



# ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

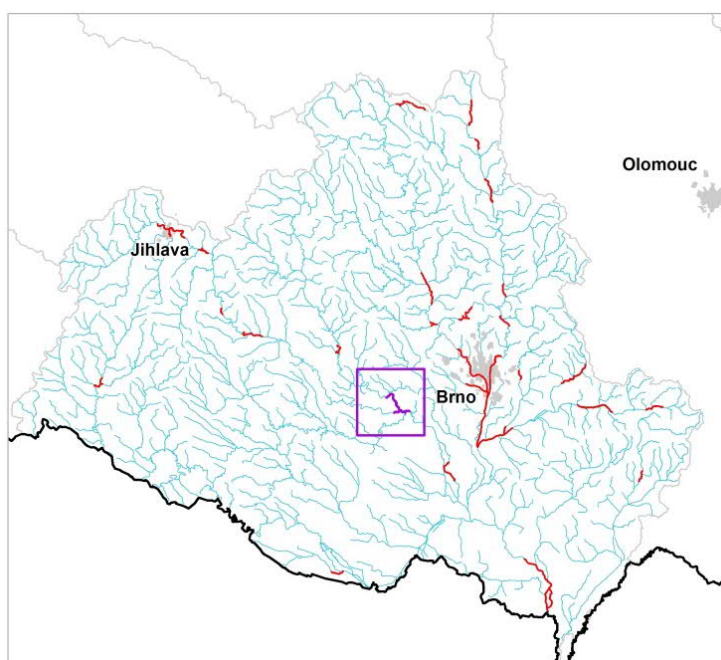
## DÍLČÍ POVODÍ DYJE

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

JIHLAVA – 10100008\_2 (DYJ\_12-01) - Ř. KM 37,235– 41,434

ROKYTNÁ – 10100032\_1 (DYJ\_12-02) - Ř. KM 0,000– 0,350

OSLAVA – 10100020\_1 (DYJ\_12-03) - Ř. KM 0,000– 6,130



ZÁŘÍ 2019





# ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

## DÍLČÍ POVODÍ DYJE

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

JIHLAVA – 10100008\_2 (DYJ\_12-01) - Ř. KM 37,235 – 41,434

ROKYTNÁ – 10100032\_1 (DYJ\_12-02) - Ř. KM 0,000– 0,350

OSLAVA – 10100020\_1 (DYJ\_12-03) - Ř. KM 0,000– 6,130

#### Pořizovatel:



Povodí Moravy, s.p.  
Dřevařská 932/11  
602 00 Brno

#### Zhotovitel:



Revital  
Srncí 9  
158 00 Praha 5 - Jinonice

#### Zpracovatel posudku:



Výzkumný ústav vodohospodářský  
T. G. Masaryka, v.v.i.  
Mojmírovo náměstí 16  
612 00 Brno

V BRNĚ, ZÁŘÍ 2019

Obsah:

|       |                                                                      |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Základní údaje .....                                                 | 5  |
| 1.1   | Seznam zkratk a symbolů .....                                        | 5  |
| 1.2   | Cíle prací .....                                                     | 5  |
| 1.3   | Postup zpracování a metoda řešení .....                              | 6  |
| 2     | Popis zájmového území .....                                          | 6  |
| 2.1   | Všeobecné údaje .....                                                | 8  |
| 2.2   | Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně) .....    | 9  |
| 3     | Přehled podkladů .....                                               | 11 |
| 3.1   | Soupis zpráv a dokumentů .....                                       | 11 |
| 3.2   | Související předpisy .....                                           | 11 |
| 3.3   | Topologická data .....                                               | 12 |
| 3.3.1 | Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu .....              | 12 |
| 3.3.2 | Mapové podklady .....                                                | 12 |
| 3.3.3 | Geodetické podklady .....                                            | 12 |
| 3.4   | Hydrologická data .....                                              | 13 |
| 3.5   | Místní šetření .....                                                 | 14 |
| 3.6   | Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady .....           | 14 |
| 3.7   | Vyhodnocení a příprava podkladů .....                                | 14 |
| 4     | Popis koncepčního modelu .....                                       | 16 |
| 4.1   | Schematizace řešeného problému .....                                 | 16 |
| 4.2   | Posouzení vlivu nestacionarity proudění .....                        | 18 |
| 4.3   | Způsob zadávání OP a PP .....                                        | 18 |
| 5     | Popis numerického modelu .....                                       | 19 |
| 5.1   | Použité programové vybavení .....                                    | 19 |
| 5.2   | Vstupní data numerického modelu .....                                | 19 |
| 5.2.1 | Morfologie vodního toku a záplavového území .....                    | 19 |
| 5.2.2 | Drsnosti koryta a inundačních území .....                            | 21 |
| 5.2.3 | Hodnoty okrajových podmínek .....                                    | 22 |
| 5.2.4 | Hodnoty počátečních podmínek .....                                   | 24 |
| 5.2.5 | Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat .....                  | 24 |
| 5.3   | Popis kalibrace modelu .....                                         | 25 |
| 6     | Výsledky .....                                                       | 26 |
| 6.1   | Výstupy z hydrodynamických modelů .....                              | 26 |
| 6.2   | Mapy povodňového nebezpečí .....                                     | 27 |
| 6.2.1 | Rozlivy pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ , $Q_{100}$ a $Q_{500}$ .....   | 27 |
| 6.2.2 | Hloubky pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ , $Q_{100}$ a $Q_{500}$ .....   | 27 |
| 6.2.3 | Rychlosti pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ , $Q_{100}$ a $Q_{500}$ ..... | 28 |

|     |                                                 |    |
|-----|-------------------------------------------------|----|
| 6.3 | Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů ..... | 28 |
|-----|-------------------------------------------------|----|

## 1 Základní údaje

### 1.1 Seznam zkratk a symbolů

V Tab. č. 1 je uveden seznam všech zkratk a symbolů používaných při zpracování hydrodynamických modelů a map povodňového nebezpečí.

Tab. č. 1 Seznam zkratk a symbolů

| Zkratka | Vysvětlení                                                                                         |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1D      | jednorozměrný                                                                                      |
| 1D+     | jednorozměrný síťový                                                                               |
| 2D      | dvourozměrný                                                                                       |
| ČHMÚ    | Český hydrometeorologický ústav                                                                    |
| ČHP     | číslo hydrologického pořadí                                                                        |
| ČSN     | česká technická norma                                                                              |
| ČÚZK    | Český úřad zeměměřičský a katastrální                                                              |
| DMR 5G  | Digitální model reliéfu páté generace                                                              |
| DMT     | digitální model terénu                                                                             |
| DOP     | dolní okrajová podmínka                                                                            |
| HOP     | horní okrajová podmínka                                                                            |
| HEC-RAS | HydrologicEngineering Center - River AnalysisSystem                                                |
| MŽP     | Ministerstvo životního prostředí                                                                   |
| OP      | okrajová podmínka                                                                                  |
| PP      | počáteční podmínka                                                                                 |
| PPO     | protipovodňové opatření                                                                            |
| PVPR    | Předběžné vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem |
| RZM 10  | rastrová základní mapa 1 : 10 000                                                                  |
| SOP     | studie odtokových poměrů                                                                           |
| TPE     | Technicko provozní evidence                                                                        |
| TNV     | Odvětvová technická norma                                                                          |
| VD      | Vodní dílo                                                                                         |
| ZABAGED | Základní báze geografických dat České republiky                                                    |
| ZÚ      | záplavová území                                                                                    |

### 1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí pro úsek na vodním toku Jihlava – 10100008\_2 (DYJ\_12-01) – ř. km 37,235 – 41,434, Rokytná – 10100032\_1 (DYJ\_12-02) – ř. km 0,000 – 0,350 a Oslava – 10100020\_1 (DYJ\_12-03) ř. km 0,000 – 6,130 na základě stanovení následujících charakteristik průběhu povodně:

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

Uvedené charakteristiky povodně budou stanoveny na základě výstupů z hydrodynamických modelů a zpracovány do podoby map povodňového nebezpečí.

Kroky nezbytné k dosažení cíle byly:

- zajištění vstupních podkladů – stávající + 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).

V následující tabulce (Tab. č. 2) je uvedeno porovnání rozsahu řešení území 1. a 2. plánovacího cyklu.

Tab. č. 2 Porovnání rozsahu řešeného území 1. a 2. plánovacího cyklu

| Ozn. v<br>1. plán.<br>cyklu | Ozn. v<br>2. plán.<br>cyklu | Tok     | Délka<br>úseku<br>[km] | Změny oproti 1. plánovacímu cyklu         |
|-----------------------------|-----------------------------|---------|------------------------|-------------------------------------------|
| PM-44                       | DYJ_12-01                   | Jihlava | 4,199                  | Beze změn                                 |
| PM-45                       | DYJ_12-02                   | Rokytná | 0,350                  | Beze změn                                 |
| PM-43                       | DYJ_12-03                   | Oslava  | 6,130                  | Úsek prodloužen o Oslavany, cca o 4,43 km |

### 1.3 Postup zpracování a metoda řešení

Postup zpracování a metoda řešení byly:

- Získání, soustředění a studium dostupných podkladů a jejich doplnění místním šetřením.
- Příprava podkladů pro případné geodetické zaměření a jeho zadání.
- Aktualizace nebo sestavení hydrodynamického modelu.
- Hydraulické výpočty proudění v toku včetně objektů a inundačního území. Výpočty se provádí pro  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$ .
- Výsledky výpočtů jsou následně prezentovány v podobě map povodňového nebezpečí.

Výchozím podkladem pro tvorbu map povodňového nebezpečí a následnou rizikovou analýzu jsou hydraulické výpočty pro účely vymezení záplavového území zpracované na Povodí Moravy, s.p. [16], [17], [18] a také výstupy z 1. plánovacího cyklu zpracované firmou Pöry Environment a.s. v r. 2012 [24].

## 2 Popis zájmového území

Zájmové území v této práci je rozděleno na několik dílčích úseků v závislosti na řešených tocích a rozsahu řešení:

- DYJ\_12-01 Jihlava:
  - o celý úsek – nový model.
- DYJ\_12-02 Rokytná:
  - o celý úsek – nový model.
- DYJ\_12-03 Oslava:
  - o celý úsek – nový model.

Předmětem řešeného území je úsek na toku Jihlava v km 37,235 – 41,434, Rokytná v km 0,000 – 0,350 a Oslava v km 0,000 – 6,130\* (Obr. č. 1).

