



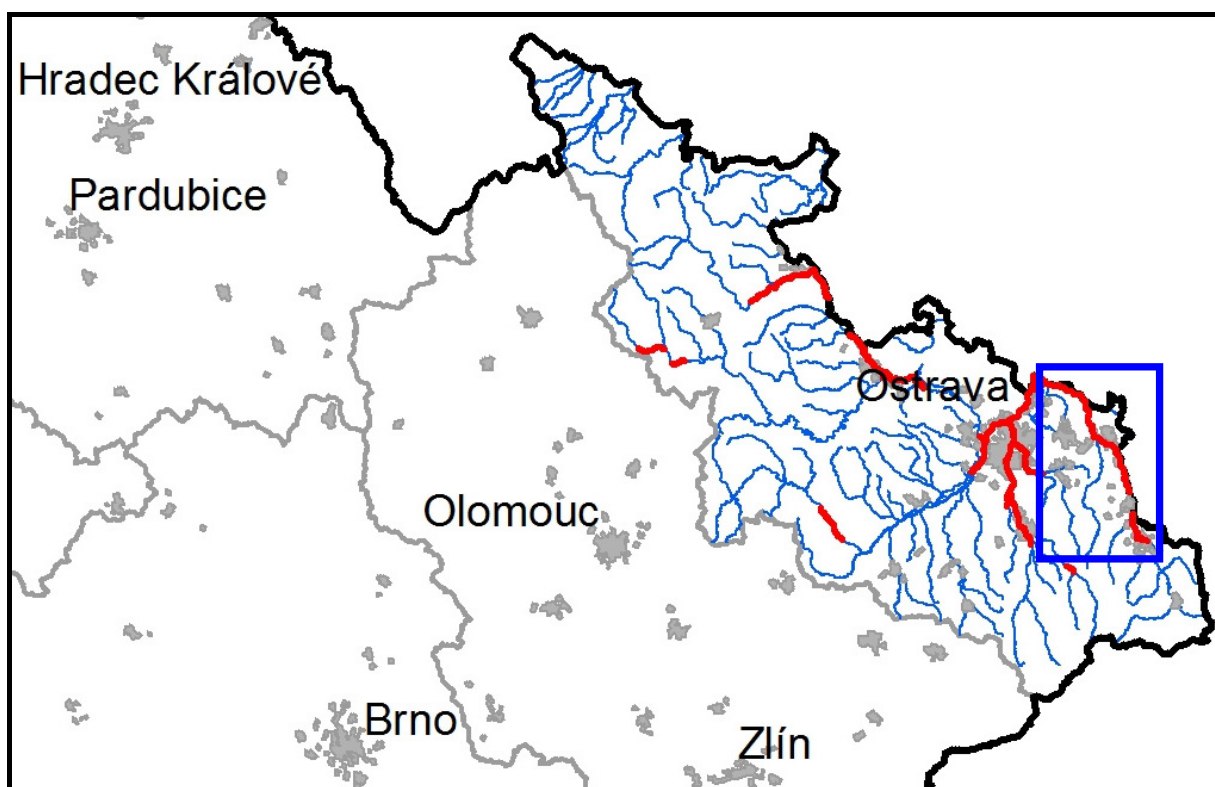
Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Olši (úsek Věřňovice - Karviná a úsek Chotěbuz – Třinec)

POVODÍ OLŠE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

OLŠE – POD-9 - Ř. KM 6.2 – 25.85

OLŠE – POD-10 - Ř. KM 34.80 – 47.92



BŘEZEN 2013



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Olši (úsek Věřňovice - Karviná a úsek Chotěbuz – Třinec)

POVODÍ OLŠE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

OLŠE – POD-9 - Ř. KM 6.2 – 25.85

OLŠE – POD-10 - Ř. KM 34.80 – 47.92

Pořizovatel:



ADRESA

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

Zhotovitel:



ADRESA

Doc. Ing. Aleš Havlík, CSc. - Revital
Suchý vršek 13
Praha 5, PSČ 158.00

Obsah:

1	Základní údaje	4
1.1	Seznam zkratk a symbolů	4
1.2	Cíle prací	4
1.3	Předmět práce	4
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	4
2	Popis zájmového území	6
2.1	Všeobecné údaje	7
2.1.1	Stručný popis zájmového území	7
2.2	Průběhy historických povodní (největší známé povodně)	7
3	Přehled podkladů	9
3.1	Topografická data	9
3.1.1	Mapové podklady	9
3.1.2	Geodetické podklady	9
3.2	Hydrologická data	9
3.3	Místní šetření	10
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	10
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	11
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	12
4	Metodika tvorby modelu	13
4.1	Vytvoření digitálního modelu terénu (DMT)	13
4.2	Hydrodynamický model	13
4.3	Sestavení hydrodynamického modelu	14
4.3.1	Schematizace oblasti	14
4.3.2	Hydraulické řešení objektů	24
4.3.3	Hydraulické parametry výpočtu	24
4.3.4	Okrajové podmínky	25
4.3.5	Kalibrace a verifikace modelu	26
5	Výstupy z modelu	29
5.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	29
5.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	29
5.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	30
5.4	Mapy povodňového nebezpečí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	30
6	Přílohy	31
6.1	Psaný podélný profil	Chyba! Záložka není definována.
6.2	Posudek hydraulických výpočtů	Chyba! Záložka není definována.

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka 1 – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
DMT	Digitální model terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
FESWMS	Finite element surface-water modeling system
TUFLOW	Two dimensional Unsteady FLOW
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
VD	Vodní dílo
VM	Výpočtový model
ZÚ	Záplavové území

1.2 Cíle prací

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

- Hranice rozlivů.
- Hloubky vody v záplavovém území.
- Rychlosti proudění vody v záplavovém území.

Podstatou vyjádření povodňového nebezpečí je určení prostorového rozdělení uvedených charakteristik průběhu povodně a zpracování těchto údajů do podoby tzv. map povodňového nebezpečí. Ty budou sloužit následně jako podklad pro kvantifikaci rizika s využitím metod uvedených v „Metodice stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území“ [04].

Pro získání základní informace o povodňovém nebezpečí budou v první fázi využity existujících podklady (např. dokumentace záplavových území (ZÚ) přirozených a zvláštních povodní, studie odtokových poměrů (SOP), mapy a atlasy ZÚ, záznamy z historických povodní apod.), které však obsahují pouze omezený počet řešených kulminačních průtoků (zpravidla průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , popř. průtoky odpovídající zaznamenané historické povodni). Nevýhodou uvedených podkladů je ve většině případů absence údajů o hloubkách, popř. rychlostech proudění vody v ZÚ.

1.3 Předmět práce

Práce bude zahrnovat tyto činnosti:

- Popis postupů souvisejících se zajištěním vstupních podkladů – stávající + nové (dodatečné zaměření profilů, objektů atd.).
- Sestavení hydrodynamických modelů a příslušné simulace.
- Zpracování a vyhodnocení map povodňového nebezpečí (mapy hloubek a rychlostí) na podkladě výsledků numerického modelování.

1.4 Postup zpracování a metoda řešení

Zpracování dokumentace proběhlo v následujícím postupu:

- V prvotních úkonech byly získány dostupné podklady (SOP, ZÚ, hydraulické posudky) doplněné místním šetřením posuzované lokality, které pomohly popsat zájmovou oblast pro stanovení rozsahu geodetického zaměření a předběžně určit charakter proudění.
- Příprava podkladů pro geodetické zaměření a jeho zadání.

- Pořízení a aktualizace hydrologických dat.
- Vytvoření digitálního modelu terénu (DMT).
- Sestavení dvourozměrného hydrodynamického modelu v programu SMS 10.0-FESWMS a TUFLOW a podrobnější rekognoskace lokalit pro výpočtové modely.
- Testovací výpočty a hydraulické simulace pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} .
- Presentace výsledků výpočtů v podobě map povodňového nebezpečí.
- Sestavení technické zprávy, verze standardizačního minima 13. 3. 2012 (datum stažení 28. 5. 2012) [36].
- Zajištění hydraulického posudku.

