

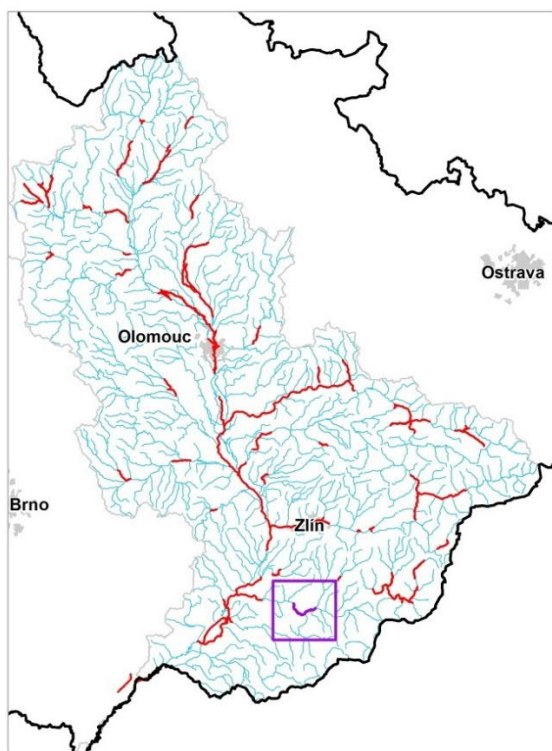


ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

OLŠAVA – 10100083_2 (MOV_06-01) – Ř. KM 16,555 – 24,802



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

OLŠAVA – 10100083_2 (MOV_06-01) – Ř. KM 16,555 – 24,802

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	10
3.1	Soupis zpráv a dokumentů	10
3.2	Související předpisy	10
3.3	Topologická data	11
3.3.1	Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu	11
3.3.2	Mapové podklady	11
3.3.3	Geodetické podklady	11
3.4	Hydrologická data	11
3.5	Místní šetření	12
3.6	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady	12
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů	13
4	Popis koncepčního modelu	14
4.1	Schematizace řešeného problému	14
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	14
4.3	Způsob zadávání OP a PP	14
5	Popis numerického modelu	15
5.1	Použité programové vybavení	15
5.2	Vstupní data numerického modelu	15
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	15
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	16
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	16
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	16
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	16
5.3	Popis kalibrace modelu	16
6	Výsledky	17
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	17
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	19
6.2.1	Rozlivy pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	19
6.2.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	20
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	20

6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	21
-----	---	----

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 Olšava – 10100083_2 (MOV_06-01) – ř. km 16,555 – 24,802 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 [18].

2 Popis zájmového území

Předmětem řešeného území je úsek na řece Olšavě v km 16,555 – 24,802* (Obr. č. 1). V řešeném úseku je provedena pouze aktualizace map nebezpečí, ohrožení a rizika (Výstupy z modelu převzaty z [18]).

Tab. č. 2 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100083_2	MOV_06-01	Olšava	16,555 – 24,802	4-13-011-240 4-13-011-160 4-13-011-140

*) Komentář k používané kilometrácii 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 kilometrází 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.

