

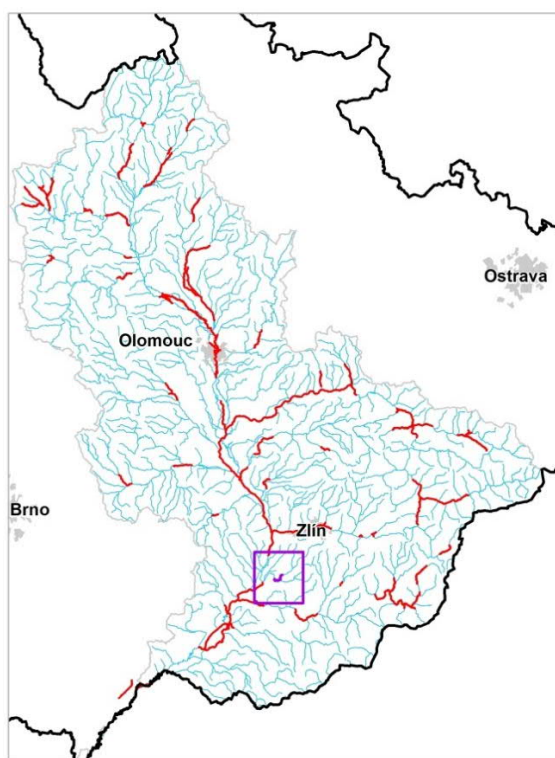


# ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

## DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

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

BŘEZNICE – 10100214\_1 (MOV\_08-01) – Ř. KM 5,465 – 8,836



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 MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

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

BŘEZNICE – 10100214\_1 (MOV\_08-01) – Ř. KM 5,465 – 8,836

#### Pořizovatel:



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

#### Zhotovitel:



AQUATIS, a.s.  
Botanická 834/56  
602 00 Brno

#### Zpracovatel posudku:



Vysoké učení technické v Brně  
Fakulta stavební  
Veveří 331/95  
602 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 .....                                                | 7  |
| 2.2   | Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně) .....    | 8  |
| 3     | Přehled podkladů .....                                               | 9  |
| 3.1   | Soupis zpráv a dokumentů .....                                       | 9  |
| 3.2   | Související předpisy .....                                           | 9  |
| 3.3   | Topologická data .....                                               | 10 |
| 3.3.1 | Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu .....              | 10 |
| 3.3.2 | Mapové podklady .....                                                | 10 |
| 3.3.3 | Geodetické podklady .....                                            | 10 |
| 3.4   | Hydrologická data .....                                              | 10 |
| 3.5   | Místní šetření .....                                                 | 11 |
| 3.6   | Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady .....           | 11 |
| 3.7   | Vyhodnocení a příprava podkladů .....                                | 11 |
| 4     | Popis koncepčního modelu .....                                       | 13 |
| 4.1   | Schematizace řešeného problému .....                                 | 13 |
| 4.2   | Posouzení vlivu nestacionarity proudění .....                        | 13 |
| 4.3   | Způsob zadávání OP a PP .....                                        | 13 |
| 5     | Popis numerického modelu .....                                       | 14 |
| 5.1   | Použité programové vybavení .....                                    | 14 |
| 5.2   | Vstupní data numerického modelu .....                                | 14 |
| 5.2.1 | Morfologie vodního toku a inundačních území .....                    | 14 |
| 5.2.2 | Drsnosti hlavního koryta a inundačních území .....                   | 15 |
| 5.2.3 | Hodnoty okrajových podmínek .....                                    | 15 |
| 5.2.4 | Hodnoty počátečních podmínek .....                                   | 15 |
| 5.2.5 | Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat .....                  | 15 |
| 5.3   | Popis kalibrace modelu .....                                         | 15 |
| 6     | Výsledky .....                                                       | 16 |
| 6.1   | Výstupy z hydrodynamických modelů .....                              | 16 |
| 6.2   | Mapy povodňového nebezpečí .....                                     | 17 |
| 6.2.1 | Rozlivy pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ , $Q_{100}$ a $Q_{500}$ .....   | 18 |
| 6.2.2 | Hloubky pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ , $Q_{100}$ a $Q_{500}$ .....   | 18 |
| 6.2.3 | Rychlosti pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ , $Q_{100}$ a $Q_{500}$ ..... | 18 |

|     |                                                 |    |
|-----|-------------------------------------------------|----|
| 6.3 | Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů ..... | 19 |
|-----|-------------------------------------------------|----|

## 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                                                                               |
| 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                                                                            |
| LB      | levý břeh/levobřežní                                                                               |
| LG      | limnigraf (vodočet)                                                                                |
| OP      | okrajová podmínka                                                                                  |
| PB      | pravý břeh/pravobřežní                                                                             |
| 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 Březnice – 10100214\_1 (MOV\_08-01) – ř. km 5,465 – 8,836 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).

