



# TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK PRO OBLASTI POVODÍ HORNÍ VLTAVY, BEROUNKY A DOLNÍ VLTAVY

## DÍLČÍ POVODÍ BEROUNKY

### B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

ZUBŘINA – 10100148\_1 – ř.km 20,00 – 26,00 (PV-22-1)



04.2013





OPERAČNÍ PROGRAM  
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE  
Fond soudržnosti

Pro vodu,  
vzduch a přírodu

# TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK PRO OBLASTI POVODÍ HORNÍ VLTAVY, BEROUNKY A DOLNÍ VLTAVY

## DÍLČÍ POVODÍ BEROUNKY

### B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

ZUBŘINA – 10100148\_1 – ř.km 20,00 – 26,00 (PV-22-1)

Pořizovatel:



Povodí Vltavy, státní podnik  
Holečkova 8  
Praha 5  
150 24

Zhotovitel: sdružení „DHI + HDP“



DHI a.s.  
Na Vrších 1490/5  
Praha 10  
100 00



Sweco Hydroprojekt a.s.  
Táborská 31  
Praha 4  
140 16



OPERAČNÍ PROGRAM  
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE  
Fond soudržnosti

Pro vodu,  
vzduch a přírodu

**Řešitel:**

HYDROSOFT Veleslavín s.r.o.

U Sadu 13/62

Praha 6

162 00

Sweco Hydroprojekt a.s.

Táborská 31

Praha 4

140 16

V Praze, 04 2013

## Obsah:

|          |                                                                                             |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Základní údaje</b>                                                                       | <b>6</b>  |
| 1.1      | Seznam zkratk a symbolů                                                                     | 6         |
| 1.2      | Cíle prací                                                                                  | 6         |
| 1.3      | Předmět práce                                                                               | 6         |
| 1.4      | Postup zpracování a metoda řešení                                                           | 6         |
| <b>2</b> | <b>Popis zájmového území</b>                                                                | <b>8</b>  |
| 2.1      | Všeobecné údaje                                                                             | 9         |
| 2.2      | Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)                                 | 10        |
| <b>3</b> | <b>Přehled podkladů</b>                                                                     | <b>12</b> |
| 3.1      | Topologická data                                                                            | 12        |
| 3.1.1    | Vytvoření (aktualizace) DMT                                                                 | 12        |
| 3.1.2    | Mapové podklady                                                                             | 12        |
| 3.1.3    | Geodetické podklady                                                                         | 13        |
| 3.2      | Hydrologická data                                                                           | 13        |
| 3.2.1    | Hydrologické poměry a jejich interpretace ve výpočtovém modelu                              | 14        |
| 3.3      | Místní šetření                                                                              | 14        |
| 3.4      | Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura | 14        |
| 3.5      | Normy, zákony, vyhlášky                                                                     | 14        |
| 3.6      | Vyhodnocení a příprava podkladů                                                             | 15        |
| <b>4</b> | <b>Popis koncepčního modelu</b>                                                             | <b>16</b> |
| 4.1      | Schematizace řešeného problému                                                              | 16        |
| 4.2      | Posouzení vlivu nestacionarity proudění                                                     | 16        |
| 4.3      | Způsob zadávání OP a PP                                                                     | 16        |
| <b>5</b> | <b>Popis numerického modelu</b>                                                             | <b>17</b> |
| 5.1      | Použité programové vybavení                                                                 | 17        |
| 5.2      | Vstupní data numerického modelu                                                             | 17        |
| 5.2.1    | Morfologie vodního toku a záplavového území                                                 | 17        |
| 5.2.2    | Drsnosti hlavního koryta a inundačních území                                                | 21        |
| 5.2.3    | Hodnoty okrajových podmínek                                                                 | 21        |
| 5.2.4    | Hodnoty počátečních podmínek                                                                | 22        |
| 5.2.5    | Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat                                               | 22        |
| 5.3      | Popis kalibrace modelu                                                                      | 22        |
| <b>6</b> | <b>Výstupy z modelu</b>                                                                     | <b>23</b> |
| 6.1      | Záplavové čáry pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ , $Q_{100}$ a $Q_{500}$                         | 27        |
| 6.2      | Hloubky pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ , $Q_{100}$ a $Q_{500}$                                | 27        |
| 6.3      | Rychlosti pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ , $Q_{100}$ a $Q_{500}$                              | 27        |
| 6.4      | Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů                                                   | 27        |

## 1 Základní údaje

### 1.1 Seznam zkratk a symbolů

V následující tabulce č.1 jsou abecedně seřazeny všechny zkratky a symboly použité při zpracování části B, Technická zpráva – hydrodynamické modely a mapy povodňového nebezpečí.

Tabulka č. 1 – Seznam zkratk a symbolů

| Zkratka   | Vysvětlení                                                     |
|-----------|----------------------------------------------------------------|
| Bpv       | Výškový systém Balt po vyrovnání                               |
| CDS       | Centrální datový sklad                                         |
| ČHMÚ      | Český hydrometeorologický ústav                                |
| DMR4G     | Digitální model reliéfu České republiky 4. generace            |
| DMR5G     | Digitální model reliéfu České republiky 5. generace            |
| DMT       | Digitální model terénu                                         |
| DOP       | Dolní okrajová podmínka                                        |
| DPI       | Rozlišení dané počtem bodů na jeden palec ( 2,5cm)             |
| IDVT CEVT | Identifikátor vodního toku v Centrální evidenci vodních toků   |
| LGS       | Limigrafická stanice                                           |
| S_JTSK    | Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální      |
| SOP       | Studie odtokových poměrů                                       |
| TPE       | Technicko provozní evidence                                    |
| VÚV TGM   | Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka                   |
| ZABAGED®  | Základní báze geografických dat – digitální topografický model |
| ZM10      | Základní mapa 1:10 000                                         |
| ZÚ        | Záplavová území                                                |
| 1D model  | Matematický model jednorozměrného proudění                     |

### 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 semikvantitativní 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

Výchozím podkladem pro zpracování studie byla data ze „Studie záplavového území toku Zubřina“, provedená v prosinci 2007 firmou Hydrossoft Veleslavín a především její aktualizace provedená stejnou firmou v roce 2012.

Po prostudování poskytnutých dat byl proveden terénní průzkum. Cílem průzkumu bylo především posoudit změny v zájmovém území, konkrétně posoudit vybudovanou PPO v centru Domažlic. Na základě průzkumu bylo dohodnuto s objednatelem, že stavba proběhla podle všeho dle projektové dokumentace a nové geodetické zaměření tedy není nutné. Veškeré výpočty tedy vychází z projektové dokumentace navrhovaných PPO.

S ohledem na 5- letou platnost hydrologických dat bylo nutné v zájmovém profilu hydrologická data (průtoky n- letých vod) vydávaných ČHMÚ nechat znovu ověřit.

Výpočty byly prováděny programem Hydrocheck jako ustálené nerovnoměrné proudění. Po sestavení výpočetní trati z geodetických podkladů z TPE byla celá výpočetní trať zkontrolována tak, aby mohly být provedeny výpočty  $Q_{500}$ . Z tohoto důvodu bylo v několika případech potřeba rozšířit údolní profily nad úroveň geodetického zaměření. K tomuto účelu byl použit výškový model terénu vytvořený v programu Atlas - DMT na datech z DMR 5G.

Hydraulické výpočty byly provedeny pro průtoky  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$  a výsledky těchto výpočtů byly zpracovány v programu Atlas - DMT. Výsledkem byla hrubá mapa hloubek, která sloužila jako jeden z podkladů pro vynášení záplavových čar. Dalšími podklady byly výsledky programu Hydrocheck (průběh hladin v příčných profilech) mapový podklad, fotodokumentace a především znalost zájmového území.

Po správném vynesení záplavových čar byla hrubá mapa hloubek oříznuta těmito polygony a vznikla již čistá mapa hloubek a mapa hladin ve formátu předávaném do CDS.

Výsledky jsou prezentovány v podobě map povodňového nebezpečí v kapitole 6.

