



OPERAČNÍ PROGRAM  
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE  
Fond soudržnosti

Pro vodu,  
vzduch a přírodu

# 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

ÚHLAVKA - 10100103\_1 - Ř. KM 33,000 - 38,000 (PV-20-1)



DUBEN 2013







OPERAČNÍ PROGRAM  
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE  
Fond soudržnosti

Pro vodu,  
vzduch a přírodu

# 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

ÚHLAVKA - 10100103\_1 - Ř. KM 33,000 - 38,000 (PV-20-1)

Pořizovatel:



Povodí Vltavy, státní podnik

Holečkova 8

Praha 5

150 24

Zhotovitel:



DHI a.s.

Na Vrších 1490/5

Praha 10

100 00



Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.

Nábřeží 4

Praha 5

150 56



Sweco Hydroprojekt a.s.

Táborská 31

Praha 4

140 16



OPERAČNÍ PROGRAM  
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE  
Fond soudržnosti

Pro vodu,  
vzduch a přírodu



GEODIS Brno spol. s r.o.  
Lazaretní 11a  
Brno  
615 00

**Řešitel:**



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

V PRAZE, DUBEN 2013.

## Obsah:

|          |                                                                                                   |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Základní údaje .....</b>                                                                       | <b>7</b>  |
| 1.1      | Seznam zkratk a symbolů .....                                                                     | 7         |
| 1.2      | Cíle prací .....                                                                                  | 7         |
| 1.3      | Předmět práce .....                                                                               | 7         |
| 1.4      | Postup zpracování a metoda řešení .....                                                           | 7         |
| <b>2</b> | <b>Popis zájmového území .....</b>                                                                | <b>8</b>  |
| 2.1      | Všeobecné údaje .....                                                                             | 8         |
| 2.2      | Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně) .....                                 | 9         |
| <b>3</b> | <b>Přehled podkladů .....</b>                                                                     | <b>10</b> |
| 3.1      | Topologická data .....                                                                            | 10        |
| 3.1.1    | Vytvoření (aktualizace) DMT .....                                                                 | 10        |
| 3.1.2    | Mapové podklady .....                                                                             | 10        |
| 3.1.3    | Geodetické podklady .....                                                                         | 10        |
| 3.2      | Hydrologická data .....                                                                           | 11        |
| 3.3      | Místní šetření .....                                                                              | 11        |
| 3.4      | Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura ..... | 11        |
| 3.5      | Normy, zákony, vyhlášky .....                                                                     | 12        |
| 3.6      | Vyhodnocení a příprava podkladů .....                                                             | 12        |
| <b>4</b> | <b>Popis koncepčního modelu .....</b>                                                             | <b>13</b> |
| 4.1      | Schematizace řešeného území .....                                                                 | 13        |
| 4.2      | Způsob zadávání OP a PP .....                                                                     | 15        |
| <b>5</b> | <b>Popis numerického modelu .....</b>                                                             | <b>16</b> |
| 5.1      | Použité programové vybavení .....                                                                 | 16        |
| 5.2      | Vstupní data numerického modelu .....                                                             | 16        |
| 5.2.1    | Morfologie vodního toku a záplavového území .....                                                 | 16        |
| 5.2.2    | Drsnosti hlavního koryta a inundačních území .....                                                | 17        |
| 5.2.3    | Hodnoty okrajových podmínek .....                                                                 | 17        |
| 5.2.4    | Hodnoty počátečních podmínek .....                                                                | 17        |
| 5.2.5    | Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat .....                                               | 18        |
| 5.3      | Popis kalibrace modelu .....                                                                      | 18        |
| <b>6</b> | <b>Výstupy z modelu .....</b>                                                                     | <b>19</b> |
| 6.1      | Záplavové čáry pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ , $Q_{100}$ a $Q_{500}$ .....                         | 19        |
| 6.2      | Hloubky pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ , $Q_{100}$ a $Q_{500}$ .....                                | 19        |
| 6.3      | Rychlosti pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ , $Q_{100}$ a $Q_{500}$ .....                              | 19        |
| 6.4      | Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů .....                                                   | 19        |