Oproti 1. plánovacímu cyklu nedošlo k žádným změnám, jak v rozsahu řešeného úseku, tak ani v hydrologických datech, ani k zásadním terénním změnám, jak v korytě, tak v inundačním území.

### 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. [11] a také výstupy z 1. plánovacího cyklu zpracované firmou Pöyry Environment a.s. v r. 2012 [16].

## 2 Popis zájmového území

Předmětem řešeného území je úsek na toku Březnice v km 5,465 – 8,836\* (Obr. č. 1). V řešeném úseku je provedena pouze aktualizace map nebezpečí, ohrožení a rizika (Výstupy z modelu převzaty z [16]).

Tab. č. 2 Základní informace o řešeném úseku

| ID úseku   | Pracovní číslo úseku | Tok      | Říční km, začátek - konec | ČHP                        |
|------------|----------------------|----------|---------------------------|----------------------------|
| 10100214_1 | MOV_08-01            | Březnice | 5,465 – 8,836             | 4-13-01-067<br>4-13-01-071 |

\*) Komentář k používané kilometrži toku

V celém projektu je používána kilometráž, která vychází z již zpracovaných studií Povodí Moravy, s.p. [11].

Při zpracování 1. plánovacího cyklu se kilometráž používaná v názvech úseků lišila s kilometrží 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. 3 je uvedeno porovnání staničení dle PVPR a dle geodetického zaměření [6], které je používáno v celém projektu.

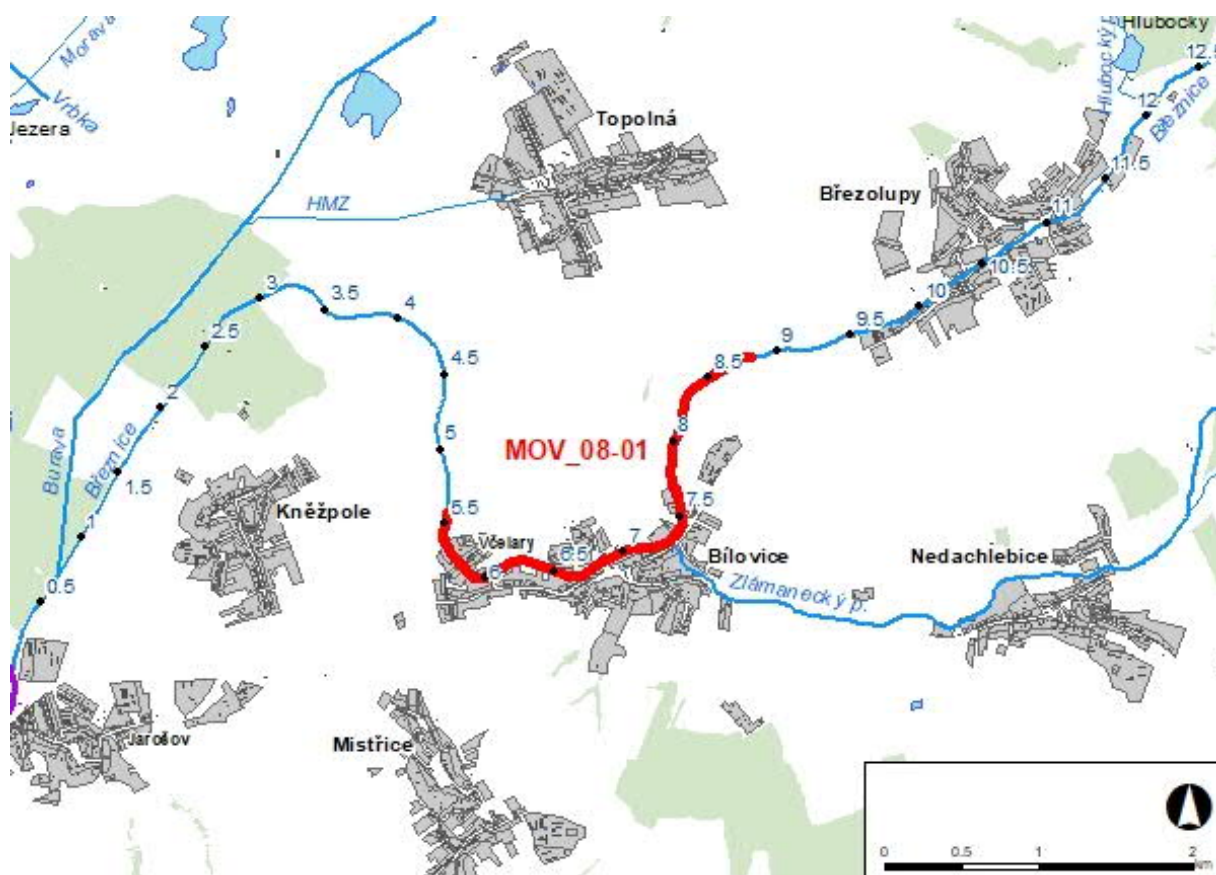
Tab. č. 3 Porovnání staničení

| Tok      | Staničení dle PVPR | Staničení používané v projektu |
|----------|--------------------|--------------------------------|
| Březnice | 5,459 – 8,857      | 5,465 – 8,836                  |