## 2 Popis zájmového území

Název toku: Zubřina

ID úseku IDVT CEVT: 10100148\_1

Číslo hydrologického pořadí toku: 1-10-02-0510, 1-10-02-0460

Úsek toku: ř. km 20,0 – 26,0

Významná vodní díla:

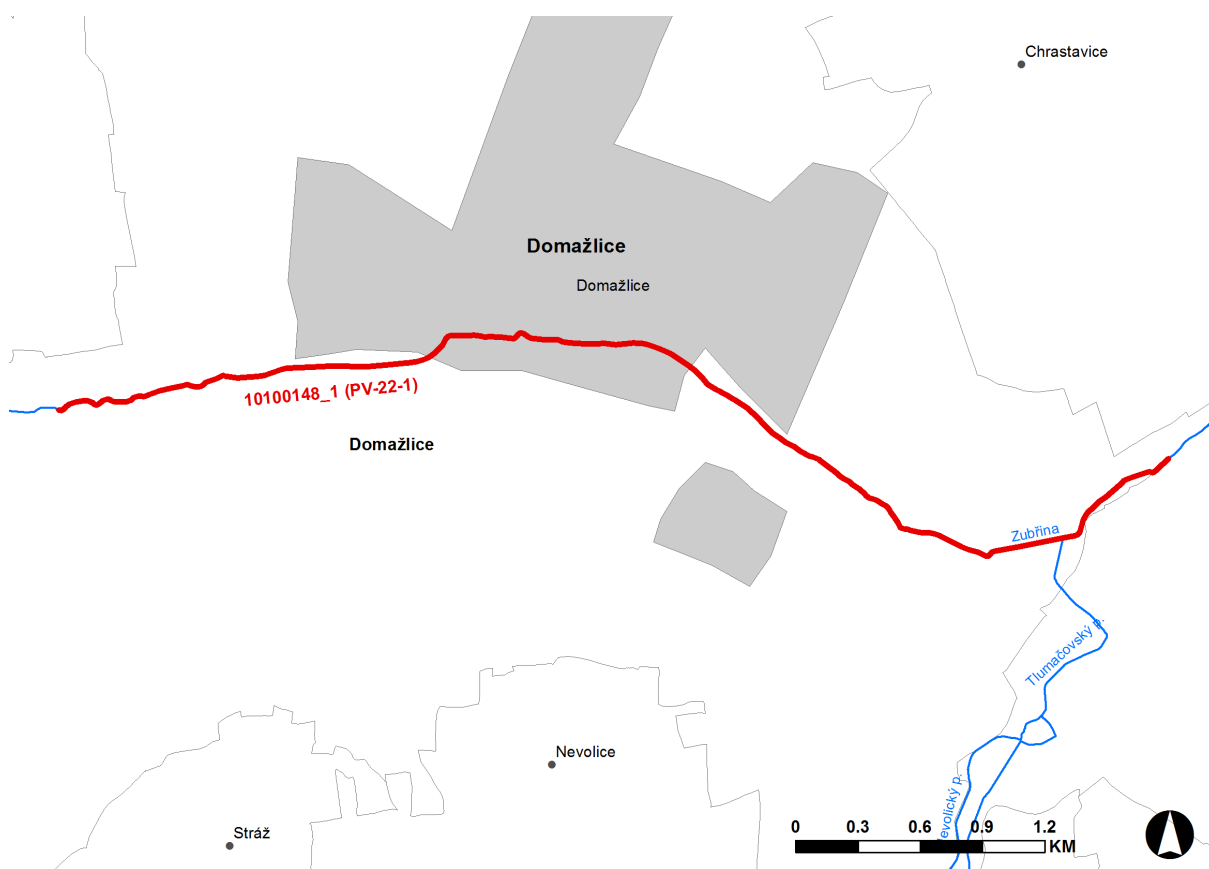
Významné přítoky:

Posuzovaný úsek Zubřiny byl určen od ř. km 20,00 (od Hůrky) do ř. km 26,0 (Havlovice) dle kilometráže poskytnuté objednatelem studie a přesně vymezen zadanými souřadnicemi začátku a konce toku:

začátek: x = -856 750,04 y = -1 099 256,90

konec: x = -862 099,95 y = -1 099 019,32

Obr. 1 – Přehledná mapa řešeného území





*Podklady:*

Název toku - zdroj VÚV TGM

ID úseku IDVT CEVT - zdroj Ministerstvo zemědělství

Číslo hydrologického pořadí toku - zdroj ČHMÚ

Úsek toku - zdroj Povodí Vltavy s.p.

Významná vodní díla - zdroj ZM10

Významné přítoky - zdroj ZM10

**2.1 Všeobecné údaje**

Povodí Zubřiny je součástí povodí Radbuzy, které náleží hydrologicky k povodí Berounky, Vltavy, resp. Labe. Celková plocha povodí Zubřiny je 1213,74 km<sup>2</sup>, délka toku je 33,26 km. Pramení 1,5 kilometru jihovýchodně od Pasečnic u Pelechů v nadmořské výšce 570 metrů. Nejvyšším místem v povodí je Halovská hora 644 m n.m., nejnižší místo zájmového území na soutoku s Radbuzou dosahuje výšky 355 m n.m.

Údolní niva vodního toku Zubřiny je od soutoku s Radbuzou až po město Domažlice zemědělsky využívána zejména jako louky, méně často pastviny, nebo pole. Inundace toku není prakticky vůbec využívána k rekreačním účelům a veškerá zástavba je soustředěna do obcí. Některé úseky toku jsou zcela zamokřené, hospodářsky nevyužívané a nevyužitelné. V úseku toku pod Osvračínem je úsek toku chráněným územím. Při povodni jsou tyto úseky toku vhodným prostorem pro přirozenou transformaci povodně. Samostatným úsekem toku je město Domažlice, kde je souvislá zástavba podél toku, tok je nekapacitní a většina nemovitostí v okolí toku je ohrožena již malou povodní. Město Domažlice je zlomem v charakteru toku. Zatímco pod Domažlicemi se jedná o inundaci složenou z luk a polí, nad Domažlicemi převládá zalesnění záplavového území. Mění se i sklonové poměry, které se pod Domažlicemi pohybují do 0,4%, zatímco nad Domažlicemi od 1 do 3%. Z pohledu vegetace je mezi Domažlicemi a Železničním mostem nad Havlovicemi koryto výrazně zarostlé, avšak jen nesouvisle zalesněné. Více viz kapitola „5.2.1. Morfologie vodního toku a záplavového území“.

V zájmovém území Zubřiny není žádné vodní dílo, které by mohlo ovlivnit odtokové poměry.

Charakterem území, kterým Zubřina protéká, jsou dány i její sklonové poměry. Absolutnímu spádu 192 m odpovídá průměrný relativní sklon 0,58 %. Sklon v celé trati však není zcela vyrovnaný a lze jej rozdělit na následující úseky s průměrným sklonem od 0,18% do 3,05%.

| Úsek toku                                                         | Profily    | ř.km do | Sklon |
|-------------------------------------------------------------------|------------|---------|-------|
| Soutok s Radbuzou – Silniční most Chotiměř                        | P001 – 09M | 7,435   | 0,18% |
| Silniční most Chotiměř – Silniční most Nahošice                   | 09M – 15M  | 12,414  | 0,22% |
| Silniční most Nahošice – Radonice                                 | 15M – P164 | 17,543  | 0,25% |
| Radonice – Silniční most Domažlice, Dolejší Předměstí             | P164 – 30M | 23,026  | 0,41% |
| SM Domažlice, Dolejší Předměstí - SM Domažlice, Hořejší Předměstí | 30M – 43M  | 24,247  | 0,33% |
| SM Domažlice, Hořejší Předměstí – poslední most v Domažlicích     | 43M – 50M  | 25,829  | 0,53% |
| Domažlice – Železniční most nad Havlovicemi                       | 50M – 60M  | 28,307  | 1,26% |
| Železniční most nad Havlovicemi – Mostek                          | 60M – 66M  | 31,269  | 0,98% |
| Mostek – konec úseku                                              | 66M – 70M  | 33,261  | 3,05% |

## Zájmový úsek toku

Zájmový úsek toku je od statku Vodolenka, po obec Havlovice cca 7,5 km dlouhý. Sklon úseku je 0,55%, ale několikrát se mění. Nejmenší sklon je přímo v centru města, mezi mosty 30M ř.km 23,026 a 43M ř.km 24,247. Tento sklon činí pouhých 0,19%. Z tohoto důvodu je také tento úsek toku nejkritičtější. Sklon toku pod Havlovicemi činí naopak až 1,27%

Rychlost vody odpovídá sklonům a pohybuje se v dolním úseku toku mezi 1,5 až 2,8 m/s, v centru Domažlic v úseku s menším sklonem je rychlost vody cca 0,7 m/s.

Režim proudění je téměř v celém zájmovém úseku toku říční, pod Havlovicemi je prudší úsek v délce cca 1 km na hraně říčního a bystřinného proudění, ve kterém se bude režim proudění často měnit.

## 2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

V Domažlicích na Zubřině byly dle našeho zjištění zdokumentovány čtyři větší historické povodně, které způsobily významnější škody. Jedná se o povodně 1.8.1901, 21. – 22.12.1994, 16.2.21997 a především povodeň 28.7.2006. Při povodni v roce 2006, která dle dostupných informací odpovídala cca  $Q_{20}$ , byly zaměřeny dvě povodňové značky v centru Domažlic, které byly využity při kalibraci modelu.

Mimo to byly Odborem životního prostředí v Domažlicích poskytnuty podrobné informace o průběhu povodně, zapůjčena zpráva o povodni a též zapůjčena fotodokumentace povodně v nejkritičtějších lokalitách Domažlic. Těchto informací bylo použito při návrhu záplavových čar a aktivní zóny.





Informaci o tom, že povodeň odpovídala  $Q_{20}$  můžeme na základě výsledků vlastních výpočtů potvrdit. Dle našich výsledků tato informace odpovídá, nebo byla povodeň těsně menší, tedy někde mezi  $Q_{10}$  až  $Q_{20}$ . Rozhodně se nejednalo o povodeň  $Q_{50}$  či větší.