## 1 Základní údaje

### 1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka – Seznam zkratek a symbolů

| Zkratka  | Vysvětlení                                                     |
|----------|----------------------------------------------------------------|
| Bpv      | Výškový systém Balt po vyrovnání                               |
| ČHMÚ     | Český hydrometeorologický ústav                                |
| DMR5G    | Digitální model reliéfu České republiky 5. generace            |
| DMT      | Digitální model terénu                                         |
| DMR4G    | Digitální model reliéfu České republiky 4. generace            |
| MŽP      | Ministerstvo životního prostředí                               |
| S_JTSK   | Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální      |
| TPE      | Technicko-provozní evidence                                    |
| ZABAGED® | Základní báze geografických dat – digitální topografický model |
| ZM-10    | Základní mapa 1 : 10 000                                       |
| ZÚ       | Záplavová území                                                |
| VÚV TGM  | Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.           |
| 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

Potřebné průtokové stavy byly řešeny na nově sestaveném matematického 1D modelu v zájmové oblasti.

## 2 Popis zájmového území

Název vodního toku: Úhlavka  
IDVT (CEVT): 10100103\_1  
Číslo hydrologického pořadí: 1-10-01-089  
1-10-01-090  
1-10-01-091

Začátek zájmového úseku: ř.km 33,0  
Konec zájmového úseku: ř.km 38,0

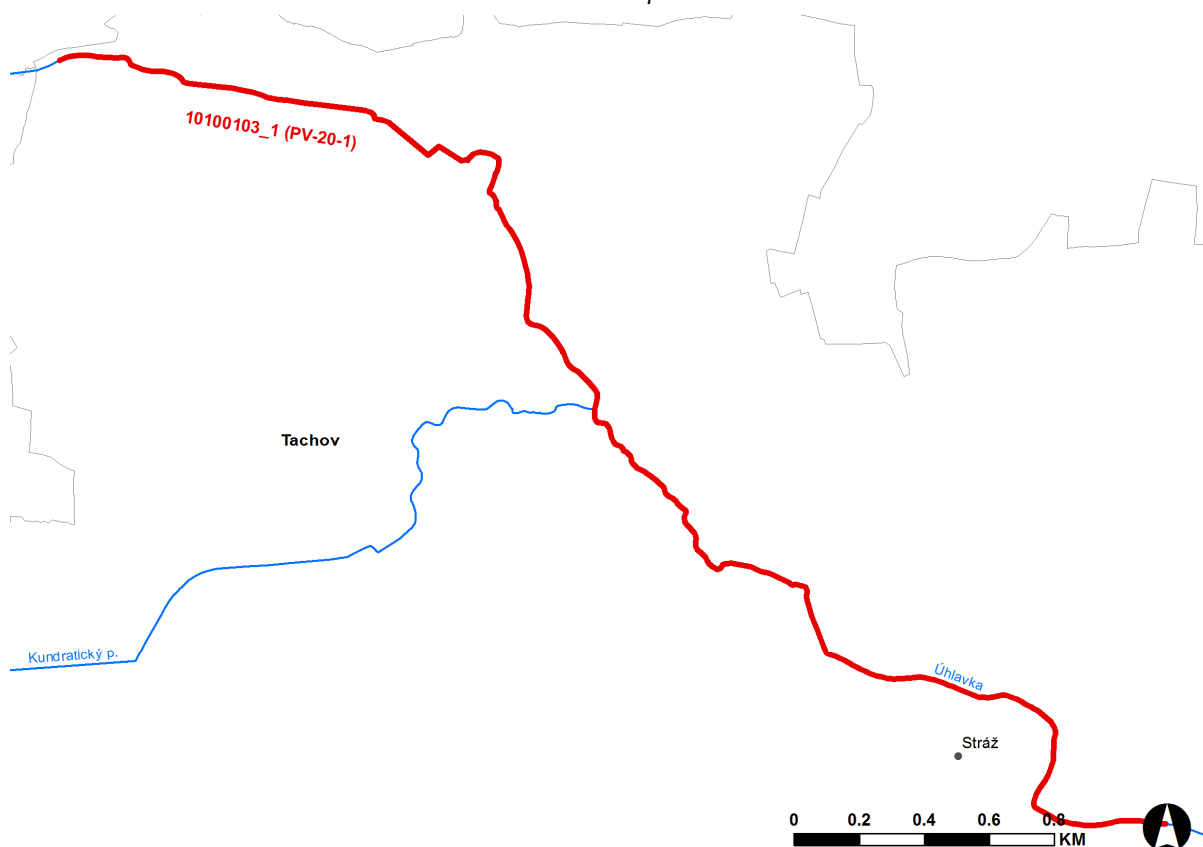
Významné přítoky: Kundratický potok (ř. km 35,790)