Objekty mají tzv. administrativní kilometráž dle Technicko-provozní evidence toku (TPE) [10], tato slouží jako neměnný identifikátor jednotlivých objektů. Staničení objektů dle výpočetního modelu a dle TPE je uvedeno v kap. 5.2.1.

Vodní díla: Na toku Hlubocký (PB přítok Březnice) cca 3 km nad začátkem zájmového úseku MOV\_08-01 se nachází malá vodní nádrž Hlubočky.

Přítoky Březnice: Burava (pod úsekem MOR\_08-01), Zlámanecký potok (v MOV\_08-01), Hlubocký, Lhotský a Oskorušný potok (nad MOV\_08-01).



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

## 2.1 Všeobecné údaje

Tok Březnice spadá administrativně do Zlínského kraje. Je to levostranný přítok řeky Moravy. Délka jejího toku je 24,8 km. Plocha povodí 124,9 km<sup>2</sup>.

Březnice pramení severovýchodně od stejnojmenné obce v nadmořské výšce 405 m. Teče převážně jihozápadním směrem. Protéká Březnicí, Bohuslavicemi u Zlína, dále obcí Šarovy, Březolupy a Bílovicemi. Vlévá se zleva do řeky Moravy u Uherského Hradiště v nadmořské výšce 180 m.

Úsek 10100214\_1 (MOV\_08-01), Březnice

V řešeném úseku protéká Březnice katastrálním územím Bílovice u Uherského Hradiště, Včelary. V zájmovém území jsou čtyři mosty, dvě lávky pro pěší, 3 stupně o výšce větší než 0,30 m a soustava malých stupňů. Příčný profil koryta je ve tvaru lichoběžníku s břehy silně zarostlými buřinou, vysokou travinou, keři a ojedinělými stromy. V intravilánu jsou traviny nepravidelně sečené.

Úsek Březnice v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.





Obr. č. 2 Přehledná mapa povodí Moravy a přítoků Váhu dle [13]

## 2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

K největší zaznamenané povodni došlo 5. 7. 1958 po prudkém letním přívalem dešti. Náhlá průtrž mračen tehdy způsobila mocný příval vody, který zaplavil obec až do výšky 4 m. Bylo zničeno 17 domů a 3 mosty, dalších 13 domů muselo být asanováno. Koryto potoka bylo po povodni podstatně rozšířeno a zregulováno, byla nově vybudována silnice 2. třídy Zlín – Uherské Hradiště a opraveny elektrické sítě.

Naopak v období velké povodně v červenci roku 1997, která postihla většinu území povodí Moravy, byly obě obce této povodně ušetřeny.

K poslední velké povodni došlo 2. 6. 2010. Toho dne byl vyhlášen II. stupeň povodňové aktivity. A to z důvodu tlakové níže, která přinesla ze Slovenska přívalový déšť. V obci Březnice nedošlo k vyhlášení koryta, pouze byla poškozena část koryta – byly podemlety břehy, opěrné zdi i komunikace. Došlo pouze k rychlému nastoupení a poté k rychlému poklesu vodní hladiny. Řeka se vyhlila až u obce Březnice, kde zaplavila komunikaci 497 [19].



### 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.: 11740528, 11740530, 11740532, 11740534, 11760528, 11760530, 11760532, 11760534, 11780528, 11780530, 11780532, 11780534. 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 Březnice, Povodí Moravy, s.p., útvar geodézie, 2013.
- [7] Hydrologická data – N-leté průtoky, ČHMÚ, 12/2018.
- [8] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu října 2012. Pöyry Environment a.s., Brno.
- [9] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu března 2019. AQUATIS a.s., Brno
- [10] Technicko provozní evidence toků – TPE Březnice, Povodí Moravy, s.p., Brno,
- [11] Záplavové území toku Březnice km 0,000 – km 23,281, Povodí Moravy, s.p., 2014.
- [12] Studie ochrany před povodněmi na území Zlínského kraje, Hydroprojekt CZ a.s., 08/2007.
- [13] Plán dílčího povodí Moravy a přítoků Váhu, AQUATIS a.s., 2016.
- [14] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970.
- [15] [www.pmo.cz](http://www.pmo.cz), Stavy a průtoky na vodních tocích, březen 2019.
- [16] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, Pöyry Environment a.s., Brno, 07/2013.
- [17] Numerický 1D+ model Březnice v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2013.
- [18] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual DHI, 2009.
- [19] Protipovodňová ochrana v povodí toku Březnice, Kamila Zárubová, Brno 2012

