ a $Y = -1107846,141$) a končí v místě, kde Odra opouští Českou republiku (dle TPE ř. km -3,930 $X = -465933,742$ a $Y = -1089227,16$). Horní část úseku je ještě součástí CHKO Poodří, přesto ani zde není jeho trasa původní. Dále po toku už se jedná o upravené, částečně ohrázané

kapacitní koryto, které převádí vody Odry přes jednotlivé městské části města Ostravy až ke státní hranici s Polskem. Zde má koryto opět přírodnější ráz, proto v jeho okolí byla vyhlášena přírodní památka Hraniční meandry Odry.

HOD_01_02

Řešený úsek Olše je dlouhý 25,790 km. Začíná u „rájeckého“ jezu (dle TPE ř. km 25,8; X = -450100,3549 a Y = -1103536,324) a končí soutokem s řekou Odrou na státní hranici (X = -465933,742 a Y = -1089227,16). V části úseku míjí trasa koryta rozsáhlé provozy spojené s těžbou uhlí firmou OKD, a.s. a dále komplex elektrárny Dětmárovice. Posledních cca 6 km tvoří Olše státní hranici s Polskem.

HOD_01_03

Sledovaný úsek Ostravice začíná v místě plánovaného mostu silničního obchvatu Frýdku – Místku (dle TPE ř. km 27,050; X = -466386,8504 a Y = -1121822,835) a končí v místě zaústění do Odry (X = -470428,6443 a Y = -1097814,415). Historicky byl celý tento tok poměrně rozvětvený. V průběhu minulého století došlo v téměř celé délce koryta k jeho upravení do tvaru jednoduchého lichoběžníku. V horní části, nad soutokem s Morávkou, je Ostravice mělkým korytem s řadou balvanitých skluzů, které stabilizují dno toku. Níže po toku se pak nachází několik pevných jezů, které slouží ke stabilizaci podélného profilu a umožňují využití vodní energie a odběry vody pro průmysl. Nad zaústěním do Odry byla v délce cca 3 km v nedávném období provedena tzv. Humanizace Ostravice, která umožňuje rekreační využití nejen vlastního toku, ale i jeho nejbližšího okolí.

HOD_01_04

Řešený úsek na Lučině je dlouhý 10,955 km a je vymezen od profilu silničního mostu v Šenově ř. km 11,18 (TPE 10,955; podle JTSK X = -464269,0817 a Y = -1108115,7904) po ústí do Ostravice (TPE 0,0; X = -469640,6128 a Y = -1102045,5222). Jedná se o souvisle upravený tok, jehož úprava byla vyvolaná nutností řešit následky dlouhodobé rozsáhlé těžby, kdy poklesy území způsobovaly zaklesnutí koryta a tím pádem při povodňových stavech zatápění zpětným vzduťm z Ostravice.

HOD_01_05

Jedná se o krátký úsek Olešné od jezu Paskov ř. km 3,098 (X = -470949,7185 a Y = -1114399,2745) po ústí do Ostravice (X = -470515,7458 a Y = -1111713,0038). Trasa toku vede napříč Paskovem a podél průmyslového areálu firmy Biocel Paskov. Vyjma úseku v zámeckém parku se jedná o upravený tok. Průtokové poměry jsou zde ovlivněny nejen nádrží Olešná, ale také odlehčovacím ramenem na okraji Místku.

HOD_01_06

Řešený úsek toku Opavy je poměrně krátký a je vymezen od ústí (X = -474995,0925 a Y = -1101381,6415) po jez Třebovice (ř. km 1,410; X = -476177,0682 a Y = -1101042,7589). Jedná se o upravený úsek podél areálu Elektrárny Třebovice.

Tabulka 3 – Současný stupeň protipovodňové ochrany obcí

Obec	Stupeň ochrany Q_N
HOD_01_01 Odra	
Bohumín	Q_{100}
Ostrava	Q_{100}
HOD_01_02 Olše	
Karviná	Q_{100}
Dětmárovice Koukolná	Q_{20}
Závada (ochrana před účinky Olše)	Q_{100}
Dětmárovice Věřňovice	Q_{50}

Obec	Stupeň ochrany Q_N
HOD_01_03 Ostravice	
Ostrava	Q_{100}
Vratimov	Q_{100}
Paskov	Q_{20}
Frýdek-Místek	Q_{100}
Staré Město	Q_{100}
HOD_01_04 Lučina	
Šenov	Q_{100}
Vratimov	Q_{100}
Ostrava	Q_{100}
HOD_01_05 Olešná	
Paskov	Q_{20}
HOD_01_06 Opava	
Třebovice	Q_{20}

V dokumentaci je použita říční kilometráž z podkladů v kapitole 3.4. Pro úseky, které nejsou ve studiích zohledněné, 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)

HOD_01_01 Odra

Řešený úsek řeky Odry i jejích přítoků byl mimořádně zasažen extrémní povodní v roce 1997. Na základě vyhodnocení povodně hydrologickou službou byl kulminační průtok na Odře ve Svinově (nad soutokem s Opavou) stanoven $688 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\approx Q_{200}$), v úseku mezi ústím Opavy a Ostravice Q_{500} , v Bohumíně $2160 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\approx Q_{200}$).

Údaje o výškovém průběhu hladin za povodně byly k dispozici v úseku od ústí Vrbické Stružky až po silniční most ve Svinově. Na převážné délce tohoto úseku protékal v roce 1997 průtok na úrovni Q_{500} .



Obrázek 2 – Nádraží Ostrava – Svinov, 5. 7. 1997 (zdroj: www.hornicky-klub.info)



Obrázek 3 – Ostrava - Nová Ves – vodárna, 5. 7. 1997 (zdroj: www.hornicky-klub.info)

HOD_01_02 Olše

Na rozdíl od většiny významných toků severovýchodní Moravy, nebyla povodňová situace Olše za povodně v roce 1997 mimořádně extrémní, maximální průtoky tehdy dosáhly hodnoty blízké Q_{20} . Za největší povodeň z poslední doby je proto nutné považovat povodeň z června 2010. Dle vyhodnocení, na němž se spolupodílel i doc. Ing. Aleš Havlík, CSc., se N-letost průtoku ve směru toku postupně zvyšovala. V Třinci hodnota průtoku odpovídala Q_{50} , v Českém Těšíně to již byl průtok jen o něco nižší než Q_{100} a v závěrečném úseku kolem Dětmovic stoupl průtok až na Q_{100} . V úsecích kolem Třince i Karviné (s výjimkou pravého inundačního území u Darkova) je území ochráněno na průtok Q_{100} .

Oblastí, kde došlo k záplavě části obytných budov, byla část obce Věřňovice. Pod místním silničním mostem se nachází limnigrafická stanice Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Ten stanovil hodnotu kulminačního průtoku v tomto profilu již jako Q_{100} .

HOD_01_03 Ostravice + HOD_01_05 Olešná

Mezi závažné historické povodně se řadí povodeň z roku 1880, která je považována za do té doby největší známou povodeň. Údaje z této povodně byly z hlediska zpracování studie považovány, vzhledem k zásadním změnám a úpravám koryta od té doby, pouze za doplňkové a informativní. Výsledky modelování povodně Q_{500} byly orientačně srovnány s povodňovou značkou na kostele svatého Václava v Ostravě.

Povodeň z roku 1997 byla významná a údaje z ní byly využity pro kalibraci matematických modelů.

Nejaktuálnější povodeň byla v roce 2010 a data ČHMÚ byly využity pro verifikaci matematických modelů.

HOD_01_04 Lučina

Vzhledem k tomu, že se Lučina nachází pod vodním dílem (VD) Žermanice, jehož jedním z účelů je i protipovodňová ochrana, podařilo se v průběhu katastrofální povodně v roce 1997 přítok do nádrže transformovat do neškodného odtoku, který nezpůsobil škody na objektech. Z tohoto důvodu nejsou k dispozici ani žádné údaje o úrovni povodňových hladin, které by bylo možné použít pro kalibraci modelu.

HOD_01_06 Opava

Jako u všech toků v této oblasti, k největší povodni na Opavě došlo v červenci 1997, kdy Opavou postupovala povodňová vlna, místy velikosti Q_{500} . Ke kulminaci na Opavě (v Děhylově) i Odře

(v Bohumíně) došlo 8. 7. 1997, kdy byla zasažená velká část Ostravy i okolních obcí. Co se týče soutokové oblasti Opavy s Odrou, tak i ta byla celá pod vodou, včetně elektrárny Třebovice.



Obrázek 4 – Oblast blízko soutoku Odry a Opavy, v popředí zatopené Moravské chemické závody (nyní BorsodChem), za nimi vpravo areál Ostramo-Vlček s dvěma ropnými lagunami, 9. 7. 1997 (zdroj: Povodí Odry, a.s.)

3 Přehled podkladů

3.1 Topologická data

Topografická 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 (DMT) a vytvořit vhodnou schematizaci modelu. Jednotlivé topografické podklady jsou stručně popsány v následujících kapitolách.

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

V minulém plánovacím období se oblast HOD_01 neřešila jako celek, ale dochází zde ke spojení 8 samostatně řešených úseků z předchozího plánovacího období. Všechny úseky byly počítány pomocí 2D modelu. V 2. plánovacím cyklu byl nově počítán jen úsek Odry HOD_01_01, kde došlo k výstavbě hrází a dalším významným změnám v korytě nebo těsné blízkosti. V ostatních úsecích nedošlo k žádným změnám, jak v rozsahu řešeného úseku, tak v hydrologických datech, ani k zásadním terénním změnám v korytě, proto v 2. období nebyly hydrodynamické modely přepočítávány, tudíž se neměnily ani DMT. DMT byly sestaveny 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 a výsledný povrch byl exportován do formátu DWG 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 0,639 m
- Ortofotomapy, formát JPG, velikost pixelu ortofotomapy 5 cm, ČÚZK, 2011.
- ZABAGED, komplexní digitální geografický model území ČR, formát SHP, ČÚZK, 2016.

3.1.3 Geodetické podklady

Řešená oblast byla postupně podrobně geodeticky zmapována.

HOD_01_01 Odra, HOD_01_02 Olše, HOD_01_03 Ostravice (ř. km 0,0 – 1,8), HOD_01_06 Opava
Veškeré geodetické podklady pro vyhotovení studie [8] zpracovala na základě specifikace správce toku podniku Povodí Odry s.p. a zpracovatele této zakázky firma GEODIS Brno, spol. s r.o. V rámci této oblasti bylo zaměřeno 184 příčných profilů koryt a 105 objektů.

Pro účely 2. plánovacího cyklu bylo potřeba znovu zmapovat úseku řeky Odry v místech výstavby nových staveb v souvislosti s řešením protipovodňové ochrany. Jednalo se o zaměření skutečného provedení zrealizovaných staveb.

HOD_01_04 Lučina

Řešená oblast o ploše cca 5,3 km² byla geodeticky zmapována kombinací podrobného geodetického zaměření a stereofotogrammetrické metody v roce 2011 [10, 11]. Totální stanicí a soupravou GPS byly 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. Pro účely 2. plánovacího období nebyla potřebná aktualizace.