Tab. č. 3 Základní informace o řešeném úseku

| ID úseku   | Pracovní<br>číslo úseku | Tok     | Říční km, začátek - konec | ČHP                                       |
|------------|-------------------------|---------|---------------------------|-------------------------------------------|
| 10100008_2 | DYJ_12-01               | Jihlava | 37,235 – 41,434           | 4-16-01-107<br>4-16-02-102<br>4-16-04-001 |
| 10100032_1 | DYJ_12-02               | Rokytná | 0,000 – 0,350             | 4-16-03-057                               |
| 10100020_1 | DYJ_12-03               | Oslava  | 0,000 – 6,130             | 4-16-02-1011<br>4-16-02-1012              |

\*) Komentář k používané kilometráži toků

V celém projektu bude používána kilometráž, která vychází z již zpracovaných studií Povodí Moravy, s.p. [16], [17] a [18].

Při zpracování 1. plánovacího cyklu se kilometráž používaná v názvech úseků lišila s kilometráží používanou v projektu. Do názvu byla uváděna kilometráž, která vycházela z „Předběžného vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem“ (PVPR). V Tab. č. 4 je uvedeno srovnání staničení dle PVPR a dle geodetického zaměření [6] až [9], které je používáno v celém projektu.

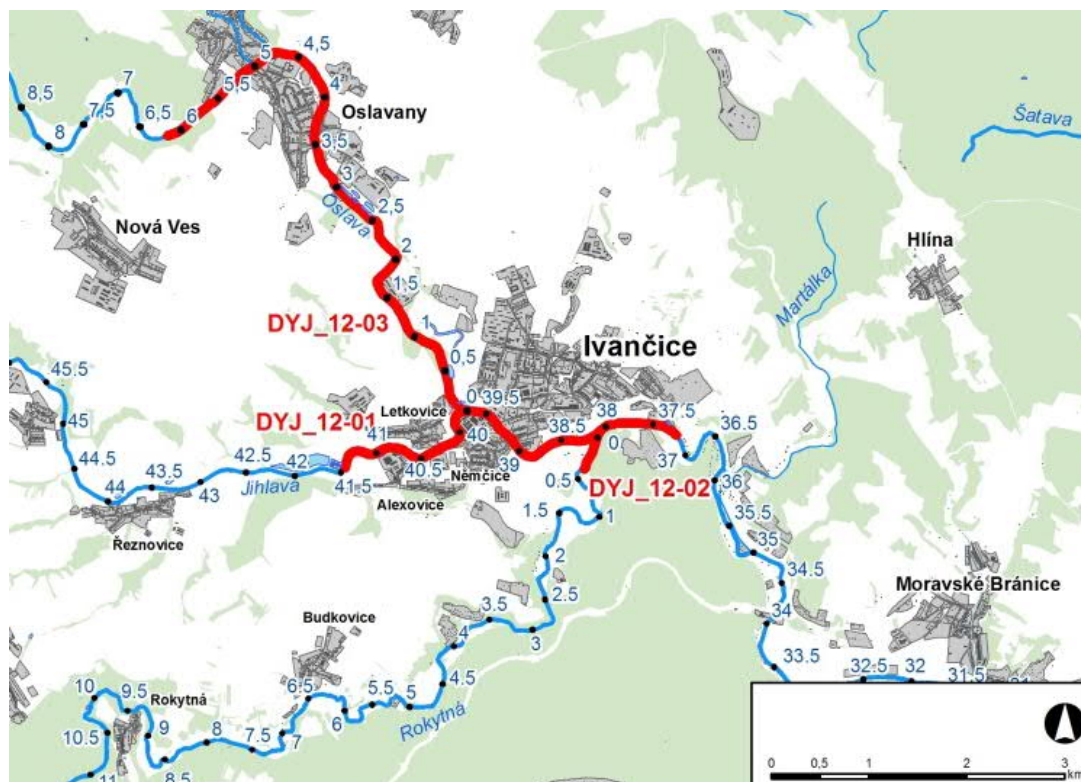
Tab. č. 4 Srovnání staničení

| Tok     | Staničení dle PVPR | Staničení používané v projektu |
|---------|--------------------|--------------------------------|
| Jihlava | 37,751 – 41,951    | 37,235 – 41,434                |
| Rokytná | 0,000 – 0,431      | 0,000 – 0,350                  |
| Oslava  | 0,000 – 6,130      | 0,000 – 6,130                  |

Objekty mají tzv. administrativní kilometráž dle Technicko-provozní evidence toku (TPE) [13,14, 15], tato slouží jako neměnný identifikátor jednotlivých objektů. Staničení objektů dle výpočetního modelu a dle TPE je uvedeno v kap. 5.2.1.

Na zájmových úsecích toků nejsou vybudována žádná významná vodní díla. Začátek zájmového úseku Jihlavy DYJ\_12-01 se nachází cca 17,5 km pod hrází VD Mohelno.

Oslava a Rokytná jsou přítoky Jihlavy v zájmovém úseku. Část průtoku z Oslavy je v úseku DYJ\_12-03 odvedena náhonem, do kterého je zaústěn Mřenkový potok. Náhon je zaústěn do Jihlavy v úseku DYJ\_12-01. Zájmové úseky nemají žádné další významné přítoky.



Obr. č. 1 Vymezení řešené oblasti s významným povodňovým rizikem

## 2.1 Všeobecné údaje

### Jihlava

Povodí řeky Jihlavy je pravostranným a největším přítokem Svatky. Rozkládá se ve středu moravské části Českomoravské vysočiny a úzkým pruhem zasahuje přes jižní výběžek Boskovické brázdy a Brněnské vyvěřeliny do Dyjsko-svrateckého úvalu. Na jihu sousedí s povodím Dyje, na severovýchodě s povodím Svatky a na severozápadě s povodím Vltavy. Tvar povodí je nepravidelný trojúhelník, obrácený nejkratší stranou na severozápad a protáhlý ve směru jihovýchodním. Nejvyšší bod je pohoří Javoříce 835 m n.m. v Jihlavských vrších. Nejnížší bod je ústí Jihlavy do Svatky 169 m n.m. Největší přítoky řeky Jihlavy jsou z levé strany v ř. km dle TPE 39,715 Oslava, v ř. km dle TPE 125,897 Kamenický potok, v ř. km dle TPE 130,453 Kozlovický potok a z pravé strany v ř. km dle TPE 38,140 Rokytná, v ř. km dle TPE 97,875 Stařečský potok, v ř. km dle TPE 123,462 Brtnička, v ř. km dle TPE 142,471 Jihlávka a v ř. km dle TPE 160,025 Třešský potok.

Na Českomoravské vysočině podmiňuje hustou vodní síť poměrně nepropustné podloží a je též příčinou malé a kolísavé vodnosti toků. Druhou příčinou těchto nepříznivých vodních toků je, že moravská část Českomoravské vysočiny leží v dešťovém stínu s výjimkou Jihlavských vrchů.

Řeka Jihlava pramení na Českomoravské vysočině u obce Jihlávka, v nadmořské výšce cca 660 m n.m. Teče převážně směrem jihovýchodním a odvádí vodu ze 3.116 km<sup>2</sup> plochy. Délka toku od pramene k ústí je 184 km. Je největším přítokem Svatky. Charakter řečiště je dán spádovými poměry.

V horním toku má Jihlava koryto celkem malé, místy meandrující. Na středním toku Jihlavy byla postavena dvě vodní díla – vyrovnávací nádrž Mohelno v ř. km dle TPE 58,940 a VD Dalešice v ř. km dle TPE 65,944. Výstavbou vodních děl se podstatně ovlivnil a změnil režim hospodaření s vodou na řece Jihlavě. VD Dalešice svými retenčními účinky výrazně ovlivní průběh povodní na řece Jihlavě. V dolním toku, pod zaústěním Oslavy a Rokytné, protéká řeka Jihlava otevřenou krajinou a je provázena z částí lužními lesy, jež jsou rozsáhlejší hlavně před ústím do Svatky. Původní ústí do Svatky je nyní v zátopě střední nádrže VD Nové Mlýny.

### Úsek 10100008\_2 (DYJ\_12-01), Jihlava

V řešeném úseku protéká Jihlava katastrálním územím Alexovice, Letkovice, Ivančice, Němčice u Ivančic a Kounické Předměstí. Úsek začíná pod jezem Alexovice, dále jsou v blízkosti toku průmyslové areály na PB. Úsek končí pod městskou ČOV, která je na LB. Koryto je upravené, udržované, tvaru dvojitého lichoběžníku. V zájmovém území jsou čtyři mosty, dvě lávky a jeden jez. Úsek Jihlavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

### Rokytná

Povodí toku Rokytná náleží administrativně do Jihomoravského kraje a kraje Vysočina. Rokytná protéká správními obvody obcí s rozšířenou působností Třebíč, Mor. Krumlov, Ivančice.

Rokytná pramení v předhůří Českomoravské vrchoviny severně od Mor. Budějovic, jižně od obce Chlístov, kat. území Chlístov u Rokytnice nad Rokytnou v nadm. výšce 580 m n.m. Rokytná teče od pramene převážně směrem jihovýchodním až východním. Tvar povodí je protáhlý a většina přítoků je levobřežních. Řeka Rokytná je největší pravobřežní přítok řeky Jihlavy v km 38,665. Délka toku od pramene k ústí dle zaměření 2010 je 87,8 km. Celková plocha povodí Rokytné po profil nad zaústěním do Jihlavy je 585,41 km<sup>2</sup>. Roční průměrné srážky v povodí Rokytné jsou 572 mm. Odtokový součinitel Rokytné je v rozmezí hodnot 0,14 při ústí až 0,18 pod pramenem.

