



TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTECH POVODÍ HORNÍ VLTAVY, BEROUNKY A DOLNÍ VLTAVY

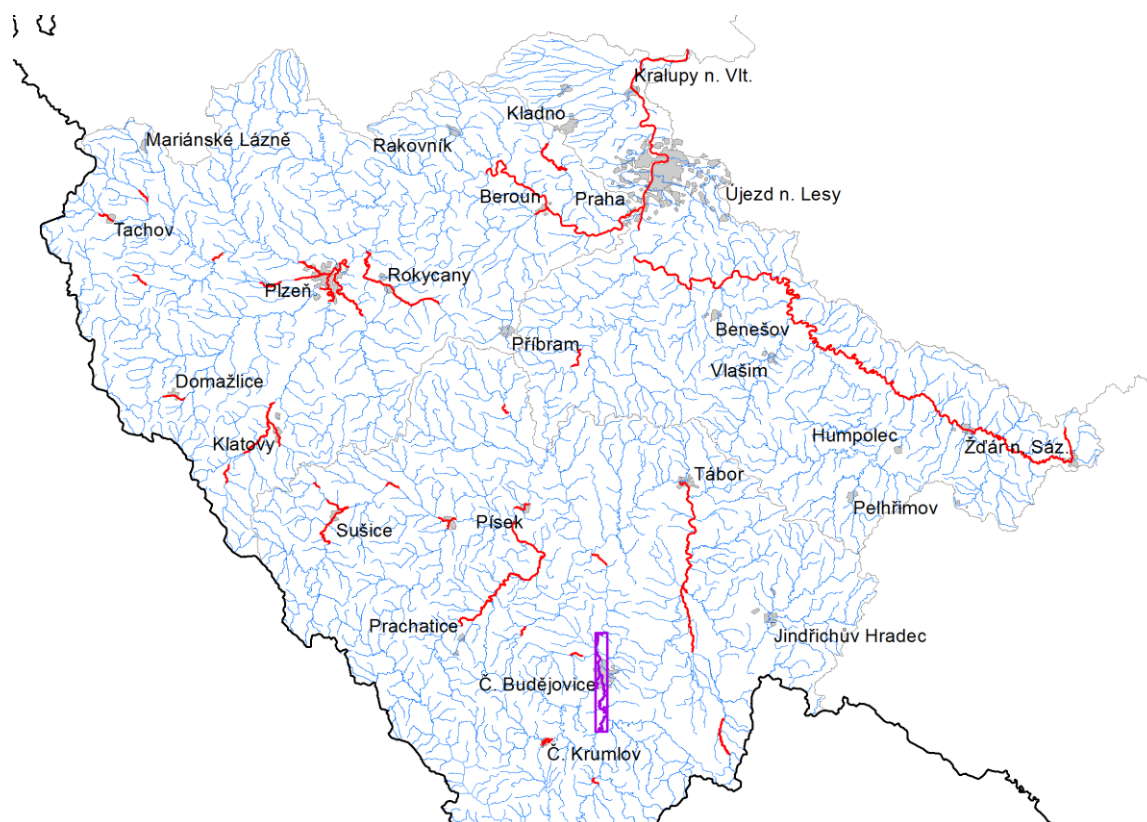
DÍLČÍ POVODÍ HORNÍ VLTAVY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

VLTAVA - 10100001_5 - Ř. KM 242,000 - 246,200 (PV-1-5)

MALŠE - 10100031_1 - Ř. KM 0,000 - 21,700 (PV-11-1)

VLTAVA - 10100001_4 - Ř. KM 229,900 - 242,000 (PV-1-4)



DUBEN 2013

TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTECH POVODÍ HORNÍ VLTAVY, BEROUNKY A DOLNÍ VLTAVY

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍ VLTAVY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

VLTAVA - 10100001_5 - Ř. KM 242,000 - 246,200 (PV-1-5)

MALŠE - 10100031_1 - Ř. KM 0,000 - 21,700 (PV-11-1)

VLTAVA - 10100001_4 - Ř. KM 229,900 - 242,000 (PV-1-4)

Pořizovatel:



Povodí Vltavy, státní podnik

Holečkova 8

Praha 5

150 24

Zhotovitel:



DHI a.s.

Na Vrších 1490/5

Praha 10

100 00



Sweco Hydroprojekt a.s.

Táborská 31

Praha 4

140 16

Řešitel:



DHI a. s.

Na Vrších 1490/5

Praha 10

100 00

V PRAZE, DUBEN 2013.

Obsah:

1	Základní údaje.....	5
1.1	Seznam zkratk a symbolů	5
1.2	Cíle prací.....	5
1.3	Předmět práce	5
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	6
1.4.1	Hydrodynamický model	6
1.4.2	Výsledky výpočtů	7
2	Popis zájmového území	8
2.1	Všeobecné údaje	9
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	9
3	Přehled podkladů.....	11
3.1	Topologická data.....	11
3.1.1	Mapové podklady.....	11
3.1.2	Geodetické podklady	12
3.2	Hydrologická data	12
3.3	Místní šetření	13
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura.....	13
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	13
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	14
4	Popis koncepčního modelu	15
	Použitý software.....	15
4.1	Schematizace řešeného problému.....	15
4.2	Způsob zadávání OP a PP.....	16
5	Popis numerického modelu.....	17
5.1	Použité programové vybavení.....	17
5.2	Vstupní data numerického modelu.....	17
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území.....	18
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	19
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	20
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	20
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	20
5.3	Popis kalibrace modelu	21
6	Výstupy z modelu	22
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	22
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	23
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	23
6.4	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	24

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka 1 – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
1D model	Matematický model jednorozměrného proudění
2D model	Matematický model dvourozměrného proudění
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DMR5G	Digitální model reliéfu České republiky 5. generace
DMR4G	Digitální model reliéfu České republiky 4. generace
DMT	Digitální model terénu
DMT ATLAS	Software pro zpracování digitálního modelu terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
HOP	Horní okrajová podmínka
LG	Limnigraf
M21C / MIKE21	Matematický model Mike21C (2D model – curvilinear)
MIKE21 FM	Matematický model Mike21 FM (2D model – flexible mash)
MPN	Mapy povodňového nebezpečí
MŘ	Manipulační řády
MZE	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
PPO	Protipovodňová opatření
S_JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SZÚ	Studie záplavového území
ZABAGED®	Základní báze geografických dat – digitální topografický model
VE	Vodní elektrárna
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
ZM-10	Základní mapa 1 : 10 000
ZÚ	Záplavová území

1.2 Cíle prací

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

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

Podstatou vyjádření povodňového nebezpečí je určení prostorového rozdělení uvedených charakteristik povodně a zpracování těchto údajů do podoby tzv. map povodňového nebezpečí. Ty slouží v dalším kroku jako podklad pro vyjádření povodňového rizika semi-kvantitativní metodou uvedenou v „Metodice tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik“.