HOD_01_03 Ostravice (ř.km 1,8-27,140), HOD_01_05 Olešná

Topografie koryt Ostravice a Olešné byla zaměřena formou příčných profilů. Zaměření příčných profilů koryt a objektů na Ostravici a Olešné proběhlo v červnu a červenci 2012 v rámci řešení [14]. Pro účely 2. plánovacího období nebyla potřebná aktualizace.

Při zaměřování byla využita metoda polohového a výškového zaměření podrobných bodů. Body podrobného měření byly polohově určeny polární metodou se současným trigonometrickým určováním výšek. K měření bylo použito totálních stanic Topcon GPT-7500 a Topcon GTS 701. Body jsou polohově určeny ve 3. třídě přesnosti v systému JTSK, nadmořské výšky pak v systému Balt po vyrovnání. Pořizovatelem zaměření byl GEODIS Brno, spol. s r.o.

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.

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

3.2 Hydrologická data

Použité hydrologické údaje jsou uvedeny v následujících tabulkách, byly aktualizovány pro 2. plánovací cyklus a bylo konstatováno, že nedošlo k žádné změně oproti 1. plánovacímu cyklu. Tabulky jsou rozděleny dle jednotlivých úseků v řešené oblasti.

Tabulka 4 – HOD_01_01 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
Odra – nad Porubkou	23,59	254	385	562	765	II.
Odra - Svinov	23,15	258	392	571	778	I.
Odra – nad Ostravicí	14,92	340	525	845	1310	II.
Odra – nad Stružkou	10,36	685	1040	1540	2530	II.
Odra - Bohumín	7,28	690	1050	1555	2560	I.
Odra, pod Olší	0,00	835	1330	1985	3550	II.

Tabulka 5 – HOD_01_02 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
Olše, nad Stonávkou 1	20,92	296	474	725	1030	II.
Olše, nad Petruvkou	12,65	353	567	865	1220	II.
Olše, nad Szotkowkou	10,30	381	610	931	-	II.
Olše, nad Lutyňkou 1	6,00	399	637	971	1370	I.

Tabulka 6 – HOD_01_03 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
Ostravice, nad Morávkou	26	195	305	445	877	III.
Ostravice, pod Morávkou	23	235	400	570	1300	III.
Ostravice, pod Olešnou	15	275	480	680	1430	III.
Ostravice, pod Lučinou	4	375	570	840	1640	II.

Tabulka 7 – HOD_01_04 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
Lučina, nad Dolní Datýňkou		65	90	130		III.
Lučina, nad Horní Datýňkou		80	110	170		III.
Lučina, ústí do Ostravice		100	140	210	330	II.

Tabulka 8 – HOD_01_05 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
Olešná, ústí	0	20	30	40	130	III.

Tabulka 9 – HOD_01_06 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
Opava, ústí	0	200	315	470	841	II.

3.3 Místní šetření

Terénní průzkum probíhal v různých etapách v rámci řešení jednotlivých úseků dané oblasti v 1. plánovacím cyklu. V rámci 2. plánovacího cyklu byla provedena kontrola terénu a bylo zkonstatováno, že nedošlo k žádným zásadním změnám, kromě výstavby protipovodňových opatření (PPO) na Odře. Rozestavěné stavby budou zohledněny až po jejich dokončení v dalším plánovacím období.

HOD_01_01 Odra, HOD_01_02 Olše, HOD_01_03 Ostravice (ř. km 0,0 – 1,8), HOD_01_06 Opava
V rámci 1. plánovacího cyklu byla za doprovodu pracovníků Povodí Odry, s.p. (POD) provedena podrobná prohlídka stavu koryta a navazujícího záplavového území řeky Odry a části jejich přítoků Olše, Ostravice a Opavy v průběhu roku 2009, kdy byly započaty práce na řešení.

V rámci 2. plánovacího cyklu se konaly obdobné prohlídky kontinuálně, jak byly jednotlivé stavby PPO dokončovány.

HOD_01_04 Lučina

Podrobná rekognoscace terénu byla provedena v červenci roku 2012. Pro účely 2. plánovacího cyklu proběhla kontrola řešeného úseku a bylo zkonstatováno, že nedošlo k žádným zásadním změnám.

HOD_01_03 Ostravice (ř. km 1,8 – 27,140), HOD_01_05 Olešná

Terénní průzkum byl proveden v červnu 2011, květnu a září 2012 firmou DHI, a.s., jakožto zpracovatelem [14] za asistence pracovníků POD. V rámci 2. plánovacího cyklu byla provedena kontrola řešených úseků.

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] Provozně technické podklady – TPE, psané podélné profily, manipulační řady vodních děl, parametry vodních děl, technické parametry dříve realizovaných protipovodňových opatření, dříve zpracované studie a další podklady.
- [7] Historické podklady - údaje o historických povodních, zprávy z vyhodnocení povodní 1997 a 2010.
- [8] Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Odře v úseku Bohumín – Polanka. Doc. Ing. Aleš Havlík, CSc. – REVITAL, 2010.
- [9] PB Hráz Černý příkop, Ostrava - Přívoz, DSP, Lineplan, s.r.o., březen 2009.

- [10] Odstranění následků důlní činnosti a důlních poklesů z minulosti - Protipovodňová ochrana Žabník v Ostravě - Koblově proti stoletým průtokům ve vodním toku Odra, DSP, Pöyry Environment, a.s., listopad 2010.
- [11] LB hráz na Orlovské stružce, Bohumín - Vrbice, km 0.0 - 2.0, DPS, Pöyry Environment, a.s., říjen 2011.
- [12] Sanace LB hráze na Odře, km 18.992 - 19.630, stavba č. 5665, DSP, Agroprojet Olomouc, s.r.o., prosinec 2012.
- [13] Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Lučině (úsek ústí – Šenov). Doc. Ing. Aleš Havlík, CSc. – REVITAL, 2013.
- [14] Geodetické zaměření řeky Lučiny v úseku ústí - Šenov, Aquageodet, Praha, září 2011.
- [15] Zaměření digitálního modelu terénu řeky Lučiny v úseku ústí - Šenov, září 2011.
- [16] Tlumení povodní údolními nádržemi v dílčím povodí Horní Odry., Povodí Odry, s.p.
- [17] Návrh na stanovení záplavového území, Lučina, Povodí Odry 2009.
- [18] Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Ostravici (úsek Ostrava – Frýdek-Místek) a Olešné (úsek Ústí - Paskov). DHI, a.s., 2013.
- [19] Atlas záplavového území Ostravice, Český úřad zeměměřičský a katastrální, Praha, 2007.
- [20] Projekt Humanizace řeky Ostravice, 2009.
- [21] Studie odtokových poměrů Ostravice na úseku Vratimov – Šance, PÖYRY 2009.
- [22] Studie odtokových poměrů Ostravice (ř. km 0 – 14) a Ščučí, Aquatis Brno 2001.
- [23] Digitální báze vodohospodářských dat. www.dibavod.cz.
- [24] Povodeň na řece Odře v červenci 1997. Práce a studie. ČHMÚ, Řehánek, T., Praha, 2002.
- [25] Povodňový informační systém. www.povis.cz.
- [26] Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Olši (úsek Věřňovice – Karviná a úsek Chotěbuz – Třinec). Doc. Ing. Aleš Havlík, CSc. – REVITAL, 2013.

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:

- Jedná se o rozsáhlou soutokovou oblast (97,5 km toků).
- Řešená oblast vznikla sloučením šesti úseků, šesti různých řek.
- Rozsah řešeného území je beze změn, jen došlo ke sloučení osmi úseků toků z 1. plánovacího období (POD-5, POD-8 a POD-9, POD-14 a POD-15, POD-1, POD-7 a POD-11).
- V rámci 1. plánovacího období byly řešené úseky modelovány odlišnými přístupy, naším úkolem je výsledky sloučit (a Odru HOD_01_01 přepočítat).
- Hydrologická data jsou nezměněna (kapitola 3.3).
- V úsecích HOD_01_02 až HOD_01_06 neukázalo místní šetření zásadní terénní změny. V případě HOD_01_01 došlo k výstavbě protipovodňových hrází a toto bylo v přepočtu zohledněno.

4 Popis koncepčního modelu

Oblast HOD_01 nebyla řešena jako celek, ale úkolem bylo přepočítat úsek řeky Odry HOD_01_01 a výsledky sloučit s výsledky studií z 1. plánovacího cyklu [8], [13], [18].

Hydrodynamické výpočty povodňových hladin byly provedeny pomocí 2D hydrodynamického modelu. Charakter území naznačuje, že 1D přístup výpočtu by byl pro stanovení rychlostí nebo hloubek nedostačující (rozsáhlé inundační prostory, časté dělení proudu, příčný sklon hladiny).

4.1 Schematizace řešeného problému

HOD_01_01 Odra, HOD_01_02 Olše, HOD_01_03 Ostravice (ř. km 0,0 – 1,8), HOD_01_06 Opava
Modelovaný úsek byl v rámci řešení [8] v 1. plánovacím cyklu rozdělen na 4 překrývající se modely. Model 1 pro úsek od silničního mostu pod ústím Olše až po dálniční most v Bohumíně, Model 2 pro úsek od dálničního mostu v Bohumíně až po silniční most v Koblově, Model 3 pro úsek od silničního mostu v Koblově až po silniční most ve Svinově a konečně Model 4 od silničního mostu v Bohumíně až po silniční most v Polance. Parametry modelů jsou uvedeny v tabulce 10. Schémata výpočetních sítí jsou postupně uvedena na obrázcích 5 až 8.

Tabulka 10 – Základní parametry výpočtových modelů

Označení výpočtového modelu	Zahrnutý úsek	Počet prvků	Počet uzlů
Model 1	Dálniční most v Bohumíně až silniční most pod ústím Olše	191 070	468 972
Model 2	Silniční most v Koblově až dálniční most v Bohumíně	167 453	614 955
Model 3	Silniční most ve Svinově až silniční most v Koblově	120 638	434 772
Model 4	Silniční most v Polance až silniční most ve Svinově	111 607	384 040

Aktualizovaný Model 1

- simulační prostředek: FESWMS,
- numerická metoda: metoda konečných prvků,
- charakteristika a rozlišení výpočtové sítě: síť se čtyřúhelníkovými nebo trojúhelníkovými prvky, počet výpočetních elementů 191 070 a výpočetních uzlů 468 972, rozměry prvků od 2 m v korytě až po 8 m v inundačním území,
- model byl kalibrován v roce 2009 na průběh povodně 1997,
- model shodný s modelem z roku 2009 byl využit pro výpočet průběhu hladiny při průtoku Q_5 , který se tehdy neřešil.

Aktualizovaný Model 2

- simulační prostředek: FESWMS,
- numerická metoda: metoda konečných prvků,
- charakteristika a rozlišení výpočtové sítě: síť se čtyřúhelníkovými nebo trojúhelníkovými prvky, počet výpočetních elementů 167 453 a výpočetních uzlů 614 955, rozměry prvků od 2 m v korytě až po 8 m v inundačním území,
- model byl kalibrován v roce 2009 na průběh povodně 1997,
- výpočetní síť byla mírně upravena dle vedení linie postavených ochranných protipovodňových hrází [10] a [11], reliéf hráze byl vložen do digitálního modelu reliéfu,
- na upraveném modelu byly počítány průběhy hladin při průtocích Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} .