### Úsek 10100032\_1 (DYJ\_12-02), Rokytná

V řešeném úseku protéká Rokytná katastrálním územím Kounické Předměstí. Úsek toku je v extravilánu, koryto je neupravené, zarostlé vegetací. Na LB jsou odběrné objekty podzemní vody. V zájmovém území nejsou žádné významné objekty na toku. Úsek Rokytné v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

### Oslava

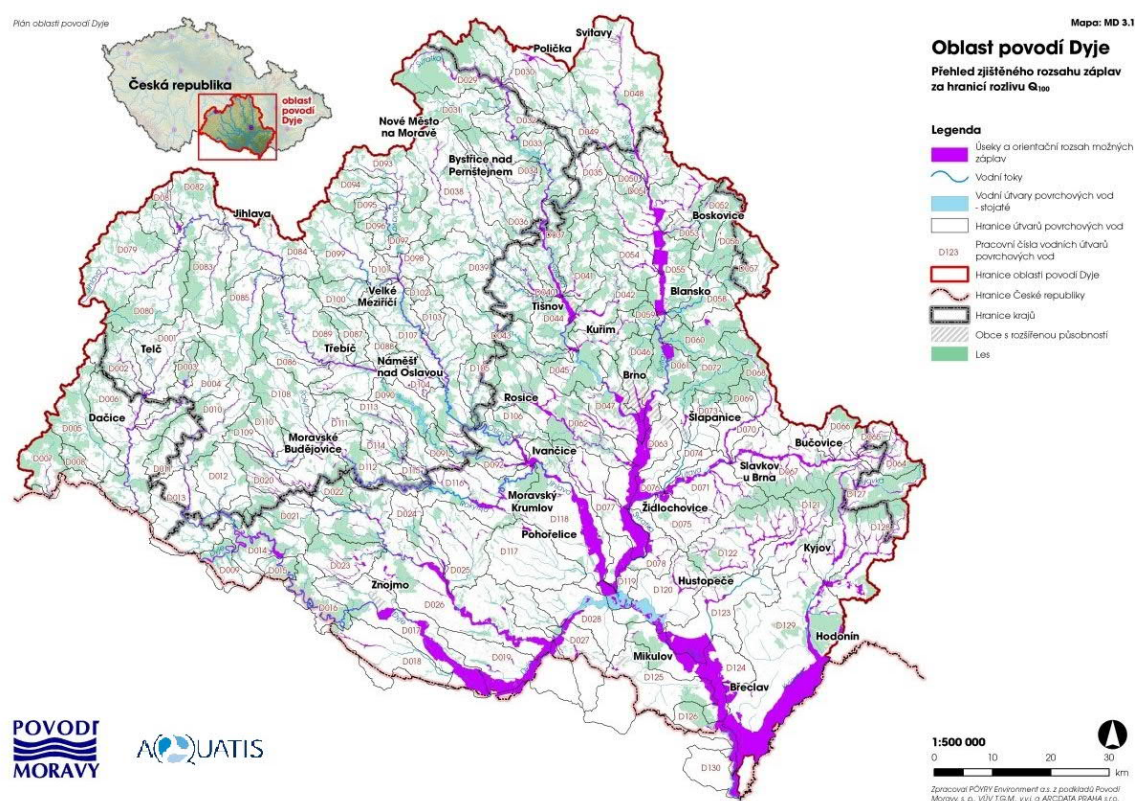
Oslava je levostranný, celkově největší přítok řeky Jihlavy, do které se vlévá u Němčic na jejím km 38,240 v nadmořské výšce 204,56 m. Délka toku činí 99,6 km a plocha povodí 867,2 km<sup>2</sup>.

Oslava pramení v bažinách okolo Matějovského rybníka a Babína poblíž Nového Veselí v jižním cípu chráněné krajinné oblasti Žďárské vrchy v nadmořské výšce 566,94 m.

Největším přítokem je Balinka. Povodí toku Oslava náleží administrativně do kraje Vysočina a kraje Jihomoravského. V povodí se nachází 164 vodních ploch větších než 1 ha s celkovou rozlohou 960,30 ha. Největší z nich jsou VD Mostiště (88,02 ha) a Veselský rybník (80,75 ha).

Úsek 10100020\_1 (DYJ\_12-03), Oslava

V řešeném úseku protéká Oslava katastrálním územím Oslavany, Ivančice a Letkovice. Úsek začíná pod pevným jezem v km 6,130 (TPE 6,580) nad obcí Oslavany, protéká intravilánem Oslavan, kde je koryto v bezprostřední blízkosti zástavby, dále protéká volnou krajinou bez zástavby, na LB je železniční vlečka do zemědělského družstva. Zástavba je na PB v blízkosti ústí do Jihlavy. V úseku jsou dvě slepá ramena a blíže k soutoku s Jihlavou jsou na LB dva rybníky. V zájmovém území jsou dva mosty a jedna lávka. Úsek Oslavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.



Obr. č. 2 Přehledná mapa povodí Dyje dle [19]

## 2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Největší zaznamenaná povodeň v novodobé historii na řece Jihlavě v limnigrafické stanici Ivančice ve městě Ivančice je datována ke květnu 1985. Voda z řeky zatopila část místní části Letkovice. Ke kulminaci došlo 22. 5. 1985 a ve městě Ivančice bylo dosaženo  $260 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , tj. cca  $Q_{20}$  [21]. Limnigraf Ivančice zaznamenal vodní stav 536 cm [23], přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu 507 cm, tj.  $248 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , tj. větší než  $Q_{10}$ , byla v dubnu 2006. K dalším významným povodním v novodobé historii došlo v březnu 1947 (vodní stav 505 cm, průtok cca  $245 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , tj. větší  $Q_{10}$ ) [21], dále pak v lednu 1968 a v březnu 1969 [23].

V dávnější historii byly zaznamenány povodně v únoru 1876, únoru 1891, dubnu 1900. Snad největší povodeň byla 10. února 1839. Od Řeznovic k Panskému mlýnu (za Kounickou ulicí) vystoupila řeka Jihlava z řečiště a zaplavila vše. V Alexovicích byla zničena papírna Jiřího Holuba a nebyla již obnovena. Dne 1. února 1862 opět

veliká povodeň. V Rybářské ulici se sesulo 14 domů, voda stála až 1,6 metrů v domech. Byla zničena i část němčického mostu. Proti povodním byli tehdy obyvatelé Ivančic a okolních obcí bezmocní, neexistovala účinná regulace řek [22].



Obr. č. 3 Povodeň 2006 – MVE Na Réně



Obr. č. 4 Povodeň 2006 – silniční most ul Krumlovská

### 3 Přehled podkladů

#### 3.1 Soupis zpráv a dokumentů

- [1] Digitální model reliéfu zájmové oblasti. DMR 5G. ČÚZK, Praha, 2018.
- [2] Rastrová základní mapa 1:10 000 (RZM 10. ČÚZK, mapové listy č.: 11640614, 11640616, 11640618, 11640620, 11660614, 11660616, 11660618, 11660620, 11680614, 11680616, 11680618, 11680620, 11700614, 11700616, 11700618, 11700620, Praha, 2017.
- [3] Ortofotomapy zájmového území. ČÚZK, Praha, 2018.
- [4] Základní báze geografických dat ZABAGED – polohopis, ČÚZK, Praha, 2017.
- [5] Základní báze geografických dat ZABAGED – výškopis, ČÚZK, Praha, 2017.
- [6] Geodetické zaměření koryta Jihlavy, zpracoval útvar geodézie Povodí Moravy, s.p., 2005.
- [7] Geodetické zaměření koryta Rokytá, zpracoval útvar geodézie, Povodí Moravy, s.p., 2009-2010.
- [8] Geodetické zaměření koryta Oslava, Ing. Jiří Sláma – Geodetická a softwarová kancelář, 2003 (doměření Povodí Moravy, s.p. 2011).
- [9] Zaměření ocelové lávky v km 40,519 a sil. mostu v km 40,235, geodetické středisko Pöyry Environment, a.s., 10/2012.
- [10] Hydrologická data – N-leté průtoky, ČHMÚ, 11/2018.
- [11] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu září 2012. Pöyry Environment a.s., Brno.
- [12] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu března 2019. AQUATIS a.s., Brno.
- [13] Technicko provozní evidence toků – TPE Jihlava, Povodí Moravy, s.p., Brno, 1967 - 2002.
- [14] Technicko provozní evidence toků – TPE Oslava, Povodí Moravy, s.p., Brno.
- [15] Technicko provozní evidence toků – TPE Rokytá, Povodí Moravy, s.p., Brno, 1971 - 2010.
- [16] Studie záplavového území Jihlavy, km 0,000 – 184,500, Povodí Moravy, s.p., 1971 - 2010.
- [17] Studie záplavového území Rokytá, km 0,000 – 87,805, Povodí Moravy, s.p., 7/2012.
- [18] Aktualizace záplavového území Oslavy, povodí Moravy, s.p., 2012.
- [19] Plán dílčího povodí Dyje, AQUATIS a.s., 2016.
- [20] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970.
- [21] [www.pmo.cz](http://www.pmo.cz), Stavby a průtoky na vodních tocích, březen 2019.
- [22] Studie protipovodňových opatření na území Jihomoravského kraje, Pöyry Environment a.s., Brno, 05/2007.
- [23] Evidenční list hlásného profilu č. 397, tok Jihlava, lim. stanice Ivančice. Aktualizace březen 2019.
- [24] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, PöyryEnvironment a.s., Brno, 07/2013.
- [25] HEC-RAS 5.0 River AnalysisSystem – User'sManual, US ArmyCorpsOfEngineers, 02/2016.
- [26] Fotodokumentace, PöyryEnvironment a.s., Brno, 2012.
- [27] Fotodokumentace, AQUATIS, a.s., Brno, 2019.
- [28] Místní šetření a fotodokumentace b průběhu července 2019. A.Havlík, Praha
- [29] <http://www.zrcadlo.info/view.php?cislocclanku=2008040060>
- [30] Numerický 1D+ model Jihlavy a přítoků Oslavy a Rokytá v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2005/2010/2012.
- [31] MIKE 11, A Modelling SystemforRivers and Channels, Reference Manual DHI, 2009.

#### 3.2 Související předpisy

- [I] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie.
- [II] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [III] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [IV] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [V] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [VI] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [VII] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [VIII] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [IX] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).

- [X] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [XI] Vyhláška MŽP 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [XII] Vyhláška č. 178/2012 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [XIII] Nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení §27 odst. 8 a §28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
- [XIV] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M.v.v.i., 03/2012.
- [XV] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011.
- [XVI] Předběžné vyhodnocení povodňových rizik v České republice 2011. Implementace směrnice 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik (verze 5.0). Ministerstvo životního prostředí ČR (poslední aktualizace dne 16. 3. 2012). Praha. 12/2011.
- [XVII] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M.v.v.i., aktualizace 18. 8. 2019.
- [XVIII] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 07/2019.
- [XIX] Standardizovaná struktura uložení dat, CDS2, 09/2019.

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

### 3.3 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.

#### 3.3.1 Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu

Digitální model terénu (DMT) byl vytvořen s použitím programů ESRI Arc GIS Version 10.5 (nastavba 3D Analyst), AutoCAD 2012 a AutoCAD CIVIL 3D. Model pokrývá celé zájmové území v rozsahu předpokládaného rozlivu  $Q_{500}$  s dostatečným přesahem. Výsledný DMT je zpracován z DMR 5G [1], který je doplněn o geodetické zaměření koryta [6],[7], [8] a doměření objektů na toku [9]. DMT má tyto vlastnosti: formát ESRI GRID, velikost pixelu 1 m, přesnost výškových údajů do 0,5 m, polohopisný systém S-JTSK, výškopisný systém Balt po vyrovnání.

#### 3.3.2 Mapové podklady

Mapové podklady byly:

- Rastrová základní mapa 1 : 10 000 (RZM 10), z vektorového topografického modelu ZABAGED, ČÚZK, 2017, Měřítko 1 : 10 000, velikost pixelu 0,63 m.
- Ortofotomapy, formát JPG, velikost pixelu 0,25 m, ČÚZK, 2018.
- ZABAGED, komplexní digitální geografický model území ČR, formát SHP, ČÚZK, 2017.