### 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).

- Základní mapy 1 : 10 000 – digitální, rastrové – ZAGAGED, poskytl Povodí Ohře, s.p.
- Výškopisná data DMR 4G, copyright ČÚZK, MO ČR, MZe ČR, 2010
- Výškopisná data DMR 5G, copyright ČÚZK, MO ČR, MZe ČR, 2012
- Geodetické zaměření – příčné profily, podélný profil, provedla firma GEOREAL spol. s r.o v roce 2006
- Výsledky hydraulické výpočtu nerovnoměrným prouděním (program Hydrocheck)
- Hydrologická data: N-leté průtoky – ČHMÚ České Budějovice
- Hydrologické poměry ČSSR III. díl, HMÚ Praha 1970
- Podrobný terénní průzkum zpracovatele, uskutečněný září 2012 zaměřený na zmapování stavu koryta a břehů se zřetelem na místní překážky a další relevantní faktory
- Závěrečná zpráva „Studie záplavového území toku Zubřina“, Hydrossoft Veleslavín s.r.o., prosinec 2007
- Zákon č. 257/2001 Sb. - o vodách
- Vyhláška MŽP 236/2002 Sb. – o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území
- Geomorfologie Českých zemí, Jaromír Demek a kol., AC 1965
- Vyšší geomorfologické jednotky České republiky, Český úřad zeměměřický a katastrální, Praha 1996
- Metadata poskytnutá Zeměměřickým ústavem k aktuální verzi ZM 10
- Atlas podnebí ČSSR, ČHMÚ
- Wikipedie

#### 3.1 Topologická data

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

##### 3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

Digitální model terénu byl sestaven z Digitálního modelu reliéfu České Republiky 5. Generace (DMR 5G). V místech kde nebyl DMR 5G dostupný, byl použit DMR 4G od ČÚZK. Dno toku bylo vymodelováno pomocí lineární interpolace zaměřených příčných profilů s akceptováním směrového vedení toku. K tomuto kroku byl použit software DMT ATLAS. Sestavení DMT včetně generování map hladin a map hloubek proběhlo též v softwaru DMT ATLAS. Výstupy byly vygenerovány jako ASCII GRID pixelu 2m x 2m. Všechny souřadnice DMT jsou v polohopisném systému S\_JTSK a výškovém Bpv.

##### 3.1.2 Mapové podklady

Pro potřeby studie byla vybrána Základní mapa České republiky 1:10 000 (ZM 10) aktualizovaná Zeměměřickým úřadem v roce 2011. Jedná se o nejpodrobnější základní mapu středního měřítká.

ZM 10 obsahuje polohopis, výškopis a popis. Předmětem polohopisu jsou sídla a jednotlivé objekty, komunikace, vodstvo, hranice správních jednotek a katastrálních území (včetně územně technických jednotek), hranice chráněných území, body polohového a výškového bodového pole, porost a povrch půdy. Předmětem výškopisu je terénní reliéf zobrazený vrstevnicemi a terénními stupni. Popis mapy sestává z druhového označení objektů, standardizovaného geografického názvosloví, kót vrstevnic, výškových kót, rámových a mimorámových údajů. Obsahem mapových listů je i rovinná pravoúhlá souřadnicová síť a zeměpisná síť. Předměty obsahu mapy jsou znázorněny pouze na území České republiky. Míra generalizace polohopisu je na takové úrovni, že nedochází k

rozsáhlejšímu spojování jednotlivých staveb do bloků a ke zjednodušování tvarů. Mapa tak poskytuje velmi podrobnou představu o zobrazovaném území.

Data ZM 10 se stavem aktualizace v roce 2009 a dříve byly odvozovány z vektorových výstupů, které vznikaly v průběhu tvorby vizualizací ZABAGED®. Jejich rasterizací a následnou transformací do souřadnicového systému S-JTSK vznikl obraz státního území, který byl strukturovaný po listech ZM 10. Dalším zpracováním byla pořízena barevná bezešvá rastrová mapa s barevnou hloubkou 4 bit, jednotnou barevnou paletou a hustotou 400 dpi. Z důvodu nižší kvality rozlišení těchto výstupů bylo v roce 2011 přistoupeno k nahrazení těchto souborů novými rastry, které vznikly přímým odvozením z tiskových podkladů ZM 10. Tyto rastry mají barevnou hloubku 24 bit a rozlišení 800 dpi. Data ZM 10 se stavem aktualizace v roce 2010 a později jsou odvozovány přímo z postscriptových souborů nové technologické linky. Tyto soubory jsou službou aplikačního serveru rastrovány s rozlišením 800 dpi, barevnou hloubkou 8 bit a jednotnou barevnou paletou. Do doby pokrytí celého území ČR soubory z nové technologické linky budou uživatelům poskytovány vždy obě datové sady. Tvorbu a aktualizaci ZM 10 zajišťuje Zeměměřický úřad.

ZM 10 je distribuována ve formátu TIF po segmentech bezešvé mapy – čtvercích 2x2 km, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK.. Kromě grafického umístovacího souboru je dodáván textový umístovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Krovak EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umístovacího čtverce a velikost pixlu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají rozlišení 3149x3149 (72DPI).

### 3.1.3 Geodetické podklady

Geodetické zaměření toku Zubřiny prováděla společnost GEOREAL spol. s r.o v roce 2006. Z toho to zaměření vycházel hydraulický model, ve kterém byl doplněn v roce 2012 úsek toku, ve kterém proběhla výstavba PPO. Jak již bylo řečeno, výpočetní trať v úseku výstavby PPO byla sestavena na základě podkladů z projektu. Pro přesnější vynesení průběhu záplavových čar byla k dispozici data z leteckého snímkování DMR 4G a DMR 5G, která poskytlo Povodí Vltavy.

Jiné výškopisné podklady nebyly pro zpracování studie k dispozici.

## 3.2 Hydrologická data

*Název hydrologického profilu:* Zubřina pod Tlumačovským p., Zubřina nad Tlumačovským p.

*Říční kilometr:* ř. km 20,908, ř. km 21,042

*Třída přesnosti dle ČSN 75 1400:* III

*Velikost plochy povodí k profilu:* 56,91km<sup>2</sup>, 36,18 km<sup>2</sup>

*Číslo hydrologického povodí:* 1-10-02-0510, 1-10-02-0460

*N-leté průtoky:* viz. tabulka č.3

Tabulka č.3 - N-leté průtoky ( $Q_N$ ) v m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>

| Hydrologický profil        | Říční kilometr | Q <sub>5</sub> | Q <sub>20</sub> | Q <sub>100</sub> | Q <sub>500</sub> | Třída přesnosti |
|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| Zubřina pod Tlumačovským p | 20,908         | 16,5           | 29,9            | 51,4             | 80               | III.            |
| Zubřina nad Tlumačovským p | 21,042         | 13,5           | 24,6            | 42,3             | 66               | III.            |



### 3.2.1. Hydrologické poměry a jejich interpretace ve výpočtovém modelu

Pro zpracování studie byly použity základní hydrologické údaje ČHMÚ. Změny průtoků jsou uvedeny v psaném podélném profilu a prvky pro jejich zadávání jsou součástí výpočtového modelu Hydrocheck.

Tabulka č.3a - Rekapitulace rozdělení hydrologických dat ve výpočtovém modelu

| zdroj              | Profil              | od - do         | N-leté průtoky ( $Q_N$ ) v $m^3.s^{-1}$ |   |      |    |      |    |      |     |
|--------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------------------|---|------|----|------|----|------|-----|
|                    |                     | ř.km            | 1                                       | 2 | 5    | 10 | 20   | 50 | 100  | 500 |
| DOP                | pod Tlumačovským p. | 19,257 – 20,92  |                                         |   | 16,5 |    | 29,9 |    | 51,4 | 80  |
| dQSDV <sub>1</sub> | nad Tlumačovským p. | 21,042 – 26,795 |                                         |   | 13,5 |    | 24,6 |    | 42,3 | 66  |

### 3.3 Místní šetření

Místní šetření probíhalo v září 2012. Byla zpracována podrobná fotodokumentace. Každá fotografie je časově a prostorově lokalizovaná. Součástí fotodokumentace jsou i fotky ze starších studií. Lokalizace starší fotodokumentace nebyla dodatečně prováděna, v některých případech ale byly i starší fotky lokalizované.

Cílem místního šetření bylo:

- posouzení nutnosti doplňujícího geodetického zaměření. V případech rekonstrukcí objektů či vlastního koryta či jakékoliv změně v korytě či inundačním území bylo posuzováno, zadali je, nebo není potřeba provést nové zaměření. Výsledek šetření je popsán v kapitole 3.1.3 Geodetické podklady.
- posouzení drsnostních charakteristik. Cílem průzkumu bylo mimo jiné i posouzení drsnostních charakteristik, zejména v inundaci, kde se odtokové parametry mohly změnit novou výstavbou. Dále bylo potřeba určit drsnostní charakteristiky v území potenciálně zaplaveném povodní  $Q_{500}$ .
- posouzení morfologie terénu z pohledu průtoků  $Q_{500}$ . Bylo nutné rozhodnout, zdali bude nutné rozšiřovat profily původního modelu, či nikoliv. Ne vždy se celá inundace podílí na průtoku. Na základě průzkumu byly některé profily v době sestavování modelu, proti původní studii rozšiřovány z výškopisu DMR 4G či DMR 5G.
- posouzení objektů z pohledu průtoků  $Q_{500}$ . Původní modely nepočítaly s tak velkým průtokem. Bylo tedy nutné posoudit průtokové parametry objektů i při této extrémní povodni. U některých objektů byly na základě pořízené fotodokumentace upraveny průtokové koeficienty či další parametry objektu, například rozsah zasahování mostovky do průtočného profilu.
- posouzení ohrožení zaplavovaného území povodní. Tato část průzkumu měla za úkol pořídit fotodokumentaci ohrožených objektů v inundaci tak, aby později bylo možné rozhodovat, zda a v jakém rozsahu bude nemovitost ohrožena. Jedná se zde ale o doplňkovou informaci pro analýzy v GIS a v žádném případě se nejedná o evidenci a podrobnou dokumentaci jednotlivých objektů zasažených vodou.