Aktualizovaný Model 3

- simulační prostředek: FESWMS,
- numerická metoda: metoda konečných prvků,
- charakteristika a rozlišení výpočtové sítě: síť se čtyřúhelníkovými nebo trojúhelníkovými prvky, počet výpočetních elementů 120 638 a výpočetních uzlů 434 772, rozměry prvků od 2 m v korytě až po 8 m v inundačním území,
- model byl kalibrován v roce 2009 na průběh povodně 1997,
- výpočetní síť byla mírně upravena dle vedení linie postavené ochranné protipovodňové hráze [9], reliéf hráze byl vložen do digitálního modelu reliéfu.
- na upraveném modelu byly počítány průběhy hladin při průtocích Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} .

Aktualizovaný Model 4

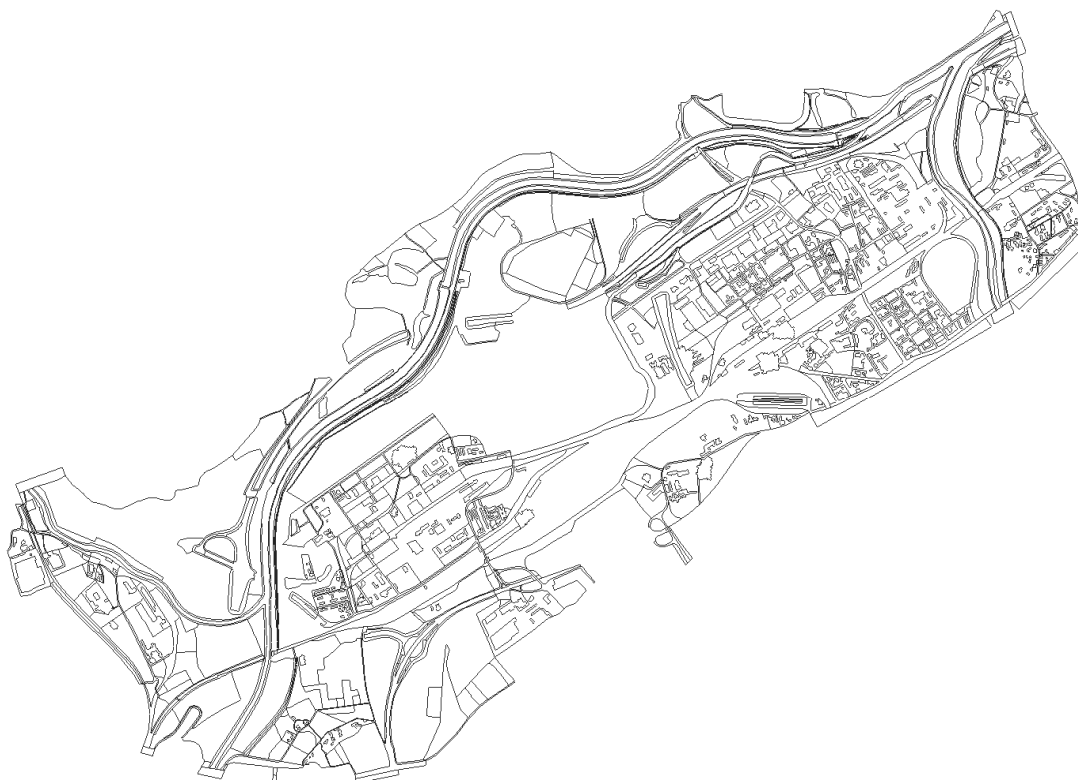
- simulační prostředek: FESWMS,
- numerická metoda: metoda konečných prvků,
- charakteristika a rozlišení výpočtové sítě: síť se čtyřúhelníkovými nebo trojúhelníkovými prvky, počet výpočetních elementů 111 607 a výpočetních uzlů 384 040, rozměry prvků od 2 m v korytě až po 8 m v inundačním území,
- model byl kalibrován v roce 2009 na průběh povodně 1997,
- výpočetní síť byla mírně upravena dle vedení linie postavené ochranné protipovodňové hráze [12], reliéf hráze byl vložen do digitálního modelu reliéfu.
- na upraveném modelu byly počítány průběhy hladin při průtocích Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} .



Obrázek 5 – Schéma výpočetní sítě Modelu 1 na Odře



Obrázek 6 – Schéma výpočetní sítě Modelu 2 na Odře



Obrázek 7 – Schéma výpočetní sítě Modelu 3 na Odře



Obrázek 8 – Schéma výpočetní sítě Modelu 4 na Odře

HOD_01_03 Ostravice (ř. km 1,8 – 27,140), HOD_01_05 Olešná

Modelovaný úsek byl v rámci řešení [18] v 1. plánovacím cyklu územně rozdělen na dva překrývající se modely: severní model a jižní model. Severní model pokrýval úsek ř. km 1,8 – 8. Tento model byl vyhotoven z původního modelu sestaveného v roce 2006 pro modelování Ostravy na soutoku Odry a Ostravice při zvláštní povodni VD Šance na Ostravici. Jižní model na úseku ř. km 5,33 – 27,1 byl sestaven v rámci 1. plánovacího cyklu jako nový. Tyto dva modely se překrývaly, okrajové podmínky na jejich okrajích byly vzájemně předávány off-line bez dynamického propojení modelů. Výsledky obou modelů byly zkombinovány se stykem na ř. km 5,5 na vhodném místě se shodnou výškou hladiny ve výsledkových souborech.

Severní model ř. km 1,8 – 8:

- simulační prostředek: MIKE 21 C,
- numerická metoda: metoda konečných diferencí,
- charakteristika a rozlišení výpočtové sítě: křivočará strukturovaná síť se čtyřúhelníkovými prvky, velikost sítě – $616 \times 827 = 509\,432$ prvků, rozměry prvků v korytě $7\text{ m} \times 2\text{ m}$, mimo koryta proměnlivé, přibližně od $2\text{ m} \times 3\text{ m}$ do $17\text{ m} \times 4\text{ m}$,
- model byl kalibrován v roce 2006 na průběh povodně 1997,
- bathymetrie původního 2D modelu byla aktualizována na základě zaměření topografie dna koryta a projektové dokumentace nových objektů v korytě (Jamborovy prahy, přístaviště sportovních plavidel),
- součinitele drsnosti odvozené z předchozí kalibrace byly použity nezměněny se zohledněním drsnosti nových objektů v korytě na příslušných místech,
- aktualizovaný model byl verifikován pro průběh povodně 2010.

Jižní model ř. km 5,33 – 27,1:

- simulační prostředek: MIKE 21 FM,
- numerická metoda: metoda konečných objemů,
- charakteristika a rozlišení výpočtové sítě: nestrukturovaná flexibilní síť s trojúhelníkovými a čtyřúhelníkovými prvky, rozměry čtyřúhelníkových prvků v korytě Ostravice byly $20\text{ m} \times 3\text{ m}$, v intravilánech byly trojúhelníky se stranou 20 m , na hrázích a jiných násypech byly čtyřúhelníky s dostatečně malými rozměry, aby zachytily korunu liniových staveb,
- model byl kalibrován na průběh povodně 1997 a verifikován pro průběh povodně 2010.

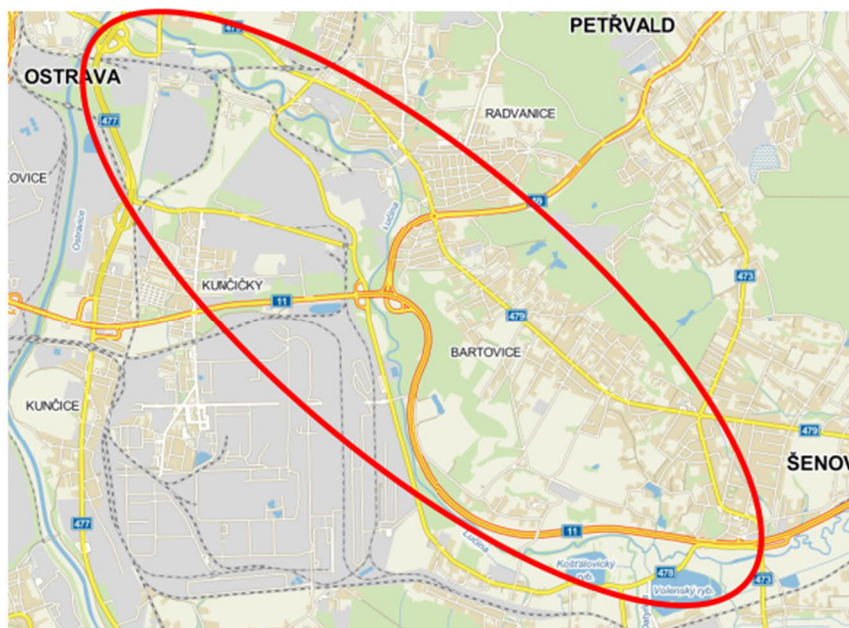
HOD_01_04 Lučina

Relativně úzké záplavové území umožnilo přes svou délku přesahující 10 km sestavit pro toto území jeden výpočtový model, tak aby po numerické stránce výpočetní technika řešení zvládla. Tím odpadlo složité napojování modelů. Počátek modelu byl vložen cca 270 m nad silniční most v Šenově v profilu km 11,183 (dle TPE km 10,955), konec v místě soutoku s Ostravicí. Rozsah řešeného úseku je znázorněn na obrázku 9.

