

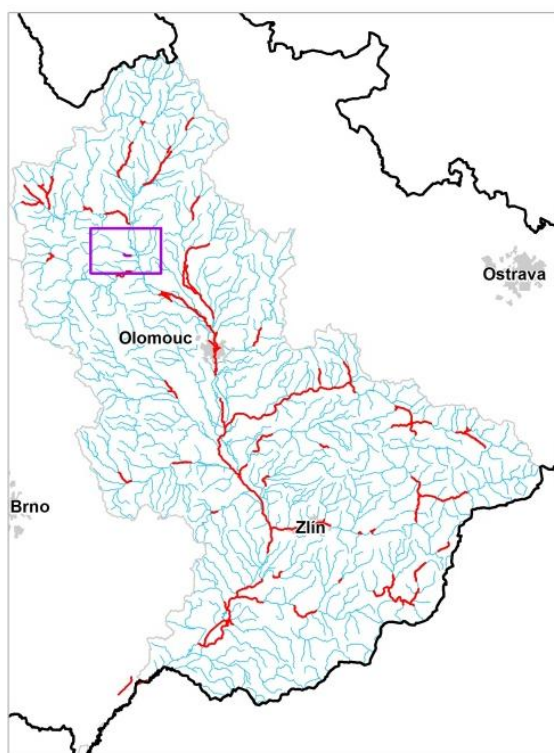


ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

MÍROVKA – 10100291_1 (MOR_26-01) - Ř. KM 1,569 – 3,453



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

MÍROVKA – 10100291_1 (MOR_26-01) - Ř. KM 1,569 – 3,453

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	12
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 záplavového 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	18
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}	19
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	19

6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	20
-----	---	----

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
3D	trojrozměrný
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	Hydrologic Engineering Center - River Analysis System
LB	Levý břeh
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OP	okrajová podmínka
PB	Pravý břeh
PP	počáteční podmínka
PVPR	předběžné vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem
RZM 10	rastrová základní mapa 1 : 10 000
TPE	Technicko provozní evidence
TNV	odvětvová technická norma
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 Mírovka – 10100291_1 (MOR_26-01) – ř. km 1,569 – 3,453 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 pro úsek Mírovky jsou hydraulické výpočty pro účely vymezení záplavového území zpracované na Povodí Moravy, s.p. [7] a také výstupy z 1. plánovacího cyklu zpracované firmou Pöry Environment a.s. v r. 2013 [15].

2 Popis zájmového území

Předmětem řešeného území je úsek na toku Mírovka v km 1,569 – 3,453* (Obr. č. 1).

Tab. č. 2 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100291_1	MOR_26-01	Mírovka	1,569 – 3,453	4-10-02-056

*) Komentář k používané kilometrži toku

V celém projektu je používána kilometráž, která vychází z již zpracovaných studií Povodí Moravy, s.p. [7].

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 srovnání staničení dle PVPR a dle geodetického zaměření [6] Mírovky, které je používáno v celém projektu.