Vodní nádrže: Českomlýnský rybník (ř. km 37,348)  
Souměř (ř. km 37,825)  
Novomlýnský rybník (ř. km 38,684)

### Podklady:

Vrstvu a informace o navržených úsecích s významným povodňovým rizikem vlastní Ministerstvo životního prostředí. Názvy toků a říční kilometráž - spravuje VÚV TGM, v.v.i.; IDVT CEVT – spravuje Ministerstvo zemědělství.

Obrázek – Přehledná mapa řešeného území



### 2.1 Všeobecné údaje

Zájmového území je vymezeno od ř. km 33,0 až 38,0 dle kilometráže poskytnuté objednatelem studie a přesně vymezen zadanými souřadnicemi začátku a konce toku:

začátek:        x =     -869421.14        y =     -1069506.57  
konec:         x =     -866022.03        y =     -1071861.76

Hydrodynamický model byl sestaven na této kilometrži, ze které je převzata kilometráž do názvů příčných profilů a objektů na vodním toce. Pro samotné výpočty byla osa vodního toku upravena stávajícímu reálnému stavu trasování koryta a představě o proudění.

Řešený úsek vodního toku prochází intravilány malých obcí (Souměř, Višňová, Stráž).

## **2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)**

V řešeném úseku vodního toku nebyla zaznamenaná žádná historická povodeň.

### 3 Přehled podkladů

#### 3.1 Topologická data

Hlavními topologickými daty byl digitální model terénu (DMT), který byl vytvořen z geodetického zaměření příčných profilů a objektů popisující koryto vodního toku a digitálního modelu reliéfu (DMR) popisujícího inundační území. Dalšími podklady vstupující do vytváření DMT byly projektové dokumentace, příp. skutečné zaměření již postavených staveb, které ovlivňují průtokové poměry.

Mezi další důležité topologické podklady patří některé vrstvy z GIS, jako je vrstva budov získaná z vektorového ZABEGEDu příp. upravená za pomoci leteckých snímků.

##### 3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

Digitální model terénu (DMT) byl vytvořen v softwaru ArcGIS a charakterizuje řešené území pomocí trojúhelníkové nepravidelné sítě (tin). DMT v tomto formátu slouží pro sestavení geometrie hydrodynamického modelu. Pro vytváření map hloubek byl převeden do rastrového formátu s velikostí mřížky 2x2 metry.

Vstupní data pro vytvoření DMT byla v textovém formátu (DMR a geodetické zaměření), nebo ve formátu .dwg (povinné spojnice s výškovou hodnotou).

Digitální model terénu je v polohovém souřadném systému S-JTSK a výškovém systému Bpv.

##### 3.1.2 Mapové podklady

Základní Mapa – rastrový mapový podklad byl využit pro tisky mapových atlasů v měřítku 1:10 000 v celém rozsahu zájmového území.

Ortofoto snímky oblastí kolem vodních toků byly využity jako jeden ze zdrojů informací pro určování drsnostních charakteristik inundačních území. Tyto snímky byly k dispozici na celém řešeném úseku.

Vektorový ZABAGED sloužil k lokalizaci budov, které byly zadávány do hydrodynamického modelu.