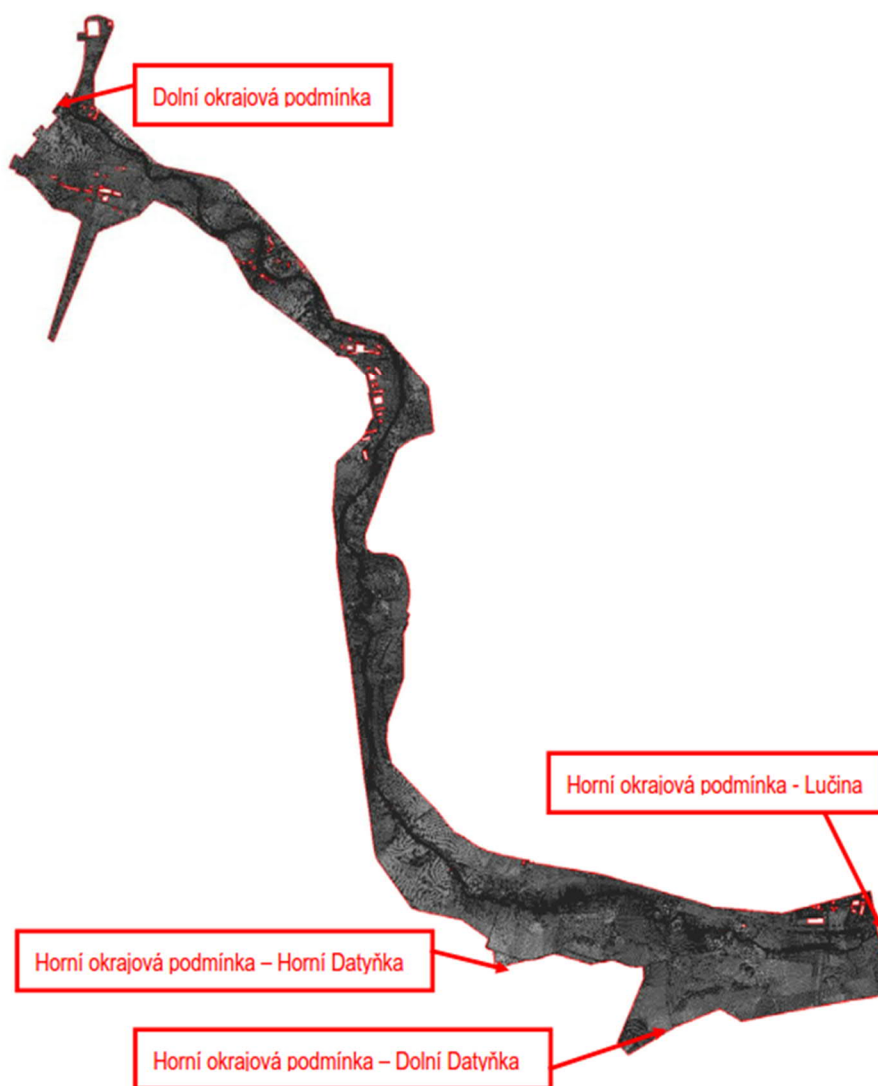
Při přípravě výpočetní sítě byla věnována pozornost všem neprůtočným objektům, kterých se v záplavovém území příliš nevyskytovalo. Základní parametry výpočetní sítě modelu Lucina jsou uvedeny v tabulce 11.

Tabulka 11 – Základní parametry výpočtového modelu

Označení výpočtového modelu	Zahrnuté obce	Počet prvků	Počet uzlů
Lucina	Ostrava, Vratimov, Šenov	128 433	493 303



Obrázek 9 – Rozsah řešeného úseku na Lučině



Obrázek 10 – Schéma výpočetní sítě modelu Lucina

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Výsledky předkládaných hydraulických výpočtů odráží teoretický stav, při kterém by došlo k ustálenému proudění s hodnotou průtoku Q_N v celém zájmovém úseku i přilehlém inundačním území. Zvolený přístup má za následek vychýlení některých výsledků (rozsah rozlivu, hodnoty hloubek) mírně na stranu bezpečnosti oproti reálnému stavu, především při modelovém průchodu povodňových vln vyšších N-letostí (s kulminačními průtoky Q_{100} a Q_{500}). Důvodem zmíněného nadhodnocení je skutečnost, že reálné povodně se vyznačují neustáleným prouděním, tedy mají nižší objemovou složku (kulminační průtok odpovídající vyšetřované N-letosti se vyskytuje omezenou dobu) a při proudění dojde k jejich transformaci územím. Výsledek proudění při ustáleném stavu vystihuje stav, kdy by nejhorší fáze povodně nastala v celém vyšetřovaném úseku ve stejný okamžik.

Pro důsledné uplatnění řešení v podmínkách neustáleného proudění by bylo zapotřebí definovat ke každému N-letému průtoku návrhový hydrogram s vhodně zvolenou podmíněnou pravděpodobností překročení objemu. Lze předpokládat, že podrobný hydrodynamický výpočet by vedl k různým hodnotám N-letých kulminací v dílčích profilech vyšetřovaného úseku vodního toku. Detailní způsob řešení průchodu N-leté povodně v režimu neustáleného proudění klade velké nároky na množství i kvalitu vstupních hydrologických dat a přináší řadu otázek, které by bylo zapotřebí metodicky vyjasnit.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Okrajové podmínky jsou zadávány následovně:

Horní okrajová podmínka

Horní okrajovou podmínkou byly průtoky, při ustáleném proudění odpovídající hodnotám N-letých průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v řešených vodních tocích a jejich přítocích dodaných ČHMÚ [5].

Konkrétní hodnoty jsou uvedeny v kapitole 5.2.3.

Dolní okrajová podmínka

Pro stanovení hladiny dolní okrajové podmínky byl v jednotlivých částech modelu volen pro různé výpočty různý přístup. Buď byl výpočet úrovně hladiny pro dolní OP proveden z měrné křivky (profil soutoku Odry a Olše), nebo byly v průběhu prací v minulém plánovacím období v místech soutoků využity hodnoty úrovní hladin z paralelně běžících studií [8], [13], [18] nebo [26].

Konkrétní hodnoty a více informací je uvedeno v kapitole 5.2.3.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

HOD_01_01 Odra, HOD_01_02 Olše, HOD_01_03 Ostravice (ř. km 0,0 – 1,8), HOD_01_04 Lučina, HOD_01_06 Opava

Výpočtový program SMS 8.0 (Surface Modelling System) je prostředek určený především k modelování 2D přibližně horizontálního proudění s volnou hladinou. Jedná se o komplexní nástroj, který umožňuje vytvářet a upravovat síť (Mesh modul, Map modul a Scatter modul), provádět výpočty proudění pomocí některého z modelů založených na 2D přístupu, zpracovávat, vyhodnocovat a prezentovat výsledky. Řešení hydrodynamických rovnic je založeno na metodě konečných prvků. Výpočtové schéma modelu FESWMS (Finite Element Surface-Water Modeling System) řeší 2D neustálené proudění s volnou hladinou za předpokladu, že svislá složka rychlosti je v porovnání se složkami v podélném i příčném směru zanedbatelná. Předpokládá se relativně menší hloubka vody („shallow flow“), model tedy není určen k simulaci proudění v nádržích. Modelování proudění vody v záplavovém území tuto podmínku plně splňuje.

Teoreticky se vychází z obecných trojrozměrných rovnic vyjadřujících zákony zachování hybnosti (pohybové rovnice) a hmotnosti (rovnice spojitosti). Z trojrozměrných na dvourozměrné rovnice se přejde zprůměrováním rychlosti po svislici, za předpokladu, že pohyb ve svislém směru je zanedbatelný v porovnání s vodorovným pohybem.

Příprava výpočetní sítě, další parametry modelu a prezentace výsledků byly řešeny s využitím programu SMS. Sestavení hydrodynamického modelu je popsáno v následujících kapitolách.

HOD_01_03 Ostravice (ř. km 1,8-27,140), HOD_01_05 Olešná

Aplikovány byly 2 verze simulačního softwarového nástroje MIKE 21 (DHI). Pomocí MIKE 21 C byl sestaven severní model, pomocí MIKE 21 FM byl sestaven jižní model. Oba nástroje byly ve verzi 2011. MIKE 21 C je dvourozměrný matematický model neustáleného i ustáleného proudění. Je to profesionální inženýrský software, vyvinutý firmou DHI, dostupný komerčně. Představuje komplexní simulační prostředek pro dvourozměrné modelování proudění s volnou hladinou. Model je založen na řešení Saint – Venantových diferenciálních rovnic (rovnice kontinuity a rovnice zachování hybnosti) numerickou metodou konečných diferencí v jednotlivých bodech čtyřúhelníkové púdorysné výpočetní sítě. Dvourozměrné schematizace problému je dosaženo vertikální integrací řídicích rovnic.

MIKE 21 FM je dvourozměrný matematický model neustáleného i ustáleného proudění s flexibilní výpočetní sítí. Je to profesionální inženýrský software, vyvinutý firmou DHI, dostupný komerčně. Představuje komplexní simulační prostředek pro dvourozměrné modelování proudění s volnou hladinou. Model je založen na řešení dvourozměrných řídicích RANS (Reynolds averaged Navier-Stokes) rovnic, integrovaných po hloubce (rovnice kontinuity a rovnice zachování hybnosti). Numerické řešení spočívá v diskretizaci pomocí metody konečných objemů, kde prostorová doména je diskretizována rozdělením na nepřekrývající se prvky (trojúhelníky, čtyřúhelníky). Závislé proměnné systému jsou reprezentovány jako konstanta pro celý prvek a vztahují se ke středu prvku.

5.2 Vstupní data numerického modelu

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

HOD_01_01 Odra, HOD_01_02 Olše, HOD_01_03 Ostravice (ř. km 0,0 – 1,8), HOD_01_06 Opava

Rozsah řešeného území neumožnil sestavit jeden výpočetní model. Území proto bylo rozděleno na 4 dílčí části. Pro napojení modelů byly zvoleny ty úseky, kde byl průtok koncentrován pokud možno jen do koryta, s výjimkou průtoku Q_{500} to platilo pro všechny zbývající.

Návrh výpočetní sítě byl zejména přizpůsoben vedení linií pat břehových svahů a břehů, dále pak náspům ochranných hrází, silnic či železnic. V místě rozsáhlejších stávajících neprůtočných objektů nebyla výpočetní síť vytvářena, v případě zbývajících byla výpočetním elementum, které se na jejich ploše nacházely, přiřazena neprůtočnost.

Výčet mostů s uvedením úrovně dolního líce mostovky je v tabulce 13.

Tabulka 13 – Výčet mostů v řešeném úseku Odry

Objekt	Staničení [ř. km]	Staničení [TPE]	Dolní mostovka [m n. m.]
Silniční most v Bohumíně	7,406	3,473	200,45
Silniční most v Bohumíně	7,873		202,74
Železniční most v Bohumíně	7,926	3,987	200,43
Dálniční most v Bohumíně	8,682		204,93
Dálniční most u Antošovic	12,01		205,33
Silniční most v Koblově	14,497	10,460	208,30
Silniční most v Přivoze	16,818	12,793	207,23
Dálniční most v Ostravě	19,250		211,58
Hošťálkovská lávka	20,766	16,755	209,98
Most dálniční přípojky v Ostravě	21,420		211,56
Železniční most Svinov	21,900	17,866	212,11
Silniční most Svinov	22,740	18,715	220,28
Silniční most na ulici Rudné	25,312	21,272	217,91
Železniční most na Č. Těšín	25,998	21,955	216,18

HOD_01_04 Lučina

Relativně úzké záplavové území umožnilo přes svou délku přesahující 10 km sestavit pro toto území jeden výpočtový model, tak aby po numerické stránce výpočetní technika řešení zvládla. Tím odpadlo složité napojování modelů. Počátek modelu byl vložen cca 270 m nad silniční most v Šenově v profilu km 11,183 (dle TPE km 10,955), konec v místě soutoku s Ostravicí. Při přípravě výpočetní sítě byla věnována pozornost všem neprůtočným objektům, kterých se v záplavovém území příliš nevyskytovalo.

Výčet mostů s uvedením úrovně dolní a horní hrany mostovky je v následující tabulce 14.