2 Popis zájmového území

Specifikace toků:

Název toku: Olše, úsek Věřňovice - Karviná

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

Identifikátor oblasti s potenciálně významným rizikem: POD-09

Číslo hydrologického pořadí toku: 2-03-03-0740, 2-03-03-07200, 2-03-03-0673, 2-03-03-0510,

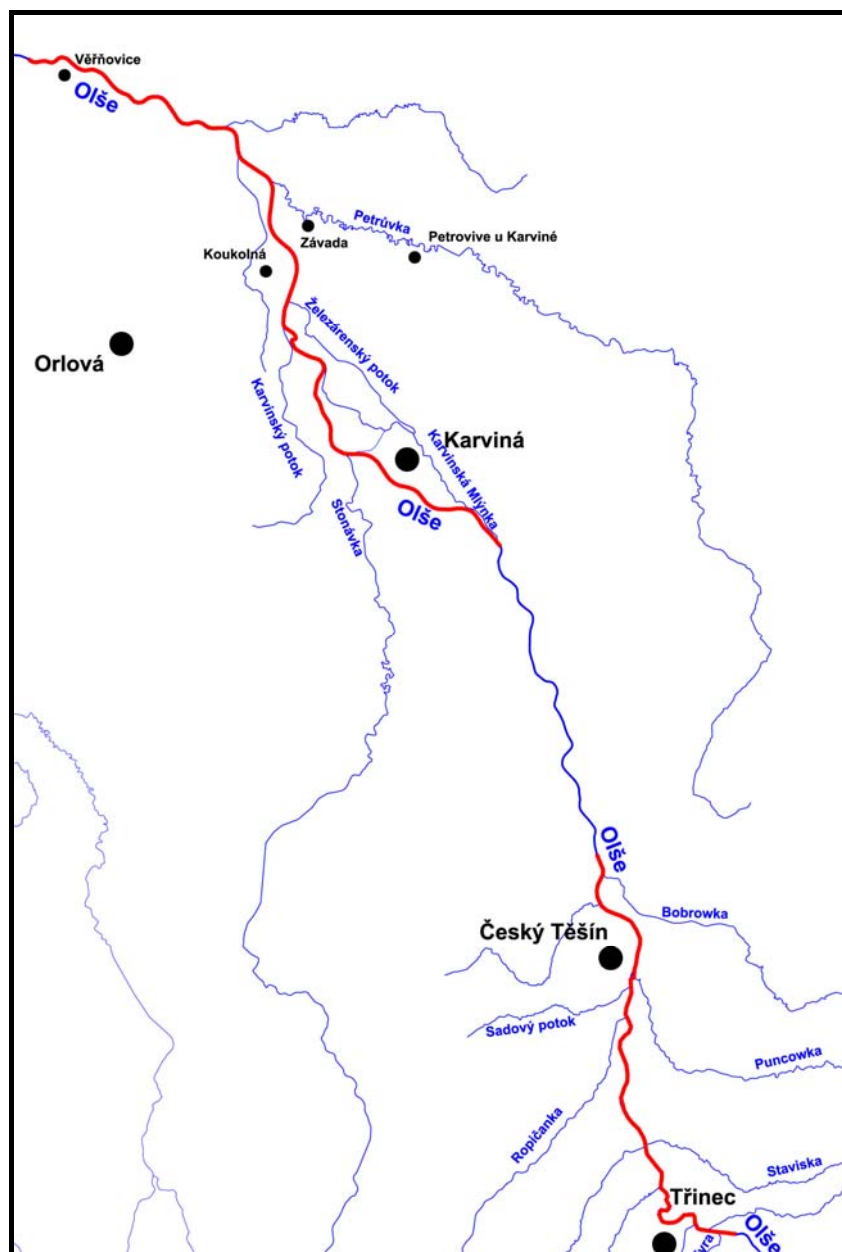
Název toku: Olše, úsek Chotěbuz - Třinec

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

Identifikátor oblasti s potenciálně významným rizikem: POD-10

Číslo hydrologického pořadí toku: 2-03-03-0490, 2-03-03-0470, 2-03-03-0430, 2-03-03-0390, 2-03-03-0350,
2-03-03-0330, 2-03-03-0310.

Obrázek 1 – Přehledná mapa řešeného území



2.1 Všeobecné údaje

Z hlediska směru proudění je první z řešených úseků na Olši dlouhý 13.12 km a je vymezen od pevného jezu v Třinci ř. km 22,428 (TPE 47.92, podle JTSK $X = 1120946.93$ a $Y = 444067.502$) po jez mezi Český Těšínem a Chotěbuzí ř. km 47,800 (TPE 34.8, podle JTSK $X = 1111341.191$ a $Y = 447642.420$). Olše zde protéká zástavbou měst Třinec a Český Těšín. V Třinci protéká Olše v bezprostředním okolí rozsáhlého komplexu železáren.

Druhý úsek je dlouhý. Začíná u „rájeckého“ jezu ř.km 26.61 (dle TPE ř.km 25.8, $X = 1091243.353$ a $Y = 461009.581$) a končí u dálničního mostu D47 pod Věřňovicemi (dle TPE ř.km 6.2, $X = 1103536.320$ a $Y = 450100.351$). V dolní části míjí trasa koryta rozsáhlé provozy spojené s těžbou uhlí firmou OKD, a.s. a dále komplex elektrárny Dětmarovice.

Tabulka 2 – Současný stupeň protipovodňové ochrany obcí

Obec	Stupeň ochrany Q_N
Třinec	Q_{100}
Český Těšín	$Q_{50} - Q_{100}$
Karviná	Q_{100}
Dětmarovice Koukolná	Q_{20}
Závada (ochrana před účinky Olše)	Q_{100}
Dětmarovice Věřňovice	Q_{50}

Vzhledem k tomu, že bylo v minulosti zpracováno pro Olši několik studií, byla v rámci této práce převzata digitální osa Povodí Odry a pro ni bylo staničení provedeno uceleně znova. U jednotlivých objektů (mosty, jezy) je uvedena kilometráž podle technicko-provozní evidence (TPE) správce povodí.

2.1.1 Stručný popis zájmového území

Řeka Olše je na převážné délce obou řešených úseků upravena s návrhovým průtokem Q_{100} . Výjimkou jsou určité část Českého Těšína, kde není levobřežní ochranná hráz dostatečně zavázána do místního terénu (Ropičanka, Rakovec, Sadový potok). Pod zaústěním Sadového potoka již není ochrana řešena ochrannou hrází, ale přirozenou úrovní terénu, zejména paralelně vedené komunikace. Tato úroveň však mezi dvěma silničními mosty v Těšíně nedosahuje úrovně hladiny Q_{100} a území je tak na tento průtok není plně ochráněno. Obdobné se týká i úseku mezi silničním mostem a železničním mostem.

Od počátku druhého řešeného úseku (rájecký jez) až k zaústění Petrůvky má koryto dvojité lichoběžníkový průřez, na která 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 na Lázních Darkov a končící pod železničním mostem na trati Bohumín Karviná. Díky tomu nyní hráz převyšuje i úroveň hladiny průtoku Q_{500} . Naopak zejména v okolí zaústění Karvinského potoka se kapacita hrází vlivem poklesů již snížila.

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

2.2 Průběhy historických povodní (největší známé povodně)

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 autor této studie, 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 Dětmarovic stoupl průtok až na Q_{100} . V rámci vyhodnocení zaměřil autor několik povodňových stop na dolním konci obce Věřňovice, kam tehdy záplava dosáhla (rozsah záplavy se plně shodoval s výsledky, získané výstupů matematického modelu).

V úsecích kolem Třince i Karviné (s výjimkou pravé inundace u Darkova) je území ochráněno na průtok Q_{100} . Pozornost se proto zaměřila na Český Těšín, kde došlo k vybřežení hladiny do ulic jak na české na polské straně. V Českém Těšíně se nachází 2 limnigrafické stanice, česká je umístěna na počátku města v lokalitě zvané Baliny v ř.km 41.0, polská pod lávkou pro pěší v ř.km 37.5. Pro kalibraci modelu bylo možné shlédnout řadu videozáznamů, přesné zaměření stop po maximální hladině k dispozici nebylo. Na české stanici byla zaznamenána kulminace na úrovni 545 cm, to odpovídá hodnotě 282.85 m n.m., na polské stanici potom 589 cm, ve výškovém systému Balt povyrovnání 271.00 m n.m.. Mezi oběma stanicemi je zaústěno několik významných přítoků (Ropičanka, Sadový potok, Puncowka). Proto se kulminační průtoky od sebe velmi lišily. Pro českou stanici byla ČHMÚ stanovena hodnota $535 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, pro polskou potom již $610 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Druhou oblastí, kde došlo k záplavě části obytných budov, byla část obce Věřňovice. Pod místním silničním mostem se nachází limnigrafická stanice ČHMÚ. Ten stanovil hodnotu kulminačního průtoky v tomto profilu již jako Q_{100} . Autor této studie se na vyhodnocení této povodně sám spolupodílel [14]. Na základě výpočtů pro měrné tratě Olše V Dětmovicích (1D přístup) a Věřňovicích (2D přístup) se přikláněl dokonce k průtoky většímu než Q_{100} – cca $1100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

3 Přehled podkladů

Použité podklady pro zpracování studie byly čerpány z archivů zpracovatelů a správce toku. Hydrologická data byla poskytnuta Českým hydrometeorologickým ústavem - pobočkou v Ostravě.

3.1 Topografická data

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

3.1.1 Mapové podklady

- Rastrové základní mapy (RZM) 1:10 000.
- Ortofotomapy řešeného území [10] (rok pořízení 2011, velikost nejmenšího elementu ortofotomapy 5 cm).

3.1.2 Geodetické podklady

Řešené oblasti o plochách cca 41.85 km² (úsek Věřňovice - Karviná), respektive 10.05 km² (úsek Chotěbuz – Třinec) ha byly geodeticky zmapovány kombinací podrobného geodetického zaměření a stereofotogrammetrické metody v roce 2011 [07, 08]. 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 kameou UltraCAMXp a přednáletové signalizace zaměřené v terénu. Mapování proběhlo dle metodického pokynu [03]. 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 následující tabulce [3]. Ve všech profilech byly použity neovlivněné průtoky dle zpracování ČHMÚ.