##### Základní vodohospodářská mapa 1:50 000

Státní mapové dílo pro oblast vodního hospodářství.  
zdroj: VÚV T.G.M. v.v.i. ve spolupráci se Zeměměřickým úřadem  
datum zpracování: 1989  
měřítko: 1 : 50 000

##### Základní mapa ČR 1:10 000

Základní státní mapové dílo obsahující polohopis (sídla, objekty, komunikace, vodstvo, porost, povrch půdy, atd.), výškopis (vrstevnice a terénní stupně) a popis.  
zdroj: Zeměměřický úřad  
datum zpracování: aktualizace 2009  
měřítko: 1 : 10 000

##### Ortofoto České republiky

Sada periodicky aktualizovaných barevných ortofot v rozměrech a kladu mapových listů Státní mapy 1:5 000 .  
zdroj: Zeměměřický úřad  
datum zpracování: aktualizace 2011  
měřítko: 1 : 5 000

##### 3.1.3 Geodetické podklady

Pro popis inundačního území byl použit podklad odfiltrovaných a pročištěných bodů z leteckého laserového skenování (body vstupující do vytváření DMR 5. generace), který vytváří a poskytuje ČÚZK.

Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskrétních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X, Y, Z, kde Z reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu.

Body DMR byly k dispozici v celém rozsahu řešeného území.

Pro popis koryta vodního toku bylo využito stávající geodetické zaměření (TPE) z prosince 2007 doplněno o nové geodetické zaměření z února 2013.

Veškeré geodetické podklady byly v polohovém souřadném systému S-JTSK a výškovém systému Bpv.

#### Digitální model reliéfu ČR

datum pořízení: aktualizace 2013  
výškový systém: Balt p.v.  
souřadnicový systém: JTSK  
pořizovatel zaměření: ČÚZK

#### Geodetické zaměření příčných profilů koryta (pro modelaci dna koryta) a objektů

datum pořízení: 2007, 2013  
výškový systém: Balt p.v.  
souřadnicový systém: JTSK  
pořizovatel zaměření: Povodí Vltavy, státní podnik

### 3.2 Hydrologická data

Hydrologická data, standardní N-leté vody doplněné o  $Q_{500}$ , byla objednána od ČHMÚ ve vybraných profilech.

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

| Hydrologický profil       | Datum pořízení | Říční kilometr | $Q_5$ | $Q_{20}$ | $Q_{100}$ | $Q_{500}$ | Třída přesnosti |
|---------------------------|----------------|----------------|-------|----------|-----------|-----------|-----------------|
| nad Kunderatickým potokem | 26. 6. 2012    | 35.790         | 6.04  | 11.1     | 19.3      | 30        | II.             |
| pod Kunderatickým potokem | 26. 6. 2012    | 35.790         | 7.23  | 13.3     | 23.1      | 36.5      | II.             |

### 3.3 Místní šetření

Místnímu šetření předcházelo podrobné seznámení s veškerými získanými podklady. Zejména se jednalo o stávající geodetické zaměření a projektové dokumentace staveb typu protipovodňové opatření, obnovy po povodních a úprava toku. Dále proběhla schůzka s úsekovým technikem s představením stávajících podkladů a konzultací o jejich aktuálnosti příp. doplněním o podklady a informace, které nebyly doposud získány.

Se všemi informacemi a podklady bylo provedeno v řešené lokalitě podrobné místní šetření jak vlastního toku, tak přilehlého inundačního území. Byla vytvořena fotodokumentace objektů a vytvořena základní představa schematizace hydraulického modelu na základě předpokládaného proudění vody v řece a inundačním území. Při zjištění nedostatečnosti geodetických podkladů byla v terénu vytipována lokalizace zadání dalších geodetických prací.

Místní šetření bylo provedeno dne 9. 8. 2012.

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

Žádné doplňující dokumenty nejsou k dispozici.

### 3.5 Normy, zákony, vyhlášky

Postupy zpracování jsou v souladu s následujícími 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 2102 Úpravy potoků.
- [4] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [5] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [6] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [7] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [8] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [9] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [10] 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).
- [11] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [12] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [13] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

### 3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Veškerá dostupná geodetická zaměření byla aktuální. Všechny dostupné podklady byly pro sestavení DMT a hydrodynamického modelu dostačující.

## 4 Popis koncepčního modelu

Pro hydraulické výpočty je použit matematický 1D+ model proudění.

### 4.1 Schematizace řešeného území

Zájmové území je schematizováno příčnými profily. Na základě charakteru území byl zvolen model s 1D+ schematizací. Vzdálenost mezi výpočetními příčnými profily v ose koryta je v průměru na celý úsek 59 m. Ve významnějších místech, např. intravilán, je zpravidla vzdálenost mezi profily menší.

