

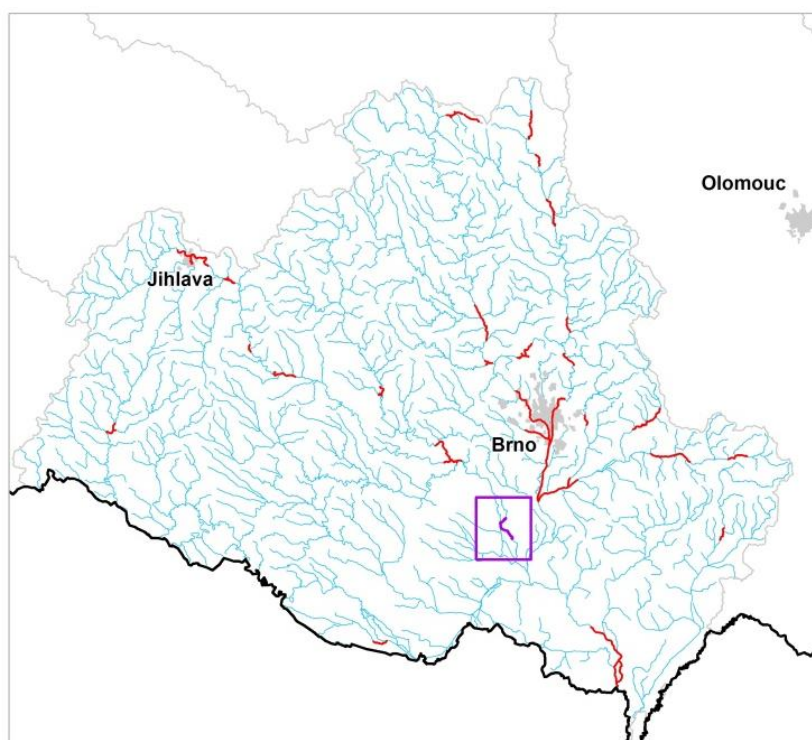


ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

DÍLČÍ POVODÍ DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

JIHLAVA – 10100008_1 (DYJ_11-01) - Ř. KM 10,863– 17,151



ZÁŘÍ 2019





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

DÍLČÍ POVODÍ DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

JIHLAVA – 10100008_1 (DYJ_11-01) - Ř. KM 10,863– 17,151

Pořizovatel:



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

Zhotovitel:



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

Zpracovatel posudku:



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

V BRNĚ, ZÁŘÍ 2019

Obsah:

1	Základní údaje	5
1.1	Seznam zkratk a symbolů	5
1.2	Cíle prací	5
1.3	Postup zpracování a metoda řešení	6
2	Popis zájmového území	6
2.1	Všeobecné údaje	8
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	9
3	Přehled podkladů	11
3.1	Soupis zpráv a dokumentů	11
3.2	Související předpisy	11
3.3	Topologická data	12
3.3.1	Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu	12
3.3.2	Mapové podklady	12
3.3.3	Geodetické podklady	12
3.4	Hydrologická data	13
3.5	Místní šetření	13
3.6	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady	13
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů	13
4	Popis koncepčního modelu	15
4.1	Schematizace řešeného problému	15
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	17
4.3	Způsob zadávání OP a PP	17
5	Popis numerického modelu	19
5.1	Použité programové vybavení	19
5.2	Vstupní data numerického modelu	19
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	19
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	20
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	21
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	21
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	21
5.3	Popis kalibrace modelu	21
6	Výsledky	23
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	23
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	24
6.2.1	Rozlivy pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	24
6.2.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	24
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	24

6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	25
-----	---	----

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	levobřežní
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OP	okrajová podmínka
PB	pravobřežní
PP	počáteční podmínka
PPO	protipovodňová 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
ZABAGED	základní báze geografických dat České republiky
ZÚ	záplavová území

1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí pro úsek na vodním toku Jihlava – 10100008_1 (DYJ_11-01) – ř. km 10,863 – 17,151 na základě stanovení následujících charakteristik průběhu povodně:

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

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

Kroky nezbytné k dosažení cíle byly:

- zajištění vstupních podkladů – stávající + nové (dodatečné zaměření profilů, objektů atd.);
- sestavení (aktualizace) hydrodynamických modelů a příslušné simulace;
- zpracování výsledků numerického modelování a vytvoření map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí).