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

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Plocha povodí	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti i
Olše nad Tyrou	11. 11. 2011	47.00	321.28	217	354	549		II.
Olše pod Tyrou	11. 11. 2011	46.80	351.86	236	384	594	850	III.
Olše nad Stavivou	11. 11. 2011	43.30	364.72	242	394	610		II.
Olše nad Ropičankou	11. 11. 2011	39.65	387.87	249	405	627		II.
Olše Pod Ropičankou	11. 11. 2011	39.50	421.16	271	432	652	930	II.
Olše nad Puncowkou	11. 11. 2011	38.50	425.25	271	433	655		II.
Olše nad Bobrówkou	11. 11. 2011	35.40	462.46	280	449	682		II.
Olše pod Bobrówkou	11. 11. 2011	35.30	496.91	288	462	703	990	II.
Olše nad Stonánou	11. 11. 2011	20.92	539.14	296	474	725	1030	II.
Olše nad Petrůvkou	11. 11. 2011	12.65	706.72	353	567	865	1220	II.
Olše nad Szotkowkou	11. 11. 2011	10.30	867.16	381	610	931		II.
Olše nad Lutyňkou	11. 11. 2011	6.00	1076.79	399	637	971	1370	I.

3.3 Místní šetření

Řešitel se s charakterem řeky Olše seznámil velmi dobře již v minulosti v souvislosti s řešením studií odtokových poměrů na Olši [12] a jejím přítocích Sadovém potoce [14], Petrůvce [15], Karvinské Mlýnce [16] nebo podrobné studie levostranného přítoku Olše v Třinci – bystřiny Tyry [18]. Podrobný terénní průzkum Olše absolvoval i v souvislosti s řešením studie [17].

V roce 2012 absolvoval autor několik terénních šetření na Olši v rozmezí července až září. Kromě jiného byla zaměřena i na problematiku připravované těžby uhlí v oblasti mezi částí Karviné – Staré Město a Dětmovicemi. Tato skutečnost významným způsobem ovlivní v budoucnu charakter řeky Olše v tomto území. Dopady na Olši řeší souběžně studie OKD, a.s., na jejímž řešení se autor také spolupodílí.

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

- [01] Zadávací dokumentace k veřejné zakázce, podle zákona č. 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách. Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Opavě, úsek Kravaře – Držkovice. Zadavatel: Povodí Odry, s.p., Varenská 49, 701 26 Ostrava 1. Ostrava, 2010.
- [02] Posílení rizikové analýzy a stanovení aktivních zón v českém vodním hospodářství. Ministerstvo zemědělství ČR, květen 2004.
- [03] Metodický pokyn č.j.: 28181/2005-16000 k zadávání fotogrammetrických činností pro potřeby vymezování záplavových území. Ministerstvo životního prostředí. Praha, listopad 2005.
- [04] Metodika stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území. Ministerstvo životního prostředí. Brno, prosinec 2008.

- [05] Metodika tvorby map povodňových nebezpečí a povodňových rizik. Ministerstvo životního prostředí, březen 2012.
- [06] Sdělení ZP17/2011 odboru ochrany vod MŽP o aktualizaci Metodiky tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik. 2011.
- [07] Geodetické zaměření řeky Olše v úseku Třinec - Český Těšín, Pöry Environment, a.s.
- [08] Geodetické zaměření řeky Olše v úseku Karviná - Věřňovice, Aquageodet, Praha
- [09] Zaměření digitálního modelu terénu řeky Olše v úseku Třinec - Český Těšín a Karviná - Věřňovice Geodis, září 2011.
- [10] Zpracování N-letých průtoků, ČHMÚ, Ostrava 2011.
- [11] Studie záplavového území na Olši a přítocích, Revital, Praha, 2002.
- [12] Studie vyhodnocení a zvládání povodňových rizik na řece Odře v úseku Bohumín – Pohanka. Revital, Praha, 2009.
- [13] Studie řeky Olše mezi hraničními znaky 298/3 – 288/1. Povodí Odry, 1996.
- [14] Návrh na stanovení záplavových území na Sadovém potoce, ř. km 0.0 – 5.2, Revital, 2005.
- [15] Návrh na stanovení záplavových území na potoce Petrůvka v úseku Závada – Marklovice.
- [16] Návrh na stanovení záplavového území na Karvinské Mlýnce, Revital, 2008.
- [17] Studie odtokových poměrů na Olši a Karvinském potoce v souvislosti s pokračováním hornické činnosti na dole ČSA – Doubrava, Kozinec. Revital, 2006
- [18] Koncepce hrazení bystřin v Beskydech – studie bystřiny Tyry. ČVUT, Fakulta stavební, 2003.
- [19] Vyhodnocení kulminačních průtoků povodně z května 2010 s využitím hydraulických výpočetních postupů, Revital, 2010.
- [20] User's Manual for FESWMS Flo2DH. Two-dimensional Depth-averaged Flow and Sediment Transport Model. Froelich, D. Release 3. September 2002. FHWA-RD03-053.
- [21] Syme, W.J. (1991) Dynamically Linked Two-Dimensional / One-Dimensional Hydrodynamic Modelling Program for Rivers, Estuaries & Coastal Waters William Syme, M.Eng.Sc (100% Research) Thesis, Dept of Civil Engineering, The University of Queensland, May 1991.
- [22] Povodňový informační systém. www.povis.cz (ověřený přístup 5. 3. 2013).

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

- [51] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [52] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [53] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [54] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [55] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [56] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [57] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [58] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [59] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [60] 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).
- [61] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [62] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [63] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Podklady byly seříděny a analyzovány. Pro potřeby 2D numerického modelování jsou vstupní data velmi podrobná. Zaměření dvou hran s výškovým rozdílem 25 cm, výškový rozdíl komunikace a chodníku, nemusí být topografií při diskretizaci náhradní oblasti vystihnout. Zájmová lokalita je polohopisem, výškopisem a hydrologickými daty dostatečně pokryta. Podrobnost ortofotomap je pro určení druhu pokryvu vynikající, lze stanovit počet šablon střešní krytiny rodinného domu. N -leté průtoky řeky Olše jsou ve II. třídě přesnosti a jejich směrodatná chyba pro průtok větší než Q_{20} je 30 % [52].

4 Metodika tvorby modelu

Proudění v zájmovém území bylo simulováno 2D numerickým modelem FESWMS [20], který je založen na metodě konečných prvků. Výjimkou byl model Detmarovice vyřešený pomocí nástroje TUFLOW založeném na metodě konečných diferencí. Příprava výpočetní sítě, další parametry modelu a prezentace výsledků byly zpracovány s využitím programu SMS. Tento přístup byl vhodný zejména v případě proudění průtoků Q_{500} , kdy dochází k rozsáhlému vybřežení hladiny. Naopak v případě malých povodňových průtoků (například Q_5 a Q_{20}) v korytech s řadou spádových objektů (například Český Těšín) by řešení s využitím 1D přístupu přineslo alespoň z pohledu průběhu hladin možná přesnější výsledky.

4.1 Vytvoření digitálního modelu terénu (DMT)

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.

4.2 Hydrodynamický model

Výpočtový program SMS 11.0 (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. Nejvýznamnější řídicí rovnice 2D proudění jsou:

$$\text{Rovnice spojitosti: } \frac{\partial Z_h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = q_m.$$

Pohybové rovnice:

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{q_x^2}{h} + \frac{gh^2}{2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\beta \frac{q_x q_y}{h} \right) + gh \frac{\partial Z_d}{\partial x} + \frac{h}{\rho} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \Omega q_y + \frac{1}{\rho} \left[\tau_{dx} - \tau_{hx} - \frac{\partial(h\tau_{xx})}{\partial x} - \frac{\partial(h\tau_{xy})}{\partial y} \right] = 0,$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{q_x q_y}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\beta \frac{q_y^2}{h} + \frac{gh^2}{2} \right) + gh \frac{\partial Z_d}{\partial y} + \frac{h}{\rho} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \Omega q_x + \frac{1}{\rho} \left[\tau_{dy} - \tau_{hy} - \frac{\partial(h\tau_{xx})}{\partial x} - \frac{\partial(h\tau_{xy})}{\partial y} \right] = 0.$$

Způsob výpočtu Reynoldsových napětí: Bousinesq – princip turbulentní viskozity:

$$\tau_{xx} = \rho \nu_t \left(2 \frac{\partial v_x}{\partial x} \right); \tau_{xy} = \tau_{yx} = \rho \nu_t \left(\frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x} \right); \tau_{yy} = \rho \nu_t \left(2 \frac{\partial v_y}{\partial y} \right).$$

Výpočet turbulentní viskozity podle Smagorinského:

$$v_t = v_{t0} + c_1 v_* h + c_2 |J| \sqrt{\left(\frac{\partial v_x}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v_y}{\partial y}\right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x}\right)^2}.$$

Vliv tření o omočený obvod:

$$\tau_{zx} = \rho \frac{gn^2}{h^{1/3}} \sqrt{1 + \left(\frac{\partial Z_d}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial Z_d}{\partial y}\right)^2} \frac{q_x \sqrt{q_x^2 + q_y^2}}{h^2},$$

$$\tau_{zy} = \rho \frac{gn^2}{h^{1/3}} \sqrt{1 + \left(\frac{\partial Z_d}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial Z_d}{\partial y}\right)^2} \frac{q_y \sqrt{q_x^2 + q_y^2}}{h^2}.$$

Řídící rovnice jsou v modelu TUFLOW řešeny pomocí metody konečných diferencí, a to s využitím metody Stellinga [20]

4.3 Sestavení hydrodynamického modelu

Základem řešení je výpočtová síť. Polygony pro její tvorbu byly zpracovány nad digitálním modelem terénu a osazenými ortofotomapami. Linie polygonů byly tak vytvářeny jak z pohledu odporů terénu (materiálové typy), tak z potřeby zachycení zejména významných terénních hran, kterými byly břehové hrany koryta, paty břehových svahů, hrany koruny hrází a případně i komunikací. Dále linie polygonů respektovaly i všechny významné stavby a další neprůtoční objekty. V takových to místech potom nebyla výpočetní síť vytvářena a byla zajištěna neprůtočnost. Polygony byly dále tvořeny s úmyslem preferovat při vyplnění polygonů elementy čtyřúhelníkového tvaru nad trojúhelníkovými. Velikost elementů byla volena v rozsahu od 6 do 8 metrů. V pásech břehů a dna koryta byly použity i elementy o menším rozměru, naopak v širokých nezastavěných říčních nivách bez výrazných terénních nerovností byl rozměr elementů zvýšen na cca 10 m.