#### 3.3.3 Geodetické podklady

Geodetické zaměření (příčné profily řešených území ve vzdálenosti cca 100 m u Oslavy a Jihlavy a 400 m u Rokytne) Jihlavy z roku 2005 provedl a zpracoval útvar geodézie Povodí Moravy, s.p. [6]. Zaměření toku Rokytná od zaústění do Jihlavy po pramen v km 87,805 (TPE km 90,100) v obci Rokytnice nad Rokytnou provedl útvar geodézie, Povodí Moravy, s.p. v roce 2009 – 2010 [7]. V řešeném úseku se však nachází jen první zaměřený profil, další byl až v km 0,374. Zaměření nové ocelové lávky v km 40,519 a rekonstruovaného silničního mostu v km 40,235 [9], které byly zjištěny při terénní pochůzce v rámci 1. plánovacího cyklu [11]

provedlo geodetické středisko Pöyry Environment, a.s. v 10/2012. Příčné profily koryta toku Oslava (po cca 100 m) pro studii odtokových poměrů provedl Ing. Jiří Sláma - Geodetická a s softwarová kancelář v roce 2003, doměření - Povodí Moravy s.p., v roce 2011 [8]. Zaměření je v polohopisném systému S - JTSK, výškopisném systému Balt po vyrovnání. Výkresová dokumentace je k dispozici u zhotovitele.

### 3.4 Hydrologická data

V Tab. č. 5 jsou uvedena aktuální hydrologická data. Data byla ověřena u ČHMÚ koncem roku 2018 [10]. Hodnoty průtoků nedoznaly významných změn. V profilu Jihlava – Ivančice vodočet byly lehce sníženy nižší průtoky ( $Q_5$  o 9% a  $Q_{20}$  o 5%) oproti hodnotám použitým v 1. plánovacím cyklu, v profilu Jihlava nad Oslavou se snížila hodnota pro  $Q_{500}$  o 6% a pro profil Oslava – Oslavany pod jezem, vodočet byla nově objednána hodnota pro  $Q_{500}$ .

Tab. č. 5 Aktuální N-leté průtoky ( $Q_N$ ) v  $m^3 \cdot s^{-1}$  [10]

| Hydrologický profil                   | Datum pořízení | Říční kilometr | $Q_5$ | $Q_{20}$ | $Q_{100}$ | $Q_{500}$ | Třída přesnosti |
|---------------------------------------|----------------|----------------|-------|----------|-----------|-----------|-----------------|
| Jihlava nad Oslavou                   | 5.11.2018      | 40,5           | 74,5  | 123      | 195       | 286       | III.            |
| Jihlava pod Oslavou                   | 5.11.2018      | 39,5           | 159   | 237      | 345       | 473       | III.            |
| Jihlava – Ivančice vodočet            | 5.11.2018      | 37,0           | 175   | 265      | 390       | 540       | I.              |
| Oslava – Oslavany pod Jezelem vodočet | 5.11.2018      | 0,3            | 109   | 151      | 205       | 264       | I.              |
| Rokytná – ústí do Jihlavy             | 5.11.2018      | 0,3            | 30,4  | 55,4     | 98        | 159       | II.             |

Tab. č. 6 Starší hodnoty N-letých průtoků ( $Q_N$ ) v  $m^3 \cdot s^{-1}$  pořízené pro 1. plánovací cyklus [24]

| Hydrologický profil        | Datum pořízení | Říční kilometr | $Q_5$ | $Q_{20}$ | $Q_{100}$ | $Q_{500}$ | Třída přesnosti |
|----------------------------|----------------|----------------|-------|----------|-----------|-----------|-----------------|
| Jihlava – nad Oslavou      | 2013           | 40,5           | 74,5  | 123      | 195       | 305**     | III.            |
| Jihlava – pod Oslavou      | 2013           | 39,5           | 158,9 | 237,2    | 345       | 460**     | III.            |
| Jihlava – Ivančice vodočet | 2013           | 37,0           | 192,0 | 279,0    | 390,0     | 540,3     | II.             |
| Rokytná – ústí do Jihlavy  | 2013           | 0,3            | 30,4  | 55,4     | 98        | 158,6     | II., III.*      |
| Oslava – ústí do Jihlavy   | 2013           | 0,3            | 109,5 | 151,9    | 205,8     | 325**     | III.            |

\*) Poznámka: pokud jsou uvedeny 2 třídy přesnosti, tak první z nich se vztahuje k hodnotám  $Q_5$  až  $Q_{100}$ , druhá platí pro hodnotu  $Q_{500}$ . V případě, že je uvedena jen 1 třída přesnosti, platí pro všechny poskytnuté hodnoty  $Q_N$ .

\*\*) Hodnota průtoků nebyla dodána ČHMÚ a byla získána extrapolací.

Tab. č. 7 Historické hodnoty N-letých průtoků ( $Q_N$ ) v  $m^3 \cdot s^{-1}$  [20, 24]

| Hydrologický profil   | Rok pořízení | Říční kilometr | $Q_5$ | $Q_{20}$ | $Q_{100}$ | $Q_{500}$ | Třída přesnosti |
|-----------------------|--------------|----------------|-------|----------|-----------|-----------|-----------------|
| Jihlava – nad Oslavou | 2004         | 40,5           | 83,0  | 129,0    | 191,5     |           | III.            |
| Jihlava – nad Oslavou | 1970         | 40,5           | 155   | 228      | 340       | -         |                 |

| Hydrologický profil           | Rok<br>pořízení | Říční<br>kilometr | Q <sub>5</sub> | Q <sub>20</sub> | Q <sub>100</sub> | Q <sub>500</sub> | Třída<br>přesnosti |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------|
| Jihlava – pod<br>Oslavou      | 2004            | 39,5              | 178,0          | 254,0           | 349,5            |                  | III.               |
| Jihlava – pod<br>Oslavou      | 1970            | 39,5              | 224            | 332             | 460              | -                |                    |
| Jihlava – Ivančice<br>vodočet | 2004            | 37,0              | 192,0          | 279,0           | 390,0            |                  | II.                |
| Rokytná – ústí do<br>Jihlavy  | 2008            | 0,3               | 33,0           | 59,5            | 100,0            |                  |                    |
| Rokytná – ústí do<br>Jihlavy  | 1970            | 0,3               | 58             | 96              | 135              | -                | II.                |
| Oslava – ústí do<br>Jihlavy   | 2003            | 0,3               | 114,0          | 155,0           | 205,0            |                  |                    |
| Oslava – ústí do<br>Jihlavy   | 1970            | 0,3               | 118            | 175             | 253              | -                | III.               |

### 3.5 Místní šetření

V rámci zpracování 2. plánovacího cyklu bylo provedeno místní šetření v březnu 2019 [12]. Fotodokumentace byla pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedl A. Havlík v červenci 2019 [28]. Byly pořizovány fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území a citlivých objektů v možném záplavovém území Q<sub>500</sub>. Toto šetření proběhlo jak na prodlouženém úseku Oslavy, tak na úsecích vymezených z 1. plánovacího cyklu z roku 2013, kde místní šetření provedla firma Pöyry Environment a.s. [11]. Oproti průzkumu z 1. plánovacího cyklu nebyly zjištěny žádné změny na úseku ani v záplavovém území. Při terénním průzkumu byla prověřena aktuálnost geodetického zaměření, dále byly ověřeny hydraulické parametry ovlivňující proudění vody v korytě a inundačním území. V rámci terénní pochůzky nebyly zjištěny zásadní změny tvaru koryta, inundačního území a technických objektů na toku oproti geodetickému zaměření a DMT použitých pro tvorbu modelu v podkladu [24].

### 3.6 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

Numerický jednorozměrný síťový (1D+) model Jihlavy a přítoků Oslavy a Rokytné v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2005 (Jihlava), 2010 (Oslava) a 2012 (Rokytná) [30]. Model sloužil pro zpracování Studie záplavových území Jihlavy [16], Studie záplavových území Oslavy [18] a Studie záplavových území Rokytné [17]. Pro tvorbu modelu bylo využito geodetické zaměření [6-8], DMT a hydrologická data. V rámci modelu byly řešeny povodňové scénáře pro Q<sub>1</sub> - Q<sub>100</sub>. Výpočet byl proveden pro neustálené nerovnoměrné proudění.

Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo simulováno ustálené nerovnoměrné proudění s využitím okrajových podmínek při kulminaci z výše uvedeného celkového modelu. Model vymezeného úseku byl sestaven společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2012 [24]. Hydrologická data v modelu byla aktualizována a doplněna o povodňový scénář Q<sub>500</sub>. Případné rozdíly stavu zjištěné z terénního průzkumu a výchozího modelu byly zohledněny.

Pro kalibraci byla použita data z měrné křivky Oslavy a Jihlavy v limnigrafických stanicích Oslavany a Ivančice.

### 3.7 Vyhodnocení a příprava podkladů

DMT vytvořený z DMR 5G [1] a ze zaměření koryta toku pokrývá celé zájmové území v ploše předpokládaného rozlivu při Q<sub>500</sub> s přesahem.

Mapové podklady (RZM 10 [2], ortofotomapy [3] a ZABAGED [4], [5]) pokrývají celé zájmové území.

Pozemní geodetické zaměření pokrývá celé zájmové území. Příčné profily řešených území ve vzdálenosti cca 100 m u Oslavy a Jihlavy a 400 m u Rokytné) Jihlavy z roku 2005 provedl a zpracoval útvar geodézie Povodí

Moravy, s.p. [6]. Zaměření toku Rokytná od zaústění do Jihlavy po pramen v km 87,805 (TPE km 90,100) v obci Rokytnice nad Rokytnou provedl útvar geodzie, Povodí Moravy, s.p. v roce 2009 – 2010 [8]. Zaměření nové ocelové lávky v km 40,519 a rekonstruovaného silničního mostu v km 40,235, které byly zjištěny při terénní pochůzce v rámci úseku PM-44 Jihlava [7], provedlo geodetické středisko Pöyry Environment, a.s. v 10/2012 [9]. Příčné profily koryta Oslavy byly zaměřeny v roce 2003 firmou ing. Slámy, doměření pak provedlo Povodí Moravy s.p. v roce 2011 [7].

Hydrologická data [10] použitá ve stávajícím výpočtu byla ověřena u ČHMÚ.

Terénní průzkum byl proveden v březnu 2019 v rámci 2. plánovacího cyklu. Byla prověřena aktuálnost geodetického zaměření. Oproti 1. plánovacímu cyklu nebyly zjištěny žádné významné změny, které by mohly ovlivnit hydraulický výpočet.

Ostatní podklady (kalibrační data, TPE, studie a koncepční dokumenty) byly shromážděny a využity při hydraulických výpočtech.

Podkladem pro výpočet byl stávající numerický 1D+ model Jihlavy a přítoků Oslavy a Rokytné [30] zahrnující zájmové úseky v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2005 (Jihlava), 2010 (Oslava) a 2012 (Rokytná).