V následující tabulce je uvedeno porovnání rozsahu řešeného území 1. a 2. plánovacího cyklu.

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

Ozn. v 1. plán. cyklu	Ozn. v 2. plán. cyklu	Tok	Délka úseku [km]	Změny oproti 1. plánovacímu cyklu
PM_124	DYJ_11-01	Jihlava	6,288	aktualizace hydrologie, doplnění PPO do DMT

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. 2013 [17].

2 Popis zájmového území

Předmětem řešeného území je úsek na toku Jihlava v km 10,863 – 17,151* (Obr. č. 1). V rámci stanovení map povodňového nebezpečí bude pro celý úsek sestaven zcela nový hydrodynamický model.

Tab. č. 3 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100008_1	DYJ_11-01	Jihlava	10,863 - 17,151	4-16-04-005 4-16-04-007

*) Komentář k používané kilometrácii toku

V celém projektu je používána kilometráž, která vychází z již zpracovaných studií Povodí Moravy, s.p. [11]. Kilometráž Jihlavy, používaná při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik, vychází z geodetického zaměření koryta, které provedlo Povodí Moravy, s.p. útvar geodézie v roce 2005 a které bylo používáno ve studii [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. 4 je uvedeno porovnání staničení dle PVPR a dle geodetického zaměření [6], které je používáno v celém projektu.

Tab. č. 4 Porovnání staničení

Tok	Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
Jihlava	10,229– 16,548	10,863 - 17,151

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

V povodí řešeného úseku Jihlavy nejsou zbudována žádná významná vodní díla.

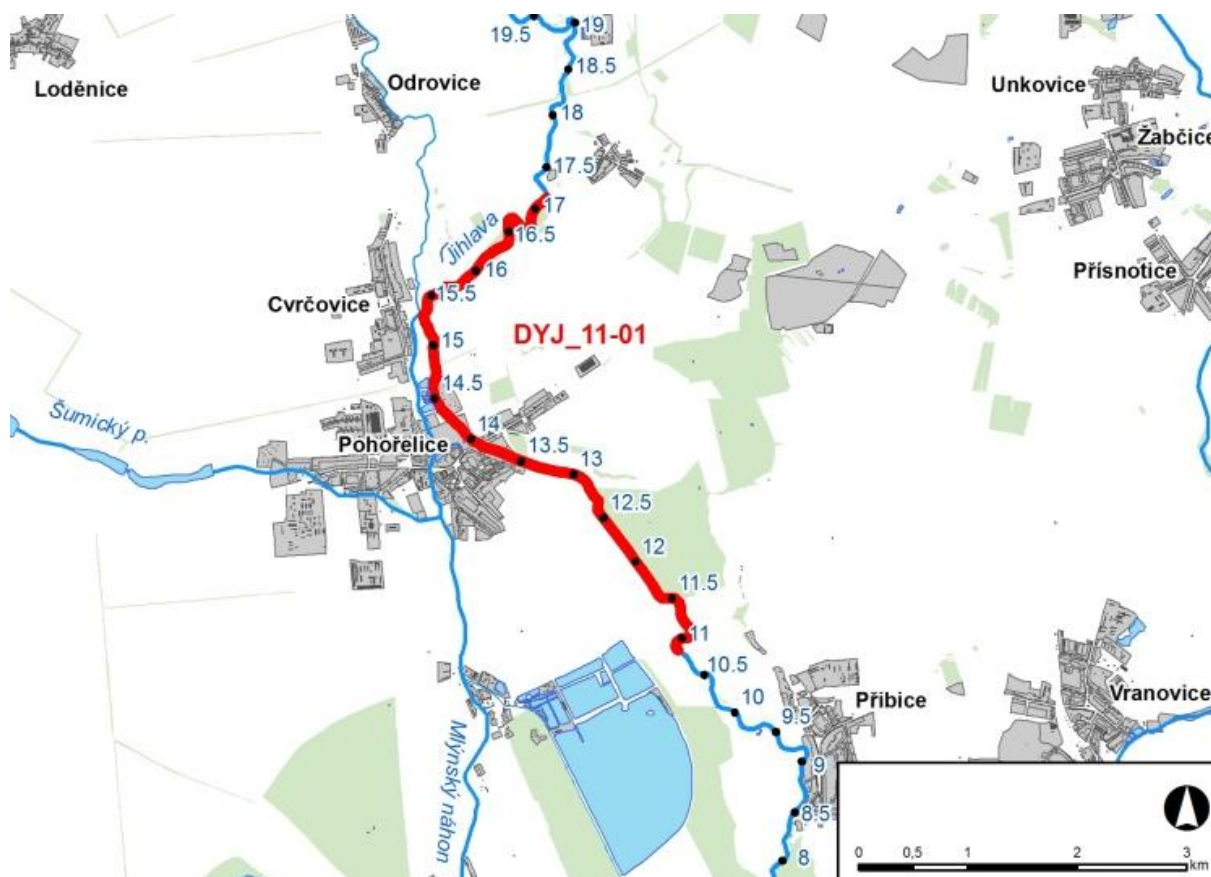
V zájmovém úseku toku Jihlavy nejsou žádné významné přítoky.