Ze sestavené výpočetní sítě (u čtyřúhelníkových elementů byla použito 9 bodové řešení) byly následně převzaty souřadnice všech výpočtových bodů, pro které byly z digitálního modelu terénu [09] pomocí programové ho prostředku Atlas napočítány výšky přesně v místě výpočtových bodů. Tím byla zajištěna správnost těchto hodnot i v okolí terénních hran (ochranné hráze apod.). Takto získaný soubor byl následně načten Scatter a s využitím nástroje lineární interpolace byly výšky přiřazeny výpočtovým bodům. Protože byla poloha bodů Scatter souboru shodná s polohou bodů výpočetní sítě, nebylo již potřeba dělat žádnou úpravu výšek

4.3.1 Schematizace oblasti

Oba řešené úseky byly pro urychlení výpočtu rozděleny na dílčí modely. Pro popis charakteru proudění je důležité sledovat jednotlivé proudy v jejich směru. Proto bude následující postup řešit nejprve horní úsek ve směru od Třince po Český Těšín. Tento úsek byl řešen pomocí dvou modelů s názvy **Trinec** a **Tesin** s určitým přesahem. Konce obou modelů se nacházely v sevřeném úseku na úrovni ČOV Třinec. Oba modely umožňovaly výpočet pro celou sadu povodňových průtoků. Zejména model Těšína byl uzpůsoben narůstajícímu průtoku z mezipodolí, Součástí modelu byly proto i části úseků koryt Ropičanky a Sadového potoka na české straně a Puncowky a Bobrovky na polské straně. Nakonec se ukázalo, že vliv zpětného vzduť zejména na průběh hladiny v Ropičance byl značně přeceněn a model byl v této části zbytečně rozsáhlý.

V obou lokalitách byla věnována velká pozornost digitalizaci všech neprůtočných objektů. V Třinci se přitom jednalo o řadu ochranných zdí, které byly všechny do výpočetní sítě zahrnuty.

Základní schéma rozdělení úseku na dva modely je ukázáno na obrázku 2, výpočetní síť obou modelů na obrázcích 3 a 4.

Tabulka 4 – Základní parametry jednotlivých výpočtových modelů úseku Olše Chotěbuz - Třinec

Označení výpočtového modelu	Zahrnuté obce	Počet prvků	Počet bodů
Třinec	Třinec	55 716	227 949
Tesin	Český Těšín	87 476	336 904

Obrázek 2 – Schéma rozdělení úseku Chotěbuz - Třinec na výpočtové modely

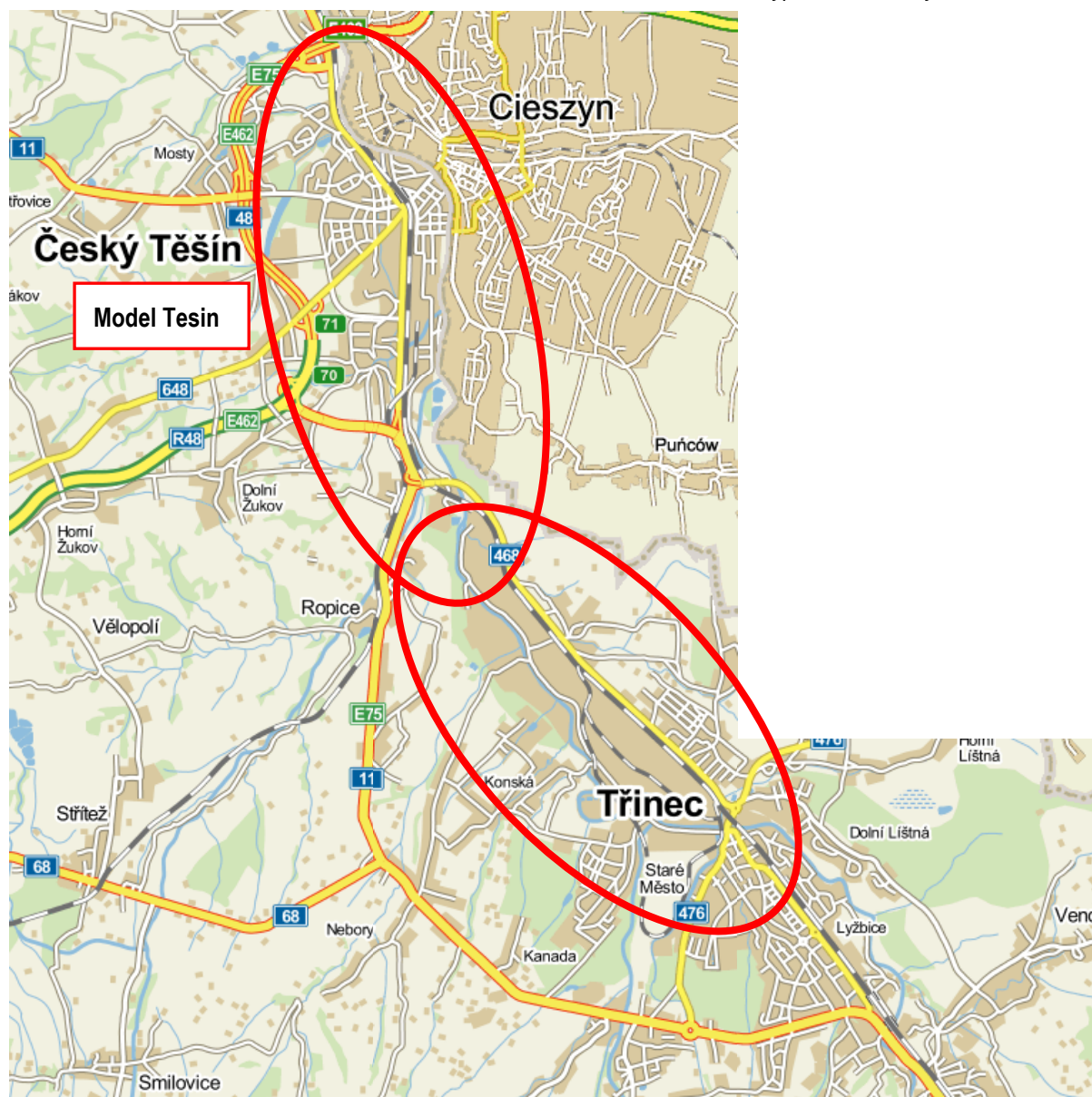
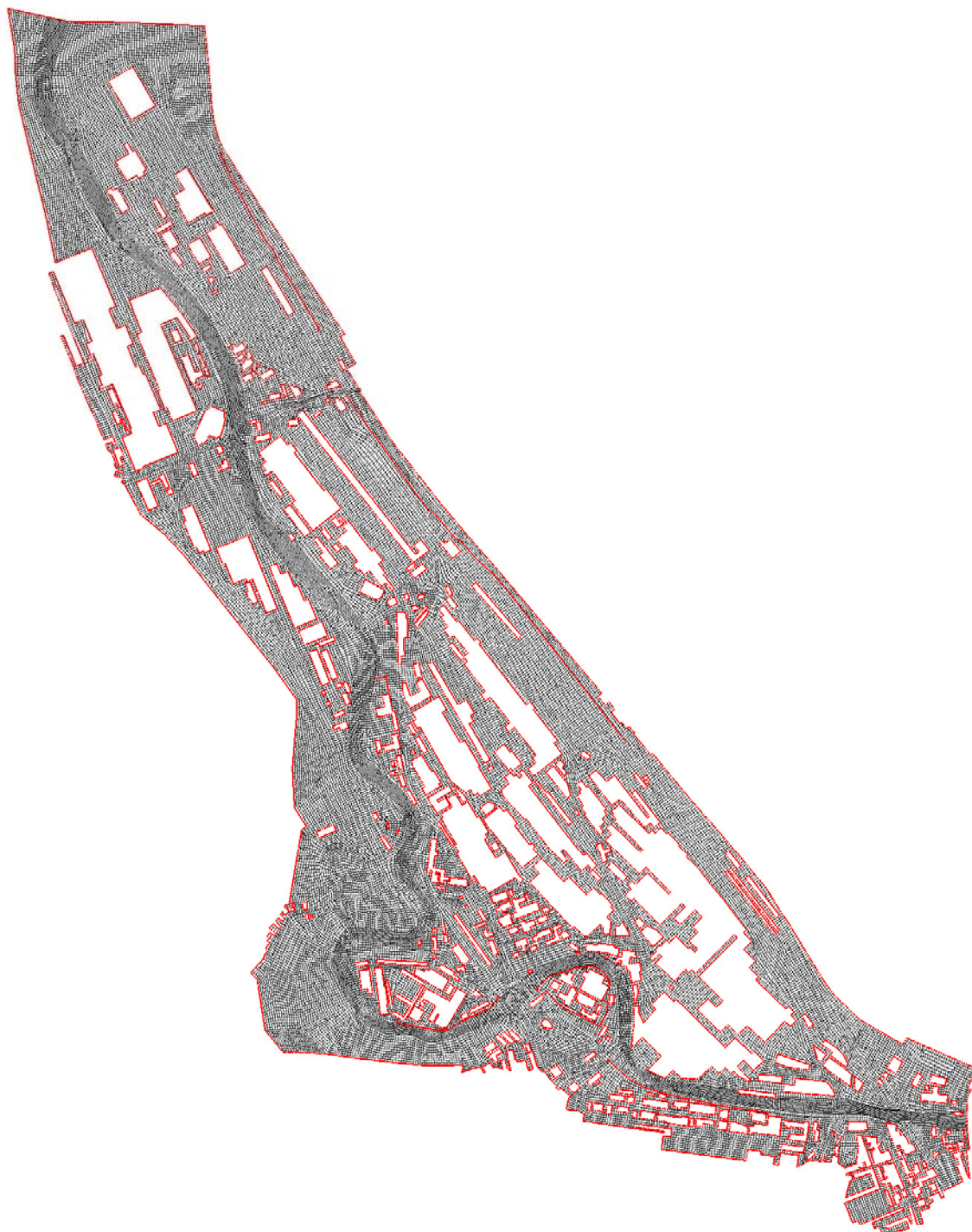