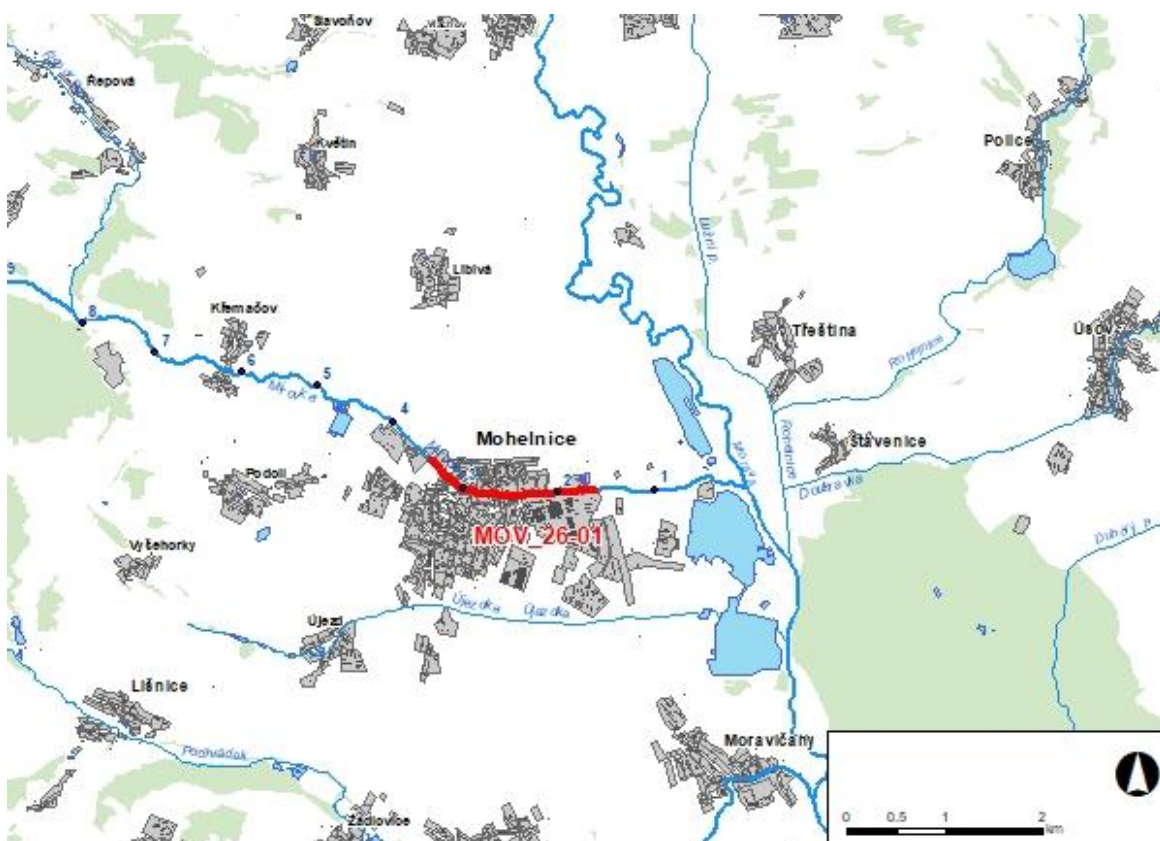
Tab. č. 3 Srovnání staničení

Tok	Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
Mírovka	1,488 – 3,306	1,569 – 3,453

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

V povodí Mírovky nejsou zbudována žádná významná vodní díla

V zájmovém úseku řeky Mírovky nejsou žádné významné přítoky.



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

2.1 Všeobecné údaje

Mírovka je pravobřežní přítok Moravy, do které se vlévá na k. ú. Mohelnice, asi 250 m pod silničním mostem silnice Mohelnice – Stavenice. Mírovka pramení asi 700 m nad obcí Maletín, na úpatí vrchu Jahodnice (589 m n.m.). Obcí Maletín protéká západním směrem a plní zde funkci kanalizačního sběrače. Pod obcí se stáčí k jihu a protéká rekreační oblastí Svojanov. Přilehlé pozemky v tomto úseku jsou místy využívány jako louky, většinou však jsou pro vysokou hladinu spodní ponechávány ladem. Pod Svojanovem se Mírovka stáčí k východu a vtéká do sevřeného zalesněného údolí. Od obce Mírov protéká rovinatým územím, přilehlé pozemky k toku jsou obhospodařovány převážně jako louky. Od obce Křemáčov jsou intenzivně zemědělsky obdělávány. Charakter toku je nížinný až bystřínný, tvar povodí je protáhlý. Mírovka je většinou neupravená, související úpravy jsou přes intravilán města Mohelnice a až po soutok s Moravou.

Mírovka je v celé své délce ve správě Povodí Moravy s.p. s výjimkou nádrže Svojanov.

Celé území povodí řeky Mírovky z geologického hlediska je spodní karbon, nečleněný ve flyšovém vývoji, dolní třetina toku leží v aluviu řeky Moravy (vrstevnaté štěrky – písky s vrstvou 1 - 2,5 m humusu).