1.3 Předmět práce

Předmět práce zahrnuje tyto činnosti:

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

1.4 Postup zpracování a metoda řešení

Hydrologická data

Pro účel studie byla objednána a ČHMÚ stanovena aktuální hydrologická data (N-leté průtoky) v třech profilech zájmového úseku Vltavy – Vltava nad Malší, LG České Budějovice a LG odtok VD Hněvkovic, a ve dvou profilech zájmového úseku Malše – LG Římov a LG Roudné.

Topologická data

Pro potřeby 2D matematického modelu byl využit digitální model terénu (DMT) vytvořený na základě digitálního zaměření reliéfu České republiky pomocí technologie Lidar vyhodnoceného kombinací automatického a manuálního zpracování – model 5. generace (5G), částečně doplněného automaticky zpracovanými podklady (4. generace – 4G). Digitální model je doplněn o digitální model dna řeky, který byl vytvořen pomocí interpolace zaměřených příčných profilů.

1.4.1 Hydrodynamický model

Hydraulické charakteristiky proudění v zájmové oblasti toku byly simulovány metodou couplingu, kombinující jednorozměrný a dvourozměrný výpočet matematickými modely. Propojení 1D a 2D modelů umožňuje systém MIKE Flood, díky kterému je možno řídit procesy přetékání přes rozhraní 1D a 2D technologií.

Použitý dvourozměrný matematický model je MIKE 21FM (v. 2011), vyvinutý firmou DHI, Hørsholm (Dánsko). Tento model je založen na řešení Navier-Stokesových diferenciálních rovnic (rovnice kontinuity a pohybové rovnice v horizontální rovině) metodou konečných objemů v jednotlivých elementech půdorysné výpočetní sítě. Model MIKE 21 FM pracuje v nepravidelné výpočetní síti; tzn. jeho výpočetní síť lze, na rozdíl od pravoúhlých sítí, přizpůsobit tvaru území a tak omezit počet výpočetních bodů.

Pro popis vlastního koryta řeky je použit matematický model MIKE 11 (v. 2011). Jedná se o jednorozměrný plně dynamický model pro řešení dynamických procesů na vodních tocích. Může být použit k popisu jak větevné tak okružové sítě. Model je založen na aproximaci Saint-Venantových diferenciálních rovnic metodou konečných diferencí ve vystřídáném výpočetním schématu Abbott-Ionescu.

Začátek modelu na vodním toku Malše je pod hrází vodního díla Římov (ř. km 21,450). V úseku hráz vodního díla Římov (ř. km 21,450) až nad obec Plav (ř. km 12,041) byl použit jednovětvý 1D model. Ná vazný úsek Malše od obce Plav (ř. km 12,041) až po soutok s Vltavou (ř. km 0,000) včetně Mlýnské Stoky je počítán kombinací 1D a 2D modelu. Řeka Vltava byla modelována od silničního mostu nad obcí Planá (ř. km 246,182) až po soutok s Malší (ř. km 246,182) kombinací 1D a 2D a dále taktéž kombinací 1D a 2D modelu až k jezu Hluboká nad Vltavou (ř. km 229,044). Úsek Vltavy přes Hlubokou nad Vltavou (ř. km 229,044 až 228,456) byl schematizován dvouvětvým 1D+ modelem. Poslední úsek Vltavy od mostu v Hluboké nad Vltavou (ř. km 228,456) až po konec zájmového úseku (ř. km 229,044) byl řešen opět kombinací 1D a 2D. Dolní okrajová podmínka modelu je umístěna až na hráz vodního díla Hněvkovice (byl použit model z předchozí studie), tak aby případná nepřesnost dolní okrajové podmínky se nepropagovala až do zájmového území.

Základní postup tvorby hydrodynamického modelu:

Nad ortofoto-mapami příslušného území byla v programovém prostředí MIKE 21 Mesh Generator (v. 2011) zkonstruována dvourozměrná trojúhelníková výpočetní síť v takové šíři a rozsahu, aby pokryla ZÚ intravilánu Českých Budějovic, soutoku Vltavy s Malší i všechna další území obtížně schematizovatelná 1D modelem pro všechny simulované průtoky Q_N . V místech, kde by schematizace trojúhelníkovými výpočetními buňkami nebyla vhodná, byly ve výpočetní síti použity buňky obdélníkové.

Tato síť a DMT byly použity při generaci batymetrie (terénu) zájmového území.

Drsnosti v ZÚ byly plošně rozděleny na základě klasifikace území v digitálním geografickém modelu ZABAGED® a postupně upravovány dle kalibračních výpočtů, stejně tak jako drsnosti v korytě řeky.

Průtokové stavy Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} ve vstupních profilech byly použity na základě dat vyhodnocených v limnigrafické stanici Římov a v profilu Vltava nad Malší a byly horními okrajovými podmínkami ustálených hydraulických výpočtů modelu. Dalšími vstupy do modelu byly průtoky vyhodnocené pro zadané n-letosti v profilech nejvýznamnějších přítoků do Vltavy i Malše v zájmovém území: Stropnice, Zborovský potok, Dehtářský potok, Bezdrevský potok. Hodnoty přítoků byly dopočteny vzhledem k bilanci průtoků Vltavy mezi známými profiley. Výpočty pro jednotlivé n-letosti byly vždy počítány ve dvou scénářích: daná n-letost z Vltavy resp. Malše a průtok ve druhém toku dopočtený.

Dolní okrajovou podmínkou modelu jsou hladiny vodního díla Hněvkovice dostatečně vzdáleného od posledního profilu předepsaného úseku.

1.4.2 Výsledky výpočtů

Z dosažených výsledků byly pro všechny průtokové stavy Q_N vygenerovány:

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

na základě kterých budou vytvořeny mapy povodňového nebezpečí.