Schéma výpočetních sítí obou modelů jsou přiloženy na dalších obrázcích [3] a [4].

Obrázek 3 – Schéma výpočetní sítě modelu Trinec



Obrázek 4 – Schéma výpočetní sítě modelu Tesin



Daleko složitější situace byla v případě modelování druhého úseku. V případě přelití hrází (na většině úseků při průtoku Q_{500}) zde dochází za povodně k nezávislému proudění v několika samostatných proudech. Protože při přepadu přes těleso hráze dochází k hydraulickým jevům, které model FESWMS neumí často správně řešit a dojde k přerušení proudu, bylo v těchto případech sestaveno několik modelů, která na sebe navazují. Prvním byl model **Darkov**, jehož cílem bylo modelování proudění v ohrázaném korytě Olše od „rájeckého jezu k silničnímu mostu na ulici Ostravské. V místech, kde úroveň hladiny vycházela vyšší než linie ochranných hrází, byly pro navazující modely **Karvina** a **Stareместо** navrženy nátokové linie. Velikost přepadajícího průtoku byla stanovena výpočtem průtoku přepadem přes širokou korunu hráze. Kromě koryta Olše byla modelem **Darkov** řešena i část levé inundace Olše, do které přitéká za průtoku Q_{500} část průtoku, který se bude za tohoto průtoku vylévat z výše ležících úseků Olše.

Model **Karvina** modeluje území, kam přepadá voda nad železničním mostem na trati Bohumín – Karviná. Voda v tomto prostoru proudí kolem železniční trati směrem k autobusovému a vlakovému nádraží a dále je odváděna uzavřeným profilem Karvinské Mlýny skrz těleso železniční tratí do plochy mezi Olší a částí Karviné Staré město. Dolní okrajovou podmínkou modelu Karviná je právě tento propustek. Další model **Stareместо** má ve variantě pro Q_{500} několik nátoků. Jednak to je hlavní proud vody, která přitéká korytem Olše. Menší průtok Přitéká do části za pravobřežní hrází Olše mezi železničním mostem a silničním mostem na úrovni ulice Ostravské. Dalším nátokem je proud, který mezi oběma mosty přepadá přes těleso levobřežní hráze směrem ke korytu Stonávky. A nakonec to jsou nátoky bočních přítoků Železárenského potoka, Karvinského potoka a zejména Stonávky. Model **Stareместо** pro průtoky Q_{100} a menší má nátoky jen z koryta Olše a uvedených bočních přítoků. Model **Stareместо** končí v profilu železničního mostu pod jezem v Dětmárovicích.

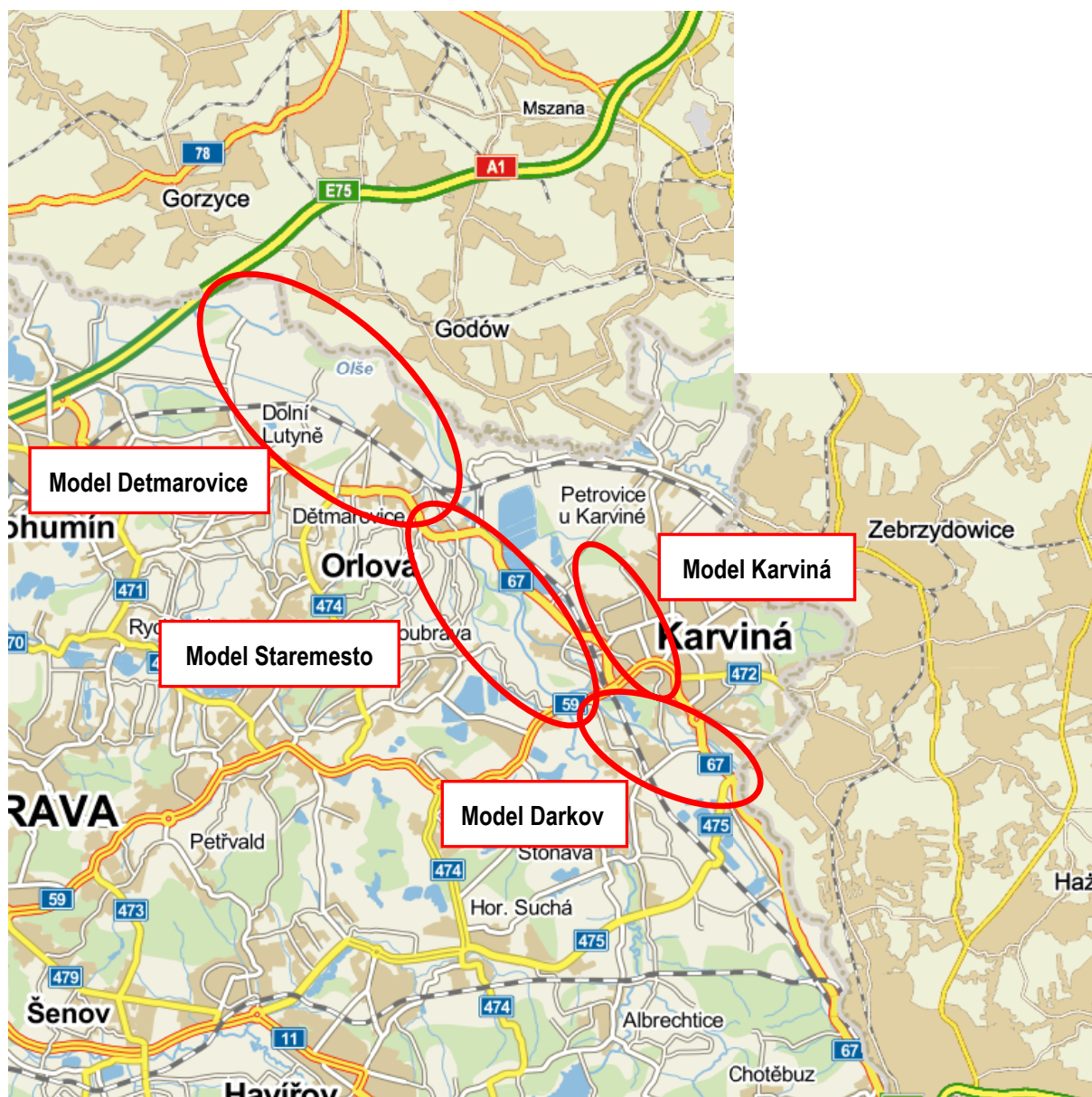
Poslední model řeší úsek od Dětmárovického jezu až k dálničnímu mostu u Věřňovic. Vzhledem k velké šíři a délce území, které není až na obec Věřňovice zastavěno, byl pro toto území použit model založený na metodě konečných diferencí, který je také součástí programového prostředí SMS. Aby bylo možné dobře zohlednit vliv ochranných hrází, které se zde nacházejí v úseku od železničního mostu až k soutoku s Petrůvkou, byla použita vzdálenost výpočtových bodů 2 m.

Přehledná situace navazujících modelů je znázorněna na obrázku 5, výpočetní síť obou modelů na obrázcích 6, 7 a 8. Základní parametry modelů druhého úseku jsou přiloženy do tabulky 5.