Podkladovými kalibračními daty jsou měrné křivky limnigrafických stanic.

## 4 Popis koncepčního modelu

Modelované dílčí úseky:

- Jihlava v Ivančicích (DYJ\_12-01), ř. km 37,235 – 41,434;
- Oslava mezi Ivančicemi Oslavany (DYJ\_12-03); ř. km 0,0 - 6,130
- Rokytá v Ivančicích (DYJ\_12-02), ř. km 0,0 - 0,35

Pro výpočet byl použit dvourozměrný (2D) model neustáleného proudění. Výsledky simulace popisují stav ustáleného proudění při požadovaných N-letých průtocích v celé zájmové oblasti. Model vymezených úseků byl sestaven firmou doc. Ing. Aleš Havlík, CSc. – Revital v roce 2019.

Vzhledem k důležitosti toku a na dostupná zejména geodetická data byl zvolen přístup 2D schematizace. Výhodou 2D modelu proudění oproti 1D, 1D+ a kombinaci 1D a 2D modelu je přesnější popis proudění v území, snadná vizuální kontrola výsledků a možnost přímého vygenerování výstupů pro vyhotovení map povodňového nebezpečí. Kombinací DMR 5G a podrobného DMT koryta je možné vytvořit velmi detailní výpočetní síť. V případě složitější topografie dna a břehů toku umožňuje 2D schematizace přesnější popis rozložení rychlostí v korytě a nabízí individuální volbu součinitelů drsnosti pro každou výpočetní buňku (prvek).

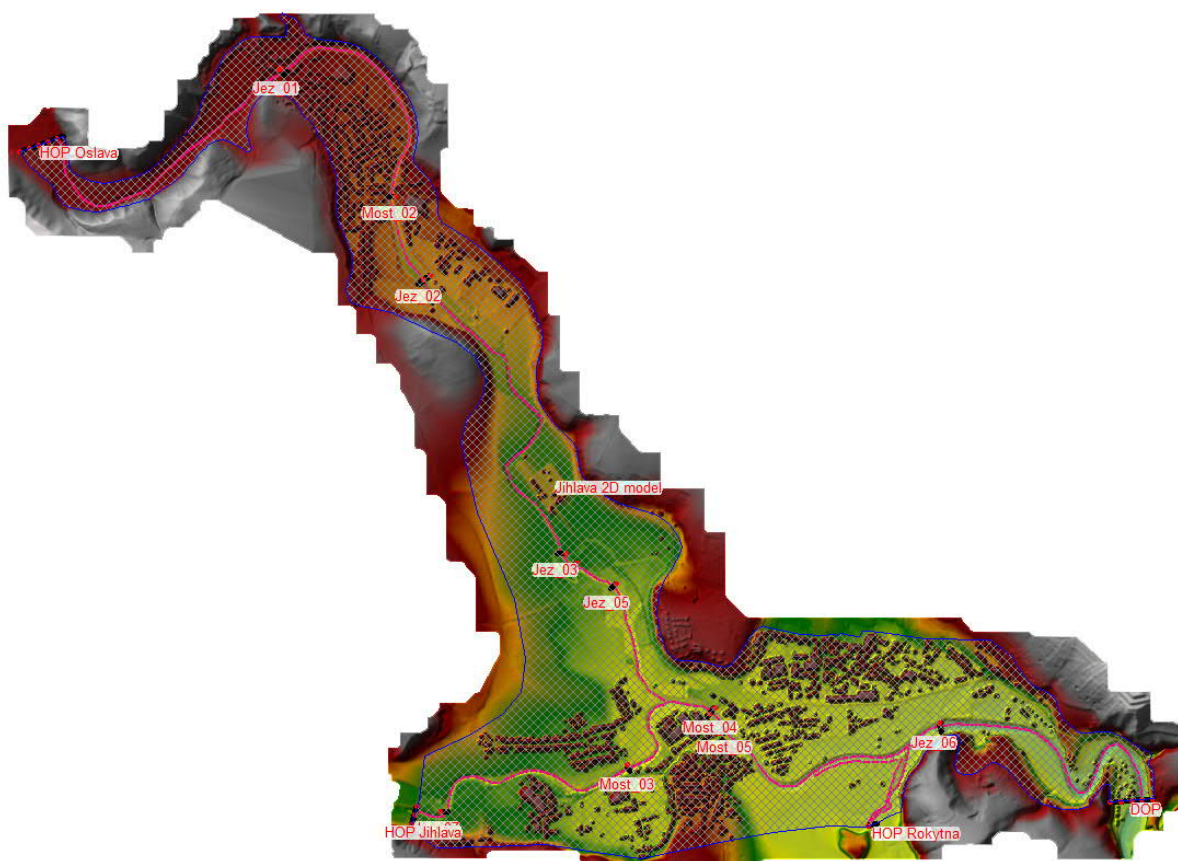
Pro řešení byl použit softwarový prostředek HEC-RAS.

2D modelem bylo popsáno proudění vlastním korytem řek Jihlava, Oslava a Rokytá, části jejich přítoků, související inundační území a veškeré objekty na toku. Do modelu nejsou zahrnuty malé přítoky z povodí z hlediska jejich bezvýznamnosti.

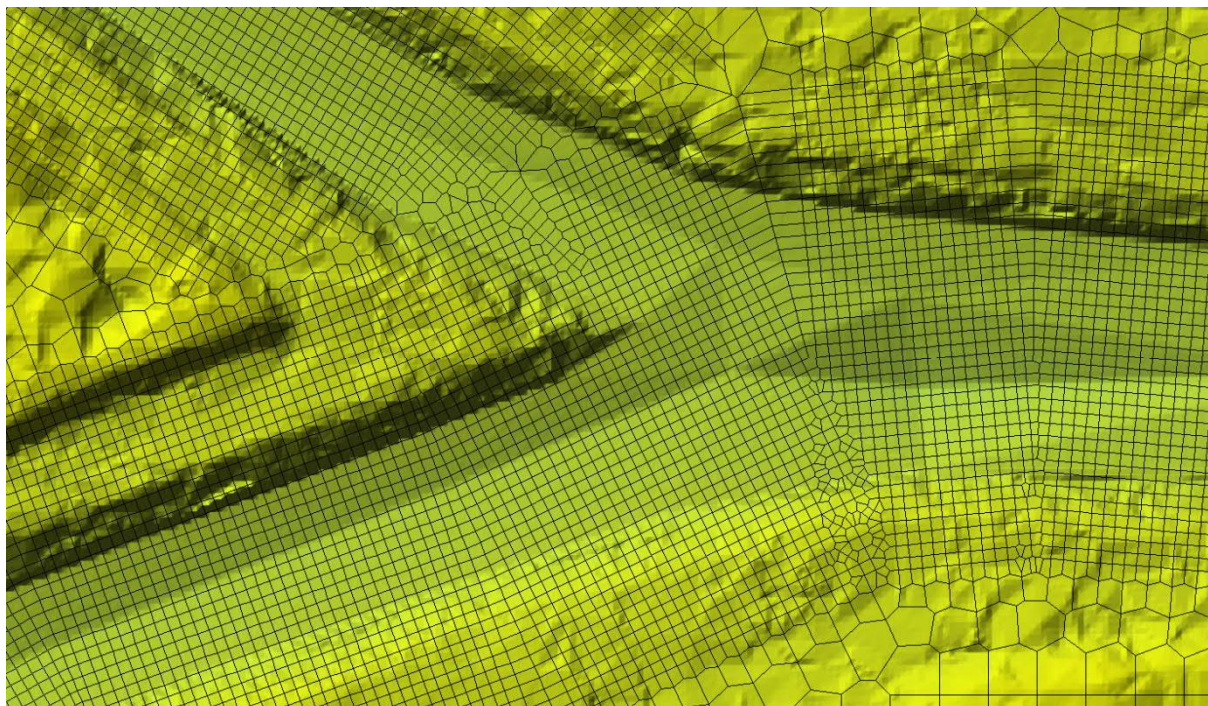
### 4.1 Schematizace řešeného problému

V rámci vytváření 2D modelu pro úsek soutoku řek Jihlava, Oslava a Rokytá byla provedena schematizace náhradní oblasti pomocí nepravidelné mnohoúhelníkové výpočetní sítě (Obr. č. 5). Vzhledem k tomu, že se oba přítoky vlévají do Jihlavy blízko sebe a oba soutoky se nacházejí v řešeném úseku Jihlavy, byl k řešení sestaven jeden geometrický model. Výpočetní síť byla sestavena na základě následující koncepce: v pásu širokém 20 metrů podél osy koryta všech 3 toků byla vytvořena výpočetní síť čtyřúhelníkových prvků o velikosti 1,0 m × 1,0 m s hranami, které byly více méně paralelní s osou, na zbývající ploše potom převážně s velikostí prvku 4,0 m × 4,0 m, doplňkově pak byla výpočetní síť ještě přizpůsobena povinnými hranami v místě objektů, hrází a dalším liniovým prvkům apod. V případě mostních objektů byly břehové opěry podrobně vymodelovány v DMT, velikost rastrové sítě DMT byla následně použita velmi malá hodnota 50 cm. Detail výpočetní sítě je znázorněn na Obr. č. 6.

Celá výpočetní síť měla 869 865 buněk.



Obr. č. 5 Schéma výpočetní sítě modelu soutoku Jihlavy, Oslavy a Rokytné



Obr. č. 6 Detail výpočetní sítě v místě soutoku Jihlavy a Oslavy

## 4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

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

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

## 4.3 Způsob zadávání OP a PP

Okrajové podmínky jsou zadány následovně:

Horní okrajovou podmínkou (HOP) jsou průtoky. Při ustálení odpovídají hodnotám N-letých průtoků  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$  a  $Q_{500}$  ve vodních tocích Jihlava, Oslava a Rokytná, dodaných ČHMÚ [10]. Nárůst průtoků v podélném profilu řek Oslava a Rokytná vzhledem k zanedbatelným přítokům nebyl uvažován, v případě řeky Jihlavy byl dán přítoky Oslavou a Rokytnu.

Dolní okrajová podmínka (DOP) byla umístěna těsně nad profil jezu Stříbský mlýn na řece Jihlavě v ř. km 36,160. V podélném profilu [30] byly úrovně hladin pro průtoky  $Q_1$ ,  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$ . Číselně byly hodnoty úrovně hladin pro průtoky  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$  převzaty přímo, pro průtok  $Q_{500}$  byla hodnota stanovena interpolací.

Výpočty byly vždy zahájeny na suchém modelu, na začátku simulace pro průtok  $Q_5$  byl u všech horních okrajových podmínek uvažován minimální průtok  $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , který byl po dobu 2 hodin plynule zvyšován až na hodnotu  $Q_5$ , která byla v následující době již neměnná. Doba trvání tohoto stavu vyplynula z podmínky, aby došlo k ustálení výpočtu, to znamená, aby i ve výtokovém profilu bylo dosaženo průtoku  $Q_5$ . Obdobný postup platil i pro zbývající N-leté průtoky s tím, že počátečním průtokem byl vždy předchozí N-letý průtok a pro počáteční stav byl použit hotstartfile z předchozího výpočtu.