Při stavbě modelu pak byla pořízená fotodokumentace významným nástrojem pro rozhodování kde a jak model upravovat.

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

V průběhu zpracování nebyly poskytnuty žádné další podklady.

### 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] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [4] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).

- [5] 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).
- [6] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [7] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [8] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

### **3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů**

Poskytnuté podklady plně pokryly zájmové území. Některé původní profily musely být rozšířeny, protože v původní studii nebyl řešen průtok  $Q_{500}$ . Pro rozšíření profilů bylo použito podkladu DMR 5G, jehož přesnost je pro potřeby modelu v okrajových částech inundace dostatečná.

## **4 Popis koncepčního modelu**

Základním požadavkem na zpracování záplavových území je provádění výpočtů metodou ustáleného nerovnoměrného proudění. Pro tento typ výpočtů je vhodný program HYDROCHECK verze 5.X, který používáme.

Jedná se o programový prostředek vyvinutý společností Hydrossoft Veleslavín s.r.o. v devadesátých letech ve spolupráci s Podniky povodí. Řeší ustálené nerovnoměrné proudění v otevřených neprizmatických korytech v režimových oblastech říčních i bystřinných. Základem řešení nerovnoměrného proudění je obecná metoda po úsecích. Významné objekty byly počítány funkcemi programu Hydrocheck jako objekty.

Program Hydrocheck je mimo jiné vhodným nástrojem pro posuzování aktivní zóny, či hodnocení map rizik, neboť umožňuje vyhodnocování svislicových rychlostí v příčném řezu. Díky tomu je možné vyhodnocovat rychlosti v inundaci a vytvářet mapu rychlostí jako plošnou informaci, nikoliv jen bodovou.

### **4.1 Schematizace řešeného problému**

Schéma modelu je poměrně jednoduché. Koryto prochází prakticky v celém zájmovém úseku údolnicí a inundace není široká. Nebylo tedy nutné zpracovávat dílčí úseky toku jako okružovou síť. Vzdálenosti příčných profilů v intravilánu jsou cca 50m, v extravilánu cca 200 až 250 metrů, v místech, kde to bylo potřeba hustěji.

### **4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění**

Vliv nestacionarity je ve výpočtech zanedbán. Studie je zpracována metodou stacionárního nerovnoměrného proudění, což je v souladu s požadavky objednatele.

### **4.3 Způsob zadávání OP a PP**

Jelikož se jedná o výpočet ustáleného nerovnoměrného proudění v říčním korytě, zadává se okrajová podmínka v dolním výpočtovém profilu v podobě hladiny a průtoku. V místě významných přítoků, pro které jsou k dispozici hydrologické údaje, se zadává změna průtoku. Jiné okrajové ani počáteční podmínky výpočtu se nezadávají.



## 5 Popis numerického modelu

### 5.1 Použité programové vybavení

Vlastní výpočty byly prováděny metodou ustáleného nerovnoměrného proudění v programu HYDROCHECK 5.X, který se osvědčil při výpočtech obdobných studií. Základní výhodou tohoto programu je možnost rozdělení příčného profilu na libovolné segmenty podle charakteru proudění v jednotlivých částech příčného profilu. Program zobrazuje i podrobné rozdělení rychlostí v příčném profilu a rozdělení aktivní zóny v příčném profilu.

Pro výpočty konzumpčních křivek významných objektů byl použit nástroj - výpočty objektů, který je přímou součástí programu HYDROCHECK 5.X.

Kromě metody nerovnoměrného proudění bývá užíváno i nástrojů rovnoměrného proudění pro stanovení konzumpční křivky dolní okrajové podmínky.

Pro vynášení záplavových čar z vypočtených úrovní hladin do mapového podkladu je využíváno funkcí Hydrochecku, který generuje vypočtené průřezy hladin v profilech do mapy.

### 5.2 Vstupní data numerického modelu

Základem prací na studii je podrobný terénní průzkum. Na základě terénního průzkumu a kvalitní fotodokumentace jsou určeny drsnostní charakteristiky a později vynášeny záplavové čáry a aktivní zóna.

Podkladem pro práci bylo podrobné geodetické zaměření v rozsahu potřebném pro jednorozměrný matematický model, tedy příčné a údolní profily a veškeré objekty. Kromě toho byly pro vynášení záplavové čáry a aktivní zóny použity všechny měřené body v rámci TPE.

Základním prvkem zadání je příčný profil - jeho geometrický tvar a rozměry, včetně součinitele drsnosti omočeného profilu.

Průtočný profil je možno rozdělit pomocí fiktivních svislic na vlastní koryto a přilehlé části inundace, ohraničené svislými rovinami, vedenými například v linii břehové hrany koryta. Jednotlivé části příčného profilu mají různou drsnost a s tím souvisí i různé rychlosti proudění a výsledná poloha hladiny vody v profilu.

Na základě fotodokumentace a poznámek získaných při rekognoskaci terénu byly voleny hodnoty Manningova drsnostního součinitele  $n$  pro jednotlivé části omočeného profilu.

Kromě vytvoření geometrického modelu říční sítě včetně objektů je pro simulace nerovnoměrného proudění nutné zadat okrajové podmínky. Jedná se především o průtok a označení počátečního (popřípadě koncového) profilu, ve kterém má být průběh proudění řešen. Dále se zadává hladina v počátečním profilu, pokud není zvolen režim jejího automatického výpočtu z konzumpční křivky.

#### 5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

##### ***ř.km 19,257 až 21,301 profily P181 až 26M - Statek Vodolenka – Na Rybníku***

Pod mostem 26M na levém břehu je v záplavovém území zahradnictví se skleníky. Celý tento objekt leží v záplavovém území  $Q_{20}$  a je v aktivní zóně. Limitujícím parametrem stanovení aktivní zóny není rychlost a hloubka vody, ale protéká zde při větších vodách více než 50% průtoků.



### **ř.km 21,301 až 23,026 profily 26M až 30M - Staňkův mlýn až most Masarykova**

Staňkův mlýn (vpravo nahoře) je v dosahu  $Q_{100}$ , ale mimo aktivní zónu.

Mezi mosty 26M a 30M není žádná nemovitost v ohrožení  $Q_{100}$ .

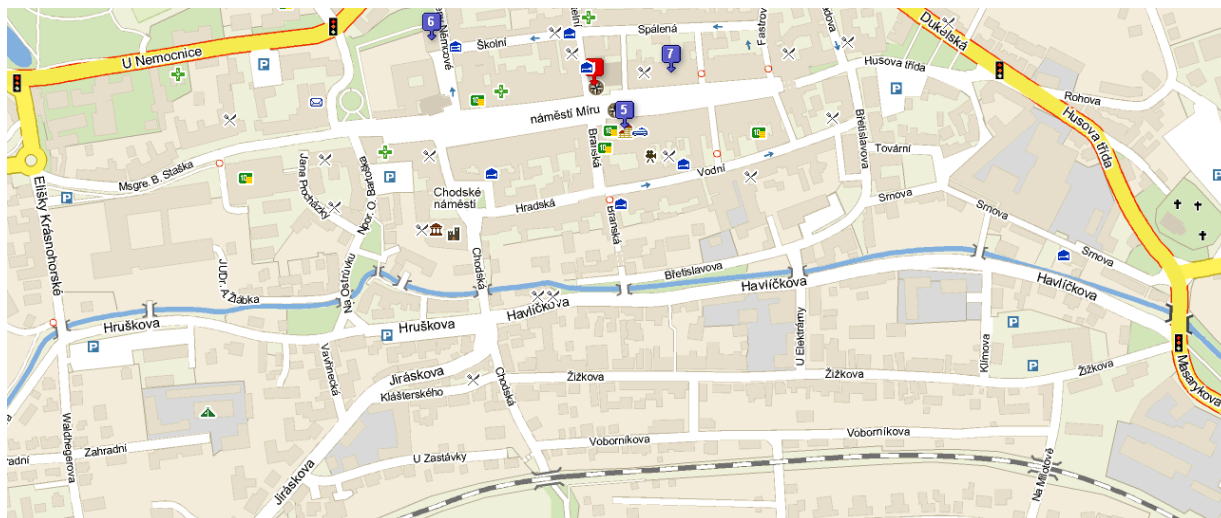
Objekty Povodí Vltavy jsou nad hladinou  $Q_{100}$ . Jsou sice při povodni na ostrově, avšak k objektům je i při  $Q_{100}$  zajištěn přístup kapacitním mostkem.