Protipovodňová opatření

V lednu 2017 začala výstavba protipovodňových opatření (PPO) v Pohořelicích. Město Pohořelice získá ochranu až před stoletými povodňovými průtoky v řece Jihlavě. Stavba se nachází ve stávajícím záplavovém území řeky Jihlavy a jejím hlavním účelem je ohraničení záplavového území tak, aby nedocházelo k zaplavování zastavěných částí města Pohořelice. Inundační území na levém břehu Jihlavy nad Pohořelicemi zůstane pomocí stávajících i nově navrhovaných průlehů a inundačních mostů propojeno s inundačním územím Jihlavy pod Pohořelicemi.

Součástí stavby je výstavba ochranných hrází, zdí, průlehů, vodotečí a mobilních hrazení. Veškerá opatření jsou navržena na průtok $Q_{100} = 384 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Realizováno je 38 stavebních objektů – 19 v extravilánu a 19 v intravilánu města. Celková délka PPO je téměř 6,5 km, z toho 5 327 m hrází a 1 117 m ochranných zdí.

Termín dokončení stavby je v dubnu 2019.



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

2.1 Všeobecné údaje

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

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

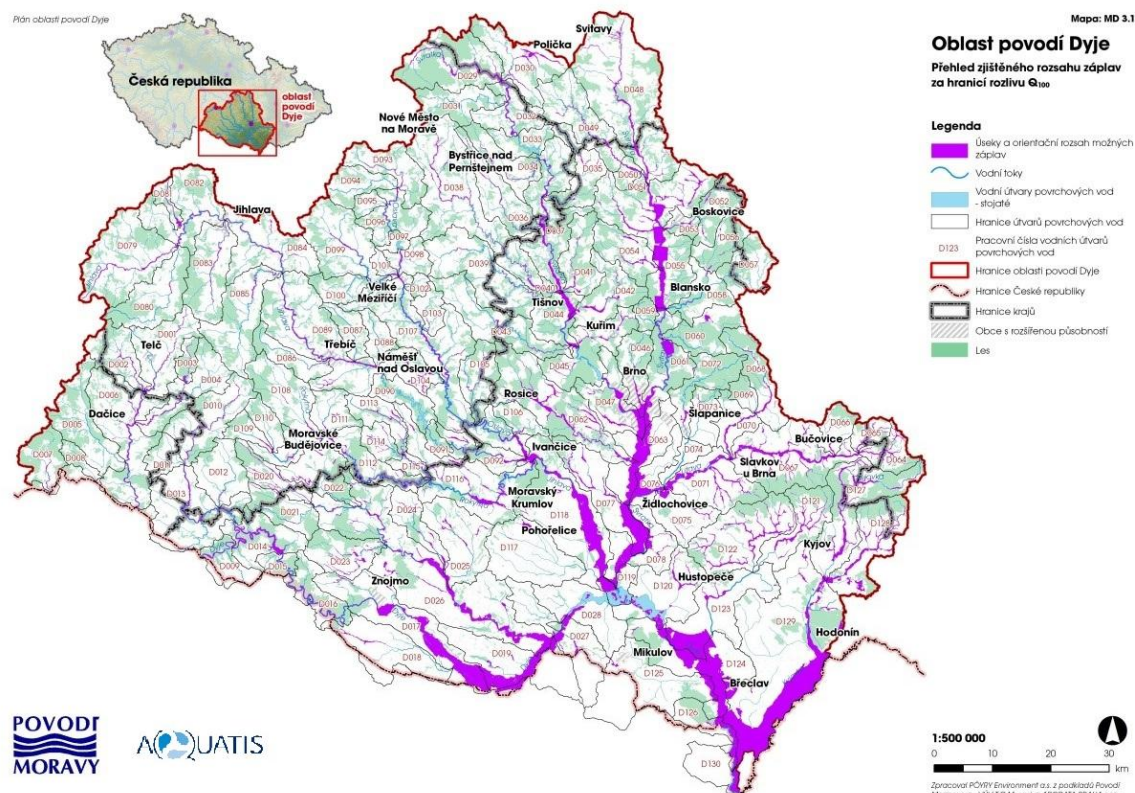
Řeka Jihlava pramení na Českomoravské vysočině u obce Jihlávka, v nadmořské výšce cca 660 m n. m. Teče převážně směrem jihovýchodním a odvádí vodu z 3,116 km² plochy. Délka toku od pramene k ústí je 184,405 km. Je největším přítokem Svatky. Charakter řečiště je dán spádovými poměry.