Rybníky byly při leteckém laser skenu z velké části vypuštěny, takže jejich nádrže jsou dostatečně popsány a schematizovány příčnými profily. Hráže jsou schematizovány jako jez se širokou korunou. U rybníků bylo uvažováno, že při průchodu povodně dojde k zanesení a ucpání požeráků.

Tabulka – Schematizace vodního toku

| Vodní tok | Úsek       | Popis                                                                              | Úsek toku<br>(km od - do) |
|-----------|------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Úhlavka   | 01         | začátek úseku – připojení větve pod silničním mostem M056                          | 32.000 – 35.401           |
| Úhlavka   | 02         | připojení větve pod silničním mostem M056 – připojení větve z rybníků (pod H061)   | 35.401 – 36.775           |
| Úhlavka   | 03         | připojení větve z rybníků (pod Českomlýnským rybníkem H061) – konec řešeného úseku | 36.775 – 38.961           |
| větev     | za silnicí | inundační území za silničním náspem – ústí do Úhlavky                              | 0.000 – 0.767             |
| větev     | z rybníků  | nádrž rybníka Souměř H062 – ústí do Úhlavky                                        | 0.000 – 0.279             |

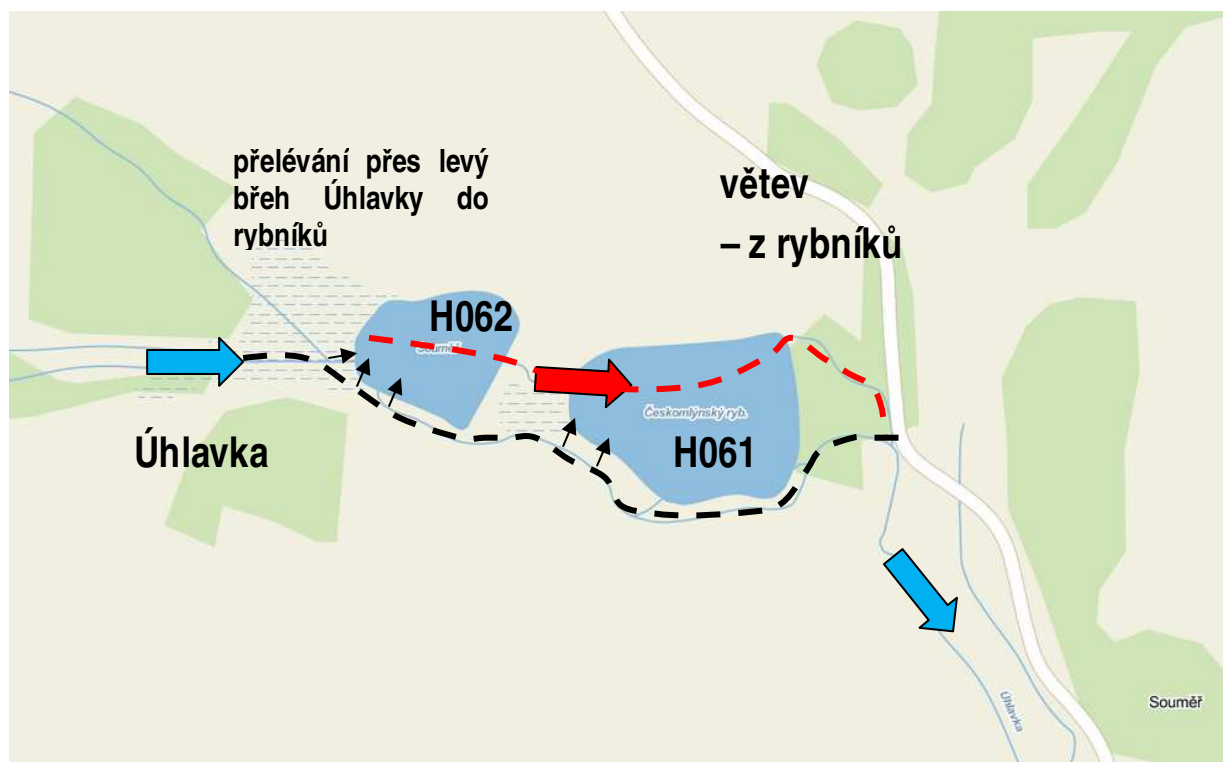
Obrázek – Situace schematizace modelu v místě větvení u silničního náspu