### **ř.km 23,026 až 24,247 profily 30M až 43M – centrum – most Masarykova až Elišky Krásnohorské**

Tento úsek byl nejkritičtější nejen ve městě Domažlicích, ale na celé Zubřině. To potvrdila i povodeň v červenci 2006.

V celém úseku je řada nemovitostí v aktivní zóně. Aktivní zóna zde byla posuzována dle kritérií hloubky a rychlosti. Neprochází tedy čarou  $Q_{20}$ , ale blížila se více původní  $Q_5$  (před navrhovanou úpravou). I přesto je povodní zasažených nemovitostí mnoho.



Tato mapa je pouze informativní z důvodu snadnější orientace v místopisu. Neobsahuje žádné vodohospodářské informace. Zdroj – [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

Z výše uvedených důvodů byla v roce 2010 v úseku mezi mosty 34L až 41M, ř.km 23,730 až 23,945 navržena protipovodňová ochrana - úprava koryta, která zvyšuje kapacitu toku z  $Q_2$  na cca  $Q_5$  až  $Q_{10}$ . Vzhledem k nízkému sklonu celého úseku a ke stísněným prostorovým možnostem není technicky možné navrhnout koryto kapacitnější.

Dále byl opraven a částečně zkapacitněn most 30M tak aby při  $Q_{100}$  nebyla přelita komunikace Masarykova a koryto v ulici Havlíčkova provedlo  $Q_5$  v celém úseku mezi mosty 30M až 41M. Koryto v ulici Havlíčkova je tvořeno nekapacitním, většinou neupraveným lichoběžníkem. Kapacita koryta ani po úpravách mostu 30M není větší než  $Q_5$  a je dále snižována lávkami a mostky, což při povodni větší než  $Q_5$  urychluje vybřežení do přilehlých ulic Havlíčkova a Břetislavova.



Úsek toku pod zámekem byl z pohledu odtokových poměrů ještě horší, neboť zde kolem toku není souběžná komunikace a voda při překročení kapacity koryta proudí příčnými uličkami do ulice Hruškova a Havlíčkova. Ne náhodou se zde říká „Na Ostrůvku“. V místě pod zámekem dochází při větších povodních v obou ulicích ke značnému proudění a rozsáhlému zaplavení nemovitostí. Možnosti úpravy koryta zde jsou prostorově velmi omezené a kapacita tohoto úseku po úpravě odpovídá průtoku  $Q_5$ . Je zde však nutné upozornit, že v rámci úpravy zde zůstanou tři lávky, jejichž kapacita je menší než  $Q_5$ . Tyto lávky tedy budou při povodni  $Q_5$  zaplavované, dojde pod nimi k tlakovému proudění a lze předpokládat, že v těchto místech dojde k lokálním problémům, rozlivům či možnému poškození lávek či opevnění.



V úseku toku mezi ulicemi Elišky Krásnohorské a Na Ostrůvku je koryto sice dostatečně dimenzované a upravené a to podle výpočtů až na  $Q_{100}$ , ale upravený úsek byl zakončen nekapacitní lávkou a mostem v ulici Na Ostrůvku. Zde pak docházelo k vybřežení a zpětnému vzduť, které se propagovalo při celém úsekem. Úprava v této podobě tedy měla minimální účinek a přesto, že bylo vlastní koryto kapacitní na  $Q_{100}$ , voda se do inundace rozlévala již při  $Q_{20}$ .

Navrhované zkapacitnění mostu tedy významně přispěje k odtokovým poměrům v dané lokalitě.

Závěrem lze konstatovat, že provedená protipovodňová ochrana má pro odtokové poměry velký význam u povodní s vyšší četností, tedy  $Q_2$  až  $Q_{10}$ . Naopak při povodních  $Q_{20}$  až  $Q_{100}$  význam úpravy klesá, a proto při velkých povodních veškerá rizika a ohrožení zůstávají. Z tohoto důvodu se záplava  $Q_{100}$  a aktivní zóna prakticky nezměnily. Je třeba s tím počítat v povodňovém plánu a na vybudovaná protipovodňová opatření se při velké povodni nespolehat.





**ř.km 24,247 až 25,087 profily 43M až 47M – nad mostem ul. Elišky Krásnohorské**

Přímo nad mostem 43M je záplavou  $Q_{100}$  ohroženo několik nemovitostí na levém i pravém břehu. Na levém břehu jsou některé nemovitosti zaplavovány již při  $Q_{20}$ . Žádná z nemovitostí však není v aktivní zóně.



Dále nad mostem 43M je na pravém břehu zástavba rodinných domků a nižších činžovních domů zcela mimo ohrožení velkých vod. Zaplavena bude ulice Hruškova, neboť koryto Zubřiny je nekapacitní, ale zástavba je nad korytem dostatečně převýšena. Na levém břehu jsou hřiště též s dostatečným navýšením a ani při  $Q_{100}$  by nemělo dojít k jejich zaplavení.

Tomuto úseku toku je třeba vytknout to, že je zde velice úzký průtočný profil a ačkoliv zde nedochází k zaplavování objektů, bude v celé ulici Hruškova velká hloubka a rychlost vody a je třeba počítat s jejím ničivým účinkem (mostky, městský mobiliář, osobní auta atd.).



**ř.km 25,087 až 25,404 profily 47M až 49M – chaty pod mostem 49M**

Na levém břehu v prostoru pod mostem 49M je několik chat v záplavovém území  $Q_{20}$  i  $Q_5$ . Některé chaty jsou v aktivní zóně. Všechny rodinné domy v této lokalitě jsou však dostatečně vysoko a v aktivní zóně, ani v dosahu  $Q_{100}$  nejsou.

**ř.km 25,404 až 26,795 profily 49M až P237 - nemovitost nad mostkem 50M**

Tato nemovitost (vpravo nahoře) je ve svahu a z návodní strany je v dosahu  $Q_{100}$  i  $Q_{20}$ . Další nemovitosti již ohrožené nejsou.

**5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území****Použité drsnosti dle Manninga v korytě**

| Popis                | n             |
|----------------------|---------------|
| Beton v dobrém stavu | 0,020         |
| Beton starý          | 0,035         |
| dlažba               | 0,025 - 0,045 |
| tráva                | 0,035 - 0,045 |
| keře                 | 0,060 - 0,090 |

**Použité drsnosti dle Manninga v inundaci**

| Popis                            | n                                      |
|----------------------------------|----------------------------------------|
| silnice chodníky - asfalt, beton | 0,020 - 0,025                          |
| cesta                            | 0,035 - 0,040                          |
| louky, pole                      | 0,035 - 0,045                          |
| stromy, keře                     | 0,060 - 0,120                          |
| hustý porost                     | 0,120 - 0,160                          |
| zahrady s ploty, zástavba        | 0,160 - 0,200 nebo vypuštěné z výpočtu |

**5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek**

Dolní okrajová podmínka byla stanovena v počátečním profilu řešeného úseku – profil P191, ř. km 20,192. Pro daný profil byly k dispozici průtoky pro  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$  a  $Q_{500}$  viz. tab. č. 5. Hladiny v profilu byly zinterpolovány pro dané průtoky a jsou uvedeny v tabulce č.5a.

Tabulka č.5 - N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení

| profil DOP/N- leté průtoky $Q_N$ | Úsek toku (km od - do) | $Q_5$ | $Q_{20}$ | $Q_{100}$ | $Q_{500}$ | Poznámka |
|----------------------------------|------------------------|-------|----------|-----------|-----------|----------|
| profil P191, ř. km 20,192        | 20,192 – 20,92         | 16,5  | 29,9     | 51,4      | 80        |          |

Tabulka č.5a – Zinterpolované hladiny

| profil DOP/H – výška hladiny | ř.km   | $H_5$  | $H_{20}$ | $H_{100}$ | $H_{500}$ | Poznámka |
|------------------------------|--------|--------|----------|-----------|-----------|----------|
| profil P191                  | 20,192 | 404,45 | 404,73   | 405,03    | 405,33    |          |

Pro celý řešený úsek jsou změny průtoky uvedeny v kap. 3.2.1. tab. 3a.

#### 5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Jak již bylo řečeno dříve, počáteční podmínky se v případě ustáleného nerovnoměrného proudění nezadávají.

#### 5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Vstupní data byla pro zpracování studie dostatečná.

### 5.3 Popis kalibrace modelu

Jak již bylo uvedeno v kapitole 2.2, proběhla v roce 2006 v Domažlicích významná povodeň. Po této povodni byly zajištěny dvě povodňové značky, obě byly při kalibraci modelu použity viz. tabulka č. 6.

Tabulka č.6 – Kalibrace modelu

| Název profilu | ř. km  | Kalibrační průtok( $m^3/s$ ) | Kóta značky (m n. m.) | Výška vypočítané hladiny (m n. m.) | Rozdíl (m) | N-letos        |
|---------------|--------|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|------------|----------------|
| pod 35L       | 23,743 | 14,4                         | 418,10                | 418,17                             | +0,07      | $Q_5 - Q_{10}$ |
| 38M           | 23,843 | 14,4                         | 418,55                | 418,48                             | -0,07      | $Q_5 - Q_{10}$ |

## 6 Výstupy z modelu

Hlavním výstupem z matematického modelu je psaný podélný profil, jež je zpracován pro všechny průtokové epizody a jež je hlavním nástrojem pro tvorbu záplavových čar. Psaný podélný profil kromě vypočtené úrovně hladiny obsahuje i informaci o výšce dna (nejhlubší dno), úroveň levého a pravého břehu (břehová hrana) a dále úroveň spodní hrany mostovky mostních objektů. Profil je doplněn o poznámku, upřesňující umístění daného příčného řezu.