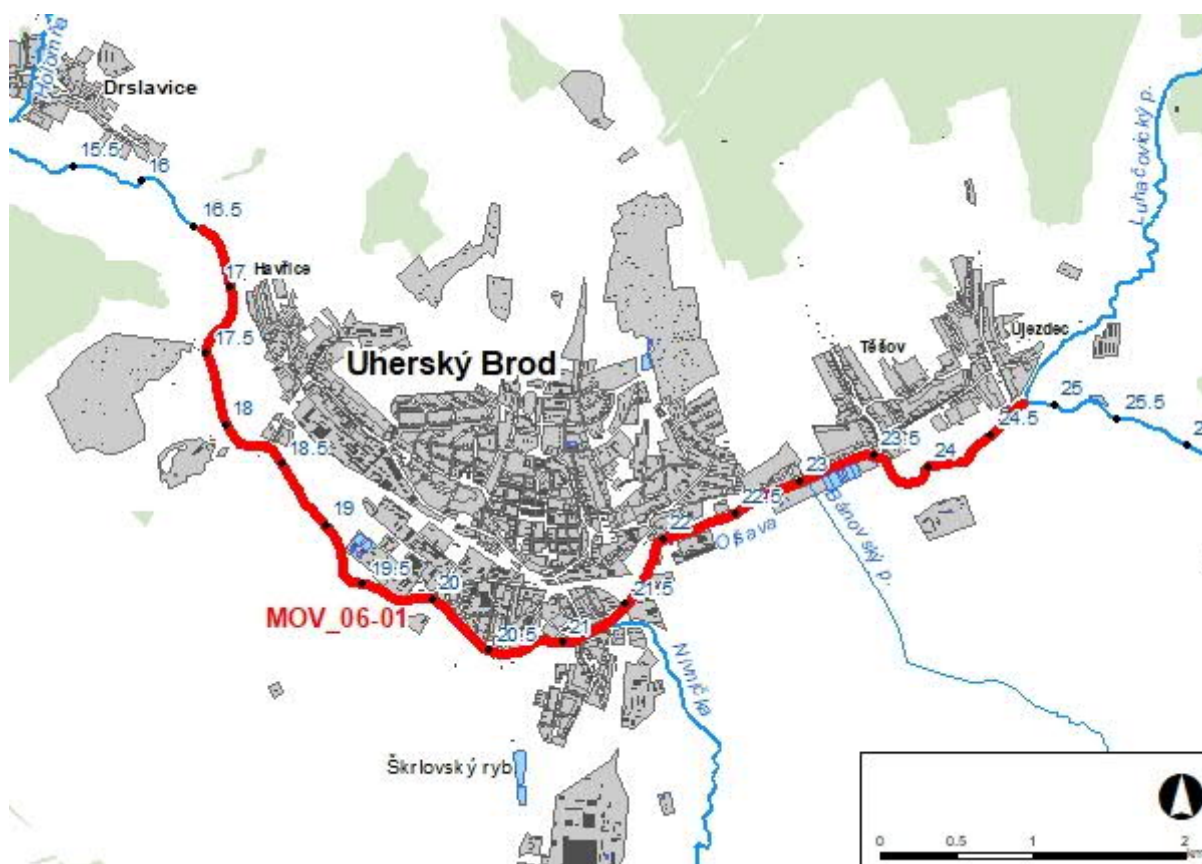
Tab. č. 3 Porovnání staničení

Tok	Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
Olšava	16,600 – 24,857	16,555 – 24,802

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.

V povodí Olšavy je vybudované VD Bojkovice.

Významným přítokem Olšavy v zájmovém úseku je Luhačovický potok.



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

2.1 Všeobecné údaje

Olšava je levostranný přítok Moravy v km 157,046, pramení na severozápadním svahu Bílých Karpat pod svahem s názvem „Na koncích“ v nadmořské výšce cca 630 m. Dále se ubírá severozápadním směrem a protéká obcemi a městy Pitín, Bojkovice, Záhorovice, Nezdenice, Šumice, Újezdec u Luhačovic, Uherský Brod, Drslavice, Hradčovice, Veletiny, Podolí, Míkovice, Kunovice a u obce Kostelany se vlévá jako levostranný přítok do Moravy.

Celková plocha povodí měří 521,17 km². Průměrné roční srážky v celém povodí se pohybují v rozmezí od 731 mm do 798 mm.

Úsek 10100083_2 (MOV_06-01), Olšava

V řešeném úseku protéká Olšava katastrálním územím Újezd u Luhačovic, Těšov, Uherský Brod a Havřice. V zájmovém území jsou dvě lávky, sedm silničních, tři železniční mosty a jeden vahadlový jez s náhonem na MVE. Příčný profil koryta je ve tvaru složeného dvojitého lichoběžníku, kde bermy a břehy jsou opevněné travním drnem. V intravilánu jsou traviny v bermách pravidelně sečené.