Tabulka – Rozdělení průtoku v lokalitě větvení u silničního náspu

| Vodní tok | Popis                                                     | $Q_5$<br>( $m^3.s^{-1}$ ) | $Q_{20}$<br>( $m^3.s^{-1}$ ) | $Q_{100}$<br>( $m^3.s^{-1}$ ) | $Q_{500}$<br>( $m^3.s^{-1}$ ) |
|-----------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Úhlavka   | popřed přeléváním                                         | 7.23                      | 13.3                         | 23.1                          | 36.5                          |
| větev     | za silničním náspem (celkové přelévání množství do větve) | 0                         | 0                            | 4.88                          | 13.37                         |

Obrázek – Situace schematizace modelu v místě větvení u rybníků



Tabulka – Rozdělení průtoku v lokalitě větvení u rybníků

| Vodní tok | Popis                                                      | $Q_5$<br>( $m^3.s^{-1}$ )                      | $Q_{20}$<br>( $m^3.s^{-1}$ )                   | $Q_{100}$<br>( $m^3.s^{-1}$ )                  | $Q_{500}$<br>( $m^3.s^{-1}$ )                   |
|-----------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Úhlavka   | popřed přeléváním (nad rybníky)                            | 6.04                                           | 11.1                                           | 19.3                                           | 30                                              |
| větev     | průtok nádrží horního rybníku H062                         | 3.45<br>(u hráze se vrací zpět do koryta 1.61) | 7.79<br>(u hráze se vrací zpět do koryta 3.09) | 15.1<br>(u hráze se vrací zpět do koryta 5.6)  | 24.26<br>(u hráze se vrací zpět do koryta 8.28) |
| Úhlavka   | průtok v korytě vodního toku v souběžnosti s rybníkem H062 | 2.59                                           | 3.31                                           | 4.29                                           | 5.74                                            |
| větev     | průtok nádrží dolního rybníku H061                         | 5.58<br>(u hráze se vrací zpět do koryta 0.0)  | 10.64<br>(u hráze se vrací zpět do koryta 0.0) | 18.84<br>(u hráze se vrací zpět do koryta 0.5) | 29.82<br>(u hráze se vrací zpět do koryta 5.9)  |
| Úhlavka   | průtok v korytě vodního toku v souběžnosti s rybníkem H061 | 0.46                                           | 0.46                                           | 0.46                                           | 0.46                                            |
| Úhlavka   | po soutoku s větví z rybníků                               | 6.04                                           | 11.1                                           | 19.3                                           | 30                                              |

## **4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění**

Vliv nestacionarity proudění je ve výpočtech zanedbán a výpočty jsou zpracovány metodou ustáleného nerovnoměrného proudění v souladu s požadavky objednatele.

## **4.3 Způsob zadávání OP a PP**

Modelové výpočty ustáleného nerovnoměrného proudění vyžadují zadání okrajové podmínky v dolním výpočtovém profilu formou hodnot úrovně hladin.

Dolní okrajová podmínka byla dopočítána za předpokladu vytvoření rovnoměrného proudění, kdy je sklon čáry energie, vodní hladiny a dna toku totožný.

V místech významných přítoků se zadává jen změna průtoků. Další okrajové podmínky nebo počáteční podmínky model nevyžaduje.

## 5 Popis numerického modelu

### 5.1 Použité programové vybavení

Pro výpočet byl použit matematický program vyvinutý americkým hydrologickým centrem (Hydrologic Engineering Center- HEC), který spadá pod tým inženýrů institutu vodních zdrojů (Institute for Water Resources - IWR) americké armády. Slouží k jednorozměrnému matematickému modelování říčních systémů (River Analysis Systém - RAS). První verze HEC- RAS 1.0 byla uvedena v červenci roku 1995. Nejnovější verze je v současnosti HEC- RAS 4.1.