Psaný podélný profil je uveden na následující stránce.



**Hladiny *n*-letých průtoků**

| Profil | ř.km<br>objektů | Kóta dna | Levý<br>břeh | Pravý<br>břeh | Z5       | Q5     | Z20      | Q20    | Z100     | Q100   | Z500     | Q500   | Kóta<br>mostovky | Popis objektu |
|--------|-----------------|----------|--------------|---------------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|------------------|---------------|
|        | [km]            | [m n.m.] | [m n.m.]     | [m n.m.]      | [m n.m.] | [m3/s] | [m n.m.] | [m3/s] | [m n.m.] | [m3/s] | [m n.m.] | [m3/s] | [m n.m.]         |               |
| P191   | 20,192          | 402,84   | 404,20       | 404,25        | 404,45   | 16,50  | 404,73   | 29,90  | 405,03   | 51,40  | 405,33   | 80,00  | 0,00             |               |
| P192   | 20,264          | 402,95   | 404,51       | 404,48        | 404,82   | 16,50  | 405,06   | 29,90  | 405,30   | 51,40  | 405,57   | 80,00  | 0,00             |               |
| P193   | 20,329          | 403,05   | 405,09       | 405,15        | 405,09   | 16,50  | 405,31   | 29,90  | 405,56   | 51,40  | 405,82   | 80,00  | 0,00             |               |
| P194   | 20,432          | 403,36   | 405,16       | 405,10        | 405,29   | 16,50  | 405,60   | 29,90  | 405,90   | 51,40  | 406,17   | 80,00  | 0,00             |               |
| P195   | 20,515          | 403,48   | 405,42       | 405,30        | 405,44   | 16,50  | 405,71   | 29,90  | 405,99   | 51,40  | 406,27   | 80,00  | 0,00             |               |
| P196   | 20,633          | 403,63   | 405,69       | 405,78        | 405,84   | 16,50  | 406,12   | 29,90  | 406,35   | 51,40  | 406,57   | 80,00  | 0,00             |               |
| P197   | 20,724          | 404,16   | 406,09       | 405,86        | 406,13   | 16,50  | 406,44   | 29,90  | 406,71   | 51,40  | 406,97   | 80,00  | 0,00             |               |
| P198   | 20,833          | 404,40   | 405,96       | 405,93        | 406,27   | 16,50  | 406,60   | 29,90  | 406,91   | 51,40  | 407,21   | 80,00  | 0,00             |               |
| P199   | 20,908          | 404,94   | 406,45       | 405,86        | 406,31   | 16,50  | 406,60   | 29,90  | 406,94   | 51,40  | 407,24   | 80,00  | 0,00             |               |
| P200   | 21,042          | 405,25   | 408,24       | 408,81        | 406,89   | 13,50  | 407,33   | 24,60  | 407,58   | 42,30  | 407,77   | 66,00  | 0,00             |               |
| P201   | 21,136          | 405,69   | 407,28       | 407,80        | 407,33   | 13,50  | 407,73   | 24,60  | 407,96   | 42,30  | 408,17   | 66,00  | 0,00             |               |
| 25L_d  | 21,210          | 405,91   | 407,83       | 408,81        | 407,50   | 13,50  | 407,81   | 24,60  | 408,07   | 42,30  | 408,30   | 66,00  | 0,00             |               |
| 25L    | 21,218          | 405,91   | 408,88       | 408,81        | 407,54   | 13,50  | 407,93   | 24,60  | 408,17   | 42,30  | 408,40   | 66,00  | 407,35           | Lávka         |
| 26M    | 21,301          | 406,70   | 409,47       | 409,43        | 408,78   | 13,50  | 409,06   | 24,60  | 409,23   | 42,30  | 409,37   | 66,00  | 409,07           | Silniční most |
| P202   | 21,311          | 407,03   | 408,70       | 409,81        | 408,97   | 13,50  | 409,19   | 24,60  | 409,33   | 42,30  | 409,47   | 66,00  | 0,00             |               |
| P203   | 21,365          | 407,10   | 408,77       | 410,02        | 409,21   | 13,50  | 409,45   | 24,60  | 409,61   | 42,30  | 409,77   | 66,00  | 0,00             |               |
| 27M_d  | 21,500          | 407,78   | 409,32       | 409,37        | 409,37   | 13,50  | 409,56   | 24,60  | 409,77   | 42,30  | 409,97   | 66,00  | 0,00             |               |
| 27M    | 21,506          | 407,78   | 409,32       | 409,37        | 409,46   | 13,50  | 409,60   | 24,60  | 409,80   | 42,30  | 410,00   | 66,00  | 408,94           | Mostek        |
| P204   | 21,555          | 407,80   | 409,24       | 410,38        | 409,62   | 13,50  | 409,77   | 24,60  | 409,95   | 42,30  | 410,15   | 66,00  | 0,00             |               |
| P205   | 21,757          | 408,63   | 410,15       | 410,77        | 410,36   | 13,50  | 410,48   | 24,60  | 410,60   | 42,30  | 410,73   | 66,00  | 0,00             |               |
| 28L    | 21,848          | 409,29   | 410,81       | 411,09        | 410,61   | 13,50  | 410,74   | 24,60  | 410,89   | 42,30  | 411,04   | 66,00  | 410,61           | Lávka         |
| P206   | 21,935          | 409,44   | 411,23       | 410,68        | 411,01   | 13,50  | 411,14   | 24,60  | 411,28   | 42,30  | 411,42   | 66,00  | 0,00             |               |
| P207   | 22,036          | 410,12   | 412,00       | 413,83        | 411,48   | 13,50  | 411,62   | 24,60  | 411,79   | 42,30  | 411,96   | 66,00  | 0,00             |               |
| P208   | 22,136          | 410,29   | 411,86       | 413,91        | 411,88   | 13,50  | 412,04   | 24,60  | 412,21   | 42,30  | 412,39   | 66,00  | 0,00             |               |
| P209   | 22,228          | 410,90   | 412,24       | 415,08        | 412,50   | 13,50  | 412,72   | 24,60  | 412,88   | 42,30  | 413,03   | 66,00  | 0,00             |               |
| 29M_d  | 22,395          | 411,88   | 0,00         | 0,00          | 413,19   | 13,50  | 413,39   | 24,60  | 413,60   | 42,30  | 413,82   | 66,00  | 0,00             |               |
| 29M    | 22,403          | 411,88   | 414,61       | 414,74        | 413,23   | 13,50  | 413,42   | 24,60  | 413,65   | 42,30  | 413,91   | 66,00  | 414,23           | Mostek        |
| 29Mh   | 22,405          | 411,89   | 414,24       | 414,24        | 413,23   | 13,50  | 413,42   | 24,60  | 413,65   | 42,30  | 413,91   | 66,00  | 0,00             |               |
| P210   | 22,574          | 412,54   | 414,20       | 416,57        | 414,27   | 13,50  | 414,43   | 24,60  | 414,57   | 42,30  | 414,72   | 66,00  | 0,00             |               |
| P211   | 22,792          | 412,99   | 415,39       | 415,91        | 415,13   | 13,50  | 415,63   | 24,60  | 415,99   | 42,30  | 416,29   | 66,00  | 0,00             |               |