2 Popis zájmového území

Název toku:	VLTAVA MALŠE
ID úseku IDVT CEVT	10100001_4 (VLTAVA - ř. km 229,900 - 242,000) 10100001_5 (VLTAVA – ř. km 242,000 - 246,200) 10100031_1 (MALŠE - ř. km 0,000 - 21,700)
Číslo hydrologického pořadí toku:	1-06-03-001, 1-06-03-005, 1-06-03-016, 1-06-03-050, 1-06-03-060, 1-06-02-039, 1-06-02-073, 1-06-02-075, 1-06-02-077, 1-06-02-080, 1-06-01-216, 1-06-01-214
Říční kilometry začátku a konce úseku:	VLTAVA – ř. km 242,000 - 246,200 MALŠE - ř. km 0,000 - 21,700 VLTAVA - ř. km 229,900 - 242,000
Významná vodní díla – zdymadla:	České Vrbné Hluboká nad Vltavou
Významné přítoky:	Stropnice, Zborovský potok, Dehtářský potok, Bezdrevský potok

Zájmovými toky jsou Vltava a Malše. Hlavní pramen (Teplé Vltavy) vyvěrá na Šumavě na východním svahu Černé hory, 4,5 km jihozápadně od obce Kvilda, nedaleko hranic se Spolkovou republikou Německo, kterou v první části toku sleduje v nadmořské výšce cca 900 m n. m.

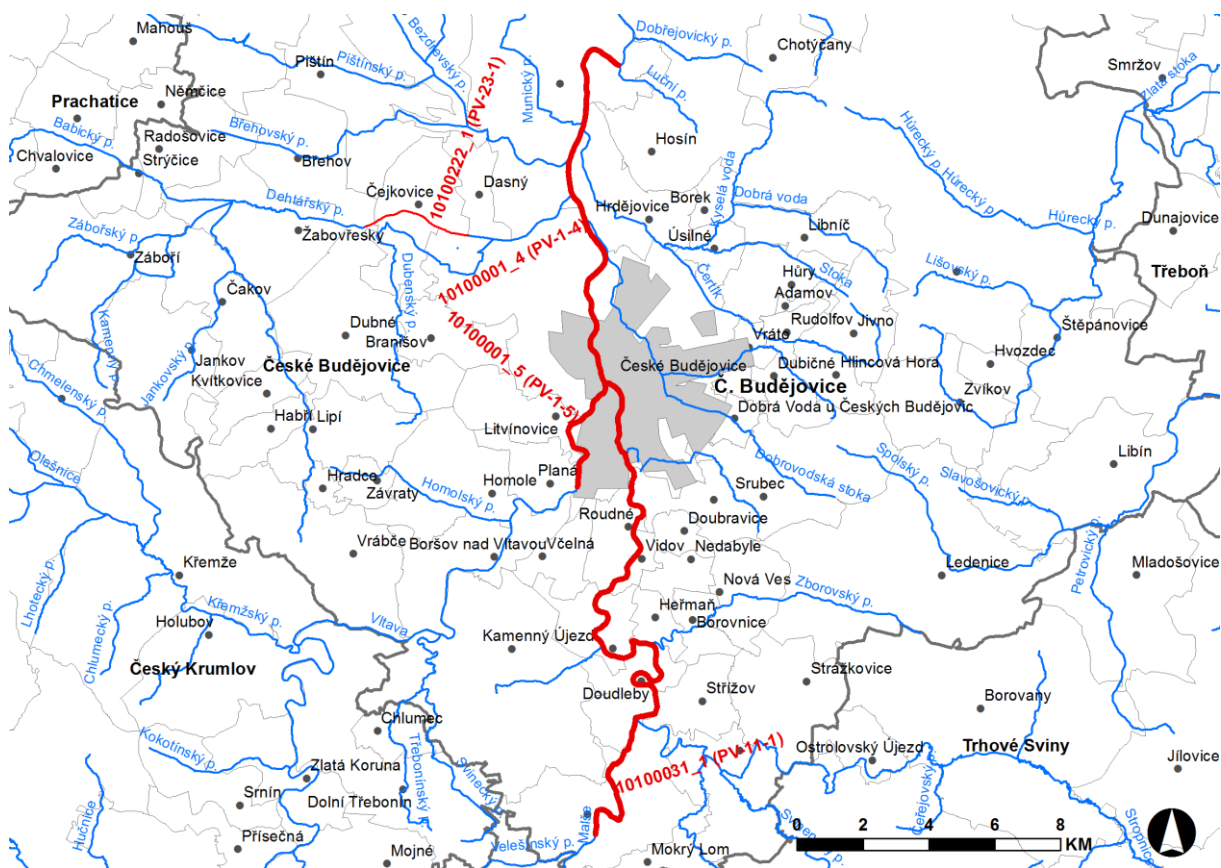
Z vodohospodářského hlediska je tok v zájmovém úseku ovlivněn nádrží Lipno, minimální odtok z nádrže Lipno II je $6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, za určitých okolností (déletrvající odstávka VE Lipno I) lze po předchozím vodohospodářském projednání připustit i odtok $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Měrný profil České Budějovice na Vltavě je umístěný cca 500 m po proudu od Dlouhého mostu na levém břehu ř. km. 238,800 ČHP 1-06-03-001, je kategorie A.

Celý zájmový úsek toku je zařazen MŽP do databáze toků v oblastech s významným povodňovým rizikem (2009, I. Etapa)

Podklady:

Název toku	- zdroj VÚV TGM, v.v.i.
ID úseku IDVT CEVT	- zdroj Ministerstvo zemědělství
Číslo hydrologického pořadí toku	- zdroj VÚV TGM, v.v.i.
Úsek toku	- zdroj Povodí Vltavy, s.p.
Významná vodní díla	- zdroj ZM-10, Povodí Vltavy, s.p.
Významné přítoky	- zdroj ZM-10
Povodňový model	- „Záplavové území Vltavy od VD Hněvkovice po most v Plané a Malše od soutoku s Vltavou po most v Roudném“, DHI Hydroinform, a.s., 2010. A „MALŠE, ř.km 5,343 - 93,005“, Povodí Vltavy, s.p.



Obrázek 1 – Přehledná mapa řešeného území

2.1 Všeobecné údaje

Posuzovaný úsek Vltavy byl určen na Vltavě od ř. km 242,000 - 246,200 a ř. km 229,900 - 242,000 a na Malši ř. km 0,000 - 21,700 dle kilometráže poskytnuté objednatelem studie a vymezen zadanými souřadnicemi začátku a konce toku:

VLTAVA

začátek:	x = -757037	y = -1169443
konec:	x = -755785	y = -1156618

MALŠE

začátek:	x = -756439	y = -1180011
konec:	x = -756215	y = -1166267

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

V posledních letech byly České Budějovice zasaženy několika povodňovými vlnami, které významně přispěly k rozvoji protipovodňových opatření v regionu. Bezsporně nejvýznamnější povodní byla povodeň z roku 2002. Pro ilustraci jsou v tabulce uvedeny hodnoty kulminačních průtoků povodně z roku 2002 v limnigrafických stanicích zájmové oblasti dle vyhodnocení ČHMÚ.