Tabulka 14 – Výčet mostů v řešeném úseku Lučiny

Objekt	Staničení [ř. km]	Staničení [TPE]	Dolní mostovka [m n. m.]	Horní mostovka [m n. m.]
Silniční most	0,143	0,210	220,20	222,20

Objekt	Staničení [ř. km]	Staničení [TPE]	Dolní mostovka [m n. m.]	Horní mostovka [m n. m.]
Potrubní lávka	0,268		213,20	
Silniční most	0,503	0,565	213,14	215,14
Tramvajový most	0,884	0,940	214,31	216,40
Železniční most	1,452	1,490	213,15	215,15
Potrubní lávka	1,876	1,901	213,54	
Potrubní lávka	2,011	2,050	214,62	
Tramvajový most	2,268	2,300	215,81	216,63
Silniční most	2,277	2,310	215,56	216,62
Silniční most	3,605	3,635	221,40	223,43
Lávka	4,435	4,460	221,89	
Potrubní lávka	4,555	4,586	224,00	
Silniční most Rudná	4,927	4,950	227,56	229,32
Silniční most Mittal	6,171	6,160	225,20	226,90
Potrubní lávka	6,261	6,269	225,60	
Potrubní lávka	7,196		229,24	
Potrubní lávka	7,364	7,368	229,40	
Silniční most	8,341	8,220	230,82	232,57
Potrubní lávka	10,407	10,238	233,96	
Silniční most	10,462	10,255	234,28	235,73
Silniční most Šenov	11,183	10,955	241,80	243,20

Všechny mostní objekty v modelovaném úseku Lučiny byly řešeny pomocí 2D přístupu. Velikost výpočetních buněk v profilech mostů byla volena tak, aby byla přesně modelována šířka mostního otvoru mezi mostními břehovými opěrami. Středové pilíře nebyly součástí konstrukce žádného mostu. Tlakový režim nebyl při výpočtech uvažován. S výjimkou dvou mostů (ř. km 6,171 a ř. km 4,435) vycházel u všech zbývajících dle 2D výpočtů průběh hladiny při průtoku Q_{500} na nižší úrovni než dolní hrana mostovky. Při Jezové objekty byly také řešeny pomocí 2D přístupu. Z důvodu potřeby zajištění stability výpočtu, byl skokový výškový rozdíl mezi přelivnou hranou a podjezím oproti skutečnosti řešen postupným svahováním se zvýšenou drsností – tedy jako balvanitý skluz.

HOD_01_03 Ostravice (ř. km 1,8-27,140), HOD_01_05 Olešná

Bathymetrie modelů, popisující morfologii vodního toku a záplavového území, byla vytvořena tak, že do každého prvku výpočetní sítě byla převzata hodnota výšky terénu z DTM v místě těžiště prvku pomocí nástroje ArcGIS (ESRI).

Jezy, stupně a balvanité skluzy byly zpracovány do bathymetrie modelu příslušnými kótami přelivné hrany, dle technické dokumentace POD. Všechny pohyblivé jezy byly v modelu plně vyhrazeny.

Objekty na toku jsou uvedeny v tabulce 15 a 16.

Tabulka 15 – Objekty na toku, HOD_01_03 Ostravice

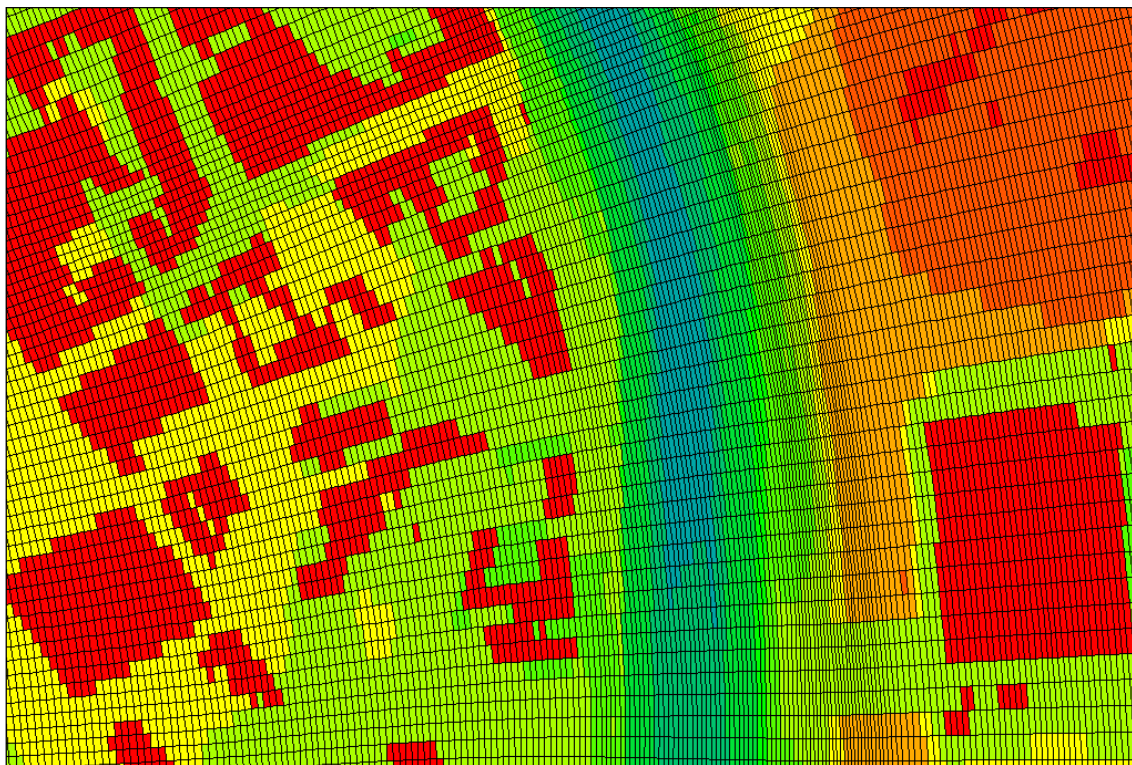
Objekt	Staničení [ř. km]	Staničení [TPE]	Dolní mostovka [m n. m.]
silniční most Boženy Němcové	1,808	1,812	208,46
Ostrava ocelová lávka	2,518		212,18
Jamborův práh	3,210		
Ostrava ocelová lávka	3,375	3,372	211,23
silniční most Ostrava	3,598	3,592	212,90
Ostrava ocelová lávka	3,803	3,795	213,66
silniční most M. Sýkory	4,029	4,020	214,10
Jamborův práh	4,200		
Ostrava tramvajový most	43750	4,742	214,03
Ostrava silniční most	5,018	4,995	215,80
Ostrava silniční most	5,316	5,293	215,30
železniční most	5,361	5,340	213,82
železniční most	5,848	5,827	214,40
jez	7,577	7,550	
silniční most	7,865	7,837	226,66
železnický most	8,135	8,110	220,48
železnický most	8,154		224,58
jez	8,187	8,160	
jez Vítkovice	8,785	8,765	
lávka pro pěší	10,202	10,167	232,19
Hrabovský jez	12,055		
silniční most	12,088	12,040	239,18
jez Vratimov	13,810	13,770	

Objekt	Staničení [ř. km]	Staničení [TPE]	Dolní mostovka [m n. m.]
most žel. vlečky dolu Staříč	14,885	14,840	250,39
silniční most Paskov	16,815	16,755	258,67
Balvanitý skluz	17,340	17,304	
most žel. vlečky bioocel - Paskov	17,508	17,445	259,93
Balvanitý skluz	17,845	17,815	
Balvanitý skluz	18,450		
Stollbergův jez Paskov	18,705	18,645	
most kombinovaný Lískovec	21,530	21,520	273,19
stupeň Sviadnov	21,625	21,605	
lávka Lískovec	21,660	21,645	274,50
balvanitý skluz	22,185	22,180	
lávka pod Válcovenským jezem	22,346	22,325	278,35
Válcovenský jez F - M	22,630	22,605	
silniční Koloředovský most	23,360	23,325	289,62
lávka u zimního stadionu	23,932	23,915	286,44
silniční most u Ptáku	24,183	24,130	286,04
stabilizační stupeň	24,725	24,670	
lávka Riviéra	24,786	24,725	288,32
stabilizační stupeň	24,925	24,965	
jez Riviéra	25,187	25,115	
Staroměstská lávka	25,642	25,603	292,83
Staroměstský jez	25,715	25,650	
balvanitý skluz	26,280	26,221	
balvanitý skluz	26,400	26,333	

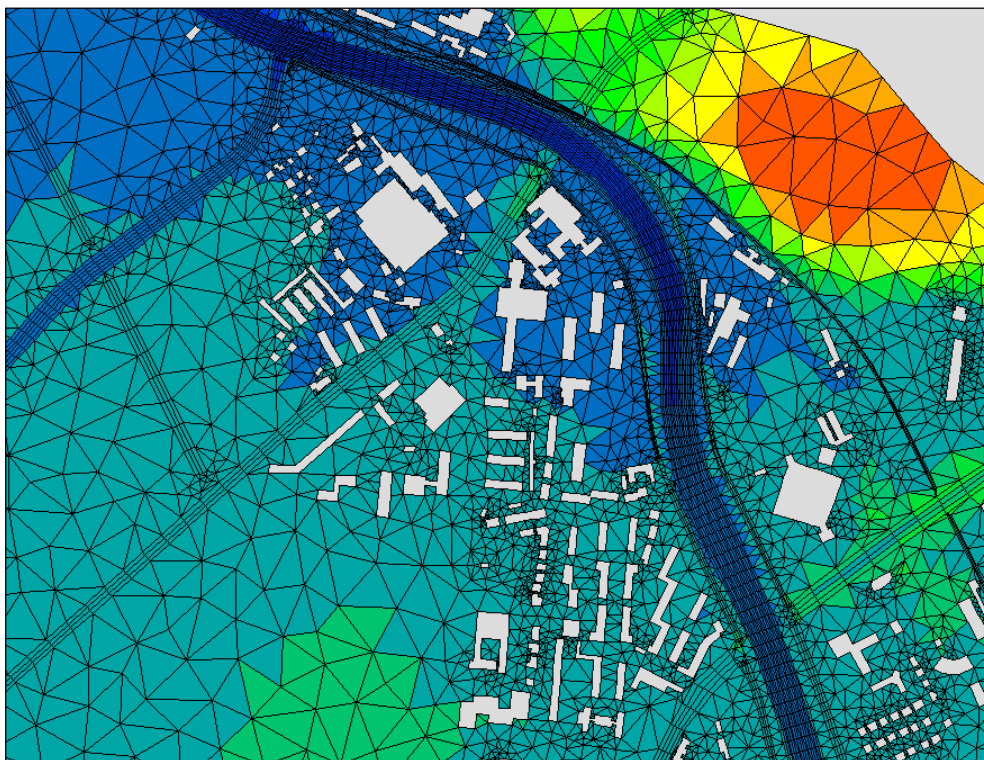
Tabulka 16 – Objekty na toku, HOD_01_05 Olešná

Objekt	Staničení [ř. km]	Staničení [TPE]	Dolní mostovka [m n. m.]
lávka pro pěší	1,182		252,39
silniční most	1,195		252,16
lávka pro pěší	1,370		253,06

Objekt	Staničení [ř. km]	Staničení [TPE]	Dolní mostovka [m n. m.]
soukromý vjezd	1,430		253,01
soukromý vjezd	1,449		253,22
lávka pro pěší	1,534		253,21
silniční most	1,600		253,57
lávka pro pěší	1,605		253,90
lávka pro pěší	2,488		257,66
silniční most	2,735		258,04
lávka pro pěší	2,856		258,51
lávka pro pěší	3,122		260,12



Obrázek 11 – Ukázka výpočetní sítě a bathymetrie modelu MIKE 21 C na Ostravici



Obrázek 12 – Ukázka výpočetní sítě a bathymetrie modelu MIKE 21 FM na Ostravici

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

HOD_01_01 Odra, HOD_01_02 Olše, HOD_01_03 Ostravice (ř. km 0,0 – 1,8), HOD_01_06 Opava

Vzhledem k tomu, že dominantní část průtoku protéká korytem, je třeba věnovat zásadní pozornost stanovení hodnoty součinitele drsnosti koryta. Při zadávání konkrétních hodnot byla využita funkce programu FESWMS, který dovoluje zadávat proměnlivou hodnotu součinitele drsnosti pro různé materiálové typy v závislosti na hloubce. Použité hodnoty součinitelů drsnosti pro vybrané povrchy jsou uvedeny v tabulce 17. Hodnoty součinitelů drsnosti pro upravené koryto byly stanoveny na základě kalibrace modelu. Zvolené hodnoty součinitelů drsnosti byly použity za předpokladu uplatnění hodnoty přídatné viskozity $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$.