#### 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 řády 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] Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik – pilotní projekt v soutokových oblastech, DHI a.s., 07/2011.
- [XX] 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 aktualizován s použitím programů ESRI Arc GIS Version 10.5 (nastavba 3D Analyst), AutoCAD 2012 a AutoCAD CIVIL 3D. Model pokrývá celé zájmové území na předpokládaný rozliv  $Q_{500}$  s dostatečným přesahem. Výsledný DMT je zpracován z DMR 5G [1], který je doplněn o geodetické zaměření koryta [6]. 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 celého území po cca 30-200 m z roku 2013, provedl a zpracoval útvar geodézie Povodí Moravy, s.p. [6]. 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. 4 jsou uvedena hydrologická data. Data byla ověřena u ČHMÚ koncem roku 2018 [7]. Hodnoty průtoků nedoznaly významných změn oproti hodnotám použitým pro výpočet v [16].

Tab. č. 4 Aktuální N-leté průtoky ( $Q_N$ ) v  $m^3 \cdot s^{-1}$  [7]

| Hydrologický profil          | Datum pořízení | Říční kilometr | $Q_5$ | $Q_{20}$ | $Q_{100}$ | $Q_{500}$ | Třída přesnosti |
|------------------------------|----------------|----------------|-------|----------|-----------|-----------|-----------------|
| Březnice – pod Hlubočským p. | 11.12.2018     |                | 15    | 30,9     | 59        | 100       | III.            |
| Březnice - ústí              | 11.12.2018     | 0,1            | 30    | 54,4     | 93        | 145       | III.            |

Tab. č. 5 Starší hodnoty N-letých průtoků ( $Q_N$ ) v  $m^3 \cdot s^{-1}$  pořízené pro 1. plánovací cyklus [16]

| Hydrologický profil | Datum pořízení | Říční kilometr | $Q_5$ | $Q_{20}$ | $Q_{100}$ | $Q_{500}$ | Třída přesnosti |
|---------------------|----------------|----------------|-------|----------|-----------|-----------|-----------------|
| Březnice - ústí     | 2011           | 0,1            | 30    | 54,4     | 93        | 144,5     | III.            |

Starší hydrologická data dle [14] jsou uvedena v Tab. č. 5. Oproti [14] došlo u nižších průtoků k mírnému navýšení hodnot kulminačních průtoků (u  $Q_5$  o 10 %). U  $Q_{100}$  je navýšení hodnoty průtoků nepatrné.

Tab. č. 6 Starší hodnoty N-letých průtoků ( $Q_N$ ) v  $m^3 \cdot s^{-1}$

| Hydrologický profil | Datum pořízení | Říční kilometr | $Q_5$ | $Q_{20}$ | $Q_{100}$ | $Q_{500}$ | Třída přesnosti |
|---------------------|----------------|----------------|-------|----------|-----------|-----------|-----------------|
| Březnice - ústí     | 1970           | 0,1            | 33    | 56       | 92        | -         |                 |

### 3.5 Místní šetření

V rámci zpracování 2. plánovacího cyklu bylo provedeno místní šetření v březnu 2019 [9]. Toto šetření proběhlo na celém řešeném úseku včetně inundačního území. Tímto byla prověřena aktuálnost terénu a koryta zjištěná terénním průzkumem z 1. plánovacího cyklu z roku 2012, které provedla firma Pöyry Environment a.s. [8]. Oproti průzkumu z 1. plánovacího cyklu nebyly zjištěny žádné změny v korytě ani v inundačním území. Byly pořízeny fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území a citlivých objektů v možném záplavovém území  $Q_{500}$ . Při terénním průzkumu byla prověřena aktuálnost geodetického zaměření, dále byly ověřeny hydraulické parametry ovlivňující proudění vody v korytě a inundačním území.

### 3.6 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

Numerický jednorozměrný síťový (1D+) model Březnice v programu MIKE 11 byl vytvořen speciálně pro potřeby zhotovení map povodňového nebezpečí a povodňových rizik na Povodí Moravy, s.p. v roce 2013 [16]. Pro tvorbu modelu bylo využito geodetické zaměření [6], DMT a hydrologická data. V rámci modelu byly řešeny povodňové scénáře pro  $Q_5$  -  $Q_{500}$ . Výpočet byl proveden pro nerovnoměrné ustálené 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. Hydrologická data v modelu byla aktualizována a doplněna o povodňový scénář  $Q_{500}$ . Případné rozdíly stavu zjištěné z terénního průzkumu a výchozího modelu byly zohledněny.