Tabulka 2 – Hodnoty kulminačních průtoků při povodni 2002 v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Rok	Datum	Vodní tok	Profil	Průtok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Doba opakování (roky)
2002	13. 8.	Vltava	LG Březí	706	100+
2002	13. 8.	Vltava	LG České Budějovice	1310	100+
2002	13. 8.	Malše	LG Roudné	695	100+
2002	13. 8.	Malše	LG Římov	414	100+

3 Přehled podkladů

V souladu s vyhláškou č. 236/2002 Sb. byly použity pro zpracování návrhu záplavového území tyto podklady. Pravidla pro citace podkladů se řídí dle ČSN ISO 690 (01 0197).

Hydrologické podklady:

- Hodnoty N-letých průtoků (ČHMÚ, 2012)
- Hydrologické poměry ČSSR III, „modrá kniha“, III. díl (Hydrometeorologický ústav Praha, 1970)

Topologické podklady:

- DMT (DHI Hydroinform, a.s., data 2004/5 a starší)
- DMR5G (ČÚZK, a.s., 2011-2012)
- DMR4G (ČÚZK, a.s., 2011-2012)
- ORTOFOTO v digitální podobě (geoportál CENIA)
- ZABAGED v digitální podobě (Povodí Vltavy, s.p.)

Další podklady:

- Říční kilometráž (digitální, Povodí Vltavy, s.p.)
- Osa toku (digitální, Povodí Vltavy, s.p.)
- Povodňový model (DHI, a.s., 2010)
- Kalibrační podklady – povodňové značky (Povodí Vltavy, s.p.)
- Fotodokumentace a odborné poznatky z terénního šetření (DHI, a. s. 2012)

3.1 Topologická data

Pro vytvoření modelu záplavového území byl použit *Digitální model reliéfu ČR 5. generace* (DMR 5G), který představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskretních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X, Y, H s úplnou střední chybou výšky 0,14 m (ČÚZK, a.s., 2011-12), podrobné body byly předány v ASCII formátu.

Svahy koryta a objekty na toku (jezy, mosty) byly převzaty z již stávající TPE (zpracování 2000 až 2005); novější objekty byly doplněny dle aktuální dokumentace.

Zpracovatel studie si DMT převedl pro vlastní potřeby do softwaru ARC GIS.

DMT je prostorová plocha, která (podle kvality zadání) kopíruje skutečný (zaměřený) nebo projektovaný terén. Vzniká na základě zadaných 3D bodů. Lze zadat i 3D čáry. Zadanými body plocha prochází, mimo ně se dopočítává podle matematických vzorců tak, aby se blížila skutečnosti – výpočet není založen na lineární interpolaci, ale modeluje hladký „oblý“ terén. Tam, kde je to na závalu, lze doplnit terénní hrany. Hlavními zdroji dat pro vytváření (generování) DMT jsou textové soubory (bodové pořady) z DMR5G a výkresy ve formátu DXF (body, linie, plochy).

3.1.1 Mapové podklady

Pro účely studie byla využita Základní mapa České republiky 1:10 000 aktualizovaná Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním (dále jen ČÚZK) v roce 2009. Jedná se o nejpodrobnější základní mapu středního měřítko.

ZM10 obsahuje polohopis, výškopis a popis. Předmětem polohopisu jsou sídla a jednotlivé objekty, komunikace, vodstvo, hranice správních jednotek a katastrálních území (včetně územně technických jednotek), hranice chráněných území, body polohového a výškového bodového pole, porost a povrch půdy. Předmětem výškopisu je terénní reliéf zobrazený vrstevnicemi a terénními stupni. Popis mapy sestává z druhového označení objektů, standardizovaného geografického názvosloví, kót vrstevnic, výškových kót, rámových a mimorámových údajů. Obsahem mapových listů je i rovinná pravoúhlá souřadnicová síť a zeměpisná síť.

Tvorbu a aktualizaci ZM 10 zajišťuje ČÚZK.

ZM10 je distribuována ve formátu TIF po segmentech bezešvé mapy – čtvercích 2x2 km, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Kromě grafického umístovacího souboru je dodáván textový umístovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Křovák EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umístovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají velikost 3149x3149, rozlišení 400 x 400 DPI, hloubku barev 4 bit/pixel

Dále bylo využito informací ze základní báze geografických dat **ZABAGED®**, což je digitální geografický model území České republiky (ČR) na úrovni podrobnosti Základní mapy ČR 1:10 000 (ZM 10). ZABAGED® je součástí informačního systému zeměměřictví a patří mezi informační systémy veřejné správy. Je vedena v podobě bezešvé databáze pro celé území ČR v centralizovaném informačním systému spravovaném Zeměměřickým úřadem. Polohopisná část ZABAGED® obsahuje dvourozměrně vedené (2D) prostorové informace a popisné informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci a povrchu, terénním reliéfu.

Nedílnou součástí při konstruování výpočetní sítě byly v r. 2009 – 2010 aktualizované **ORTOFOTOMAPY ČR** – obdélníky 2,5 x 2,0 km ve formátu TIF, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Předané soubory TIF mají velikost 2500x2000, rozlišení 96 x 96 DPI, hloubku barev 24 bit/pixel.

Dále mapa na Geoportálu INSPIRE – aktuální ortofotomapa CENIA (což je česká informační služba MŽP). *Infrastructure for SPatial InfoRmation in Europe je iniciativou Evropské komise, která si klade za cíl vytvořit evropský legislativní rámec potřebný k vybudování evropské infrastruktury prostorových informací a pravidel zejména k podpoře environmentálních politik a politik, které životní prostředí ovlivňují.*

Všechny souřadnice mapových podkladů jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém Bpv.

3.1.2 Geodetické podklady

Byly použity předchozí geodetické podklady, jejichž přesnost byla ověřena měřením systémem geodetickou GPS Trimble zpracovatelem přímo při rekognoskaci.

Geodeticky zaměřené příčné profily byly využity k vymodelování DMT koryta řeky.

Všechny souřadnice jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém Bpv.