## 5 Popis numerického modelu

### 5.1 Použité programové vybavení

Výpočet proudění byl proveden pomocí programu HEC-RAS 5.0.6 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) vyvinutého US Army Corps of Engineers pro výpočet jednorozměrného a dvourozměrného proudění. HEC-RAS umožňuje komplexní modelové řešení pro simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích. Výpočtové rovnice jsou uvedeny v manuálu [25]. Pro řešení proudění byla zvolena metoda difuzní vlny (resp. její aproximace). Numerická schematizace se opírá o kombinaci metody konečných diferencí a konečných objemů.

Výsledky dosažené metodou difuzní vlny byly na vybraných zájmových úsecích porovnány s metodou využívající úplných Saint Venantových rovnic (zahrnující mimo jiné vliv Coriolisovy síly). Na převážné většině území výpočetní síť dávaly obě zmiňované metody srovnatelné výsledky, přičemž metoda difuzní vlny vykazovala vyšší míru stability a kratší dobu výpočtu. V souladu s předpoklady se významnější rozdíly ve výsledcích obou metod objevily v místech s výskytem silně turbulentního proudění. Vzhledem k ostatním nejistotám a přijatým zjednodušením se použití metody difuzní vlny jeví jako praktická a adekvátní technika pro řešení úlohy.

Numerickým modelem je popsán průtok vlastním korytem Jihlavy a jejích přítoků Oslavy a Rokytne, včetně souvisejících inundačních území a veškerých objektů.

### 5.2 Vstupní data numerického modelu

Vstupními daty numerického modelu jsou data z geodetického pozemního měření [6], [7], [8] a [9] v podobě příčných řezů a bodů  $x$ ,  $y$ ,  $z$  v situaci, z nichž je vygenerován model koryta toku Jihlavy, Oslavy a Rokytne. Model povrchu inundačního území je vytvořen na základě DMR 5G [1]. Budovy a bloky budov jsou ve výpočetní síti uvažovány jako neprůtočné plochy s výrazným zvýšením terénu. Digitální povrch terénu použitý ve výpočtu je vytvořen propojením zaměření koryt, digitálního modelu reliéfu a neprůtočných objektů (budov). HOP jsou hodnoty N-letých povodňových průtoků  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$  a  $Q_{500}$  na Jihlavě, Oslavě a Rokytne ve více profilech dodaných ČHMÚ [10]. DOP jsou úrovně hladin v korytě Jihlavy. Pro stanovení součinitele drsnosti byly používány ortofotomapy [3] a fotodokumentace pořízená při terénním průzkumu v roce 2019 [28].

Při výpočtu se uvažovalo s konstantním časovým krokem 1 s. Maximální počet iterací byl zvýšen na hodnotu 30. Přípustná odchylka pro vypočtené výšky hladin a objemy (přepočtené na výšky hladin) byla uvažována na úrovni 3 mm.

#### 5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Do výpočtového modelu jsou zahrnuty veškeré objekty na tocích Jihlava a Oslava (Tab. č. 8 a 9), v řešeném úseku Rokytne (km 0,000 – 0,350) nevstupují do modelu žádné objekty.

V případě mostů byly použity dva přístupy. V případě, že úroveň hladiny nedosahovala dolní hrany mostovky, byl mostní objekt zadán úpravou geometrie koryta v profilu mostu zahrnutím mostních pilířů. Mostovka v takovém případě uvažována nebyla. V případě, že úroveň hladiny byla výš než úroveň dolní hrany mostovky, bylo zvýšení hladiny vlivem tlakového proudění a případného přepadu přes mostovku řešeno pomocí objektu 1D a využitím rovnice přepadu tak, aby vzduší odpovídalo kontrolnímu „ručnímu“ výpočtu 1D přístupem.

Jezy a další příčné objekty byly modelovány 1D jako přelivy. Součinitel přepadu byl volen individuálně na základě vlastností daného objektu.

Budovy byly v modelu řešeny zvýšením terénu v místě jejich polohy.

Tab. č. 8 Objekty vstupující do modelu, řeka Jihlava (DYJ\_12-01) km 37,235 – 41,434

| Km     | Popis objektu          | Km dle TPE<br>(identifikátor objektu) | Lokalita |
|--------|------------------------|---------------------------------------|----------|
| 37,710 | silniční most Ivančice | 37,707                                | Ivančice |
| 37,900 | vakový jez Ivančice    | 37,900                                | Ivančice |
| 37,926 | odbočení náhonu        | 37,920                                | Ivančice |
| 38,110 | Rokytná                | 38,140                                | Ivančice |
| 38,665 | lávka ČOV Ivančice     | 38,600                                | Ivančice |
| 39,332 | silniční most Ivančice | 39,291                                | Ivančice |
| 39,466 | mezizávodový most Awia | 39,411                                | Ivančice |
| 39,540 | přechod potrubí        | 39,541                                | Ivančice |
| 39,725 | Oslava                 | 39,615                                | Ivančice |
| 40,235 | dřevěný silniční most  | 40,391                                | Ivančice |
| 40,466 | lávka                  | 40,519                                | Ivančice |

Tab. č. 9 Objekty vstupující do modelu, řeka Oslava (DYJ\_12-03) km 0,000 – 6,130

| Km    | Popis objektu    | Km dle TPE<br>(identifikátor objektu) | Lokalita |
|-------|------------------|---------------------------------------|----------|
| 0,088 | lávka            | 0,080                                 | Ivančice |
| 0,511 | zaústění ramene  |                                       | Ivančice |
| 0,709 | stupeň           |                                       | Ivančice |
| 0,943 | zaústění ramene  |                                       | Ivančice |
| 0,954 | stupeň           |                                       | Ivančice |
| 1,051 | stupeň           |                                       | Ivančice |
| 1,052 | propust DN 1000  |                                       | Ivančice |
| 1,052 | odbočení ramene  |                                       | Ivančice |
| 1,077 | odbočení ramene  |                                       | Ivančice |
| 1,309 | výust DN 600     |                                       | Ivančice |
| 1,373 | výust DN 600     |                                       | Ivančice |
| 1,608 | Svodnice         |                                       | Oslavany |
| 2,352 | stupeň           |                                       | Oslavany |
| 2,410 | zaústění náhonu  |                                       | Oslavany |
| 2,794 | ČOV DN 500       |                                       | Oslavany |
| 2,878 | limnigraf        |                                       | Oslavany |
| 3,036 | výust DN 300     |                                       | Oslavany |
| 3,037 | Odbočení náhonu  |                                       | Oslavany |
| 3,046 | výust DN 500     |                                       | Oslavany |
| 3,050 | Válcový jez      | 3,570                                 | Oslavany |
| 3,059 | výtok elektrárna |                                       | Oslavany |
| 3,067 | výust 2x DN 150  |                                       | Oslavany |
| 3,076 | výust 2x DN 250  |                                       | Oslavany |

| Km    | Popis objektu      | Km dle TPE<br>(identifikátor objektu) | Lokalita |
|-------|--------------------|---------------------------------------|----------|
| 3,078 | výust DN 800       |                                       | Oslavany |
| 3,381 | výust DN 600       |                                       |          |
| 3,424 | betonový práh      |                                       |          |
| 3,556 | výust DN 800       |                                       |          |
| 3,558 | silniční most      | 4,095                                 |          |
| 3,578 | výust DN 500       |                                       |          |
| 4,757 | přítok Bálinka     | 5,264                                 |          |
| 4,863 | betonový stupeň    | 5,404                                 |          |
| 4,909 | výust DN 500       |                                       |          |
| 4,931 | Ketkovický potok   | 5,440                                 |          |
| 4,941 | silniční most      | 5,447                                 |          |
| 4,956 | pevný jez          |                                       |          |
| 5,276 | pravá hráz začátek |                                       |          |
| 5,390 | pravá hráz konec   |                                       |          |
| 6,130 | pevný jez          | 6,580                                 |          |

#### 5.2.2 Drsnosti koryta a inundačních území

Hodnoty součinitele drsnosti koryt řešených toků byly zadány na základě pochůzky v terénu a při ní pořízené dokumentaci [8]. Vzhledem k rozměrům koryta byly hodnoty stanovovány samostatně pro dno a břehové svahy. Pro zadávání hodnot součinitelů drsnosti je uvažováno letní období se vzrostlou vegetací. Hodnoty vybraných použitých součinitelů drsnosti jsou v Tab. č. 10.

Tab. č. 10 Orientační hodnoty součinitelů drsnosti dle Manninga použité při výpočtu

| Povrch                          | Orientační hodnoty součinitele drsnosti dle Manninga |
|---------------------------------|------------------------------------------------------|
| šterkové dno                    | 0,045                                                |
| břeh travnatý                   | 0,035                                                |
| břeh zarostlý                   | 0,045                                                |
| silnice                         | 0,015                                                |
| cesta                           | 0,025                                                |
| louka                           | 0,04                                                 |
| hřiště                          | 0,03                                                 |
| křoviny                         | 0,08                                                 |
| pole                            | 0,06                                                 |
| nádrže                          | 0,015                                                |
| park                            | 0,04                                                 |
| strniště                        | 0,05                                                 |
| zahrádky                        | 0,15                                                 |
| sídlíště                        | 0,035                                                |
| městská zástavba                | 0,05                                                 |
| zástavba rodinných domů s ploty | 0,15                                                 |

### 5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

#### Jihlava (DYJ\_12-01)

Horní okrajové podmínky vycházely z hodnot N-letých povodňových průtoků  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$  a  $Q_{500}$  ve třech profilech dle Tab. č. 5, které reprezentovaly hydrologické poměry Jihlavy nad Oslavou, mezi Oslavou a Ivančicí vodočet pod Rokytinou a pod Rokytinou. Hodnoty průtoků použité v horní okrajové podmínce pro Jihlavu byly převzaty z Tab. č. 5 pro profily Jihlava nad Oslavou, pro horní okrajovou podmínku Oslava jako rozdíl průtoků pro profily Jihlava nad Oslavou a pod Oslavou a pro Rokytinou jako rozdíl průtoků pro profil Jihlavy pod Oslavou a Ivančicí vodočet. Použité hodnoty jsou uvedeny v Tab. č. 11 až 13. Doby pro ustálení byly kontrolovány jednak porovnáním úrovní hladin ve vybraných bodech modelu mezi sousedními časovými kroky, jednak kontrolou velikosti průtoku protékajícím v závěrečném profilu po použité době ustálení.