#### Předpoklady výpočtu

- Průtok vody v řece je buď nerovnoměrný ustálený anebo nerovnoměrný neustálený.
- Proudění je pozvolna měnící se. Nedochází k náhlým změnám v příčném průřezu.
- K náhlé změně průřezu může dojít pouze v objektech, jako jsou jezy, mosty nebo propustky
- Sklon řeky je menší než  $i = 0,1$
- Proudění je jednorozměrné, proud vody má směr vždy kolmý na zadaný příčný profil.

#### Uživatelské manuály

- HEC-RAS River Analysis System - User's Manual, US Army Corps of Engineers (Hydrologic Engineers Center), January 2010
- HEC-RAS River Analysis Systém – Hydraulic Reference Manual, US Army Corps of Engineers (Hydrologic Engineers Center), January 2010
- HEC-GeoRAS Geospatial River Analysis System - User's Manual, US Army Corps of Engineers (Hydrologic Engineers Center), January 2010

### 5.2 Vstupní data numerického modelu

Numerický model proudění je definován příčnými profily nad digitálním modelem terénu, ze kterého si odečítá geometrii. Příčné profily jsou rozděleny na pravou a levou inundaci a samotné koryto vodního toku, kde jsou pro tyto tři části určeny drsnostní charakteristiky v podobě Manningova součinitele v závislosti charakteru a využití území a materiálu dna. Hodnoty Manningova součinitele drsnosti pro jednotlivé dílčí části profilů byly stanoveny na základě mapových podkladů, fotodokumentace, rekognoskace terénu a archivních zrnitostních rozborů splavenin.

Hydrologická data se přebírají z údajů ČHMÚ (viz kap. 3.2) jako okrajové podmínky výpočtu v profilech, kde dochází ke změně průtoků.

V dolním výpočtovém profilu je okrajová podmínka v podobě spočítané úrovně hladin na základě předpokladu vytvoření rovnoměrného proudění, kdy je sklon čáry energie, vodní hladiny a dna toku totožný.

#### 5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Koryto vodního toku má v řešeném úseku přírodní charakter bez úprav.

Zástavba je v řešeném území nesouvislá tvořená rodinnými domy a drobnými stavbami v zahrádkové oblasti. Většinu záplavového území tvoří louky a lesy.

V horní části řešeného úseku se nachází 3 rybníky. Pouze Českomlýnský rybník má bezpečnostní přeliv. Další dva rybníky mají výpustní objekt v podobě požeráku.

Veškeré objekty jsou popisovány dle stávajícího TPE z prosince 2007.

#### Objekty v zájmovém území:

- M047 Kanalizace Stráž, ř. km 33.466
- M048 Most ve Stráži, ř. km 33.690
- M049 Most ve Stráži, ř. km 33.737
- M050 Silniční most ve Stráži, ř. km 34.00
- M051 Kanalizace Stráž, ř. km 34.198

M052 Most ve Stráži, ř. km 34.348  
L053 Lávka ve Stráži, ř. km 34.516  
M054 Most ve Stráži, ř. km 34.554  
M055 Most ve Stráži, ř. km 34.837  
M056 Most v Souměři, ř. km 35.876  
L057 Lávka v Souměři, ř. km 36.392  
M058 Most v Souměři, ř. km 36.481  
L059 Lávka v Souměři, ř. km 36.600  
M060 Mostek Souměř, ř. km 37.237  
H061 Hráz Českomlýnského rybníka s přepadem vlevo, ř. km 37.348  
H062 Hráz rybníka Souměř s výpustí uprostřed, ř. km 37.825  
J063 Jez souměř, ř. km 38.100  
M064 Mostek Nový Mlýn – píla, ř. km 38.613  
H065 Hráz rybníka Nový Mlýn, ř. km 38.684

### 5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Hydraulická drsnost je v modelu zadávána pomocí Manningova drsnostního součinitele. Tento součinitel je jeden z faktorů, který ovlivňuje výslednou výšku hladiny a představuje jednu z charakteristik popisující terén a odpor prostředí. Pro potřeby výpočtu byly hodnoty drsnostních součinitelů odvozeny z podobnosti jiných toků, kde je tento součinitel znám a lze tedy předpokládat i v námi řešeném území. V úsecích, kde jsou k dispozici kalibrační povodňové značky, byla výsledná drsnost upravena dle těchto bodů tak, aby pro známý průtok byla dosažena známá zaměřená hladina. Přehledně jsou jednotlivé drsnostní součinitele uvedeny v následující tabulce.