Úsek 10100291_1 (MOR_26-01), Mírovka

V řešeném úseku protéká Mírovka katastrálním územím Mohelnice. Úsek začíná v místě křížení se silnicí I/44, protéká zástavbou Mohelnice a úsek je ukončen v blízkosti LB ČOV nad železniční tratí. Trasa koryta je napříměna, koryto je upraveno do tvaru obdélníku s opěrnými kamennými zdmi. V zájmovém území jsou čtyři mosty a pět lávek pro pěší. Úsek Mírovky v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.



Obr. č. 2 Přehledná mapa povodí Moravy a přítoků Váhu dle [12]

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

V roce 1997 zasáhla Moravu a Slezsko povodeň, která neměla v této oblasti v novodobé historii obdoby. povodeň způsobila škody ve výši 63 miliard korun, postihla asi 250 tisíc obyvatel ve 30 městech a 257 obcích a vyžádala si 25 lidských životů [18].

Průběhy historických povodní nejsou v dostupných podkladech zaznamenány ani nijak jinak zmíněny. Nejsou známy průběhy povodní, tudíž se povodeň nedala použít pro kalibraci.



Obr. č. 3 Řeka Morava u Mohelnice



Obr. č. 4 Řeka Morava u Mohelnice



Obr. č. 5 Řeka Morava u Mohelnice

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.: 10960566, 10960568, 10960570, 10980566, 10980568, 10980570. 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 Mírovky, Povodí Moravy, s.p., útvar hydroinformatiky, 2009.
- [7] Záplavové území Mírovky km 0,000 – 21,667, Povodí Moravy, s.p., 4/2010.
- [8] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu říjen 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 Mírovky, Povodí Moravy, s.p., Brno.
- [11] Studie ochrany před povodněmi na území Olomouckého kraje, Pöyry Environment a.s., Brno, 03/2007.
- [12] Plán dílčího povodí Moravy a přítoků Váhu, AQUATIS a.s., 2016.
- [13] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970.
- [14] www.pmo.cz, Stavy a průtoky na vodních tocích, březen 2019.
- [15] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, Pöyry Environment a.s., Brno, 07/2013.
- [16] Numerický 1D+ model Mírovky v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2010.
- [17] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual DHI, 2009.
- [18] <http://www.zam.fme.vutbr.cz/~raud/povodne/index.php?zarazeni=h&PHPSESSID=a2ec6d2f18e87ad0e591116e3b479d24#>
- [19] Hydrologická data – N-leté průtoky, ČHMÚ, 11/2018.

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] 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 (nadstavba 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, v celém zájmovém území příčné profily koryta po cca 50 m a v místech změny příčného profilu koryta, údolní profily, technické objekty na toku (mosty, jezy...), zpracovalo Povodí Moravy, s.p., útvar hydroinformatiky, 2009 [6], 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 [19]. Hodnoty průtoků nedoznaly významných změn oproti hodnotám z roku 2013.

Tab. č. 4 Aktuální N-leté průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ [19]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Mírovka - ústí	16.11.2018	36,05	20,1	33,3	52,1	80	II.

Tab. č. 5 Starší hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ pořízené pro 1. plánovací cyklus [15]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Mírovka - ústí	2009	0,0	20,6	33,8	52,1	80	II.

Starší hydrologická data dle [13] jsou uvedena v tab. č. 5. Oproti [13] došlo k poklesu hodnot průtoků, a to především u nižších průtoků (Q_5 o cca třetinu), u Q_{100} je pokles minimální.

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

Hydrologický profil	Rok pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Mírovka - ústí	1970	0,0	32	43	55	-	

3.5 Místní šetření

V rámci zpracování 2. plánovacího cyklu bylo provedeno místní šetření v březnu 2019 [9]. Toto šetření proběhlo jak na nových prodloužených úsecích, tak na úsecích shodných s 1. plánovacím cyklem z roku 2012, kde místní šetření provedla firma Pöyry Environment a.s. [8]. Oproti průzkumu z 1. plánovacího cyklu nebyly zjištěny žádné změny na těchto částech toků ani v záplavovém 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 a zjišťován rozsah historických povodní u místních obyvatel.