3.2 Hydrologická data

Vodní tok: VLTAVA, MALŠE

Datum zpracování: 2012

Vydal: ČHMÚ, pobočka České Budějovice

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

Řeka	Hydrologický profil	ČHP	plocha povodí (km ²)	5	20	100	500
Vltava	Nad Malší	1-06-01-216	1862	242	395	624	913
Vltava	České Budějovice	1-06-03-001	2850	350	570	908	1350
Vltava	Odtok VD Hněvkovice	1-06-03-076	3540	409	667	1054	1550
Malše	Římov	1-06-02-039	494	114	213	372	587
Malše	Roudné	1-06-02-077	963	153	286	494	778

Třída přesnosti dle ČSN 75 1400

3.3 Místní šetření

Terénní průzkum se uskutečnil srpnu v roce 2012.

Během průzkumu byla pořízena aktuální fotodokumentace všech objektů na toku, významných částí toku, charakteru a překážek v záplavovém území.

Toto šetření bylo pro zpracovatele významné z hlediska stanovení drsnostních součinitelů matematického modelu a dále pro kontrolu významných příčných a podélných hrází, valů a náspů v DMT záplavového území Vltavy.

Charakter zaplavené zástavby

Zájmový úsek se skládá ze dvou výrazně odlišných částí. Významnější částí zájmového území je intravilán města České Budějovice charakteristický výrazně upraveným tokem. Město je významně spojeno s řekou a je řekou významně ovlivňováno. Kapacita koryta se místně liší, ale většinou dosahuje Q_{20} . Při vyšších průtocích dochází k vyběžení. Z tohoto důvodu proběhlo v nedávné době několik protipovodňových akcí, jako je prohloubení koryta a výstavba protipovodňových hrází. Součástí řešeného území je i soutok Vltavy s Malší přímo v centru města. Vzhledem k charakteru a významu intravilánu i složitosti schematizace na soutoku řek bylo rozhodnuto o využití 2D technologie. Z hlediska významu je méně důležitou částí zájmového území extravilán většinou využívaný k zemědělství.

Zemědělsky využívané plochy se v zájmové oblasti vyskytují jako převažující

Lesní porosty (převážně jehličnaté kultury),

Inundační území je tvořeno budovami a objekty občanského, zemědělského a průmyslového charakteru, travními a ostatními volnými plochami.

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

Povodí Vltavy poskytlo zpracovateli **manipulační řády** všech vodních děl na toku.

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

Postupy zpracování studie byly v souladu s níže uvedenými dokumenty v jejich platném znění:

- [1] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] TNV 75 2910 Manipulační řády vodních děl na vodních tocích.
- [4] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [5] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [6] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [7] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

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

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Poskytnuté topologické a hydrologické podklady plně pokryly zájmové území.

Za významné a přesnost ovlivňující výsledky lze považovat nepřesnosti DMR5G několika lokalit s nepřehledným terénem porostlým hustými křovisky a travinami, kde bylo zjištěno převýšení nad skutečným terénem (zaměřeným geodeticky v příčném profilu) o 1 – 2 metry; většinou se však jednalo o území malého rozsahu.

4 Popis koncepčního modelu

Stanovení záplavového území vychází dle vyhlášky MŽP z výpočtů ustáleného nerovnoměrného proudění, to lze popsat jak 1D, tak 2D modely.

Zájmový úsek toku tvoří upravené koryto Vltavy o šířce toku 20 – 80 metrů. Tok v intravilánu je z větší části upravený a kapacita koryta zvýšena.

Použitý software

Pro výpočty hydraulických charakteristik proudění byly použity software **MIKE 21FM ver. 2011**, **MIKE 11 ver. 2011** a **MIKE Flood** (propojení MIKE 11 a MIKE 21) **ver. 2011** vyvinuté DHI Water & Environment & Health, Hørsholm (Dánsko).

Veškerý software, použitý pro výpočet, je komerčně dostupný, má zajištěn servis a pravidelný update.

Mike 21FM

Pro simulaci proudění byl použit dvourozměrný matematický model proudění v otevřeném korytě s inundačním územím MIKE 21 FM (verze 2009). Nepravidelná síť umožňuje zahuštění a zmenšení výpočetních elementů (tj. zvýšit podrobnost popisu zájmového území) v oblastech, kde je třeba podrobněji modelovat reliéf terénu (např. objekty na toku), resp. v oblastech, kde požadujeme velmi detailní znalost výsledků.

Výstupem modelu MIKE 21 FM jsou primárně tyto charakteristiky proudění:

- hodnoty úrovně hladiny vody,
- směry a velikosti vektorů rychlostí v horizontální rovině

ve všech výpočetních elementech zájmové oblasti a pro všechny počítané časové kroky. 2D model tak dává reálnou představu o zakřivené ploše hladiny v celém zájmovém území (např. při ustáleném proudění je hladina v neprotékaném inundačním území výše než v korytě) i o rozdělení rychlostí v celé oblasti.

MIKE 11

Matematický model MIKE 11 je jednorozměrný plně dynamický model pro řešení dynamických procesů na vodních tocích. Může být použit k popisu jak větvné tak okružové sítě a lze ho aplikovat i na problémy pseudo-dvourozměrného proudění (tzv. 1D+). Model je založen na aproximaci Saint-Venantových diferenciálních rovnic metodou konečných diferencí ve vystřídáném výpočetním schématu Abbott-Ionescu.

Objekty na tocích (mosty, jezy) jsou schematizovány pomocí příčných profilů, resp. funkčních objektů, které umožňují definovat rozměry objektů geometricky přesně a hydraulickou funkci objektů odpovídajícími matematickými vztahy.

Drsnost koryta v jednotlivých výpočetních úsecích je výsledkem kalibračních výpočtů.

Mike Flood

Systém matematických modelů MIKE Flood umožňuje propojení 1D a 2D modelů do funkčního celku, ve které běží propojené modely souběžně a vzájemně si předávají simulované charakteristiky proudění formou vnitřních okrajových podmínek.

V projektu byl systém MIKE Flood použit pro simulaci proudění na Vltavě a na dolním toku Malše.

4.1 Schematizace řešeného problému

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

Výpočet charakteristik proudění metodou ustáleného proudění zcela odpovídá Metodice zpracování SZÚ, metodice pořizování hydrologických dat (N-letých průtoků) a především požadavkům Směrnice 2007/60/EC.

4.2 Způsob zadávání OP a PP

Horní okrajová podmínka modelu – ustálený průtok – byl zadáván dle tab. 3 na vstupu do výpočetní sítě, tj. v ř. km ř. km 246,200. Vzhledem k ustálenému charakteru výpočtu není bod vstupu vody do modelu příliš významný. Příbytek vody v toku podél toku je nulový, stačí tedy stanovený průtok vložit výše nad předepsaným profilem. Výhodou je naopak relativní stabilita toku již v prvním sledovaném profilu a s tím související potřebná stabilita pro přetékání modelované vody do 2D části modelu a jeho plnění. Jako další zdrojové body jsou využity profily těsně pod soutoky s významnými přítoky tak, aby byla dodržena podmínka předepsané n-letosti.