V řešeném úseku nebyla k dispozici relevantní data použitelná pro kalibraci.

### 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  $Q_{500}$  s přesahem.

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

Pozemní geodetické zaměření [6] pokrývá celé zájmové území Březnice. Příčné profily korytem jsou vedeny kolmo na směr proudění, s hustotou dle charakteru koryta. Zaměřeny jsou veškeré objekty na toku – stupně, jezy, mosty, lávky. V inundaci jsou dále zaměřeny liniové stavby podélné i příčné. Geodetické práce zpracovali geodeti státního podniku Povodí Moravy v roce 2013 [6].

Hydrologická data použitá ve stávajícím výpočtu byla ověřena u ČHMÚ [7], případně doplněna o nová data. Oproti hodnotám z roku 2012 nedošlo k významným změnám.

Terénní průzkum byl proveden v říjnu 2012 v rámci 1. plánovacího cyklu a 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 vyhodnocení byly výsledky ze stávajícího numerického 1D+ modelu Březnice [17] zahrnujícího zájmový úsek v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2013 .

Relevantní podkladová kalibrační data nebyla v řešeném úseku k dispozici.

## 4 Popis koncepčního modelu

Řešený úsek Březnice nebyl nově modelován, byla pouze provedena aktualizace DMT pro stávající model provedený v [16] společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodím Moravy s.p. v roce 2013. Řešený úsek toku byl schematizován 1D+ modelem. Výpočet průběhu hladin byl proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11 [18]. Hydrodynamický model vymezeného úseku byl sestaven v rámci podkladu [16] a to v rozsahu řešeného území.

### 4.1 Schematizace řešeného problému

Schematizace řešeného úseku Bystřice je popsána v podkladu [16]. Vzhledem k tomu, že v řešeném úseku nedošlo k významným změnám, které by vedly ke změně výpočtového modelu, nebyl úsek počítán a výstupy z modelu jsou převzaty z předchozího plánovacího cyklu [16].

### 4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Výpočet hladin je proveden metodou ustáleného nerovnoměrného proudění a ve výpočtu jsou uvažovány konstantní hodnoty N-letých průtoků dodané ČHMÚ (viz [16]).

### 4.3 Způsob zadávání OP a PP

Zadání OP a PP v modelu je popsáno v podkladu [16].

## 5 Popis numerického modelu

### 5.1 Použité programové vybavení

Výpočet hladin byl proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11, vyvinutým Dánským hydraulickým institutem pro výpočet jednorozměrného proudění ve větvené síti. Výpočet byl proveden v rámci zpracování 1. plánovacího cyklu [16]. MIKE 11 je komplexní jednorozměrný matematický model pro simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích a srážko-odtokových jevů. Výpočtové rovnice matematického modelu jsou uvedeny v manuálu [18], který je k dispozici u zhotovitele.

Matematickým modelem byly popsány průtoky vlastním korytem Březnice včetně souvisejících inundačních území a veškerých objektů na toku.

Popis numerického modelu řešeného úseku je dostupný v podkladu [16].

### 5.2 Vstupní data numerického modelu

Vstupními daty numerického modelu byla data z geodetického pozemního měření [6], které vstupují do modelu jako příčné profily. Tyto příčné profily jsou dle potřeby doplněny dle údajů z DMR 5G [1]. Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty N-letých povodňových průtoků  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$ , a  $Q_{500}$  v Březnici dodané ČHMÚ pro [16]. Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladin Březnice pod řešeným úsekem, převzaté z celkového modelu Březnice [17]. Pro stanovení součinitele drsnosti byly používány ortofotomapy [3] a fotodokumentace [8] a [9] pořízené při terénních průzkumech, které proběhly v rámci zpracování 1. plánovacího cyklu v r. 2012 [8] a 2. plánovacího cyklu v r. 2019 [9].

#### 5.2.1 Morfologie vodního toku a inundačních území

Do výpočtového modelu byly zahrnuty veškeré objekty na toku (viz Tab. č. 7). V zájmovém území bylo zaměřeno celkem 44 příčných profilů, které vystihují morfologii koryta, přilehlého inundačního území a veškeré důležité objekty na toku.

Mosty, lávky, stupně a další příčné objekty byly schematizovány obvyklými postupy pro 1D hydrodynamické modely. Příčné řezy objektů respektují údaje ze zaměření. Koeficienty přepadu a další potřebné parametry byly voleny individuálně pro každý konkrétní objekt. Mostní objekty byly řešeny rovnicí energie, přičemž koeficienty kontrakce a expanze byly zpravidla voleny na úrovni hodnoty 0,3 a 0,5.