3.6 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

Numerický jednorozměrný síťový (1D+) model Mírovky v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2010 [16]. Model sloužil pro zpracování Záplavového území Mírovky [7]. 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 neustálé nerovnoměrné proudění.

Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo provedeno řešení vymezeného úseku ustáleným nerovnoměrným prouděním s využitím okrajových podmínek 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 současného 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 [6] 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 Mírovky. Zaměřeny jsou veškeré objekty na toku – stupně, jezy, mosty, lávky. V inundaci jsou dále zaměřeny liniové stavby podélné i příčné. Geodetické zaměření zpracoval útvár hydroinformatiky Povodí Moravy, s.p. v roce 2009.

Hydrologická data použitá ve stávajícím výpočtu byla ověřena u ČHMÚ[19]. Oproti hodnotám z roku 2013 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 výpočet byl stávající numerický 1D+ model Mírovky [16] zahrnující zájmové úseky v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2010.

Konkrétní kalibrační data pro řešený úsek nejsou k dispozici.

4 Popis koncepčního modelu

Řešený úsek Mírovky nebyl nově modelován, byla pouze provedena aktualizace DMT pro stávající model provedený v [15] 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 [17]. Hydrodynamický model vymezeného úseku byl sestaven v rámci podkladu [15] a to v rozsahu řešeného území.

4.1 Schematizace řešeného problému

Schematizace řešeného úseku Mírovky je popsána v podkladu [15]. 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 [15].

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Výpočet hladin je proveden metodou ustáleného nerovnoměrného proudění a ve výpočtu jsou tedy uvažovány konstantní hodnoty kulminačních průtoků dané ČHMÚ [15].

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Zadání OP a PP v modelu je popsáno v podkladu [15].

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 [15]. 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 [17], který je k dispozici u zhotovitele.

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

Popis numerického modelu řešeného úseku je dostupný v podkladu [15].

5.2 Vstupní data numerického modelu

Vstupními daty numerického modelu jsou data z geodetického pozemního měření [6], které vstupují do modelu jako příčné profily. Tyto příčné profily jsou dle potřeby doplněny dle údajů z DMT. Dále hodnoty N -letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , a Q_{500} , které jsou horními okrajovými podmínkami modelu. Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladiny Mírovky v profilu mostu pod řešeným úsekem. Pro stanovení stupně drsnosti byly používány ortofotomapy [3] a fotodokumentace [8, 9] pořízená při terénním průzkumu.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Do výpočtového matematického modelu jsou zahrnuty veškeré objekty na toku (viz Tab. č. 7). V zájmovém území bylo na Mírovce zaměřeno celkem 52 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 MOR_26-01, Mírovka, km 1,569 – 3,453

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
1,717	železniční most	1,570	Mohelnice
1,749	železniční most	1,590	Mohelnice
1,786	betonový práh ve dně		Mohelnice
1,786	ocelová lávka	1,624	Mohelnice
2,165	stupeň ve dně	2,165	Mohelnice
2,387	kamenný práh ve dně		Mohelnice
2,396	silniční most	2,270	Mohelnice
2,415	stupeň ve dně	2,282	Mohelnice
2,580	lávka		Mohelnice
2,680	lávka		Mohelnice
2,778	lávka	2,641	Mohelnice

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
2,828	lávka		Mohelnice
2,940	lávka	2,800	Mohelnice
3,171	lávka	3,036	Mohelnice
3,254	silniční most	3,120	Mohelnice
3,270	lávka		Mohelnice
3,390	Lávka na stavidlech		Mohelnice
3,391	Jez se stavidli		Mohelnice

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Popis hodnot součinitelů drsnosti pro úsek MOV_26 je dostupný v podkladu [15].

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Hodnoty OP v řešeném úseku jsou detailně popsány v podkladu [15].

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

Popis kalibrace je dostupný v podkladu [15].

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 rozlivů a map povodňového nebezpečí.