Dolní okrajová podmínka modelu – tak aby nebyl závěrový profil sledované oblasti ř. km. 229,900 zasažen případnou nestabilitou a nepřesností dolní okrajové podmínky modelu, je poslední profil modelu v ř. km. 210,390 a je stanoven jako hladina vody v nádrži VD Hněvkovice.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Pro simulaci ustáleného nerovnoměrného proudění byl použit dvourozměrný matematický model proudění v otevřeném korytě s inundačním územím MIKE 21FM, verze 2011 v kombinaci s jednorozměrným modelem MIKE 11.

Výstupem modelu MIKE 21FM jsou primárně tyto charakteristiky proudění:

- hodnoty úrovní hladiny vody
- vektory rychlostí (tj. směr a velikost vektorů rychlostí, nebo též možno vyjádřit pomocí velikosti podélné a příčné složky vektorů rychlostí)

ve všech výpočetních bodech zájmové oblasti a pro všechny počítané časové kroky. 2D model tak dává reálnou představu o zakřivené ploše hladiny v celém inundačním území (např. při ustáleném proudění je hladina v neprotékaném inundačním území výše než v korytě) i o rozdělení rychlostí v celé inundační oblasti.

Charakteristiky proudění ovlivňují především reliéf terénu (tvar koryta, inundačního území, sklonové poměry) a odpory proudění (drsnot a tvarové odpory – zúžení resp. rozšíření průtočného profilu, oblouky, obtékání překážek, proudění přes objekty, apod.). Velkou pozornost je proto třeba věnovat přípravě souboru s geometrickými daty pro 2D model, neboť tento soubor v sobě obsahuje jak vlastní reliéf terénu tak i veškerá data pro výpočet tvarových odporů.

Pro modelování toku v korytě je použit 1D model MIKE 11, jehož výstupy jsou hydraulické charakteristiky toku v bodech. Výsledky z tohoto modelu je třeba distribuovat na plochu celého toku, čímž se do systému vnáší určitý stupeň nepřesnosti. Tato nevýhoda je kompenzována výraznou stabilitou modelu zejména při popisu objektů v toku. Zároveň je třeba si uvědomit, že v průběhu povodně je informace o rychlostech a hloubkách přímo v toku méně podstatná. Daný prostor je vždy vyhodnocen jako vysoce rizikový.

Podrobná specifikace modelu, detailní popis všech jeho vstupních souborů a jeho použití lze najít v manuálech programu - *M21FM_User_Guide.pdf*, *M21FM_GridGenerator.pdf*, *MIKE21FM_Scientific_documentation.pdf* a *M11_User_Guide.pdf*, *M11_Scientific_documentation.pdf*.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Z dostupných podkladů (viz kap. 3.1 Topologické podklady) byl nejprve sestaven digitální model terénu.

Při přípravě modelu v daném úseku byla vytvořena trojúhelníková síť vymezující oblast modelu, doplněna ve specifických případech výpočetními čtyřúhelníky. Z dostupných podkladů (viz kap. 3.1 Topologická data) byl sestaven digitální model terénu zájmové oblasti. Promítnutím této sítě na DMT byl získán geometrický (batymetrický) model terénu ve **výpočetní síti modelu MIKE 21 FM**. Hustota sítě (vzdálenost mezi výpočetními body) je proměnlivá - v rozsahu cca 4-60 m. V intravilánu s hustou zástavbou je výpočetní síť hustší, v širokém záplavovém území je výpočetní síť řidší. Pro potřeby studie je míra schematizace zájmového území dostatečně jemná pro podrobný popis prostorových jevů proudění v oblasti. Domy a bloky domů byly modelovány pomocí podstatně vyvýšeného terénu (nepřelitelné překážky); ploty a jiné překážky podobného charakteru byly simulovány oblastmi zvýšené drsnosti. Vlastní tok s objekty hydraulicky významnými je popsán pomocí 1D schematizace **modelu MIKE 11** vzájemně propojených výpočetních bodů na toku. Na rozhraní mezi oběma

modely, většinou na břehové hraně, byly sestaveny linky simulující přetékaní vody mezi zaplavovaným územím a řekou.

Linie a stavby PPO byly do batymetrie zadány s kótami horních úrovní PPO konstrukcí (zemní valy, zdi a mobilní hrazení s osazujícími prvky).

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

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

Popis objektů na toku je uváděn po směru proudu; staničení je „evropské“ (zdroj DIBAVOD).

Tabulka 4 – Přehled objektů na toku

Název toku	ř.km.	Popis objektu
Vltava	243.527	jez Štechr
Vltava	241.725	jez Trilčův
Vltava	240.990	lávka do ulice Pittera
Vltava	240.582	Litvínovický most
Vltava	240.292	most U zimního stadionu
Vltava	239.624	jez Jiráskův
Vltava	239.425	Dlouhý most
Vltava	237.863	most U Voříškova dvora I
Vltava	237.500	Nový most
Vltava	233.098	jez České Vrbné
Vltava	232.452	železniční most Bavorovice
Vltava	229.044	jez Hluboká nad Vltavou
Vltava	228.456	most Hluboká nad Vltavou
Malše	20.672	lávka pro pěší Římov
Malše	20.556	pevný jez Římov
Malše	20.497	silniční most Římov
Malše	19.279	silniční most Římov - Pašínovice
Malše	18.317	stabilizační stupeň Hamr
Malše	16.903	silniční most Dolní Stropnice
Malše	14.871	silniční most Doudleby
Malše	14.782	pevný jez Doudleby
Malše	13.796	lávka pro pěší Doudleby
Malše	12.686	lávka pro pěší U hastrmana
Malše	11.581	Rechle
Malše	10.981	technologická lávka - vodovod
Malše	10.698	pevný jez Plav
Malše	10.543	lávka pro pěší Plav