| Profil | ř.km<br>objektů | Kóta dna | Levý<br>břeh | Pravý<br>břeh | Z5       | Q5     | Z20      | Q20    | Z100     | Q100   | Z500     | Q500   | Kóta<br>mostovky | Popis objektu  |
|--------|-----------------|----------|--------------|---------------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|------------------|----------------|
|        | [km]            | [m n.m.] | [m n.m.]     | [m n.m.]      | [m n.m.] | [m3/s] | [m n.m.] | [m3/s] | [m n.m.] | [m3/s] | [m n.m.] | [m3/s] | [m n.m.]         |                |
| P212   | 22,855          | 413,15   | 414,76       | 415,09        | 415,38   | 13,50  | 415,94   | 24,60  | 416,29   | 42,30  | 416,58   | 66,00  | 0,00             |                |
| P213   | 22,900          | 413,77   | 415,95       | 415,82        | 415,50   | 13,50  | 416,01   | 24,60  | 416,38   | 42,30  | 416,78   | 66,00  | 0,00             |                |
| 30M_d  | 23,020          | 414,83   | 417,11       | 416,10        | 415,98   | 13,50  | 416,52   | 24,60  | 417,02   | 42,30  | 417,30   | 66,00  | 0,00             |                |
| 30M    | 23,026          | 414,83   | 418,58       | 418,70        | 416,52   | 13,50  | 416,87   | 24,60  | 417,66   | 42,30  | 418,53   | 66,00  | 416,80           | Silniční most  |
| P214   | 23,078          | 414,47   | 416,44       | 416,50        | 416,67   | 13,50  | 417,07   | 24,60  | 417,86   | 42,30  | 418,76   | 66,00  | 0,00             |                |
| 31L    | 23,159          | 414,50   | 416,75       | 416,76        | 416,80   | 13,50  | 417,22   | 24,60  | 417,97   | 42,30  | 418,84   | 66,00  | 416,40           | Lávka pro pěší |
| 32L_d  | 23,250          | 415,32   | 417,03       | 416,95        | 417,00   | 13,50  | 417,43   | 24,60  | 418,05   | 42,30  | 418,88   | 66,00  | 0,00             |                |
| 32L    | 23,253          | 415,32   | 417,00       | 417,00        | 417,01   | 13,50  | 417,44   | 24,60  | 418,08   | 42,30  | 418,89   | 66,00  | 416,60           | Lávka pro pěší |
| 32L_h  | 23,260          | 415,32   | 417,03       | 416,95        | 417,03   | 13,50  | 417,46   | 24,60  | 418,09   | 42,30  | 418,89   | 66,00  | 0,00             |                |
| 33M_d  | 23,440          | 415,64   | 417,60       | 417,66        | 417,51   | 13,50  | 417,99   | 24,60  | 418,37   | 42,30  | 419,01   | 66,00  | 0,00             |                |
| 33M    | 23,443          | 415,64   | 417,63       | 417,66        | 417,59   | 13,50  | 417,99   | 24,60  | 418,37   | 42,30  | 419,01   | 66,00  | 416,89           | Silniční most  |
| 33Mh   | 23,445          | 415,64   | 417,60       | 417,66        | 417,59   | 13,50  | 417,99   | 24,60  | 418,37   | 42,30  | 419,01   | 66,00  | 0,00             |                |
| 34L_d  | 23,625          | 416,09   | 418,06       | 417,91        | 417,85   | 13,50  | 418,32   | 24,60  | 418,72   | 42,30  | 419,20   | 66,00  | 0,00             |                |
| 34L    | 23,630          | 416,09   | 418,06       | 417,91        | 417,85   | 13,50  | 418,33   | 24,60  | 418,73   | 42,30  | 419,20   | 66,00  | 417,55           | Lávka pro pěší |
| 34L_h  | 23,635          | 416,09   | 418,06       | 417,91        | 417,86   | 13,50  | 418,35   | 24,60  | 418,75   | 42,30  | 419,22   | 66,00  | 0,00             |                |
| P215u  | 23,712          | 416,21   | 417,71       | 417,71        | 418,04   | 13,50  | 418,61   | 24,60  | 419,03   | 42,30  | 419,45   | 66,00  | 0,00             |                |
| 35L    | 23,755          | 416,24   | 418,10       | 418,14        | 418,13   | 13,50  | 418,67   | 24,60  | 419,08   | 42,30  | 419,51   | 66,00  | 417,80           | Lávka          |
| 36M    | 23,777          | 416,28   | 418,70       | 418,69        | 418,26   | 13,50  | 418,70   | 24,60  | 419,11   | 42,30  | 419,53   | 66,00  | 417,85           | Silniční most  |
| 36M_h  | 23,780          | 416,31   | 418,74       | 418,73        | 418,26   | 13,50  | 418,70   | 24,60  | 419,11   | 42,30  | 419,53   | 66,00  | 0,00             |                |
| 37L    | 23,806          | 416,36   | 417,86       | 417,86        | 418,32   | 13,50  | 418,85   | 24,60  | 419,27   | 42,30  | 419,66   | 66,00  | 417,46           | Lávka          |
| 38M    | 23,843          | 416,44   | 418,15       | 418,09        | 418,42   | 13,50  | 418,92   | 24,60  | 419,34   | 42,30  | 419,72   | 66,00  | 417,76           | Mostek         |
| 13     | 23,844          | 416,44   | 418,15       | 418,09        | 418,42   | 13,50  | 418,92   | 24,60  | 419,34   | 42,30  | 419,72   | 66,00  | 0,00             |                |
| 39M    | 23,860          | 416,49   | 418,16       | 418,16        | 418,47   | 13,50  | 418,96   | 24,60  | 419,38   | 42,30  | 419,77   | 66,00  | 417,59           | Mostek         |
| 40L    | 23,895          | 416,55   | 418,50       | 418,53        | 418,60   | 13,50  | 419,05   | 24,60  | 419,45   | 42,30  | 419,84   | 66,00  | 418,04           | Lávka          |
| 41M_d  | 23,940          | 416,60   | 418,56       | 418,55        | 418,60   | 13,50  | 419,13   | 24,60  | 419,53   | 42,30  | 419,92   | 66,00  | 0,00             |                |
| 41M    | 23,945          | 416,79   | 418,66       | 418,64        | 418,62   | 13,50  | 419,13   | 24,60  | 419,54   | 42,30  | 419,92   | 66,00  | 418,14           | Silniční most  |
| 41M_h  | 23,950          | 416,81   | 418,66       | 418,57        | 418,63   | 13,50  | 419,14   | 24,60  | 419,55   | 42,30  | 419,93   | 66,00  | 0,00             |                |
| 42L    | 23,986          | 416,81   | 418,74       | 418,55        | 418,68   | 13,50  | 419,18   | 24,60  | 419,59   | 42,30  | 419,97   | 66,00  | 418,16           | Lávka pro pěší |
| P216   | 24,099          | 416,87   | 419,08       | 419,16        | 418,90   | 13,50  | 419,37   | 24,60  | 419,78   | 42,30  | 420,18   | 66,00  | 0,00             |                |
| P217   | 24,153          | 418,06   | 420,05       | 420,23        | 418,96   | 13,50  | 419,52   | 24,60  | 419,97   | 42,30  | 420,37   | 66,00  | 0,00             |                |
| 43M_d  | 24,240          | 418,35   | 421,00       | 420,99        | 419,72   | 13,50  | 420,14   | 24,60  | 420,34   | 42,30  | 420,99   | 66,00  | 0,00             |                |
| 43M    | 24,247          | 418,35   | 421,00       | 420,99        | 419,74   | 13,50  | 421,07   | 24,60  | 421,46   | 42,30  | 421,88   | 66,00  | 419,94           | Silniční most  |