Tab. č. 7 Objekty vstupující do modelu, úsek MOV\_08-01, Březnice, km 5,465 – 8,836

| Km    | Popis objektu        | Km dle TPE<br>(identifikátor objektu) | Lokalita |
|-------|----------------------|---------------------------------------|----------|
| 5,474 | balvanitý skluz      |                                       | Včelary  |
| 5,491 | stupeň               |                                       | Včelary  |
| 5,496 | výust' z ČOV         |                                       | Včelary  |
| 5,853 | silniční most        |                                       | Včelary  |
| 6,162 | lávka pro pěší       |                                       | Bílovice |
| 6,257 | stupeň               |                                       | Bílovice |
| 6,848 | silniční most        |                                       | Bílovice |
| 7,094 | soustava stupňů      |                                       | Bílovice |
| 7,318 | LB přítok bezejmenný |                                       | Bílovice |
| 7,389 | silniční most        |                                       | Bílovice |
| 7,450 | lávka                |                                       | Bílovice |
| 7,510 | betonový stupeň      |                                       | Bílovice |

| Km    | Popis objektu    | Km dle TPE<br>(identifikátor objektu) | Lokalita |
|-------|------------------|---------------------------------------|----------|
| 7,648 | stupeň           |                                       | Bílovice |
| 8,029 | hospodářský most |                                       | Bílovice |

#### 5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Popis hodnot součinitelů drsnosti pro úsek MOV\_08 je dostupný v podkladu [16].

#### 5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Hodnoty OP v řešeném úseku jsou detailně popsány v podkladu [16].

#### 5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Pro výpočet ustáleného proudění se počáteční podmínky nezadávají.

#### 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. Doplněné pozemní zaměření koryta je provedeno v příčných řezech v průměrné vzájemné vzdálenosti 150 m. Provedená schematizace koryta mezi příčnými řezy tak může mít vliv na zkrácení 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. 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 zkráceny na stranu bezpečnosti.

### 5.3 Popis kalibrace modelu

V řešeném úseku nejsou relevantní data použitelná ke kalibraci.



## 6 Výsledky

### 6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Základními výstupy z 1D modelů jsou úrovně hladin a bodové hodnoty průřezových rychlostí v příčných profilech pro jednotlivé povodňové scénáře. Úrovně hladin jsou tabelárně znázorněny v Tab. č. 8.

Na základě znalosti úrovně hladin v jednotlivých příčných profilech byly do map vyneseny čáry rozlivů pro  $Q_5$ ,  $Q_{20}$ ,  $Q_{100}$  a  $Q_{500}$ . Z úrovní hladin v jednotlivých profilech byly v prostředí programu ArcGIS vytvořeny rastry úrovně hladin pro jednotlivé povodňové scénáře. Za použití rastrů úrovně hladin a rastru DMT byly vytvořeny rastry hloubek. Mapy povodňového nebezpečí znázorňují pro jednotlivé povodňové scénáře hloubky pomocí rastru a bodové hodnoty průřezových rychlostí.

Hodnoty veličin jsou pro řešené průtoky zpracovány v grafickém zobrazení map záplavových čar a map povodňového nebezpečí.