Úsek Olšavy 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)

Největší zaznamenaná povodeň v novodobé historii na řece Olšavě v limnigrafické stanici Uherský Brod (km 22,10) ve městě Uherský Brod je datována k červenci 1972. Dne 28. a 29. 7. 1972 zasáhla východní Moravu a část západního Slovenska srážka, v několika lokalitách hodnocená jako příval až průtrž mračen, která byla příčinou povodně. Na celé povodí Olšavy dne 28. 7. 1972 napršelo 58 mm, za celou povodňovou situaci od 7:00 hod. 28. 7. 1972 do 7:38 hod., 29. 7. 1972 65 mm [21]. http://www.vesmir.cz/files/obrnazev/2010_376_07.jpg?type/html Ke kulminaci došlo 29. 7. 1972 a ve městě Uherský Brod bylo dosaženo průtoku kolem $200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok cca Q_{20-50} [16]. Limnigraf [Uherský Brod zaznamenal vodní stav 606 cm [17], přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu 583 cm, tj. $250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok cca Q_{50-100} , byla v srpnu 1959.

K další významné povodni v novodobé historii došlo v červnu 2010 (vodní stav 539 cm, tj. $151 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok cca Q_{20}), v červenci 1997 (vodní stav 527 cm, tj. $140 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok cca Q_{10-20}), v březnu 2006 (vodní stav 462 cm, tj. $107 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok cca Q_5) a v červnu 1965 (vodní stav 460 cm) [17], [16].

V dávnější historii byly zaznamenány povodně v červenci 1958 (vodní stav 435 cm) a v březnu 1958 (vodní stav 406 cm) [17]. Velká povodeň v roce 1910, která způsobila devastaci celého údolí Olšavy i Luhačovického potoka, byla podnětem k zahájení regulačních prací v povodí, směřujících k neškodnému odvedení návrhového průtoku $190 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ve výustní trati. Následovala povodeň v roce 1919, kdy dne 8. 7. 1919 na povodí Olšavy spadlo 80 mm srážek, dílčí povodí byla zasažena srážkou $i = 127,0 \text{ mm}$ /Bojkovice/. [21].



Obr. č. 3 Povodeň 2010 – Uherský Brod



Obr. č. 4 Povodeň 2010 – Morava v Uherském Brodu



Obr. č. 5 Povodeň 2010 – lim. stanice na Moravě



Obr. č. 6 Povodeň 2010 – sil. most ul. 26. dubna

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.: 11840520, 11840522, 11840524, 11840526, 11860520, 11860522, 11860524, 11860526, 11880520, 11880522, 11880524, 11880526. 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 Olšavy, GEODIS Brno, spol. s.r.o., září 2003.
- [7] Hydrologická data – N-leté průtoky, ČHMÚ, 12/2018.
- [8] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu září 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 Olšava, Povodí Moravy, s.p., Brno,
- [11] Aktualizace záplavového území Olšavy km 0,000 – 36,382, Povodí Moravy, s.p., 04/2010.
- [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] Studie odtokových poměrů Moravy, Povodí Moravy s.p..
- [16] www.pmo.cz, Stavy a průtoky na vodních tocích, březen 2019.
- [17] Evidenční list hlášeného profilu č. 349, tok Olšava, lim. stanice Uherský Brod. Aktualizace únor 2019.
- [18] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, Pöyry Environment a.s., Brno, 07/2013.
- [19] Numerický 1D+ model Olšavy v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2010.
- [20] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual DHI, 2009.
- [21] Povodňový plán pro území správního obvodu obce s rozšířenou působností Uherský Brod, srpen 2007.

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 koryta Olšavy po cca 150 m včetně veškerých objektů na toku, byly zaměřeny pracovníky firmy GEODIS BRNO, spol. s r.o. v září 2003 [6]. Lokalita byla zaměřena v rozsahu od zaústění do Moravy – km 0,000 po soutok s Kolečem – km 36,382. Polohopisný systém S-JTSK, výškopisný systém 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 [18]. Drobné změny jsou v hodnotách pro profil pod Luhačovickým potokem pro nízké průtoky (Q_5 sníženo o 4%, Q_{20} sníženo o 3%).

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

Hydrologický profil	Datum porřízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Olšava – pod Luhačovickým potokem	11.12.2018	24,7	69,7	117	191	288	III.