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

Úsek 10100008_1 (DYJ_11-01), Jihlava

Řešený úsek začíná (po toku) na katastru obce Cvrčovice, pod obcí Smolín. Tok teče mimo zastavěnou plochu, jen ve střední části úseku se přibližuje zástavbě Pohořelice. Na úseku se v km 15,136 nachází pevný jez Cvrčovice, který vzdouvá vodu pro náhon na MVE. Těsně nad jezem ústí do toku přítok Potůček. Dále řešený úsek křížuje rychlostní komunikace R52 Brno-Pohořelice, na které se v tomto místě nachází dva dálniční mosty. Úsek křížuje také železnice s jedním železničním mostem a silnice Pohořelice-Židlochovice se silničním mostem.

Tok Jihlavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.



Obr. č. 2 Přehledná mapa povodí Dyje dle [12]

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Největší zaznamenaná povodeň v novodobé historii na řece Jihlavě v limnigrafické stanici Přibice v obci Přibice je datována k srpnu 2002. Lze však předpokládat, že tak jako v případě Ivančic zasáhly velké povodně zájmové území i v roce 1985 a 2006. Tyto údaje, resp. naměřené hodnoty, však z dostupných podkladů nejsou k dispozici. Ke kulminaci došlo 15. 8. 2002 a v obci Přibice bylo dosaženo $131 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. cca Q_2 [16]. Lze předpokládat, že k dalším významným povodním v novodobé historii došlo v březnu 1947, dále pak v lednu 1968 a v březnu 1969, obdobně jako v Ivančicích.