Tabulka 17 – Ohodnocení povrchů součinitelem drsnosti

Název	Popis	Součinitel drsnosti
Koryto Lučiny		
Upravené koryto	Hodnota součinitele drsnosti při průtocích Q_5 až Q_{100}	0,037
Upravené koryto	Hodnota součinitele drsnosti při průtoku Q_{500}	0,045
Neupravené koryto	Hodnota součinitele drsnosti při průtocích Q_5 až Q_{100}	0,050
Neupravené koryto	Hodnota součinitele drsnosti při průtoku Q_{500}	0,060
Vybrané plochy inundace (hodnoty součinitele drsnosti závislé na hloubce vody)		
Pole	Středně zarostlé pole	0,05 až 0,10
Trávníky	Trávníky v parcích a volných plochách s ojedinělými dřevinami	0,03 až 0,05

Název	Popis	Součinitel drsnosti
Silnice	Silnice a asfaltové plochy s možným výskytem parkujících vozů	0,03 až 0,05
Zahrady	Zahrádkářské kolonie s kůlnami a ploty	0,10 až 0,20
Křoviny	Plochy nepravidelně zarostlé křovinami	0,06 až 0,15
Les	Hustý les	0,10 až 0,20

HOD_01_04 Lučina

Vzhledem k tomu, že dominantní část průtoku protéká korytem, je třeba věnovat zásadní pozornost stanovení hodnoty součinitele drsnosti koryta. Pro ostatní plochy z hlediska velikosti odporů povrchu měla zásadní roli hloubka. Například v hustě zarostlém lese při hloubkách v desítkách cm nebude voda prakticky vůbec proudit a hodnoty součinitele drsnosti je třeba použít větší než při velkých hloubkách. Tento princip byl při výpočtu použit u většiny povrchů.

Tabulka 18 – Ohodnocení povrchů součinitelem drsnosti

Název	Popis	Součinitel drsnosti
Koryto Lučiny		
Koryto	Lučina v celém úseku upravena	0,045
Vybrané plochy inundace (hodnoty součinitele drsnosti závislé na hloubce vody)		
Pole	Středně zarostlé pole	0,05 až 0,10
Trávníky	Trávníky v parcích a volných plochách s ojedinělými dřevinami	0,03 až 0,05
Silnice	Silnice a asfaltové plochy s možným výskytem parkujících vozů	0,03 až 0,05
Zahrady	Zahrádkářské kolonie s kůlnami a ploty	0,10 až 0,20
Křoviny	Plochy nepravidelně zarostlé křovinami	0,06 až 0,15
Les	Hustý les	0,10 až 0,20

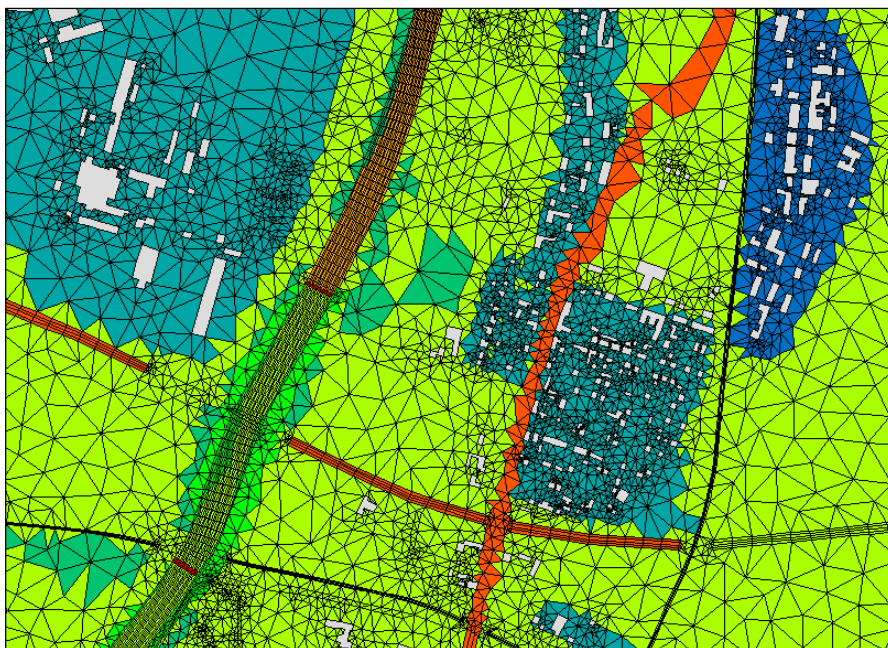
HOD_01_03 Ostravice (ř. km 1,8 – 27,140), HOD_01_05 Olešná

Hydraulické odpory byly v modelech vyjádřeny formou Manningových součinitelů drsnosti. V modelech byla zadávána plošně distribuovaná drsnost v modelovaném území. Soubor drsnosti byl vytvořen tak, že pro každý prvek výpočetní sítě byla definována hodnota součinitele drsnosti podle typu povrchu a využití území. Hodnoty součinitelů byly zadávány digitalizací nad ortofotomapami. Použity byly kategorie a hodnoty součinitelů drsnosti uvedené v tabulce 19.

Tabulka 19 – Manningův součinitel drsnosti v modelech

Popis území	Součinitel drsnosti
nedefinované	0,03
ulice a jezera	0,03
oplocené zahrady a rodinné domy	0,09
řídke stromy	0,06
husté stromy a keře	0,10
louky, tráva, pole	0,05

Popis území	Součinitel drsnosti
Koryto řeky	0,028 – 0,040



Obrázek 13 – Ukázka mapy drsnosti v modelu MIKE 21 FM na Ostravici

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

HOD_01_01 Odra, HOD_01_02 Olše, HOD_01_03 Ostravice (ř. km 0,0 – 1,8), HOD_01_06 Opava
Okrajové podmínky určují, pro jaký průtok se počítá průběh hladin ustáleného proudění a pro jaké hladiny na okraji modelu.

Ke stanovení průtoků byla použita tabulka 4 obsahující N-leté průtoky. Nárůst průtoků po délce modelu byl do výpočtu zaveden následujícím způsobem: Celkový průtok na vstupním profilu řeky Odry byl převzat z tabulky 4. Velikost průtoků ve vstupním profilu významných přítoků (Porubka, Opava, Ostravice, Vrbická Stružka a Olše) byla stanovena z rozdílu N-letých průtoků na Odře nad a pod zaústěním daného přítoku.

Výpočet úrovně hladiny pro dolní OP byl proveden z měrné křivky v profilu soutoku Odry a Olše.

Výpočty jednotlivých modelů spolu vzájemně souvisely. To se týkalo především výpočtů pro průtok Q_{500} , kdy nebyl tento průtok ani v jedné z hraničních linií mezi 4 sestavenými modely koncentrován do mostního otvoru koryta Odry. Na základě průběžného simulování na všech modelech bylo postupně upravováno přerozdělení průtoků na hlavní koryto a vedlejší inundační proudy stejně jako úrovně hladin.

HOD_01_04 Lučina

Hydrologické poměry na Lučině jsou významně ovlivněny funkcí nádrže Žermanice. Po dohodě se správcem toku POD byly při výpočtech až do průtoků Q_{100} použity ovlivněné hodnoty N-letých průtoků, které poskytl právě podnik POD, pouze v případě průtoků Q_{500} již vliv nádrže uvažován nebyl a byly převzaty hodnoty z podkladů ČHMÚ [5] (tabulka 7). Vliv nárůstu průtoků z mezipovodí byl v modelu zohledněn horními okrajovými podmínkami pro Dolní a Horní Datýňku.

V místě soutoku s Ostravicí byly v místě dolní okrajové podmínky použity hodnoty úrovní hladin stanovené v paralelně řešeném projektu zaměřeném na řeku Ostravici [18]. Protože se nepředpokládal souběh povodní na Ostravici i Lučině o stejné N-letosti, byly použity následující předpoklady. Pro průtok na Lučině Q_{500} byla uvažována úroveň hladiny v místě soutoku na Ostravici pro průtok Q_{100} . Obdobné to bylo i pro

další případy (Q_{100} Lučina a hladina při Q_{20} Ostravice, Q_{20} Lučina a hladina při Q_5 Ostravice a Q_5 Lučina a hladina při Q_2 Ostravice). Tento přístup byl zvolen po dohodě se správcem toku POD.

Tabulka 20 – Hodnoty úrovní hladin v místě dolní okrajové podmínky pro model Lucina

Výpočetní model	Staničení [ř. km]	Hladina Q_5 [m n. m.]	Hladina Q_{20} [m n. m.]	Hladina Q_{100} [m n. m.]	Hladina Q_{500} [m n. m.]
Lucina	0,0	209,00	209,55	210,50	211,50

HOD_01_03 Ostravice (ř. km 1,8 – 27,140), HOD_01_05 Olešná
Horní okrajové podmínky

Zadávány byly konstantní průtoky Ostravice a přítoků Morávka, Olešná a Lučina na vstupech do modelů. Hodnoty průtoků jsou uvedeny v kapitole 3.2 Hydrologická data.

Dolní okrajové podmínky

Zadávána byla konstantní úroveň hladiny na dolním okraji modelů. Výška hladiny Ostravice pro jednotlivé povodňové průtoky na dolním okraji řešeného úseku v ř. km 1,8 (severní model) byla definována POD. Výška hladiny na dolním okraji jižního modelu na ř. km 5,33 byla převzata z výsledků výpočtů severního modelu. Úrovně hladiny pro každý počítaný průtokový scénář jsou uvedeny v tabulce 21.