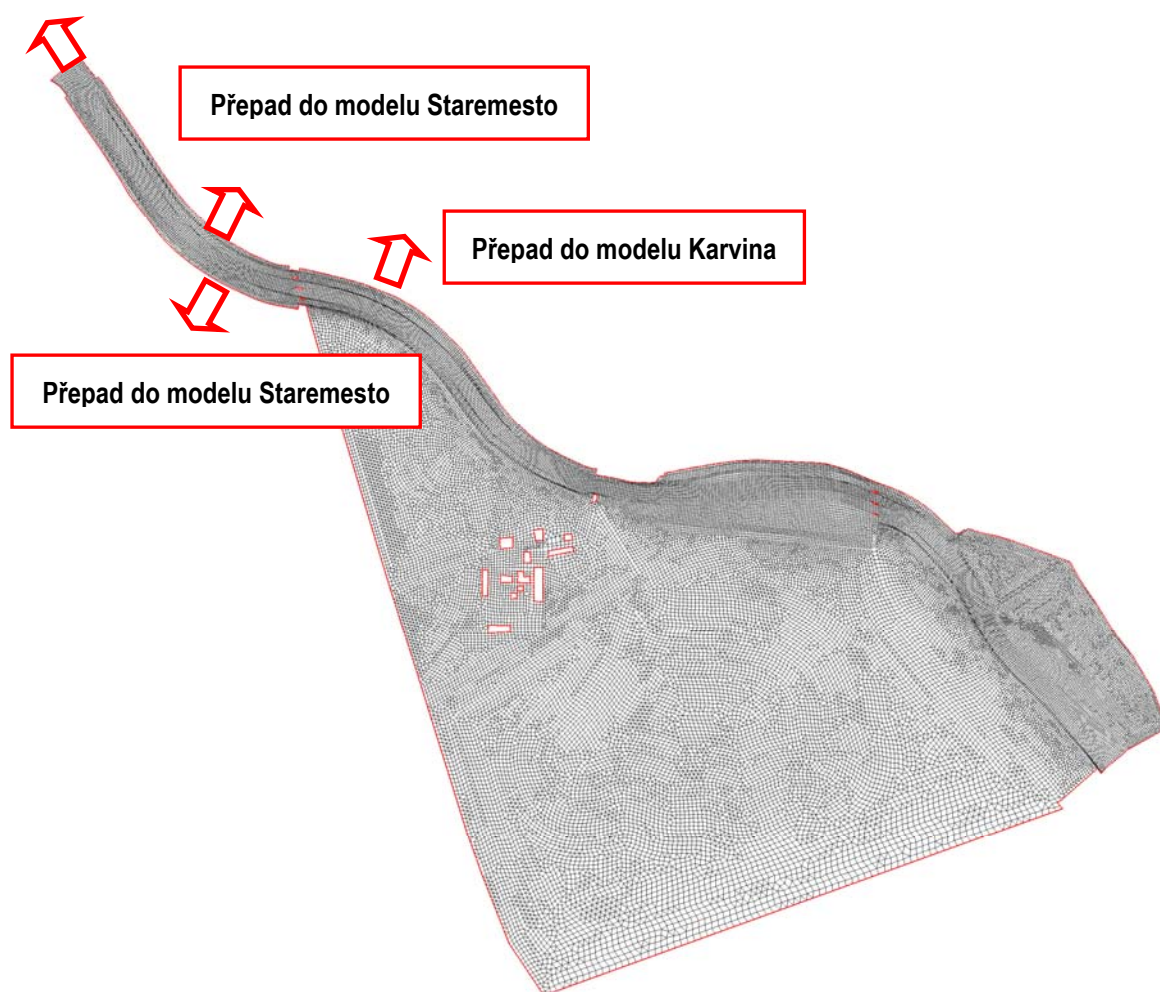
Tabulka 5 – Základní parametry jednotlivých výpočtových modelů

Označení výpočtového modelu	Zahrnuté obce	Počet prvků	Počet bodů
Darkov	Karviná (část Darkov)	51 291	145 477
Karvina	Karviná (centrum města)	19 457	67 840
Stareместо_Q500	Karviná (část Staré město), Dětmárovice (část Koukolná)	103 476	361 809
Stareместо_Q100	Karviná (část Staré město), Dětmárovice (část Koukolná)	95 719	338 147
Detmarovice	Dětmárovice (části Koukolná a Vínovice), Závada		5 465 024

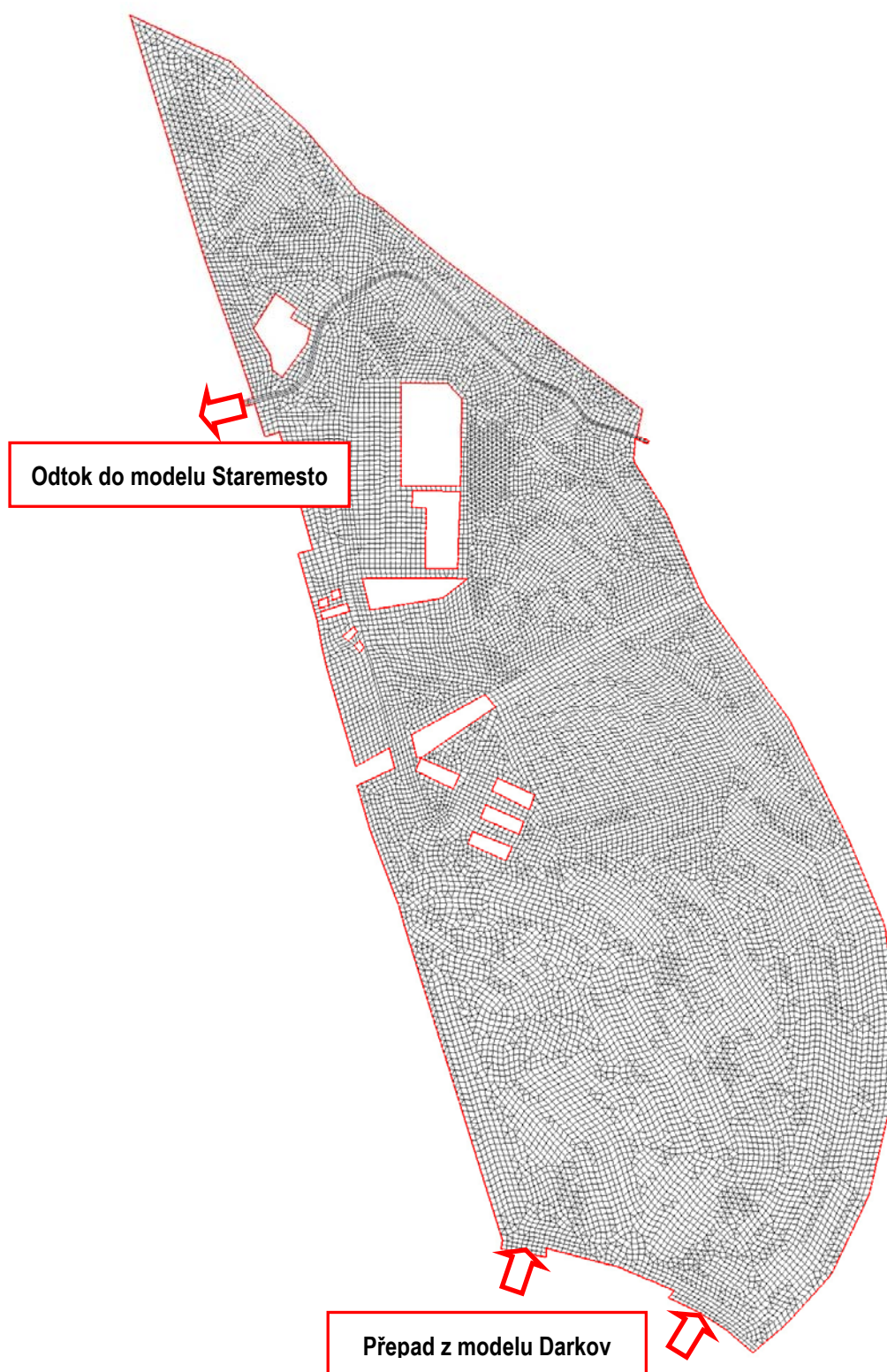
Obrázek 5 – Schéma rozdělení úseku Věřňovice – Karviná na výpočtové modely



Obrázek 6 – Schéma výpočetní sítě modelu Darkov i s napojením na navazující modely



Obrázek 7 – Schéma výpočetní sítě modelu Karvina i s napojením na navazující modely



Obrázek 7 – Schéma výpočetní sítě modelu Staremosto i s napojením na navazující modely



Výčet mostů s uvedením úrovně dolní a horní mostovky je v následující tabulce [6].