| Profil | ř.km<br>objektů | Kóta dna | Levý<br>břeh | Pravý<br>břeh | Z5       | Q5     | Z20      | Q20    | Z100     | Q100   | Z500     | Q500   | Kóta<br>mostovky | Popis objektu |
|--------|-----------------|----------|--------------|---------------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|------------------|---------------|
|        | [km]            | [m n.m.] | [m n.m.]     | [m n.m.]      | [m n.m.] | [m3/s] | [m n.m.] | [m3/s] | [m n.m.] | [m3/s] | [m n.m.] | [m3/s] | [m n.m.]         |               |
| 43M_h  | 24,250          | 418,35   | 419,93       | 420,12        | 419,74   | 13,50  | 421,07   | 24,60  | 421,46   | 42,30  | 421,88   | 66,00  | 0,00             |               |
| P218   | 24,366          | 418,53   | 420,02       | 420,20        | 420,52   | 13,50  | 421,22   | 24,60  | 421,61   | 42,30  | 422,04   | 66,00  | 0,00             |               |
| 44L_d  | 24,462          | 419,06   | 420,43       | 420,43        | 420,90   | 13,50  | 421,39   | 24,60  | 421,82   | 42,30  | 422,28   | 66,00  | 0,00             |               |
| 44L    | 24,468          | 419,06   | 420,67       | 420,69        | 420,94   | 13,50  | 421,42   | 24,60  | 421,85   | 42,30  | 422,30   | 66,00  | 420,43           | Lávka         |
| P219   | 24,576          | 419,45   | 420,69       | 420,88        | 421,34   | 13,50  | 421,74   | 24,60  | 422,16   | 42,30  | 422,61   | 66,00  | 0,00             |               |
| 45L_d  | 24,608          | 419,32   | 420,98       | 420,87        | 421,46   | 13,50  | 421,85   | 24,60  | 422,27   | 42,30  | 422,74   | 66,00  | 0,00             |               |
| 45L    | 24,612          | 419,32   | 421,22       | 421,29        | 421,48   | 13,50  | 421,86   | 24,60  | 422,29   | 42,30  | 422,75   | 66,00  | 420,98           | Lávka         |
| P220   | 24,661          | 419,84   | 421,69       | 421,40        | 421,65   | 13,50  | 421,97   | 24,60  | 422,36   | 42,30  | 422,80   | 66,00  | 0,00             |               |
| 46M_d  | 24,700          | 419,85   | 421,57       | 421,55        | 422,12   | 13,50  | 422,50   | 24,60  | 422,89   | 42,30  | 423,26   | 66,00  | 0,00             |               |
| 46M    | 24,703          | 419,85   | 422,08       | 421,90        | 422,16   | 13,50  | 422,54   | 24,60  | 422,93   | 42,30  | 423,30   | 66,00  | 421,11           | Mostek        |
| P221   | 24,736          | 420,28   | 421,18       | 421,91        | 422,36   | 13,50  | 422,73   | 24,60  | 423,12   | 42,30  | 423,50   | 66,00  | 0,00             |               |
| P222   | 24,845          | 421,12   | 423,09       | 423,31        | 422,70   | 13,50  | 423,14   | 24,60  | 423,58   | 42,30  | 424,05   | 66,00  | 0,00             |               |
| P223   | 24,989          | 421,64   | 423,52       | 423,86        | 423,11   | 13,50  | 423,62   | 24,60  | 424,08   | 42,30  | 424,51   | 66,00  | 0,00             |               |
| P224   | 25,044          | 421,64   | 422,32       | 422,63        | 423,28   | 13,50  | 423,80   | 24,60  | 424,24   | 42,30  | 424,64   | 66,00  | 0,00             |               |
| 47M_d  | 25,080          | 421,91   | 424,45       | 424,47        | 423,42   | 13,50  | 423,94   | 24,60  | 424,37   | 42,30  | 424,75   | 66,00  | 0,00             |               |
| 47M    | 25,087          | 421,91   | 424,45       | 424,47        | 423,50   | 13,50  | 424,40   | 24,60  | 424,76   | 42,30  | 424,99   | 66,00  | 423,69           | Mostek        |
| 47Mh   | 25,090          | 421,92   | 423,53       | 422,87        | 423,50   | 13,50  | 424,40   | 24,60  | 424,76   | 42,30  | 424,99   | 66,00  | 0,00             |               |
| P225   | 25,153          | 422,10   | 423,71       | 423,05        | 423,77   | 13,50  | 424,49   | 24,60  | 424,89   | 42,30  | 425,18   | 66,00  | 0,00             |               |
| P226   | 25,243          | 422,32   | 423,48       | 423,69        | 424,06   | 13,50  | 424,65   | 24,60  | 425,08   | 42,30  | 425,44   | 66,00  | 0,00             |               |
| P227   | 25,327          | 422,90   | 423,93       | 423,76        | 424,41   | 13,50  | 424,92   | 24,60  | 425,42   | 42,30  | 425,91   | 66,00  | 0,00             |               |
| 48L    | 25,368          | 422,82   | 424,44       | 424,35        | 424,83   | 13,50  | 425,26   | 24,60  | 425,77   | 42,30  | 426,22   | 66,00  | 424,04           | Lávka         |
| 49M_d  | 25,400          | 423,28   | 424,98       | 425,09        | 424,97   | 13,50  | 425,37   | 24,60  | 425,84   | 42,30  | 426,29   | 66,00  | 0,00             |               |
| 49M    | 25,404          | 423,28   | 425,92       | 425,92        | 424,99   | 13,50  | 425,39   | 24,60  | 425,87   | 42,30  | 426,32   | 66,00  | 425,48           | Mostek        |
| P228   | 25,505          | 423,97   | 426,67       | 425,70        | 425,43   | 13,50  | 425,96   | 24,60  | 426,74   | 42,30  | 426,99   | 66,00  | 0,00             |               |
| P229   | 25,614          | 424,59   | 424,94       | 424,94        | 426,14   | 13,50  | 426,54   | 24,60  | 427,04   | 42,30  | 427,40   | 66,00  | 0,00             |               |
| P230   | 25,648          | 424,97   | 428,40       | 429,08        | 426,37   | 13,50  | 426,72   | 24,60  | 427,13   | 42,30  | 427,53   | 66,00  | 0,00             |               |
| 50M_d  | 25,820          | 426,79   | 428,28       | 428,30        | 428,71   | 13,50  | 429,01   | 24,60  | 429,31   | 42,30  | 429,61   | 66,00  | 0,00             |               |
| 50M    | 25,829          | 426,79   | 428,22       | 428,22        | 428,83   | 13,50  | 429,13   | 24,60  | 429,43   | 42,30  | 429,72   | 66,00  | 427,58           | Mostek        |
| P231   | 25,902          | 428,23   | 429,10       | 428,66        | 429,60   | 13,50  | 429,90   | 24,60  | 430,23   | 42,30  | 430,54   | 66,00  | 0,00             |               |
| P232   | 25,994          | 430,64   | 432,14       | 431,53        | 431,97   | 13,50  | 432,19   | 24,60  | 432,39   | 42,30  | 432,60   | 66,00  | 0,00             | Kamenný skluz |
| P233   | 26,185          | 432,27   | 433,69       | 433,90        | 434,07   | 13,50  | 434,39   | 24,60  | 434,71   | 42,30  | 435,00   | 66,00  | 0,00             |               |
| P234   | 26,351          | 435,66   | 436,99       | 436,96        | 436,23   | 13,50  | 436,36   | 24,60  | 436,54   | 42,30  | 436,74   | 66,00  | 0,00             |               |

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

Z vypočítaných úrovní hladiny v jednotlivých profilech byl interpretován průběh záplavové čáry. Z tohoto znázornění a z průběhu hladin v podélném profilu je patrný rozsah zatápěných ploch a objektů. Dále se tímto způsobem zjistí překážky průtoku, které působí patrné vzdutí hladiny, jejichž odstraněním nebo rekonstrukcí je možno rozsah zátop redukovat.

Záplavové čáry jsou vyneseny na podkladě rastrové Základní mapy ČR v měřítku 1 : 10 000. Zakreslení záplavových čar, zejména mimo zaměřené příčné profily, zahrnuje nepřesnosti použité mapy. Snahou vyeliminovat nepřesnosti je užití bodového pole z DMT mimo zaměřené příčné profily. Při posouzení konkrétního místa je tedy rozhodující kóta hladiny odvozená z podélného profilu a skutečná nadmořská výška terénu posuzovaného místa.

Při aplikaci výsledků výpočtu je nutno si uvědomit, že přírodní třírozměrný v čase proměnný děj je popisován stacionárním jednorozměrným matematickým výpočtem s použitím mnoha zjednodušujících předpokladů a odhadů. Přesnost výpočtu je limitována zejména hustotou příčných profilů použitých k výpočtu a odhadem drsnostního součinitele.

Hodnoty úrovně hladin získané interpolací mezi jednotlivými výpočtovými příčnými profilem nemusí odpovídat skutečnosti.

Nejsou zde postiženy jevy běžně se vyskytující při povodních - hladina v inundaci nemusí být v jednom příčném profilu stejná jako v korytě, v obloucích dochází k příčnému převýšení hladiny, hladina je rozvlákněná, atd.

Výpočet je proveden pro ideální stav koryta. Není započítáno ucpání průtočného profilu plaveným materiálem, které hrozí zejména v mostních profilech. Vliv na proudění má i sezónní stav vegetačního pokryvu.

Výsledky tohoto výpočtu nejsou neměnné. Může dojít ke změnám vlivem zpřesnění topografických podkladů, změny hydrologických údajů, použitím přesnějších výpočetních modelů, nebo vlivem změn v průtočném profilu toku.

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

Pro tvorbu mapy hloubek byl použit program Atlas - DMT s podkladem modelu terénu DMR 5G a vypočtenými hladinami v jednotlivých profilech. Průnikem obou modelů vznikly dva výstupy, mapa hladin a mapa hloubek. Jak již bylo popsáno výše, v prvním kroku vznikne hrubá mapa hloubek, která je jedním z podkladů pro určení průběhu záplavových čar. Skutečná záplava se ale od tohoto výstupu liší a slouží následně k jeho oříznutí. Oříznutím hrubé mapy hloubek polygonem záplavové čáry vzniká již čistá mapa hloubek i mapa hladin.

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

Při výpočtu nerovnoměrného proudění byly z výpočetního programu Hydrocheck exportovány pro jednotlivé profily a jednotlivé průtokové epizody průměrné celoprofilové rychlosti. Takto získaná hodnota rychlosti pak byla v GIS přiřazena jako bodová informace průsečíku daného příčného řezu a osy toku. Pro každý profil a jednu průtokovou epizodu tak byla získána informace o rychlosti, celkem tedy pro každý profil 4 hodnoty rychlosti ( $Q_5$  –  $Q_{500}$ ).

## 6.4 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

Jak bylo uvedeno výše, výpočetní model 1D je vždy schematizací skutečnosti. Hlavní míra nejistoty však neplyne ze špatného odhadu drsnostních charakteristik, nebo nedostatečně popsané topologie území a koryta, ale ze vstupních průtokových dat, jejichž přesnost je nezdědká v rozmezí  $\pm 40$  – 60% dle uvedené třídy přesnosti. Dalším již zmíněným faktorem, s nímž model nepočítá, je množství plavenin, které postupují tokem při povodni, ať už se jedná například o ledové kry nebo antropogenní materiál či dřevní hmotu. Tyto plaveniny, pak zejména v prostoru objektů mohou způsobit naprosto převratné změny průtočného profilu (částečné nebo úplné ucpání), které pak mají na průběh hladiny zásadní vliv.

Pokud však odhlédneme od nejistot způsobených nepřesnými hydrologickými daty a budeme vztahovat rozsah záplavového území ke konkrétnímu průtoku (a nikoliv k deklarované četnosti povodně) a budeme postupovat v souladu s Metodikou stanovení SZÚ, tedy výpočet bez plavenin, můžeme konstatovat, že vypovídací schopnost modelu je značně vysoká. Největší ovlivnění hladin nastává v místech objektů, jejichž nesprávné posouzení, či špatně provedený výpočet ve vztahu k zatopení dolní vodou, má na úroveň hladiny zásadní vliv. Poměrně významné je i ovlivnění výpočtu chybně umístěnými dílčími profily v příčném řezu, naopak chybný odhad drsnosti byt' v řádu desítek procent se ve volné trati dramaticky neprojeví.