Tab. č. 11 Hodnoty HOP, PP pro Jihlavu v ř.km 41,670, doby výpočtu

| HOP – nad Oslavou                               | PP                                              | Doba zvyšování průtoku | Doba pro ustálení |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|-------------------|
| $Q_5 = 74,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$    | $Q = 5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$       | 3:00 hod               | 3:00 hod          |
| $Q_{20} = 123 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  | $Q_5 = 74,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$    | 2:00 hod               | 4:00 hod          |
| $Q_{100} = 195 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{20} = 123 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  | 2:00 hod               | 4:00 hod          |
| $Q_{500} = 286 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{100} = 195 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | 2:00 hod               | 4:00 hod          |

Tab. č. 12 Hodnoty HOP pro Oslavu

| HOP–boční přítok                                | PP                                              |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| $Q_5 = 84,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$    | $Q = 5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$         |
| $Q_{20} = 114 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  | $Q_5 = 84,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$    |
| $Q_{100} = 150 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{20} = 114 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  |
| $Q_{500} = 187 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{100} = 150 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ |

Tab. č. 13 Hodnoty HOP pro Rokytinou

| HOP–boční přítok                               | PP                                             |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| $Q_5 = 16 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$     | $Q = 5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$        |
| $Q_{20} = 28 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  | $Q_5 = 16 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$     |
| $Q_{100} = 45 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{20} = 28 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  |
| $Q_{500} = 67 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{100} = 45 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ |

Dolní okrajová podmínka (Tab. č. 14) je umístěna v ř. km 36,160 těsně nad Stříbským jezem. Pro zadání DOP byly použity údaje z podélného profilu studie z roku 2005 [30].

Tab. č. 14 Hodnoty DOP v profilu Jihlavy v ř. km 36,160

| DOP            | $Q_N$                                           |
|----------------|-------------------------------------------------|
| 200,99 m n. m. | $Q_5 = 74,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$    |
| 201,98 m n. m. | $Q_{20} = 123 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  |
| 203,29 m n. m. | $Q_{100} = 195 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ |
| 204,50 m n. m. | $Q_{500} = 286 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ |

Pozn.: Doba pro ustálení nevyjadřuje minimální dobu nezbytnou pro ustálení, ale zvolenou dobu, u které bylo ověřeno, že postačuje k ustálení průtoku na celém výpočetním úseku.

#### Oslava (DYJ\_12-03)

Horní okrajové podmínky vycházely z hodnot N-letých povodňových průtoků  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$  a  $Q_{500}$  dle Tab. č. 5. Průtoky pro horní okrajovou podmínku pro Oslavu byly převzaty z profilu Oslavany vodočet pod jezem, průtoky pro horní okrajové podmínky na Jihlavě a Rokytne byly zadány tak, aby v úseku Jihlavy pod Oslavou protékal průtok o stejné N-letosti jako na Oslavě. Použité hodnoty jsou uvedeny v Tab. č. 15 až 17. Doby pro ustálení byly kontrolovány jednak porovnáním úrovní hladin ve vybraných bodech modelu mezi sousedními časovými kroky, jednak kontrolou velikosti průtoku protékajícím v závěrečném profilu po použité době ustálení.

Tab. č. 15 Hodnoty HOP, PP pro Oslavu, doby výpočtu

| HOP – nad Oslavou                               | PP                                              | Doba zvyšování průtoku | Doba pro ustálení |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|-------------------|
| $Q_5 = 109 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$     | $Q = 5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$       | 3:00 hod               | 3:00 hod          |
| $Q_{20} = 151 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  | $Q_5 = 109 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$     | 2:00 hod               | 4:00 hod          |
| $Q_{100} = 205 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{20} = 151 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  | 2:00 hod               | 4:00 hod          |
| $Q_{500} = 264 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{100} = 205 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | 2:00 hod               | 4:00 hod          |

Tab. č. 16 Hodnoty HOP pro Jihlavu

| HOP–boční přítok                                | PP                                              |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| $Q_5 = 50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$      | $Q = 5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$         |
| $Q_{20} = 86 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$   | $Q_5 = 50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$      |
| $Q_{100} = 140 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{20} = 86 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$   |
| $Q_{500} = 209 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{100} = 140 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ |

Tab. č. 17 Hodnoty HOP pro Rokytne

| HOP–boční přítok                               | PP                                             |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| $Q_5 = 16 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$     | $Q = 5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$        |
| $Q_{20} = 28 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  | $Q_5 = 16 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$     |
| $Q_{100} = 45 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{20} = 28 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  |
| $Q_{500} = 67 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{100} = 45 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ |

Dolní okrajová podmínka (Tab. č. 18) je umístěna na Jihlavě v ř. km 36,160 těsně nad Stříbským jezem. Pro zadání DOP byly použity údaje z podélného profilu studie z roku 2005 [30].

Tab. č. 18 Hodnoty DOP v profilu Jihlavy v ř. km 36,160

| DOP            | $Q_N$                                           |
|----------------|-------------------------------------------------|
| 200,99 m n. m. | $Q_5 = 74,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$    |
| 201,98 m n. m. | $Q_{20} = 123 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  |
| 203,29 m n. m. | $Q_{100} = 195 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ |
| 204,50 m n. m. | $Q_{500} = 286 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ |

Pozn.: Doba pro ustálení nevyjadřuje minimální dobu nezbytnou pro ustálení, ale zvolenou dobu, u které bylo ověřeno, že postačuje k ustálení průtoku na celém výpočetním úseku.

#### Rokytná (DYJ\_12-02)

Horní okrajové podmínky vycházely z hodnot N-letých povodňových průtoků  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$  a  $Q_{500}$  dle Tab. č. 5. Průtoky pro horní okrajovou podmínku pro Rokytne byly převzaty z profilu Rokytne ústí do Jihlavy, průtoky pro horní okrajové podmínky na Jihlavě a Oslavě byly zadány tak, aby v úseku Jihlavy pod Rokytne protékal průtok o stejné N-letosti jako na Rokytne. Použité hodnoty jsou uvedeny v Tab. č. 19 až 21. Doby pro ustálení byly

kontrolovány jednak porovnáním úrovní hladin ve vybraných bodech modelu mezi sousedními časovými kroky, jednak kontrolou velikosti průtoku protékajícím v závěrečném profilu po použité době ustálení.

Tab. č. 19 Hodnoty HOP, PP pro Rokytou, doby výpočtu

| HOP – nad Oslavou                               | PP                                              | Doba zvyšování průtoku | Doba pro ustálení |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|-------------------|
| $Q_5 = 30,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$    | $Q = 5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$       | 3:00 hod               | 3:00 hod          |
| $Q_{20} = 55,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_5 = 30,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$    | 2:00 hod               | 4:00 hod          |
| $Q_{100} = 98 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  | $Q_{20} = 55,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | 2:00 hod               | 4:00 hod          |
| $Q_{500} = 159 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{100} = 98 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  | 2:00 hod               | 4:00 hod          |

Tab. č. 20 Hodnoty HOP pro Jihlavu

| HOP–boční přítok                                | PP                                              |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| $Q_5 = 74,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$    | $Q = 5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$         |
| $Q_{20} = 123 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  | $Q_5 = 74,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$    |
| $Q_{100} = 195 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{20} = 123 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  |
| $Q_{500} = 286 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_{100} = 195 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ |

Tab. č. 21 Hodnoty HOP pro Oslavu

| HOP–boční přítok                                | PP                                              |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| $Q_5 = 70,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$    | $Q = 5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$         |
| $Q_{20} = 86,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ | $Q_5 = 70,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$    |
| $Q_{100} = 97 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  | $Q_{20} = 86,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ |
| $Q_{500} = 95 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  | $Q_{100} = 97 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  |

Dolní okrajová podmínka (Tab. č. 22) je umístěna na Jihlavě v ř. km 36,160 těsně nad Stříbským jezem. Pro zadání DOP byly použity údaje z podélného profilu studie z roku 2005 [30].

Tab. č. 22 Hodnoty DOP v profilu Jihlavy v ř. km 36,148

| DOP            | $Q_N$                                           |
|----------------|-------------------------------------------------|
| 200,99 m n. m. | $Q_5 = 74,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$    |
| 201,98 m n. m. | $Q_{20} = 123 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  |
| 203,29 m n. m. | $Q_{100} = 195 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ |
| 204,50 m n. m. | $Q_{500} = 286 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ |

Pozn.: Doba pro ustálení nevyjadřuje minimální dobu nezbytnou pro ustálení, ale zvolenou dobu, u které bylo ověřeno, že postačuje k ustálení průtoku na celém výpočetním úseku.

#### 5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Požaduje se výsledek ustáleného proudění. Pro simulaci je však potřeba vycházet ze suchého modelu nebo z výstupů simulace menšího průtoku. Kromě výpočtů pro průtok  $Q_5$  je PP výpočtu tedy v tomto případě vždy výstup z předchozí simulace.

Přehled PP a dob výpočtů potřebných pro ustálení je součástí tabulek v kapitole 5.2.3.

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

Nejistota může být v podrobnosti a přesnosti geodetických dat. Udávaná přesnost DMR 5G je 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu [1]. Zaměřené příčné profily koryta byly doplněny o pomocné interpolované

řezy tak, aby jejich průměrná vzájemná vzdálenost byla cca 50 m. Provedená schematizace koryta mezi příčnými řezy tak může mít vliv na zkreslení výsledků výpočtů.

Popis drsností vychází z terénního průzkumu a zohledňuje tzv. letní stav, kdy jsou koryto a inundační území výrazněji zarostlé.

Nejistotou může být rovněž aktuální stav koryta a inundačního území za povodně, množství transportovaných splavenin a tvoření zátaras z plovoucích předmětů. Ve výpočtu je uvažováno se stavem „čistého“ koryta, bez omezení průtočnosti. Kapacitu koryta dále ovlivňuje stav nánosů nebo naopak zahlubování koryta. Při větších povodních navíc dochází k porušení opevnění koryta, výmolům, břehovým nátržím, k porušení hrází nebo násypů a valů. Povodeň je rovněž značně ovlivněna aktuálním stavem inundačního území.

Nejistota dále spočívá v hydrologických údajích stanovených dle ČHMÚ. Je zřejmé, že údaje o N-letých průtocích nejsou údaje neměnné. Při zpracování výpočtů jsou tedy posuzovány veškeré dostupné hydrologické podklady – tedy současně platné se porovnávají s historickými i „nedávno minulými“. Rozptyl hodnot N-letých údajů bývá někdy značný. Je nutno zhodnotit i třídu přesnosti poskytovaných hydrologických údajů.

Kromě výše uvedeného je třeba vnímat zvýšenou nejistotu výsledků spojenou s absencí kalibračních dat z průběhu povodňových situací. Model byl kalibrován pro údaje z měrných křivek limnigrafických stanic, a to pro průtoky do  $Q_{100}$ . V některých případech, kdy bylo možné uvažovat vstupní charakteristiky v širším rozmezí, jsme volili raději hodnoty méně příznivé z hlediska dopadů povodňových událostí. Ve smyslu výše uvedeného mohou být výsledky mírně zkresleny na stranu bezpečnosti.