Olšava – Uherský Brod vodočet	11.12.2018	20,5	101	167	270	407	I.
----------------------------------	------------	------	-----	-----	-----	-----	----

Tab. č. 5 Starší hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ pořízené pro 1. plánovací cyklus [18]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Olšava – pod Luhačovickým potokem	2010	24,7	72,6	120,4	191	288,4	III.
Olšava – Uherský Brod vodočet	2013	20,5	100,7	166,6	270	406,5	I., 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 .

Starší hydrologická data dle [11] a [14] jsou uvedena v Tab. č. 6. V porovnání s daty z roku 2005 pro profil Uherský Brod vodočet se malé N-letosti od sebe neliší, pro Q_{100} došlo ke zvětšení průtoků o cca 20 %. Hodnota Q_{500} je nově z roku 2013.

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
Olšava – pod Luhačovickým potokem	1970	24,7	94	135	180		
Olšava – Uherský Brod vodočet	2005	20,5	102	155	225		
Olšava – Uherský Brod vodočet	1970	20,5	110	157	210		

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]. V rámci terénního šetření byl zjištěn nový most Všežvíd v km 20,823 přes koryto řeky Olšavy, na který navazuje most přes silniční obchvat I/50. 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 Olšavy v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2010 [19]. Model sloužil pro [11]. Pro tvorbu modelu bylo využito geodetické zaměření [6], DMT a hydrologická data. V rámci modelu byly řešeny povodňové scénáře pro Q_1 - Q_{100} . 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. 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.

Kalibrační data – měrná křivka limnigrafu Uherský Brod.

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] - příčné profily koryta Olšavy po cca 150 m včetně veškerých objektů na toku byly zaměřeny pracovníky firmy GEODIS BRNO, spol. s r.o. v září 2003. 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.

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 září 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 Olšavy [19] zahrnujícího zájmový úsek v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2010.

Podkladovými kalibračními daty jsou údaje z měrné křivky na limnigrafu Olšava – Uherský Brod [17].

4 Popis koncepčního modelu

Řešený úsek Olšavy nebyl nově modelován, byla pouze provedena aktualizace DMT pro stávající model provedený v [18] 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 [20]. Hydrodynamický model vymezeného úseku byl sestaven v rámci podkladu [18] a to v rozsahu řešeného území.

4.1 Schematizace řešeného problému

Schematizace řešeného úseku Olšavy je popsána v podkladu [18]. 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 [18].

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 [18]).

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Zadání OP a PP v modelu je popsáno v podkladu [18].

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 [18]. MIKE 11 je komplexní jednorozměrný numerický model pro simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích a srážko-odtokových jevů. Výpočtové rovnice matematického modelu jsou uvedeny v manuálu [20], který je k dispozici u zhotovitele.

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

Popis numerického modelu řešeného úseku je dostupný v podkladu [18].

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 Olšavě dodané ČHMÚ pro [18]. Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladin Olšavy v profilu pod řešeným úsekem, převzaté z celkového modelu Olšavy z [19]. 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 záplavového území

Do výpočtového modelu byly zahrnuty veškeré objekty na toku (viz Tab. č. 7). V zájmovém území bylo zaměřeno celkem 68 příčných profilů, které vystihují morfologii koryta, přilehlého inundačního území a veškeré důležité objekty na toku. Manipulace na objektech je uvažována tak, že při povodňových průtocích jsou uzávěry vyhrazeny.

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_06-01, Olšava, km 16,555 – 24,802

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
17,425	lávka pro pěší	17,455	Havříce
18,341	silniční most Havříce	18,360	Havříce
19,971	silniční most Vlčnovský	19,990	Uherský Brod
20,576	silniční most Bajovský	20,550	Uherský Brod
20,823	most Všezev - nový	-	Uherský Brod
21,165	silniční most	21,165	Uherský Brod
21,467	železniční most – vlečka	21,470	Uherský Brod
21,751	železniční most	21,750	Uherský Brod
21,974	silniční most	21,987	Uherský Brod
22,587	jez Těšov	22,587	Uherský Brod
22,849	lávka	22,839	Uherský Brod
23,610	železniční most	23,605	Těšov
23,812	hospodářský most	23,795	Těšov

24,732	hospodářský most	24,698	Újezdec u Luhačovic
--------	------------------	--------	---------------------

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Popis hodnot součinitelů drsnosti pro úsek MOV_06 je dostupný v podkladu [18].