Tabulka 21 – Výška hladiny na dolním okraji řešeného úseku Ostravice

hladina \ N- leté průtoky Q_N	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Poznámka
Hladina v profilu mostu Boženy Němcové, ř. km 1,8	205,71	206,41	207,28	208,00	dodalo POD

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Vzhledem k tomu, že se modelovalo stacionární proudění, není proveden popis počátečních podmínek. Modely byly postupně plněny vodou do ustálení požadovaných průtoků příslušných povodňových scénářů.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

HOD_01_01 Odra, HOD_01_02 Olše, HOD_01_03 Ostravice (ř. km 0,0 – 1,8), HOD_01_06 Opava
Zaměření dna koryta bylo realizováno stejně jako zpracování digitálního modelu terénu na základě fotogrammetrického vyhodnocení leteckých snímků firmou Geodis, a.s. přímo jako podklad pro řešení studie v roce 2009 1. plánovacího cyklu. Oba podklady proto byly dobře propojeny. Určitý problém se objevil především v zarostlých plochách, kde stanovené výšky bodů vykazovaly větší chyby než obdobné podklady ze současné doby, vzhledem k postupnému zpřesňování používaných metod.

HOD_01_03 Ostravice (ř. km 1,8 – 27,140), HOD_01_05 Olešná

V průběhu editace DMT se narazilo na problém, kdy geodetická měření dna byla často staršího data než zaměření fotogrammetrické, takže ne vždy dostatečně přesně souhlasil průběh koryta a ne vždy šla data z obou zdrojů vzájemně dobře sladit. Na několika místech také nebyly dostatečně podrobně zaměřené profily dna. Na více místech bylo zjištěno prohloubení dna řeky. Hladina vody ve fotogrammetricky vyhodnoceném DTM byla nižší než dno koryta podle starších zaměření.

5.3 Popis kalibrace modelu

HOD_01_01 Odra, HOD_01_02 Olše, HOD_01_03 Ostravice (ř. km 0,0 – 1,8), HOD_01_06 Opava
Řešený úsek řeky Odry i jejích přítoků byl zasažen extrémní povodní v roce 1997. Na základě vyhodnocení povodně hydrologickou službou byl kulminační průtok na Odře ve Svinově (nad soutokem s Opavou) stanoven $688 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\approx Q_{200}$), v úseku mezi ústím Opavy a Ostravice Q_{500} , v Bohumíně $2\,160 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($\approx Q_{200}$).

Údaje o výškovém průběhu hladin (H) za povodně byly k dispozici v úseku od ústí Vrbické Stružky až po silniční most ve Svinově. Na převážné délce tohoto úseku protékal v roce 1997 průtok Q_{500} . Porovnání naměřených hodnot s výsledky numerických simulací jsou v tabulce 22.

Tabulka 22 – Porovnání úrovní hladin vypočítaných 2D modelem se změřenými při povodni 1997

Profil	Staničení [ř. km]	Povodeň 1997		2D model
		Q	H [m n. m.]	H [m n. m.]
Ústí Vrbické Stružky	10,345	Q_{200}	202,90	202,60
Silniční most v Koblově	14,497	Q_{500}	205,62	205,25
Silniční most v Přívozu	16,818	Q_{500}	208,12	207,70
Soutok s Opavou	21,533	Q_{500}	210,90	210,60
Silniční most ve Svinově	22,740	Q_{200}	211,54	211,30

HOD_01_04 Lučina

Vzhledem k tomu, že nebyly k dispozici údaje o úrovni povodňových hladin z posledních povodní, nemohla být provedena kalibrace modelu. Proto přistoupil řešitel alespoň k porovnání výsledků výpočtů 2D modelu s výsledky studie [17], která byla zpracována na základě 1D přístupu. Obě porovnávané studie byly řešeny na shodných ovlivněných průtocích.

Studie [17] vycházela z odlišných dolních okrajových podmínek, pro porovnání proto byly vybrány profily mostních objektů, kam již dosah ovlivnění hladiny z Ostravice nezasahoval. Porovnání úrovní hladin pro průtoky Q_{20} a Q_{100} je zpracováno v tabulce 23.

Tabulka 23 – Porovnání úrovní hladin 2D a 1D modelu na Lučině v řešeném úseku

Staničení	Popis	Hladina Q_{20} 1D [m n. m.]	Hladina Q_{20} 2D [m n. m.]	Hladina Q_{100} 1D [m n. m.]	Hladina Q_{100} 2D [m n. m.]
1,452	Železniční most	211,17	210,72	212,21	211,53
2,277	Tramvajový most	213,35	212,81	214,05	213,44
3,605	Silniční most	218,10	217,56	218,82	218,14
4,927	Silniční most	222,10	221,85	222,78	222,56
6,171	Silniční most	224,80	224,32	225,63	225,04
8,341	Silniční most	229,19	229,19	229,56	229,63
10,462	Silniční most	233,05	233,06	233,36	233,34
11,183	Silniční most	234,41	234,60	234,90	235,04

HOD_01_03 Ostravice (ř. km 1,8 – 27,140), HOD_01_05 Olešná

Modely byly kalibrovány na průběh povodně 1997 na Ostravici. Při kalibraci byly hodnoty součinitelů drsnosti podle potřeby měněny tak, aby se dosáhlo dobré shody zaměřené a vypočítané výšky hladiny v místech zaměřených povodňových značek. Hodnoty součinitelů drsnosti se měnily v korytech, na březích a v přilehlém inundačním území v mezích přípustných hodnot.

Na některých značkách se nepodařilo modelem dosáhnout zaměřené výšky hladiny. Na těchto místech patrně došlo od roku 1997 k morfologickým změnám (prohloubení) koryta a model s aktuálně zaměřenou

topografií koryta dává hladinu nižší než v roce 1997. Zaměřené výšky hladiny nebylo možné dosáhnout ani pomocí výrazného zvýšení drsnosti v modelu.

Modely byly verifikovány pro průběh povodně 2010. Z této aktuální povodně byly k dispozici kulminační údaje vodních stavů na dvou vodočtech.

Tabulka 24 – Výsledky kalibrace modelu pro povodeň 1997

ř. km	Hladina 1997	model	rozdíl
1,810	207,89	207,8	-0,09
2,53	208,23	208,20	-0,03
4,995	212,15	212,13	-0,02
10,2	231,30	231,21	-0,09
12,07	238,17	238,13	-0,04
16,755	254,55	253,96	-0,59
17,445	257,41	256,82	-0,59
21,52	270,93	270,93	0
23,97	285,46	285,47	0,01
24,725	288,20	288,22	0,02

Vstupní průtoky do modelu na horním okraji (výpočet pro povodeň 1997)

Ostravice = 551 m³/s

Morávka = 181 m³/s

Olešná = 26 m³/s

Lučina = 140 m³/s

Tabulka 25 – Výsledky verifikace modelu pro povodeň 2010

ř. km	Hladina 2010	model	rozdíl
2,45	207,62	207,95	0,32
23,7	281,43	281,46	0,03

Vstupní průtoky do modelu na horním okraji (výpočet pro povodeň 2010)

Ostravice = 362 m³/s

Morávka = 183 m³/s

Olešná = 30 m³/s

Lučina = 199 m³/s

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 následujících tabulkách.

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 návodního líce mostovky.

HOD_01_01 Odra, HOD_01_02 Olše, HOD_01_03 Ostravice (ř. km 0,0 – 1,8), HOD_01_06 Opava

V tabulce 26 je uveden psaný podélný profil Odry v profilech mostních objektů.

Tabulka 26 – Podélný profil Odry

Objekt	Ř. km	TPE	Výšky hladin (m n. m.) pro scénáře:			
			Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
Silniční most v Bohumíně	7,406	3,473	198,65	199,35	200,20	200,65
Silniční most v Bohumíně	7,873		198,95	199,70	200,65	201,10
Železniční most v Bohumíně	7,926	3,987	199,10	199,80	200,75	201,20
Dálniční most v Bohumíně	8,682		199,90	200,55	201,45	201,95
Dálniční most u Antošovic	12,010		201,50	202,10	202,85	203,65
Silniční most v Koblově	14,497	10,460	202,60	203,30	204,25	205,30
Silniční most v Přivoze	16,818	12,793	204,10	205,10	206,30	207,70
Dálniční most v Ostravě	19,250		205,85	206,70	207,75	208,75
Hošťálkovská lávka	20,766	16,755	207,20	207,80	208,90	209,90
Most dálniční přípojky v Ostravě	21,420		207,70	208,50	209,55	210,50
Železniční most Svinov	21,900	17,866	208,20	208,95	209,90	210,80
Silniční most Svinov	22,740	18,715	208,75	209,55	210,50	211,30
Silniční most na ulici Rudné	25,312	21,272	212,70	213,35	214,05	214,70
Železniční most na Český Těšín	25,998	21,955	213,40	214,05	214,65	215,20

HOD_01_04 Lučina

V tabulce 27 je uveden psaný podélný profil Lučiny. V případě mostních objektů je hodnota úrovně hladiny vyznačena modrou barvou pro ty případy, kdy je rozdíl mezi touto veličinou a úrovní spodního líce mostovky menší než 0,5 m, ale nedojde k zatopení návodního líce mostovky, a červenou čarou, pokud dojde k zatopení návodního líce mostovky.

Tabulka 27 – Podélný profil Lučiny

Objekt	Ř. km	TPE	Výšky hladin (m n. m.) pro scénáře:			
			Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
	0,000		209,00	209,55	210,50	211,50
silniční most	0,143	0,210	209,05	209,58	210,51	211,49
	0,500		209,37	209,87	210,75	211,81
silniční most	0,503	0,565	209,39	209,89	210,80	211,88
tramvajový most	0,884	0,940	209,86	210,22	211,14	212,38
	1,000		210,02	210,36	211,27	212,54
železniční most	1,452	1,490	210,39	210,69	211,50	212,70
	1,500		210,52	210,82	211,64	212,90
	2,000		211,65	211,98	212,65	213,69
tramvajový most	2,268	2,300	212,50	212,79	213,38	214,25
silniční most	2,277	2,310	212,51	212,81	213,40	214,42
	2,500		213,61	213,87	214,49	215,44
	3,000		214,95	215,05	215,35	216,68
	3,500		217,32	217,52	218,07	219,11

Objekt	Ř. km	TPE	Výšky hladin (m n. m.) pro scénáře:			
			Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
silniční most	3,605	3,635	217,40	217,48	218,08	218,74
	4,000		219,19	219,52	220,27	221,44
lávka	4,435	4,460	220,34	220,67	221,38	222,35
	4,500		220,39	220,72	221,42	222,38
silniční most Rudná	4,927	4,950	221,48	221,78	222,45	223,44
	5,000		221,68	221,97	222,62	223,63
	5,500		222,64	222,94	223,68	224,88
	6,000		223,72	224,06	224,77	225,72
silniční most Mittal	6,171	6,160	224,00	224,33	225,02	225,89
	6,500		224,66	224,95	225,62	226,75
	7,000		225,85	226,12	226,76	227,92
	7,500		227,44	227,77	228,35	229,12
	8,000		228,50	228,83	229,26	229,73
silniční most	8,341	8,220	228,87	229,21	229,67	230,55
	8,500		229,28	229,60	230,09	230,96
	9,000		230,12	230,42	230,88	231,62
	9,500		231,45	231,71	232,09	232,52
	10,000		232,27	232,47	232,84	233,17
silniční most	10,462	10,255	232,90	233,05	233,31	233,62
	10,500		233,27	233,45	233,92	234,65
	11,000		234,24	234,44	234,83	235,82
silniční most Šenov	11,183	10,955	234,39	234,60	234,96	236,22

HOD_01_03 Ostravice (ř. km 1,8 – 27,140), HOD_01_05 Olešná

V tabulkách 28 a 29 je zobrazený seznam všech přemostění na zájmovém úseku, úroveň spodních líců mostovky a hodnoty výšky hladiny při průtocích Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀, Q₅₀₀.