Název toku	ř.km.	Popis objektu
Malše	10.118	silniční most Plav
Malše	6.531	pevný jez Vidov
Malše	6.468	technologická lávka
Malše	5.657	technologická lávka - plynovod
Malše	5.343	silniční most Roudné
Malše	3.310	jez Špaček
Malše	2.340	Velký jez
Malše	2.121	most U kasáren
Malše	1.890	železniční most
Malše	1.757	Malý jez
Malše	1.153	most v ulici M. Vydrové
Malše	0.810	most v ulici Mánesova
Malše	0.522	most v ulici Lidická
Malše	0.404	most v ulici Dr.Stejskala
Malše	0.280	most v ulici Biskupská
Mlýnská Stoka	3.321	můstek - stavidla
Mlýnská Stoka	3.006	železniční most
Mlýnská Stoka	2.837	lávka
Mlýnská Stoka	2.747	lávka
Mlýnská Stoka	2.476	most
Mlýnská Stoka	1.873	most v ulici Čechova
Mlýnská Stoka	1.765	most v ulici Mánesova
Mlýnská Stoka	1.606	lávka
Mlýnská Stoka	1.521	most
Mlýnská Stoka	1.200	most
Mlýnská Stoka	1.085	most
Mlýnská Stoka	0.895	lávka
Mlýnská Stoka	0.786	most
Mlýnská Stoka	0.716	lávka
Mlýnská Stoka	0.601	most
Mlýnská Stoka	0.469	most
Mlýnská Stoka	0.396	lávka
Mlýnská Stoka	0.206	most
Mlýnská Stoka	0.086	most u plovárny

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Hydraulická drsnost a místní zvýšené odpory proudění jsou pro model MIKE 21FM zadávány pro každý bod výpočetní sítě. Základní „mapa drsností“ byla vytvořena zpracováním podrobných ortofotomap a informací ZABAGED® (každý bod získal drsnost „propíchnutím“ výpočetní sítě s databází klasifikující území) v modelové oblasti. Hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“ ukazuje tab 5.

Tabulka 5 – Hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“

Popis povrchu	n
hladké plochy, ulice, volná prostranství	0,030
nízká, sekaná tráva	0,035 – 0,040
vyšší, nesezaná tráva, pole	0,040 – 0,065
řídý lesní porost	0,052
hustý lesní porost	0,075
keře	0,085 ÷ 0,100
technické stavby	0,070 ÷ 0,100
ploty	0,090 ÷ 0,200

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Vzhledem k tomu, že zájmová oblast je soutokem Vltavy a Malše, bylo nutné provést dohromady osm scénářů výpočtů. Pro každou řeku byly provedeny čtyři výpočty n-letých vod (Q5, Q20, Q100, Q500), kdy na druhé řece nad soutokem byl průtok vždy dopočítán jako doplněk tak, aby pod soutokem obou řek byl průtok o stejné n-letosti. Tabulka 6 ukazuje všech osm průtokových kombinací použitých pro výpočty. První čtyři jsou n-leté vody na Vltavě, kdy hodnoty průtoku na Malši nad soutokem jsou dopočítané. Druhé čtyři jsou n-leté vody na Malši a dopočítané jsou hodnoty průtoku na Vltavě.

Tabulka 6 - N-leté povodňové průtoky pro model

	scénář VLTAVA				scénář MALŠE			
	Q5	Q20	Q100	Q500	Q5	Q20	Q100	Q500
Vltava - Planá	242	395	624	913	197	286	414	572
Dobrovodská stoka - ústí	4	7	10	10	4	7	10	10
Dehtářský potok – ústí	11	18	28	40	11	18	28	40
Bezdrevský potok - ústí	22	36	58	90	22	36	58	90
Vltava - mezipovodí bezdrevský potok - VD Hněvkovice	22	36	50	60	22	36	50	60
Malše - Římov	10	15	20	25	114	213	372	578
Stropanice - ústí	0	0	0	0	36	65	108	172
Zborovský potok - ústí	98	160	264	412	3	6	14	28

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Počáteční podmínky – kóty hladin ve všech bodech výpočetní sítě – byly odvozovány z výsledků dříve provedených výpočtů.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

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

5.3 Popis kalibrace modelu

Kalibrace modelu byla provedena pomocí série kalibračních výpočtů, při kterých byly upravovány hodnoty součinitelů drsnosti v celé ploše modelu (tj. v jednotlivých úsecích koryta a rovněž i v inundačním území dle typu zástavby či využití území) tak, aby při shodných průtocích bylo dosaženo uspokojivé shody mezi vypočtenými a zaměřenými průběhy hladin, resp. značkami hladin.

V zájmové oblasti existuje pouze jeden ucelený soubor dat, který je částečně vhodný ke kalibraci matematického modelu. Jedná se o data shromážděná z povodňové epizody ze srpna roku 2002. Na části zájmového území nebylo možno tato data plně použít, neboť reálná situace současného stavu je odlišná od situace v roce 2002, protože v území proběhla v posledních letech řada úprav v korytě i inundačním území. V místech, kde nebylo možné použít tato kalibrační data, byly hodnoty drsnostních součinitelů převzaty ze stávajících povodňových modelů.

Tabulka 7 - Kalibrace modelu

Řeka	Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
Vltava	236,39	SK Vodní slalom, p.č. 394/6 v obci České Vrbné	378,48	378,54	-0,06
Vltava	241,81	Lannova loděnice (ul. Vltavské nábřeží)	385,76	285,71	0,05
Vltava	247,78	pod mostem Planá – Včelnice (silnice E55)	397,25	397,2	0,05
Malše	1,94	zděná budova loděnice SK vodní slalom	389,97	389,90	0,07
Malše	14,88	Doudleby – most	414,26	414,17	0,09
Malše	20,53	Římov č.p. 43/3 – nad jezem	428,25	428,22	0,03

6 Výstupy z modelu

Základní informací, kterou poskytují výsledky 2D matematického modelu, je **průběh hladin** a rozložení **vektorů rychlostí** (tj. směrů a velikostí vektorů rychlostí) v celé zájmové oblasti (tj. „v ploše“). Vektory svislicových rychlostí mohou být rozloženy na podélnou a příčnou složku (vzhledem k zakřivené ose výpočetní sítě, resp. jinému souřadnicovému systému). S užitím základních hydraulických vztahů mohou být vyjádřeny další veličiny: **hloubka** vody (rozdíl vypočtené úrovně hladiny a terénu, resp. nivelety dna) a **měrné průtoky** (násobky vektorů rychlostí a hloubek).

Mapy hloubek a rychlostí byly základními vstupními parametry pro stanovení míry povodňového nebezpečí v záplavovém území.

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

Záplavové čáry tvoří obalovou křivku záplavovému území resp. mapám hloubek. Zobrazují maximální rozsah povodně pro daný průtok. Jsou zobrazeny v jedné mapě pro všechny povodňové scénáře. Tím je umožněno snadné porovnání rozsahu povodní. Záplavové čáry jsou zobrazeny na podkladě Základní rastrové mapy ČR v měřítku 1:10 000.