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Hodnoty OP v řešeném úseku jsou detailně popsány v podkladu [18].

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 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. 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

Popis kalibrace je dostupný v podkladu [18].

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_06-01, Olšava km 16,555 – 24,802

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	
204	16,431	200,84	201,96	202,57	202,94	
205	16,657	201,12	202,24	202,98	203,52	
206	16,735	201,23	202,34	203,06	203,59	
207	16,939	201,48	202,60	203,35	203,87	
208	17,144	201,71	202,82	203,56	204,06	
209	17,260	201,84	202,95	203,62	204,08	
210	17,374	201,98	203,09	203,79	204,26	
211	17,424	202,01	203,09	203,79	204,26	
-	17,425	202,01	203,09	203,79	204,26	lávka pro pěší
212	17,481	202,09	203,19	203,84	204,30	
213	17,869	202,54	203,63	204,17	204,56	
214	17,944	202,62	203,66	204,17	204,56	
215	18,117	202,81	203,85	204,36	204,72	
216	18,172	202,86	203,91	204,42	204,78	
217	18,328	203,04	204,11	204,77	205,25	
-	18,341	203,19	204,27	205,01	205,59	silniční most Havříce
218	18,350	203,37	204,45	205,21	205,90	
219	18,400	203,42	204,52	205,31	206,02	
220	18,504	203,48	204,57	205,32	206,03	
221	18,679	203,65	204,72	205,40	206,08	
222	18,868	203,85	204,89	205,46	206,09	
223	19,086	204,06	205,07	205,55	206,11	
224	19,285	204,23	205,27	205,72	206,19	
225	19,526	204,49	205,57	206,06	206,41	
226	19,756	204,74	205,87	206,54	206,87	
227	19,960	204,96	206,07	206,76	207,07	
-	19,971	204,98	206,09	206,79	207,19	silniční most Vlčnovský
228	19,980	205,01	206,15	206,84	207,60	

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

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
229	20,000	205,05	206,19	206,91	207,66	
230	20,149	205,19	206,33	207,04	207,74	
231	20,290	205,32	206,44	207,09	207,77	
232	20,428	205,47	206,59	207,19	207,85	
233	20,566	205,65	206,78	207,42	208,23	
-	20,576	205,66	206,80	207,44	208,26	silniční most Bajovský
234	20,586	205,67	206,81	207,46	208,28	
235	20,610	205,69	206,84	207,50	208,31	
236	20,703	205,79	206,94	207,60	208,38	
-	20,823	205,93	207,06	207,81	208,51	most Všežvůd
237	20,994	206,14	207,29	208,00	208,64	
238	21,158	206,35	207,50	208,24	208,82	
-	21,165	206,35	207,51	208,26	208,86	silniční most
239	21,185	206,37	207,53	208,33	208,97	
240	21,199	206,37	207,53	208,33	208,97	
241	21,325	206,57	207,73	208,59	209,18	
242	21,445	206,62	207,78	208,62	209,21	
243	21,467	206,63	207,79	208,65	209,26	železniční most - vlečka
244	21,500	206,64	207,82	208,71	209,33	
245	21,635	206,73	207,92	208,77	209,37	
246	21,740	206,82	208,01	208,86	209,47	
-	21,751	206,83	208,03	208,89	209,50	železniční most
247	21,761	206,83	208,04	208,90	209,52	
248	21,780	206,83	208,04	208,90	209,52	
249	21,834	206,88	208,08	208,95	209,56	
250	21,960	207,01	208,22	209,08	209,67	
-	21,974	207,02	208,24	209,11	209,72	silniční most
251	21,980	207,03	208,25	209,12	209,73	
252	22,000	207,04	208,26	209,13	209,75	
253	22,542	207,53	208,74	209,50	210,02	
-	22,587	209,41	210,25	210,52	210,65	jez Těšov
254	22,610	209,54	210,35	210,59	210,69	
255	22,630	209,54	210,35	210,59	210,69	
256	22,820	209,99	210,85	211,21	211,37	
-	22,849	210,00	210,89	211,27	211,45	lávka
257	22,870	210,01	210,90	211,29	211,48	
258	23,423	210,89	211,90	212,42	212,71	
259	23,575	211,10	212,08	212,64	212,95	
260	23,600	211,10	212,09	212,66	213,00	
-	23,610	211,10	212,09	212,67	213,01	železniční most
261	23,615	211,13	212,11	212,70	213,05	
262	23,714	211,29	212,29	212,95	213,32	
263	23,803	211,39	212,40	213,11	213,51	