Tabulka 6 – Výčet mostů v obou řešených úsecích Olše

Objekt	Staničení [ř. km]	Staničení [TPE]	Dolní mostovka [m n. m.]	Horní mostovka [m n. m.]
Silniční most Věřňovice	7.295	6.995	203.98	204.62
Železniční most Bohumín - Petrovice	14.910	15.045	214.71	216.73
Železniční most Petrovice -	15.620	15.750	215.06	215.70
Silniční most Koukolná	15.955	16.090	215.47	218.48
Silniční most na ulici Ostravská	21.630	21.730	227.44	229.25
Železniční most Karviná - Český Těšín	22.705	23.750	229.25	230.10
Silniční most v Darkově	23.760	23.805	232.17	233.43
Silniční most v Darkově	24.570	24.600	235.13	236.19
Most obchvatu	34.985	35.030	nebylo zaměřeno	nebylo zaměřeno
Železniční most v Českém Těšíně	36.495	36.512	268.80	269.67
Silniční most v Českém Těšíně	37.170	37.202	271.11	272.96
Silniční most v Českém Těšíně	37.925	37.947	272.69	273.65
Lávka pro pěší	38.240	38.257	275.66	276.56
Silniční most v Č.Těšíně - Baliny	41.020	41.005	285.00	286.73
Železniční most v Č.Těšíně	41.185	41.210	285.37	287.05
Silniční most v Č.Těšíně	41.210	41.225	284.69	287.22
Železniční most v Trinci	42.185	42.180	287.04	291.02
Silniční most v Trinci	42.500	42.540	289.67	290.66
Silniční ocelový most v Trinci	43.135	43.160	289.45	291.53
Lávka v Trinci	43.145	43.165	289.50	291.52
Silniční ocelový most	43.320	43.320	298.64	298.65
Lávka	44.320	44.305	295.72	298.42
Silniční betonový most v Trinci	44.775	44.690	294.14	295.50
Železniční most v Trinci	46.200	46.130	299.07	301.70
Silniční most v Trinci	46.275	46.200	298.30	299.94
Ocelový most	47.025	47.074		
Železniční most v Trinci	47.595	47.513	302.09	303.57

Objekt	Staničení [ř. km]	Staničení [TPE]	Dolní mostovka [m n. m.]	Horní mostovka [m n. m.]
Železniční most	47.610	47.532	302.13	303.41
Silniční most v Třinci	47.640	47.555	302.00	303.51
Železniční most v Třinci	47.790	47.699	303.92	306.60

4.3.2 Hydraulické řešení objektů

V řešeném úseku křížuje koryto Olše řada mostních objektů (silničních, železničních mosty, lávky i potrubní mosty). Ve všech případech byl použit 2D výpočetní přístup. Velikost výpočetních buněk v profilech mostů byla volena tak, aby byla přesně modelována šířka mostního otvoru mezi případnými břehovými opěrami. Protože je koryto na převážné délce řešeného úseku upraveno, a to často s využitím širokého dvojitého lichoběžníkového průřezu (kyneta + 2 bermy + hráze), konstrukční řešení bez středových pilířů by bylo obtížně realizovatelné. V těchto případech byla výpočetní síť délce, šířce a směru pilířů přizpůsobena a v místě pilířů nebyly výpočetní elementy vytvořeny. Všechny mostní objekty umožňují při průtoku Q_{100} dle 2D výpočtu proudění mostním profilem s volnou hladinou. Proto nebyl při výpočtech použit výpočetní nástroj modelu FESWMS umožňující řešení tlakového proudění.

Jezové objekty byly také řešeny pomocí 2D přístupu. Z důvodu potřeby zajištění stability výpočtu byly skokové výškové rozdíly mezi přelivnou hranou a podjezím oproti skutečnosti nahrazeny postupným vysvahováním dna se zvýšenou drsností – tedy jako balvanitý skluz. Jezový objekt v Dětmovicích je tvořen 2 poli se středovým pilířem. Jeho vliv na proudění byl zohledněn podobně jako u mostů. V jeho okolí byla výpočetní síť přizpůsobena jeho šířce a délce a v jeho místě nebyly výpočetní elementy vytvořeny.

4.3.3 Hydraulické parametry výpočtu

V případě modelování pomocí 2D matematické modelů je potřeba při řešení zvolit správné parametry modelující odpory, volané tečným napětím a to jak „turbulentním“, tak tečným napětím na obtékaném povrchu. Zatímco v případě 1D modelů jsou oba tyto jevy vyčísleny velikosti součinitele drsnosti, v případě 2D modelů vstupují do řešení ještě i modely turbulence. Na základě zkušeností s výpočty v rámci rozsáhlé studie [12] byla při výpočtech změněna hodnota viskozity z hodnoty default hodnoty 5 na 0.5.

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 zásadní roli hloubka, například v hustě zarostlém lese při hloubkách v desítkách cm nebude voda prakticky vůbec proudit a hodnoty součinitele drsnosti třeba použít větší, než při velkých hloubkách. Tento princip byl při výpočtu použit u většiny povrchů.

Tabulka 7 – Ohodnocení povrchů součinitelem drsnosti

Název	Popis	Součinitel drsnosti
Koryto Olše		
Koryto Olše	Upravené koryto v Třinci	0,0425
Koryto Olše	Upravené koryto Olše v Českém Těšíně po kalibraci na povodeň 2010	0,038
Koryto Olše	Upravené koryto Olše od rajeckého jezu až po špluchovský jez	0,040
Kyneta Olše	Mírně zarostlé koryto Olše od špluchovského jezu po dětmarovický jez	0,045
Berma Olše	Berma Olše mírně zarostlé vrbovým náletem	0,050
Koryto Olše	Upravené koryto Olše od dětmarovického jezu po přítok Petrůvky	0,040
Koryto Olše	Přirozené koryto Olše pod soutokem s Petrůvkou	0,050
Vybrané plochy inundace (hodnoty součinitele drsnosti závislé na hloubce vody)		
Pole	Středně zarostlé pole	0,05 až 0.1
Trávníky	Zarostlý kanál či odstavené zarostlé rameno.	0,03 – 0.05
Silnice	Silnice a asfaltové plochy s možným výskytem parkujících vozů	0.03 – 0.05
Zahrady	Zahrádkářské kolonie s kůlnami a ploty	0.1 – 0.2
Křoviny	Plochy nepravidelně zarostlé křovinami	0.06 – 0.15
Les	Hustý les	0.10 – 0.20

4.3.4 Okrajové podmínky

Horní okrajové podmínky jak pro proudění v Olši, tak i pro přítoky byly použity z hydrologických podkladů ČHMÚ [10] viz tabulka [3]. Průtoky z mezipřítoků byly stanoveny z rozdílu hodnot pro profily Olše.

Dolní okrajové podmínky pro dolní konce obou úseků byly převzaty ze starších studií, které se Olši zabývaly. V případě úseku Věřňovice - Karviná, to byly výstupy ze studie [12], pro druhý úsek Chotěbuz – Trinec z práce [13]. Směrem proti proudu byly potom v modelech použity výsledky průběhu hladin z níže ležícího modelu

Tabulka 8 – Hodnoty dolních okrajových podmínek pro koryto Olše v dílčích modelech obou řešených úseků

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.]
Detmarovice	5.98	199.85	200.35	201.10	201.60
Staremesto	14.92	212.25	213.00	214.00	215.00
Darkov	21.90	225.45	225.95	226.35	226.70
Tesin	34.76	261.70	262.20	263.10	264.00
Trinec	41.83	284.80	285.30	286.10	286.50

4.3.5 Kalibrace a verifikace modelu

Kalibrace modelu byla provedena pro poslední mimořádně významnou povodeň, která zasáhla povodí Olše na konci jara 2010. Jak již bylo podrobněji popsáno v kapitole 2.2, N-letost povodně se ve směru toku vyvíjela. Na počátku řešeného úseku v Třinci nebyla hodnota N přesně stanovena, průtok Q_{100} každopádně nebylo dosaženo a k vytlíčení vody z koryta v oblasti zástavby nedošlo. Centrum Českého Těšína na Q_{100} ochráněno není. Na několika místech (zejména polské straně) k rozlivu do zástavby došlo. Na stránce www.youtube.com zhlédli řešitel celou řadu video záznamů, ze kterých rozsah záplavy vyplýval. Přesné údaje o kulminační hladině, které byly použity pro přesnou kalibraci, byly získány ze dvou limnigrafických stanic. Česká stanice se nachází v lokalitě Baliny ještě nad zaústěním Ropičanky. Polská stanice leží níže po proudu již v centru města Český Těšín. V mezi úseku jsou do Olše postupně zaústěny na české straně Ropičanka a Sadový potok, na polské straně potom Punowka. Za povodně 2010 byla i povodí těchto toků zasažena významnými srážkami. Zatímco ČHMÚ stanovila kulminační průtok ve své stanici jako $545 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, polská strana stanovila kupodivu kulminační průtok ještě menší $505 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Protože i pro kontrolní 1D výpočty vycházely pro tento průtok hladiny významně na nižší úrovni než 271.00 m n.m. , bylo nadále pracováno jen s Českým odhadem, který po zohlednění mezipřítoků, stanovil kulminační průtok pro úsek pod zaústěním Puncowky – tedy v centru Českého Těšína – jako $610 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

První výpočty byly realizovány pro drsnost koryta i břehů Olše 0.04 , spočítané hodnoty vycházely o 10 až 15 cm vyšší, prakticky shodných hodnot bylo dosaženo po snížení n na 0.038 . Výsledky kalibrace jsou uvedeny v tabulce [9]. Na takto nepatrně upraveném modelu byly dále realizovány všechny výpočty v úseku Chotěbuz-Třinec.

Tabulka 9 – Výsledky kalibrace 2D modelu v úseku Olše v Českém Těšíně

Profil	Staničení [ř.km]	Poloha JTSK	Vodní stav [cm]	Úroveň hladiny [m n.m.]	Hladina 2D model [m n.m.]
LS ČHMÚ Baliny	41.0	X=1116665, Y=446875	545	282.85	282.80
polská LS	37.5	X=1113575, Y=446515	789	271.00	270.97

Podél Karviné je Olše ohrázována, zaplavení města proto nedošlo s výjimkou levého břehu naproti Lázním Darkov, kde je kapacita levostranné hráze menší než Q_{100} . Zde se nachází jen pár rodinných domů. Úrovně hladiny zde zaměřeny nebyly. Na stránce www.youtube.com řešitel zhlédl videozáznam z místa, kde bylo patrné, jak násep železniční trati Bohumín – Karviná vrací vodu přes ochrannou hráz zpět do koryta Olše. Rozsah přelévání byl v souladu s výsledky modelu Darkov.