Pomocí softwaru ESRI ArcMap a DHI Flood Tool Box byly z vypočtených hydraulických charakteristik pro Q_5 , Q_{20} a Q_{100} a Q_{500} vygenerovány záplavové čáry a mapy hladin v zájmové oblasti.

Formát záplavových čar *.shp – polygon, vektorový formát ESRI

Formát map hladin *.tif – rastr, georeferencovaný tif velikost pixelu rastru 1x1 m

Analýzou průniku maximálního rozlivu (při průtoku Q_{500}) a správních území byly zajištěny informace o dotčených správních územích.

Tabulka 8 – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	ICOB	Název obce
02191	České Budějovice	535737	Vidov
02191	České Budějovice	535346	Plav
02191	České Budějovice	535664	Doubravice
02191	České Budějovice	544400	Doudleby
02191	České Budějovice	544973	Roudné
02191	České Budějovice	545007	Římov
02191	České Budějovice	545074	Staré Hodějovice
02191	České Budějovice	545091	Střížov
02191	České Budějovice	598593	Heřmaň
02191	České Budějovice	535176	Planá
02191	České Budějovice	544795	Litvínovice
02191	České Budějovice	544256	České Budějovice
02191	České Budějovice	544485	Hluboká nad Vltavou
02191	České Budějovice	544523	Hosín
02191	České Budějovice	544558	Hrdějovice

Batymetrický model terénu použitý pro výpočet hladiny při průtoku Q_{500} neodpovídá vždy skutečnosti. Zcela záměrného zkrácení reálného terénu bylo použito kvůli předpokladu použití provizorních hrazení v intravilánu Českých Budějovic. Již v projektu mobilní protipovodňové bariéry na pravém břehu Vltavy v úseku mezi Dlouhým a Novým mostem (k ochraně Pražského sídliště) bylo počítáno s užitím provizorních hrazení v následujících místech:

- ulice **Sokolský ostrov**
- ulice **Resslova**
- parčík mezi ulicemi **Česká** a **Jaroslava Haška**

Nový dvourozměrný model ukázal potřebu provizorních hrazení ještě na třech dalších místech:

- ulice **Jeronymova** – mezi ulicemi Lannova třída a Rudolfovská třída
- ulice **Rudolfovská třída** – u křižovatky s ulicí Na Sadech

Dalším místem, které je potřeba zahradit provizorním hrazením je **ulice Plzeňská** v podjezdu ulice Strakonické. Zde by voda mohla zpětným vzdutím zaplavit část Pražského sídliště. Všechna tato místa byla do modelu implementována jako nepřelitelná.

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

Mapa hloubek vznikne odečtením vypočítané úrovně hladiny a sestaveného digitálního modelu terénu. V barevné škále zobrazuje názorně hloubku vody při povodni v záplavovém území a upozorňuje na rizikové oblasti s vysokými hloubkami vody. Pro přehledné znázornění hloubek v tištěné podobě je výsledná hloubka vody rozdělena do kategorií s pevně zvoleným rozsahem hloubky (znázorněno v legendě mapového výstupu). Mapa hloubek je zobrazena na podkladě Základní rastrové mapy ČR v měřítku 1:10 000.

Pomocí softwaru ESRI ArcMap a DHI Flood Tool Box byly z vypočtených hydraulických charakteristik pro Q_5 , Q_{20} a Q_{100} a Q_{500} vygenerovány mapy hloubek.

Formát map hloubek *.tif – rastr, georeferencovaný tif velikost pixelu rastru 2x2 m

Nad mapu hloubek jsou zobrazeny bodové rychlosti proudění ve všech výpočetních profilech (viz kapitola 6.3).

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

Informace o rychlosti proudění vody v korytě a v inundačním území u dvourozměrného modelu jsou známy ve všech výpočetních bodech. Výsledné zobrazení rychlostí je součástí mapy hloubek, kdy informace o rychlosti spolu s hloubkou vody dávají názornou představu o charakteru nebezpečí při povodni v pozorovaném úseku.

Informace o rychlosti proudění vody v korytě a v inundačním území u dvourozměrného modelu jsou známy ve všech výpočetních bodech. Výsledné zobrazení rychlostí je součástí mapy hloubek, kdy informace o rychlosti spolu s hloubkou vody dávají názornou představu o charakteru nebezpečí při povodni v pozorovaném úseku.

Pomocí softwaru ESRI ArcMap a DHI Flood Tool Box byly z vypočtených hydraulických charakteristik pro Q_5 , Q_{20} a Q_{100} a Q_{500} vygenerovány mapy rychlostí.

Úsek km

Formát map rychlostí *.tif – rastr, georeferencovaný tif velikost pixelu rastru 2x2 m

Úsek km

Bodové rychlosti *.shp - shapefile bodového pole rychlostí

Informace o rychlosti proudění vody v korytě a v inundačním území u jednorozměrného modelu jsou známy pouze ve výpočetních profilech. Po provedení výpočtu a získání úrovně vodní hladiny v profilu je možné dopočítat rozdělení rychlostí v korytě a levé i pravé inundaci. Bodové rychlosti jsou prezentovány pomocí vhodně distribuovaných bodů na příčných profilech. Distribuce bodů je závislá na velikosti vodního toku (koryta toku) a rozsahu záplavového území. V korytě vodního toku bude vždy umístěn alespoň jeden bod charakterizující rychlost proudění v korytě.

6.4 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

Nejistoty mohou vstupovat do výpočtů a dále do výsledků v každé dílčí fázi zpracování. Jedná se zejména o nejistoty hydrologických dat, geodetických dat, zpracování digitálního modelu terénu, schematizace řešeného území hydrodynamickým modelem, přesnost hydrodynamického modelu, kalibrační značky, kulminační průtoky historických povodní atd.

Dalším faktorem, s nímž model nepočítá, je množství plavenin, které postupují tokem při povodni, ať už se jedná například o ledové kry nebo antropogenní materiál či dřevní hmotu. Tyto plaveniny, pak zejména v prostoru objektů, mohou značně pozměnit průtočný profil (částečné nebo úplné ucpání), což má zásadní vliv na jeho průtočnou kapacitu a následně na průběh hladin nad objektem.

Způsob zpracování vycházel z použití nejmodernějších a nejaktuálnějších vstupních podkladů, hydrodynamických modelů, metod zpracování hydrodynamických modelů a prezentace jejich výsledků s cílem minimalizovat nejistoty ve výsledcích výpočtů.