### 5.3 Popis kalibrace modelu

Model byl nejprve kalibrován na měrnou křivku limnigrafické stanice ČHMÚ na Oslavě v Oslavanech, která se nachází na pravém břehu na úrovni ČOV. Rozsah křivky umožnil kalibrovat model pouze na průtoky  $Q_5$ ,  $Q_{20}$  a  $Q_{100}$ . Výsledky jsou uvedeny v Tab. č. 23.

Tab. č. 23 Vyhodnocení kalibrace modelů pro profil limnigrafické stanice Oslavany na Oslavě

| $Q_5$ křivka ČHMÚ | $Q_5$ 2D model | $Q_{20}$ křivka ČHMÚ | $Q_{20}$ 2D model | $Q_{100}$ křivka ČHMÚ | $Q_{100}$ 2D model |
|-------------------|----------------|----------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|
| 213,77 m n.m.     | 213,80 m n.m.  | 214,25 m n.m.        | 214,20 m n.m.     | 214,65 m n.m.         | 214,60 m n.m.      |

Vzhledem k tomu, že se ale výsledky 2D simulací lišily na celém modelu o desítky cm, nebyl v další fázi již takto nakalibrován model dále používán. Hodnoty součinitelů drsností byly následně zvětšeny, aby se rozdíl mezi 1D a 2D výpočty zmenšil.

## 6 Výsledky

### 6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Mezi výsledky výpočtů patřily především údaje o hloubkách vody, rychlostech proudění vody, úrovních hladin a rozlivech. Z programu HEC-RAS byly vygenerovány výstupy v příslušných N-letostech, při kterých došlo k ustálení povodňových průtoků. Jednalo se o polygony rozlivů ve formátu \*.shp a rastrové vrstvy hloubek, svislicových rychlostí a úrovní hladin ve formátu \*.tif. Grafickým výstupem jsou mapy povodňového nebezpečí, a to mapy rozlivů, hloubek a mapy svislicových rychlostí pro jednotlivé řešené kulminační průtoky  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$ .

Úsek DYJ\_12-01 Jihlava v Ivančicích, ř. km 37,235 – 41,434

V řešeném úseku jsou zaplavovány objekty v obci Ivančice.

K významnějším rozlivům z koryta Jihlavy v úseku nad soutokem s Oslavou dochází až za průtoky  $Q_{20}$ . Za tohoto průtoky budou však zaplavovány jen pozemky využívané jako pole. Za průtoky  $Q_{100}$  budou zaplavovány některé haly mezi korytem Jihlavy a ulicí Tovární, celý areál mezi korytem Jihlavy a ulicí Za mostem, vlivem zpětného vzduť i část Alexovic mezi ulicemi Pod Hájkem a U hřiště, částečně i za touto ulicí.

Pod soutokem s Oslavou bude za průtoky  $Q_{100}$  zaplavována rozsáhlá část zástavby obce Ivančice až k ulici Krumlovské a B. K. Kuldy a dále ve směru toku většina pozemků s řadovými i samostatnými rodinnými domy mezi korytem Jihlavy a tělesem železniční trati. Dále ve směru toku bude za tohoto průtoky zaplaveno celé fotbalové hřiště, dále bude záplava dosahovat až k ulici Pod Rénou. Při průtoky  $Q_{500}$  budou zaplaveny haly za ulicí Hybešova i velká část zastavěného území za železniční tratí. Na pravé straně bude v místě, kde již není žádná zástavba části Ivančic Němčice a pozemky jsou využívány především jako pole, docházet k rozlivům již za průtoky  $Q_{20}$ . Uprostřed této plochy se nachází pouze jeden osamocený stavební objekt.

Tyto pozemky jsou již v podstatě součástí říční nivy přítoku Rokytná. Výsledky výpočtů na Rokytné, a to jak zpracované nově pomocí 2D přístupu, tak i starší pomocí 1D přístupu, ukazují, že na Rokytné bude za povodní docházet ve vzdálenosti více než 1 km nad soutokem k rozdělení proudu, jeden z proudů povede vlevo od koryta a spojí se se zátopou Jihlavy. Hydraulické výpočty s tímto jevem neuvažovaly.

Úsek DYJ\_12-03 Oslava mezi Ivančicemi a Oslavany, ř. km 0,0 – 6,130

V řešeném úseku jsou zaplavovány objekty v obcích Oslavany a Ivančice.

V Oslavanech budou nad silničním mostem mezi ulicemi Hybešova a Hlavní zaplavovány levobřežní pozemky od průtoky  $Q_{20}$ , k zaplavení budov však bude docházet až za průtoky  $Q_{100}$ .

Pod tímto mostem se bude voda z koryta vylévat až za průtoky  $Q_{100}$ , a to těsně nad fotbalovým stadionem. Záplava bude dosahovat až k ulici Moravské. Při průtoky  $Q_{500}$  bude zde záplava nejprve zasahovat k ulici Školní, dále ve směru toku však místy až k ulici Hlavní. Před silničním mostem na ulici Hlavní se však i za tohoto extrémního průtoky veškerý průtok zkoncentruje do koryta Oslavy.

Pod jezovým objektem nad ČOV budou zaplaveny levobřežní pozemky od průtoky  $Q_{100}$ , zde se nejprve nachází zahrádky s drobnými chatkami, za nimi pak leží haly průmyslového areálu s několika nádržemi podél koryta Oslavy.

V části úseku od ČOV až k začátku zástavby Ivančic protéká Oslava nezastavěným územím, voda se bude přirozeně vylévat střídavě nalevo nebo napravo již za průtoky  $Q_5$ . Výjimkou je rozsáhlý průmyslový areál mezi korytem a ulicí Oslavanskou. Ten se nachází na uměle vyvýšeném terénu a nebude zaplavován ani za průtoky  $Q_{500}$ .

Krátce pod tím se nacházejí v železniční trati vedoucí nalevo od řeky 3 propustky, kterými protékají boční náhony. Voda prvním propustkem protéká do náhonu. V prostoru za tratí se nachází 5 chat, které však nebudou zaplavovány ani za průtoky  $Q_{500}$ .

Nad soutokem s Jihlavou bude již za průtoku  $Q_{20}$  hladina až k zadním částem budov na ulici Lužní v části Ivančic Letkovice. Za průtoku  $Q_{100}$  bude hranice záplavové území ležet za touto ulicí.

Úsek DYJ\_12-02 Rokytá v Ivančicích, ř. km 0,0 – 0,350

V řešeném nejsou zaplavovány objekty v žádné obci.

2D model řeky Rokytá začíná o několik stovek metrů nad požadovaným začátkem řešení. Starší výpočty realizované pomocí 1D přístupu však ukázaly, že cca 1.5 km nad ústím Rokytá do Jihlavy bude na ní za povodňových průtoků docházet k rozdělení proudu a část průtoku tak bude směřovat k pozemkům říční nivy řeky Jihlavy od konce zástavby Němčic až k zaústění Rokytá. Tato skutečnost nebyla při výpočtech na novém 2D modelu uvažována. To by bylo možné jen v případě, aby byla modelována Rokytá alespoň od profilu ř.km 2,00.

## 6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu  $Q_{500}$ ) v úseku DYJ\_12-01 a DYJ\_12-02 je dotčena obec Ivančice, úseku DYJ\_12-03 obec Oslavany a částečně i Ivančice.

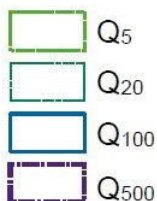
Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a rychlost proudu, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$  a  $Q_{500}$ , kde hranice rozlivů jsou doprovodnými informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky a rychlosti z výpočtů 2D modelů mají podobu rastru. Charakteristiky jsou podloženy RZM v odstínu šedé a vyobrazená proměnná má velikost pixelu 1 m.

### 6.2.1 Rozlivy pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ , $Q_{100}$ a $Q_{500}$

Rozlivy jsou křivky odpovídající průsečnicím hladin vody se zemským povrchem při zaplavení území povodní. Byly vygenerovány z programu HEC-RAS do vektorového formátu \*.shp a následně zpracovány s použitím nástrojů GIS a to na základě vyhodnocení rastrových dat o hloubkách vody (viz kap. 6.2.2).

Rozlivy jsou zobrazeny jako doprovodné informace pro jednotlivé průtoky na RZM v měřítku 1:10 000. V mapách jsou vykresleny jako linie specifikované metodikou [XVII] - viz Obr. č. 7.

### Rozlivy

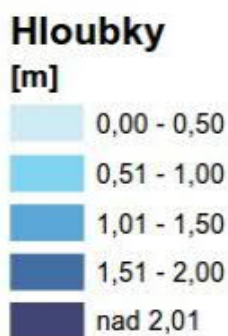


Obr. č. 7 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

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

Údaje o hloubkách vody byly zpracovány do georeferencovaného formátu \*.tif přímo s použitím programového vybavení HEC-RAS a následně upraveny s použitím nástrojů GIS. Rozlišení rastrů hloubek vody odpovídá požadavkům [XV], tj. 1 m × 1 m.

Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. č. 8.

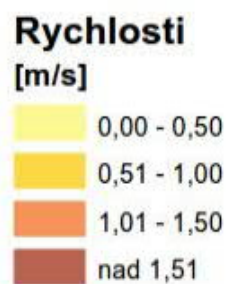


Obr. č. 8 Definice barev a intervalů hloubek

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

Údaje o svislicových rychlostech vody byly zpracovány do georeferencovaného formátu \*.tif přímo s použitím programového vybavení HEC-RAS a následně upraveny s použitím nástrojů GIS. Rozlišení rastrů rychlostí proudění vody odpovídá požadavkům [XV], tj. 1 m × 1 m.

Rozdělení intervalů svislicových rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. č. 9.



Obr. č. 9 Definice barev a intervalů rychlostí

### 6.3 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

Nejistoty v podkladech i v samotném hydraulickém výpočtu byly komentovány v kapitole 5.2.5. Pro další praktické využití výsledků hydraulických výpočtů je vždy nezbytné zohlednit míru nejistoty, kterou jsou tato data nevyhnutelně zatížena. Dále je nutné posoudit aktuálnost výsledků především ve vztahu k případným změnám, ke kterým mohlo dojít od doby realizace výpočtů. Jedná se především o změny:

- hydrologických podkladů,
- morfologie koryta a inundačního území vč. realizace významných stavebních objektů (např. protipovodňové ochrany, vodohospodářských staveb na toku, liniových dopravních staveb, mostů apod.),
- charakteru povrchu koryta a inundačního území.

V této souvislosti se v budoucnu předpokládá průběžná aktualizace výsledků hydraulických výpočtů.