Tab. č. 8 Psaný podélný profil pro úsek MOV_26-01, Mírovka, km 1,569 – 3,453

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	
	1,569	256,46	256,80	257,45	259,14	Železniční most 3x
24	1,582	256,56	256,93	257,68	259,37	
	1,590	256,59	256,98	257,73	259,42	Hospodářský most
25	1,594	256,61	257,00	257,75	259,44	
26	1,613	256,63	257,02	257,76	259,45	
27	1,690	257,01	257,46	258,11	259,51	
-	1,717	257,15	257,61	258,18	259,75	Železniční most
28	1,720	257,17	257,63	258,19	259,78	
29	1,729	257,19	257,66	258,21	259,79	
30	1,741	257,26	257,73	258,27	259,80	
-	1,749	257,30	257,78	258,32	259,81	Železniční most
31	1,757	257,34	257,83	258,37	259,82	
32	1,763	257,34	257,83	258,37	259,82	
33	1,778	257,46	257,94	258,48	259,90	
-	1,786	257,57	258,01	258,58	259,99	Betonový práh ve dně
-	1,786	257,58	258,02	258,60	260,00	Ocelová lávka
34	1,787	257,59	258,03	258,62	260,01	
35	1,792	257,66	258,07	258,72	260,08	
36	1,828	257,75	258,18	258,82	260,18	
37	1,892	257,96	258,41	258,94	260,18	
38	1,971	258,21	258,67	259,17	260,26	
39	1,998	258,28	258,74	259,26	260,26	
40	2,078	258,56	259,02	259,53	260,35	
41	2,101	258,63	259,09	259,60	260,45	
42	2,160	258,87	259,31	259,81	260,49	
43	2,165	258,87	259,31	259,81	260,49	Stupeň ve dně
44	2,195	259,06	259,42	259,82	260,49	
45	2,220	259,21	259,60	260,02	260,61	

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
46	2,229	259,29	259,66	260,07	260,68	
47	2,281	259,64	260,09	260,54	261,10	
48	2,326	259,88	260,36	260,84	261,35	
49	2,356	260,09	260,66	261,24	261,85	
50	2,384	260,26	260,86	261,49	262,21	
-	2,387	260,28	260,88	264,53	262,31	Kamenný práh ve dně
-	2,396	260,35	260,96	261,64	262,58	Silniční most
51	2,402	260,39	261,01	261,72	262,77	
52	2,406	260,39	261,01	261,72	262,77	
53	2,415	260,69	261,21	261,84	262,88	Stupeň ve dně
54	2,434	261,02	261,47	262,05	262,88	
55	2,493	261,54	262,00	262,53	263,02	
56	2,557	262,02	262,56	263,05	263,36	
57	2,575	262,25	262,97	263,35	263,72	
58	2,579	262,36	263,02	263,41	263,79	
-	2,580	262,36	263,02	263,41	263,79	lávka
59	2,611	262,46	263,25	263,67	264,05	
60	2,630	262,51	263,29	263,72	264,11	
-	2,680	262,73	263,59	264,02	264,40	Lávka
61	2,682	262,74	263,60	264,03	264,41	
62	2,686	262,75	263,60	264,03	264,41	
63	2,707	262,89	263,64	264,09	264,48	
64	2,726	262,89	263,64	264,09	264,48	
65	2,756	263,04	263,75	264,15	264,59	
66	2,776	263,13	263,83	264,24	264,87	
-	2,778	263,14	263,84	264,25	264,88	Lávka
67	2,805	263,27	263,93	264,39	264,93	
-	2,828	263,45	264,21	264,64	265,31	Lávka
68	2,830	263,47	264,23	264,66	265,34	
69	2,838	263,61	264,25	264,68	265,36	
70	2,885	263,81	264,40	264,83	265,46	
71	2,922	263,98	264,56	264,88	265,46	
-	2,940	264,06	264,65	265,01	265,71	Lávka
72	2,942	264,07	264,66	265,03	265,74	
73	2,984	264,28	264,87	265,22	265,81	
74	3,044	264,54	265,06	265,34	265,86	
75	3,103	264,79	265,27	265,51	265,95	
76	3,156	265,04	265,52	265,75	266,14	
-	3,171	265,13	265,60	265,84	266,30	Lávka
77	3,173	265,14	265,61	265,85	266,32	
78	3,207	265,27	265,76	266,00	266,46	
79	3,229	265,36	265,84	266,09	266,55	
80	3,244	265,45	265,92	266,16	266,61	