Tab. č. 8 Psaný podélný profil pro úsek MOV\_08-01, Březnice km 5,465 – 8,836

| Číslo profilu | Ř. Km | Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře: |          |           |           | Poznámka        |
|---------------|-------|--------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------------|
|               |       | $Q_5$                                | $Q_{20}$ | $Q_{100}$ | $Q_{500}$ |                 |
| 37            | 5,395 | 185,12                               | 185,95   | 186,52    | 186,97    |                 |
| -             | 5,474 | 185,44                               | 186,36   | 187,01    | 187,47    | balvanitý skluz |
| -             | 5,491 | 185,48                               | 186,41   | 187,07    | 187,53    | stupeň          |
| 38            | 5,500 | 185,49                               | 186,43   | 187,09    | 187,55    |                 |
| 39            | 5,574 | 185,66                               | 186,59   | 187,25    | 187,61    |                 |
| 40            | 5,634 | 185,78                               | 186,70   | 187,33    | 187,70    |                 |
| 41            | 5,683 | 185,88                               | 186,78   | 187,46    | 187,79    |                 |
| 42            | 5,740 | 186,04                               | 186,92   | 187,47    | 187,79    |                 |
| 43            | 5,795 | 186,22                               | 187,06   | 187,61    | 187,93    |                 |
| -             | 5,853 | 186,44                               | 187,27   | 188,04    | 188,81    | silniční most   |
| 44            | 5,856 | 186,48                               | 187,31   | 188,18    | 189,18    |                 |
| 45            | 5,869 | 186,49                               | 187,33   | 188,23    | 189,21    |                 |
| 46            | 5,927 | 186,73                               | 187,55   | 188,51    | 189,35    |                 |
| 47            | 5,953 | 186,81                               | 187,63   | 188,54    | 189,35    |                 |
| 48            | 6,034 | 186,96                               | 187,80   | 188,65    | 189,39    |                 |
| 49            | 6,074 | 187,03                               | 187,88   | 188,96    | 190,23    |                 |
| 50            | 6,151 | 187,14                               | 187,98   | 188,99    | 190,23    |                 |
| 51            | 6,157 | 187,23                               | 188,07   | 189,22    | 190,25    |                 |
| -             | 6,162 | 187,23                               | 188,07   | 189,22    | 190,25    | lávka pro pěší  |
| 52            | 6,217 | 187,35                               | 188,19   | 189,27    | 190,26    |                 |
| 53            | 6,250 | 187,66                               | 188,60   | 189,28    | 190,29    |                 |
| -             | 6,257 | 187,66                               | 188,60   | 189,31    | 190,29    | stupeň          |
| 54            | 6,262 | 187,66                               | 188,60   | 189,35    | 190,30    |                 |
| 55            | 6,320 | 187,78                               | 188,66   | 189,40    | 190,32    |                 |
| 56            | 6,411 | 188,02                               | 188,88   | 189,63    | 190,39    |                 |
| 57            | 6,537 | 188,27                               | 189,11   | 189,78    | 190,45    |                 |
| 58            | 6,633 | 188,65                               | 189,41   | 190,16    | 190,85    |                 |
| 59            | 6,700 | 188,78                               | 189,58   | 190,34    | 190,96    |                 |

| Číslo<br>profilu | Ř. Km | Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře: |                 |                  |                  | Poznámka             |
|------------------|-------|--------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------------|
|                  |       | Q <sub>5</sub>                       | Q <sub>20</sub> | Q <sub>100</sub> | Q <sub>500</sub> |                      |
| 60               | 6,846 | 189,13                               | 189,90          | 190,89           | 191,56           |                      |
| -                | 6,848 | 189,13                               | 189,90          | 190,89           | 191,56           | silniční most        |
| 61               | 6,959 | 189,37                               | 190,13          | 191,22           | 191,89           |                      |
| 62               | 7,030 | 189,56                               | 190,30          | 191,30           | 191,94           |                      |
| 63               | 7,063 | 189,77                               | 190,54          | 191,37           | 191,98           |                      |
| -                | 7,094 | 189,80                               | 190,56          | 191,37           | 191,98           | soustava stupňů      |
| 64               | 7,164 | 189,93                               | 190,63          | 191,38           | 191,98           |                      |
| 65               | 7,210 | 190,02                               | 190,71          | 191,38           | 191,98           |                      |
| 66               | 7,304 | 190,26                               | 190,95          | 191,42           | 191,98           |                      |
| -                | 7,318 | 190,26                               | 190,96          | 191,42           | 191,98           | LB přítok bezejmenný |
| 67               | 7,324 | 190,28                               | 190,97          | 191,43           | 191,98           |                      |
| 68               | 7,377 | 190,40                               | 191,10          | 191,50           | 192,00           |                      |
| 69               | 7,383 | 190,44                               | 191,18          | 191,56           | 192,01           |                      |
| -                | 7,389 | 190,44                               | 191,18          | 191,56           | 192,01           | silniční most        |
| -                | 7,450 | 190,48                               | 191,26          | 191,79           | 192,25           | lávka                |
| 70               | 7,477 | 190,61                               | 191,39          | 191,74           | 192,13           |                      |
| -                | 7,510 | 190,78                               | 191,56          | 191,86           | 192,20           | betonový stupeň      |
| 71               | 7,601 | 190,80                               | 191,59          | 191,87           | 192,21           |                      |
| 72               | 7,648 | 192,04                               | 192,68          | 192,79           | 192,88           | stupeň               |
| 73               | 7,693 | 192,07                               | 192,70          | 192,80           | 192,89           |                      |
| 74               | 7,755 | 192,45                               | 193,11          | 193,22           | 193,31           |                      |
| 75               | 8,012 | 193,32                               | 194,08          | 194,19           | 194,24           |                      |
| -                | 8,029 | 193,34                               | 194,11          | 194,21           | 194,26           | hospodářský most     |
| 76               | 8,258 | 194,05                               | 194,82          | 194,91           | 194,95           |                      |
| 77               | 8,383 | 194,35                               | 195,12          | 195,22           | 195,28           |                      |
| 78               | 8,601 | 194,99                               | 195,86          | 196,03           | 196,11           |                      |
| 79               | 8,773 | 195,57                               | 196,41          | 196,62           | 196,75           |                      |
| 80               | 8,959 | 196,05                               | 196,83          | 197,16           | 197,44           |                      |

Úsek MOV\_08-01 Březnice, km 5,465 – 8,836

Březnice v zájmovém úseku ohrožuje zástavbu obcí Bílovice a Kněžpole.