V oblasti dalšího vybřežení vody z koryta – mezi Starým Městem a Koukolnou – v záplavovém území žádná zástavba nestojí, zaměřené úrovně povodňové hladiny proto logicky nejsou k dispozici.

Poslední oblast, kde došlo za povodně k zaplavení obytných budov byla část zástavby obce Věřňovice. Zde autor této studie využil vlastní podklady o průběhu povodně z května 2010, které zajistil při zpracování studie [19]. Umístění stop v souřadném systému JTSK bylo provedeno jen orientačně. Porovnání úrovní těchto stop s výsledky 2D modelu je zpracováno v tabulce [10], jejich schematické umístění na obrázku [8].

Obrázek 8 – Umístění zaměřených stop po kulminační hladině za povodně 2010 v okolí obce Věřňovice



Tabulka 10 – Výsledky verifikace 2D modelu Detmarovice v oblasti obce Věřňovice

Popis	Poloha JTSK	Úroveň hladiny 2010 [m n.m.]	Hladina 2D model [m n.m.]	Poznámka
Plot na okraji zástavby nad silničním mostem	X=1092155, Y=459815	202.70	203.05	
Plot na okraji zástavby nad silničním mostem	X=1092075, Y=459845	202.65	202.83	
Bouda pod silničním mostem	X=1091870, Y=459955	202.53	202.53	
LS stanice Věřňovice	X=1091810, Y=459940	202.67	202.46	Vodočet 715 cm
Plot na okraji zástavby pod silničním mostem	X=1091825, Y=460025	202.45	202.47	
Plot na okraji zástavby pod silničním mostem	X=1091795, Y=460050	202.38	202.25	
Plot na okraji zástavby pod silničním mostem	X=1091970, Y=460930	201.74	201.51	
Plot na okraji zástavby pod silničním mostem	X=1091900, Y=460860	201.75	201.65	

5 Výstupy z modelu

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

Výstupy z modelu

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.

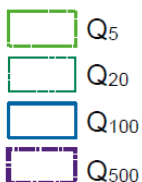
Hodnoty veličin jsou pro řešené průtoky zpracovány v grafickém zobrazení map záplavových čar, map povodňového nebezpečí, map úrovní hladin, datových polí (*.txt) a psaného podélného profilu dokládáných v tištěné podobě nebo na přiloženém DVD. Pro mapy úrovní hladin je použita proměnná barevná škála s výškovým rozdílem intervalu zobrazení 0,5 m.

5.1 Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

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 [05].

Obrázek 8 – Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

Záplavové čáry

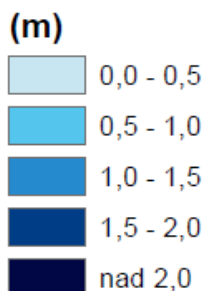


5.2 Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

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 [05].

Obrázek 9 – Definice barev a intervalů hloubek

Hloubky



5.3 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 [05].

Obrázek 10 – Definice barev a intervalů rychlostí

Rychlosti

(m/s)

	0,0 - 0,5
	0,5 - 1,0
	1,0 - 1,5
	nad 1,5

5.4 Mapy povodňového nebezpečí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí jako hloubka a rychlost proudu jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , kde hranice rozlivů jsou doprovodnými informacemi pro příslušné scénáře. Obrysy budov uvažovaných v numerickém modelu jsou zobrazeny bez linie. Charakteristiky jsou podloženy RZM v odstínu šedé a vyobrazená proměnná má velikost pixelu 1 m.

6 Přílohy

6.1 Psaný podélný profil

V tabulce [11] je uveden psaný podélný profil Odry v Odrách. 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 horního čela mostovky, a červenou čarou, pokud dojde k zatopení horního čela mostovky.

Tabulka 11 – Podélný profil Lučiny

Staničení	TPE	Popis objektu	Úroveň hladiny [m n.m.] při průtoku			
[ř.km]	[ř.km]		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
Úsek Věřňovice - Karviná						
7.295	6.995	Silniční most Věřňovice	201.27	202.03	202.45	203.13
		Soutok s Petrůvkou	208.37	208.76	209.17	209.53
14.910	15.045	Železniční most Bohumín - Petrovice	211.18	212.04	212.98	213.44
15.620	15.750	Železniční most Petrovice -	212.52	213.33	214.20	214.85
15.955	16.090	Silniční most Koukolná	214.39	214.82	215.20	216.03
16.000			214.48	214.99	215.44	216.38
16.500			215.42	215.8	216.08	216.87
17.000			216.53	216.92	217.10	217.43
17.500			216.73	217.12	217.29	217.64
18.000			217.32	217.81	218.09	218.19
18.500			218.95	219.31	219.5	219.61
19.000			219.66	220.09	220.28	220.39
19.500			220.64	221.07	221.35	221.53
20.000			221.6	222.09	222.42	222.77
20.500			223.49	223.97	224.29	224.52
		Soutok se Stonávkou	223.86	224.31	224.62	224.93
21.000			224.03	224.47	224.78	225.10
21.500			225.06	225.57	225.95	226.04
21.630	21.730	Silniční most na ulici Ostravská	225.38	225.91	226.31	226.46

Staničení	TPE	Popis objektu	Úroveň hladiny [m n.m.] při průtoku			
[ř.km]	[ř.km]		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
22.000			226.44	226.79	227.18	227.72
22.500			227.37	227.81	228.23	228.83
22.705	23.750	Železniční most Karviná - Český Těšín	227.70	228.17	228.66	229.34
23.000			229.14	229.52	229.91	230.62
23.500			230.23	230.65	230.87	231.37
23.760	23.805	Silniční most v Darkově	230.94	231.37	231.53	231.94
24.000			231.40	231.92	232.07	232.45
24.500			231.64	232.15	232.34	232.72
24.570	24.600	Silniční most na ulici Bohumínské	231.83	232.31	232.56	232.97
25.000			233.78	234.17	234.57	235.06
Úsek Český Těšín - Třinec						
34.985	35.030	Most obchvatu	262.33	262.62	263.41	264.28
35.000			262.38	262.67	263.46	264.34
35.500			263.25	263.61	264.38	264.99
36.000			264.38	264.89	265.85	266.47
36.495	36.512	Železniční most v Českém Těšíně	266.10	266.52	267.64	268.38
36.500			266.14	266.58	267.66	268.46
37.000			267.88	268.30	269.32	270.08
37.170	37.202	Silniční most v Českém Těšíně	268.87	269.34	270.72	271.70
37.500			269.53	270.02	271.28	272.29
37.925	37.947	Silniční most v Českém Těšíně	270.45	270.93	272.08	272.91
38.000			270.60	271.06	272.24	273.19
38.240	38.257	Lávka pro pěší	271.03	271.46	272.51	273.50
38.500			271.60	272.06	273.24	274.20
39.000			273.45	273.88	274.87	275.52
39.500			275.46	275.84	277.02	277.72
40.000			280.14	280.56	281.33	281.85

Staničení	TPE	Popis objektu	Úroveň hladiny [m n.m.] při průtoku			
[ř.km]	[ř.km]		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
40.500			280.67	281.09	281.83	282.32
41.000			281.98	282.42	283.24	283.81
41.020	41.005	Silniční most v Č.Těšíně - Baliny	282.04	282.49	283.35	283.93
41.185	41.210	Železniční most v Č.Těšíně	282.47	282.89	283.86	284.38
41.210	41.225	Silniční most v Č.Těšíně	282.59	282.98	284.02	284.54
41.500			284.02	284.52	285.40	286.33
42.000			285.27	286.04	287.00	287.65
42.185	42.180	Železniční most v Třinci	285.73	286.68	287.82	288.62
42.500	42.540	Silniční most v Třinci	286.38	287.43	288.61	289.59
43.000			287.78	288.42	290.04	290.89
43.135	43.160	Silniční ocelový most v Třinci	287.81	289.05	290.37	291.30
43.145	43.165	Lávka v Třinci	287.85	289.08	290.41	291.39
43.320	43.320	Silniční ocelový most	288.10	289.32	290.70	291.80
43.500			288.55	289.77	291.09	292.16
44.000			289.52	290.40	291.64	292.64
44.320	44.305	Lávka				
44.500			291.45	292.55	293.79	294.95
44.775	44.690	Silniční betonový most v Třinci	292.14	293.22	294.55	295.70
45.000			292.44	293.54	294.80	295.93
45.500			294.24	295.34	296.61	297.87
46.000			295.81	296.71	297.74	298.69
46.200	46.130	Železniční most v Třinci	296.29	297.28	298.41	299.44
46.275	46.200	Silniční most v Třinci	296.34	297.34	298.50	299.52
46.500			297.21	298.16	299.21	300.21
47.000			298.80	299.80	300.82	301.81
47.025	47.074	Ocelový most	298.88	299.87	300.90	301.84
47.500			300.09	301.28	302.53	303.41
47.595	47.513	Železniční most v Třinci	300.32	301.47	302.69	303.51

Staničení	TPE	Popis objektu	Úroveň hladiny [m n.m.] při průtoku			
[ř.km]	[ř.km]		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
47.610	47.532	Železniční most	300.34	301.48	302.74	303.52
47.640	47.555	Silniční most v Třinci	300.36	301.50	302.76	303.63
47.790	47.699	Železniční most v Třinci	300.71	301.84	303.15	304.13

6.2 Posudek hydraulických výpočtů

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