Tabulka – Rozsah použitých drsnostních součinitelů

| Charakter území | Manningův drsnostní součinitel n |
|-----------------|----------------------------------|
| koryto řeky     | 0,025 – 0,04                     |
| louky, pole     | 0,06 – 0,09                      |
| zalesněné území | 0,1 – 0,12                       |
| zastavěné území | 0,2                              |

### 5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Horní okrajové podmínky jsou zadány v místech s výrazně měnícími hydrologickými poměry v místech významných přítoků a odběru do odlehčovací štoly.

Dolní okrajové podmínky byly dopočítány na základě předpokladu vytvoření rovnoměrného proudění, kdy je sklon čáry energie, vodní hladiny a dna toku totožný.

Hydrodynamický model byl přetažen dále po toku z důvodu rozběhnutí modelu a odstranění nejistot při stanovení okrajových podmínek.

Tabulka - N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení

| Úsek vodního toku / N-leté průtoky $Q_N$                                                                   | Úsek toku (km od - do) | $Q_5$ | $Q_{20}$ | $Q_{100}$ | $Q_{500}$ | Poznámka                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------|----------|-----------|-----------|-------------------------|
| začátek řešeného úseku - nad Kundratickým potokem                                                          | 38.957 – 35.786        | 6.04  | 11.1     | 19.3      | 30        |                         |
| pod Kundratickým potokem – konec řešeného úseku                                                            | 35.786 – 32.097        | 7.23  | 13.3     | 23.1      | 36.5      |                         |
| Dolní okrajová podmínka za předpokladu vytvoření rovnoměrného proudění<br>$i_0 = i_{\text{hladiny}} = i_E$ | 32.097                 |       |          |           |           | Dolní okrajová podmínka |

### 5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Pro hydraulické výpočty je použit model ustáleného proudění, počáteční podmínky pak nejsou zadávány.

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

Pro zpracování zadání skládající se ze sestavení DMT a vytvoření matematického modelu byly veškeré dostupné podklady dostačující. Nicméně je nutné vzít v úvahu přesnosti použitých podkladů a jejich interpretace. Samotná geodetická data v podobě polohové a výškové umístěných bodů mají svou danou přesnost a hodnoty mezi nimi jsou výsledky určité interpolace, kde může docházet k nejistotám.

Další z nejistot, ke kterým může docházet, je fakt, že se řešené území schematizuje pomocí příčných profilů, ve kterých probíhá výpočet, a výsledky jsou dále interpretovány plošně pomocí interpolace.

## **5.3 Popis kalibrace modelu**

V řešeném úseku se nenachází kalibrační podklady.

## 6 Výstupy z modelu

Výstupem z hydrodynamického modelu jsou hydraulické charakteristiky proudění modelovaných průtokových scénářů spočítané v jednotlivých příčných profilech. Lze je prezentovat tabelární nebo grafickou formou v podobě podélných a příčných profilů, bodového pole rychlostí a map hloubek. Pro sestavení map povodňového nebezpečí jsou základním výstupem z hydraulických modelů mapa hloubek a mapa rychlostí. Mapové výstupy představují georeferencovanou rastrovou mapu v požadovaném měřítku a formátu.

### 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.

Analýzou průniku maximálního rozlivu (při průtoku  $Q_{500}$ ) a správních území byly zajištěny informace o následujících dotčených správních územích obcí uvedené v následující tabulce.

Tabulka – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

| Kód ORP | Název ORP | Kód ICOB | Název obce |
|---------|-----------|----------|------------|
| 16491   | Tachov    | 561207   | Stráž      |

### 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. Výsledný rastr ve formátu .tif o velikosti pixelu 2 x 2 m obsahuje informace o hloubce vody pro každý pixel. 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.

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 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. 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.

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.

### 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, drsnosti povrchů, kalibrační značky, kulminační průtoky historických povodní atd.

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.