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
-	23,812	211,39	212,40	213,11	213,51	hospodářský most
264	23,901	211,57	212,54	213,26	213,66	
265	23,979	211,77	212,65	213,33	213,73	
266	24,023	211,88	212,72	213,37	213,76	
267	24,123	212,10	212,85	213,46	213,85	
268	24,253	212,35	213,04	213,62	214,04	
269	24,349	212,49	213,11	213,65	214,07	
270	24,484	212,73	213,24	213,72	214,12	
271	24,708	213,12	213,66	214,06	214,42	
-	24,732	213,03	213,56	213,98	214,35	hospodářský most

Úsek MOV_06-01 Olšava, km 16,555 – 24,802

Rozlivy Olšavy v posuzovaném úseku ohrožují zástavbu města Uherský Brod, a to od soutoku s Luhačovickým potokem po hranici katastru mezi Havřicemi a Drslavicemi. Upravené koryto tvaru složeného lichoběžníka je kapacitní na průtok Q₅. Při Q₂₀ dochází k vybřežování vody, především v úseku pod silničním mostem Vlčnovská na PB, kde rozliv zasahuje až k drážnímu náspu a zaplavuje průmyslové a skladovací areály při ulicích U Porážky a Vazová, včetně městské ČOV. Tento PB rozliv zaplavuje i rodinné domky níže po toku při ulici Cihlářská. Mimo tento výrazný rozliv dochází při Q₂₀ k zaplavení lokálních míst, jako jsou zemědělské pozemky v horní části úseku pod soutokem s Luhačovickým potokem a v dolní části úseku, průmyslový a skladovací areál na LB nad soutokem s Nivničkou a rodinné domky na PB mezi ulicemi Pastýřská, Trávníky a tokem. Rozlivy při Q₁₀₀ a Q₅₀₀ jsou obdobné a zaplavují souvislé území podél toku s maximální šířkou rozlivu cca 800 m. Na horním konci úseku dochází k zaplavení zemědělských pozemků. Při průchodu pod železniční tratí proudí voda vlevo od trati a zaplavuje zemědělské pozemky, zatímco koryto je vpravo od trati a PB rozliv zaplavuje rodinné domky při ul. 1. května, Těšovská a Močidla, Neradice a Rybářská. Mezi mostem Šumická a dolním koncem úseku je výrazný PB rozliv, při kterém je přeléván násep drážního tělesa rozliv zasahuje k ul. Pod Valy, Brodská a U Zastávky. Oproti rozlivu Q₂₀ je takto zaplavena PB zástavba mezi mosty Šumická a Vlčnovská, areál firmy Česká zbrojovka a.s.

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q₅₀₀) je dotčena obec Uherský Brod v úseku MOV_06-01.

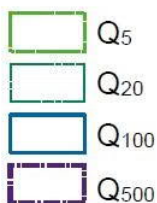
Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a průřezová rychlost proudu, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀, kde hranice rozlivů jsou doprovodnými informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky mají podobu rastru, průřezové 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 Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀

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. č. 7.

Rozlivy



Obr. č. 7 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

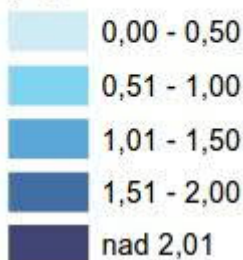
6.2.2 Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

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. č. 8.

Hloubky

[m]



Obr. č. 8 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. č. 9.

Rychlosti

[m/s]



Obr. č. 9 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_06-01 Olšava měněn hydrodynamický model, není řešen ani posudek hydrodynamického modelu, Ten je platný z roku 2013 v podkladu [18].