Koryto Březnice je kapacitní na průtok Q<sub>5</sub>. Od Q<sub>20</sub> dochází k rozlivům a zaplavování přilehlých pozemků. Objekty jsou zaplavovány v horní a dolní části obce Bílovice. V dolní části obce v místní části Včelary není v mapě zobrazeno propojení zaplavovaných ploch v korytě a na pravém břehu, jelikož k zaplavení dochází zpětným vzdutím. Rozlivy při Q<sub>100</sub> zaplavují území v blízkosti toku ve větší šíři a dochází k zaplavování objektů na obou březích Březnice. Pod Bílovicemi dochází k širokému rozlivu na LB do obce Kněžpole, v které jsou zaplaveny objekty k bydlení.

## 6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q<sub>500</sub>) je dotčena obec Bílovice a Kněžpole v úseku MOV\_08-01.

Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a průřezová rychlost proudu, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q<sub>5</sub>, Q<sub>20</sub>, Q<sub>100</sub> a Q<sub>500</sub>, kde hranice rozlivů jsou doprovázeny informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky mají podobu rastru, průřezové rychlosti jsou popsány

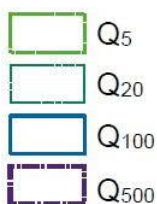
bodovými hodnotami. Charakteristiky jsou podloženy RZM v odstínu šedé a vyobrazená proměnná má velikost pixelu 1 m.

#### 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. Šířka rozlivu byla určena vytvořením rastru vypočtených hladin, od kterého se následně odečetl aktualizovaný DMT. Vše bylo provedeno v prostředí ArcGIS. Takto získané záplavové čáry byly poté ručně upravovány na základě znalostí o vrstevnicích, příp. znalostí získaných během terénní pochůzky.

Rozlivy jsou zobrazeny jako doprovodné informace pro jednotlivé průtoky na Základní rastrové mapě v měřítku 1:10 000. V mapách jsou vykresleny jako linie specifikované metodikou [XVII] - viz Obr. 3.

### Rozlivy



Obr. č. 3 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

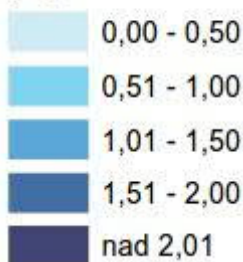
#### 6.2.2 Hloubky pro průtoky $Q_5$ , $Q_{20}$ , $Q_{100}$ a $Q_{500}$

Hloubky vody z numerického programu jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 1 m. Rastry hloubek byly vytvořeny na základě znalostí úrovně hladin v jednotlivých profilech, ze kterých byly vytvořeny rastry úrovně hladin. Následným odečtením rastrů úrovně hladin a rastru DMT (včetně ořezání dle záplavových čar) byly vytvořeny rastry hloubek.

Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. 4.

### Hloubky

[m]



Obr. č. 4 Definice barev a intervalů hloubek

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

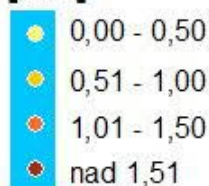
Průřezové rychlosti jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky jako bodové hodnoty, a to vždy pro části profilu tvořené vlastním korytem toku a pravobřežní resp. levobřežní inundací.

Rychlosti v tomto úseku je možno rozdělit na rychlosti v korytě a mimo koryto. V korytě jsou hodnoty průřezových rychlostí v rozmezí  $1,0 - 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , místně až  $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Hodnoty průřezových rychlostí se v inundaci pohybují do  $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Rozdělení intervalů průřezových rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. 5.

## Rychlosti

[m/s]



Obr. č. 5 Definice barev a intervalů průřezových 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.

Vzhledem k tomu, že v rámci zpracování 2. plánovacího cyklu nebyl v řešeném úseku MOV\_08-01 Březnice měněn hydrodynamický model, není řešen ani posudek hydrodynamického modelu. Ten je platný z roku 2013 v podkladu [16].

V rámci další aktualizace by bylo dobré k řešenému úseku Březnice připojit i levobřežní přítok Zlámaneckého potoka, který se vlévá do Březnice v obci Bílovice a svými povodňovými průtoky významně ovlivňuje rozsah zaplavovaného území a tím zvyšuje povodňové riziko pro zástavbu Bílovic.