Tabulka 28 – Psaný podélný profil pro úsek HOD_01_03 Ostravice (ř. km 1,8 – 27,140)

Objekt	Ř. km	TPE	Výšky hladin (m n. m.) pro scénáře:			
			Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
	1,800		205,62	206,33	207,16	208,03
silniční most Boženy Němcové	1,808	1,812	205,71	206,41	207,28	208,00
	2,000		205,86	206,61	207,47	208,43
	2,500		206,23	207,01	207,89	208,88
Ostrava ocelová lávka	2,518		206,24	207,03	207,91	208,99
	3,000		206,82	207,73	208,70	209,89
Ostrava ocelová lávka	3,375	3,372	207,30	208,23	209,23	210,25
	3,500		207,44	208,39	209,42	210,45
silniční most Ostrava	3,598	3,592	207,68	208,63	209,68	210,86
Ostrava ocelová lávka	3,803	3,795	208,15	209,12	210,19	211,65
	4,000		208,42	209,40	210,50	212,24
silniční most M. Sýkory	4,029	4,020	208,51	209,49	210,60	212,35
	4,500		209,15	210,18	211,32	213,29
Ostrava tramvajový most	4,750	4,742	209,50	210,53	211,73	213,69

Objekt	Ř. km	TPE	Výšky hladin (m n. m.) pro scénáře:			
			Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
	5,000		209,72	210,79	211,97	213,90
Ostrava silniční most	5,018	4,995	209,75	210,82	211,99	213,93
Ostrava silniční most	5,316	5,293	210,14	211,30	212,42	214,32
železniční most	5,361	5,340	210,31	211,49	212,57	214,49
	5,500		210,44	211,67	212,78	214,81
	6,000		210,74	211,96	213,10	215,11
	6,500		211,26	212,40	213,65	215,35
	7,000		211,86	213,10	214,07	215,57
	7,500		213,76	214,49	215,19	216,91
silniční most	7,865	7,837	215,10	215,81	216,36	217,70
	8,000		216,06	216,67	217,19	218,56
železniční most	8,135	8,110	216,17	216,81	217,25	218,39
železniční most	8,154		216,20	216,86	217,31	218,70
	8,500		220,19	220,99	221,69	222,95
	9,000		226,01	226,91	227,63	228,44
	9,500		227,28	228,26	229,00	229,61
	10,000		228,53	229,49	230,14	231,62
lávka pro pěší	10,202	10,167	229,09	230,03	230,77	232,27
	10,500		229,89	230,83	231,63	232,72
	11,000		231,29	232,29	233,01	233,99
	11,500		232,67	233,77	234,58	235,53
	12,000		234,32	235,07	235,91	236,61
silniční most	12,088	12,040	236,94	237,55	238,06	238,91
	12,500		238,35	239,21	239,90	240,84
	13,000		239,72	240,71	241,39	242,20
	13,500		241,09	241,80	242,32	243,20
	14,000		243,92	244,40	244,79	245,56
	14,500		245,34	245,84	246,11	247,04
most žel. vlečky dolu Staříč	14,885	14,840	246,42	247,13	247,53	249,13
	15,000		246,73	247,56	248,21	250,02
	15,500		248,42	249,34	250,01	251,67
	16,000		249,35	250,27	251,00	252,26
	16,500		250,95	251,84	252,49	253,20
silniční most Paskov	16,815	16,755	252,08	252,92	253,52	254,33
	17,000		252,71	253,59	254,34	255,48
	17,500		254,90	255,81	256,42	257,80
most žel. vlečky bioocel - Paskov	17,508	17,445	254,90	255,81	256,42	257,80
	18,000		256,75	257,45	258,14	259,67
	18,500		258,26	259,09	259,90	261,46
	19,000		262,25	262,68	262,93	263,87
	19,500		263,25	264,03	264,52	265,48
	20,000		264,75	265,67	266,30	267,67

Objekt	Ř. km	TPE	Výšky hladin (m n. m.) pro scénáře:			
			Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
	20,500		265,90	266,75	267,48	269,09
	21,000		267,50	268,40	269,10	271,65
	21,500		268,92	269,62	270,29	272,60
most kombinovaný Lískovec	21,530	21,520	269,37	270,17	270,91	273,18
lávka Lískovec	21,660	21,645	271,99	272,74	273,33	275,02
	22,000		272,81	273,58	274,23	275,91
lávka pod Válcovenským jezem	22,346	22,325	274,12	274,97	275,69	277,66
	22,500		274,66	275,48	276,23	278,12
	23,000		280,25	281,06	281,63	282,88
silniční Koloredovský most	23,360	23,325	281,31	282,11	282,67	284,13
	23,500		281,63	282,49	283,21	285,46
lávka u zimního stadionu	23,932	23,915	282,92	283,71	284,33	286,19
	24,000		283,46	284,22	284,89	286,60
silniční most u Ptáku	24,183	24,130	283,95	284,71	285,48	287,32
	24,500		284,86	285,65	286,27	288,06
lávka Riviéra	24,786	24,725	286,25	286,93	287,61	288,71
	25,000		287,28	288,01	288,67	289,71
	25,500		290,07	290,73	291,27	292,59
Staroměstská lávka	25,642	25,603	291,09	291,62	292,12	292,92
	26,000		293,41	293,78	294,08	294,91
	26,500		297,08	297,19	297,36	297,68
	27,000		298,92	299,48	299,97	300,60
	27,100		299,22	299,82	300,20	300,98

Tabulka 29 – Psaný podélný profil pro úsek HOD 01 05 Olešná

Objekt	Ř. km	TPE	Výšky hladin (m n. m.) pro scénáře:			
			Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
	0,000		248,33	249,26	249,93	251,51
	0,500		248,88	249,47	250,10	252,15
	1,000		250,49	250,89	251,40	252,25
lávka pro pěší	1,182		251,76	252,02	252,18	252,95
silniční most	1,195		252,00	252,25	252,50	253,20
lávka pro pěší	1,370		252,27	252,70	252,94	253,71
soukromý vjezd	1,430		252,32	252,78	253,01	253,81
soukromý vjezd	1,449		252,70	253,05	253,31	254,05
	1,500		252,67	253,06	253,39	254,39
lávka pro pěší	1,534		252,88	253,31	253,66	254,49
silniční most	1,600		253,15	253,35	253,63	254,46
lávka pro pěší	1,605		253,43	253,75	254,08	254,55
	2,000		253,82	254,30	254,64	255,34
lávka pro pěší	2,488		256,45	256,48	256,56	256,93
	2,500		256,65	256,79	256,80	257,22

Objekt	Ř. km	TPE	Výšky hladin (m n. m.) pro scénáře:			
			Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
silniční most	2,735		258,27	258,38	258,42	258,96
lávka pro pěší	2,856		258,31	258,48	258,55	259,04
	3,000		258,24	258,52	258,56	259,12
	3,100		258,27	258,55	258,60	259,19
lávka pro pěší	3,122		258,37	258,53	258,58	259,24

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 2 m.

HOD_01_01 Odra, HOD_01_02 Olše, HOD_01_03 Ostravice (ř. km 0,0 – 1,8), HOD_01_06 Opava
Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q₅₀₀) jsou zasaženy části měst Ostrava a Bohumín.

HOD_01_04 Lučina

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q₅₀₀) jsou zasaženy místní části Ostravy (Bartovice, Radvanice, Slezská Harta) a Šenov.

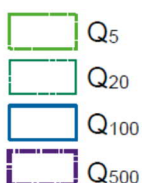
HOD_01_03 Ostravice (ř. km 1,8 – 27,140), HOD_01_05 Olešná

Geografickou analýzou bylo zjištěno, že záplavové území maximálního rozlivu (polygon záplavové čáry Q₅₀₀) zasahuje následující obce (řazeny abecedně): Baška, Frýdek-Místek, Ostrava, Paskov, Staré Město, Sviadnov, Vratimov.

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].

Záplavové čáry



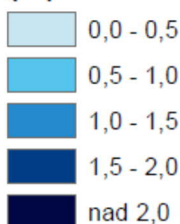
Obrázek 14 – Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

6.2.2 Hloubky pro průtoky Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀

Hloubky vody z numerického modelu jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 2 m. Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII].

Hloubky

(m)



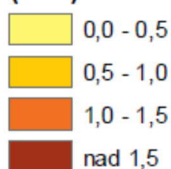
Obrázek 15 – Definice barev a intervalů hloubek

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 2 m. Rozdělení intervalů rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII].

Rychlosti

(m/s)



Obrázek 16 – Definice barev a intervalů rychlostí

6.3 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

HOD_01_01 Odra, HOD_01_02 Olše, HOD_01_03 Ostravice (ř. km 0,0 – 1,8), HOD_01_04 Lučina, HOD_01_06 Opava

Zejména v dolní části řešeného úseku v oblasti Bohumína dochází k pravidelnému zanášení koryta splaveninami. Morfologie dna se proto v čase mění a nemusí odpovídat situaci z roku 2009, kdy byly geodetické podklady pro zpracování studie zpracovány.

HOD_01_03 Ostravice (ř. km 1,8 – 27,140), HOD_01_05 Olešná

Koryto Ostravice má na předmětném úseku výrazný sklon a podléhá morfologickým změnám dna. Průběh hladiny významnější povodně na Ostravici byl zaměřen v roce 1997. Lze očekávat, že od té doby dno koryta místy doznalo významných změn. Z aktuální povodně 2010 jsou k dispozici jen dva údaje na vodočtech, kde byl model verifikován. Je možné předpokládat, že významnější vliv na přesnost výsledků hydrodynamického modelování mají morfologické změny dna koryta než odhad součinitelů hydraulické drsnosti. Vzhledem k výše uvedenému lze odhadovat možnou nepřesnost hydraulického výpočtu povodňových hladin Ostravice jako $\pm 0,3$ m, místně 0,5 m. Podobně odhadujeme i přesnost výpočtů povodňových hladin Olešné, kde kalibrační a verifikační data nebyla k dispozici, zato však zaměření koryta bylo aktuálnější.

Samostatným problémem je nejistota hydrologických údajů a vlivy transformačních účinků vodních nádrží na kulminační hodnoty povodňových průtoků.

Přiložený posudek hydraulických výpočtů zpracoval Ing. Zbyněk Zachoval, PhD., VÚT v Brně, Ústav vodních staveb.