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
-	3,254	265,60	266,51	266,81	267,20	Silniční most
81	3,259	265,66	266,81	267,14	267,50	
82	3,264	265,66	266,82	267,15	267,51	
-	3,270	265,68	266,82	267,16	267,56	Lávka
83	3,271	265,68	266,82	267,16	267,57	
84	3,289	265,70	266,84	267,17	267,60	
85	3,325	265,79	266,84	267,18	267,61	
86	3,354	265,98	266,87	267,22	267,65	
87	3,373	266,11	266,93	267,28	267,72	
88	3,389	266,44	267,17	267,47	267,90	
-	3,390	266,48	267,18	267,48	267,91	Lávka na stavidlech
89	3,391	266,52	267,19	267,48	267,91	Jez se stavidly
90	3,399	266,53	267,19	267,48	267,91	
91	3,440	266,61	267,25	267,57	268,02	
-	3,453	266,64	267,27	267,60	268,05	Silniční most

Úsek MOV_26-01 Mírovka, km 1,569 – 3,453

Rozlivy Mírovky v posuzovaném úseku zaplavují území města Mohelnice. Upravené koryto s kamennou dlažbou je kapacitní na průtok Q₅. Při Q₂₀ dochází k vybřežování na PB nad nekapacitním mostem ul. Zábřežská, poté voda proudí po ul. Zábřežská, nám. Kosmonautů, ul. Na Příkopech a postupně natéká zpět do koryta až po ul. Stanislavova. K vybřežení při Q₂₀ dochází i níže po toku při ul. Zámecké na PB a Stanislavově na PB. Při průtoku Q₁₀₀ je zaplavován především PB a to až do vzdálenosti cca 300 m od koryta Mírovky. Zaplavovány jsou tak objekty k bydlení po ul. Zábřežskou a téměř po ul. Nádražní. Dále po toku je zaplavován na PB areál průmyslového podniku Siemens. Na LB jsou zaplavovány objekty v blízkosti koryta při ul. Vodní a na dolním konci úseku část areálu městské ČOV. Rozliv Q₅₀₀ zaplavuje na PB autobusové nádraží a mnohem více průmyslový areál Siemens. Na LB je při Q₅₀₀ zaplavován areál školy a níže po toku fotbalová hřiště a celý areál městské ČOV.

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q₅₀₀) je dotčena obec Mohelnice v úseku MOV_26-01.

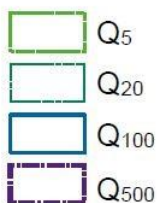
Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a průřezová rychlost proudění, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀, kde hranice rozlivů jsou doprovodnými informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky mají podobu rastru, průřezové 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 RZM v měřítku 1:10 000. V mapách jsou vykresleny jako linie specifikované metodikou [XVII] - viz Obr. č. 6.

Rozlivy



Obr. č. 6 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

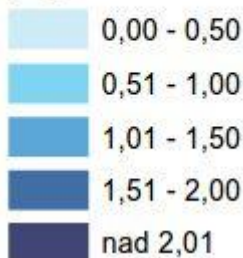
6.2.2 Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

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. 7.

Hloubky

[m]



Obr. č. 7 Definice barev a intervalů hloubek

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

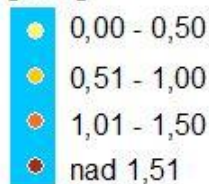
Průřezové rychlosti jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky jako bodové hodnoty, a to vždy pro části profilu tvořené vlastním korytem toku a pravobřežní resp. levobřežní inundací.

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

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

Rychlosti

[m/s]



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_26-01 Mírovka měněn hydrodynamický model, není řešen ani posudek hydrodynamického modelu, Ten je platný z roku 2013 v podkladu [15].