Obr. č. 3 Povodeň 2006 – Pohořelice - Chaloupky



Obr. č. 4 Povodeň 2006 – Pohořelice - Chaloupky



Obr. č. 5 Povodeň 2006 – Cvrčovice



Obr. č. 6 Povodeň 2006 – Malešovice



Obr. č. 7 Povodeň 2006 – Pohořelice

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.: 11800602, 11800604, 11800606, 11800608, 11820602, 11820604, 11820606, 11820608, 11840602, 11840604, 11840606, 11840608, 11860602, 11860604, 11860606, 11860608. Praha, 2017.
- [3] Ortofotomapy zájmového území. ČÚZK, Praha, 2018.
- [4] Základní báze geografických dat ZABAGED – polohopis, ČÚZK, Praha, 2017.
- [5] Základní báze geografických dat ZABAGED – výškopis, ČÚZK, Praha, 2017.
- [6] Geodetické zaměření koryta Jihlavy, zpracovalo Povodí Moravy, s.p., útvar geodézie, 2005.
- [7] Protipovodňová opatření v k. ú. Pohořelice nad Jihlavou, Projektová dokumentace, Pöry Environment a.s. 05/2015.
- [8] Hydrologická data – N-leté průtoky, ČHMÚ, 12/2018.
- [9] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu září 2012. Pöry Environment a.s., Brno.
- [10] Technicko provozní evidence toků – TPE Jihlava.
- [11] Záplavové území Jihlavy km 0,000 – km 184,500, Povodí Moravy s.p., Brno, 12/2005.
- [12] Plán dílčího povodí Dyje, 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, 01/2019.
- [15] Souhrnná zpráva o povodňové situaci v povodí Moravy a Dyje v červenci, Povodí Moravy s.p., 1997.
- [16] Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997, Ministerstvo životního prostředí, 1997.
- [17] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, Pöry Environment a.s., Brno, 07/2013.
- [18] HEC-RAS 5.0 River Analysis System – User's Manual, US Army Corps of Engineers, 02/2016.
- [19] Fotodokumentace, Pöry Environment a.s., Brno, 2012.
- [20] Numerický 1D+ model Jihlavy v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2005.
- [21] Fotodokumentace, AQUATIS a.s., Brno, 2019.
- [22] Geodetické zaměření PPO Pohořelice, AQUATIS a.s., Brno, 06/2019.

3.2 Související předpisy

- [I] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie.
- [II] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [III] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [IV] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [V] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [VI] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [VII] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [VIII] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [IX] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [X] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [XI] Vyhláška MŽP 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [XII] Vyhláška č. 178/2012 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [XIII] Nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení §27 odst. 8 a §28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
- [XIV] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012.
- [XV] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011.

- [XVI] Předběžné vyhodnocení povodňových rizik v České republice 2011. Implementace směrnice 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik (verze 5.0). Ministerstvo životního prostředí ČR (poslední aktualizace dne 16. 3. 2012). Praha. 12/2011.
- [XVII] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., aktualizace 18. 8. 2019.
- [XVIII] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 07/2019
- [XIX] Standardizovaná struktura uložení dat, CDS2, 09/2019.

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

3.3 Topologická data

Topologická data jsou základním zdrojem, který je potřebný pro sestavení hydrodynamického modelu. Pomocí nich je možné popsat řešené území, sestavit digitální model terénu a vytvořit vhodnou schematizaci modelu. Jednotlivé topologické podklady jsou popsány v následujících kapitolách.

3.3.1 Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu

Digitální model terénu (DMT) byl vytvořen s použitím programů ESRI Arc GIS Version 10.5 (nastavba 3D Analyst), AutoCAD 2012 a AutoCAD CIVIL 3D. Model pokrývá celé zájmové území v rozsahu předpokládaného rozlivu Q_{500} s dostatečným přesahem. Výsledný DMT je zpracován z DMR 5G [1], který je doplněn o geodetické zaměření koryta [6] a PPO Pohořelice [22]. 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.

Některé profily z geodetického zaměření obsahovaly jak koryto vodního toku, tak část inundace. K vytvoření DMT bylo využito pouze koryto. Interpolace příčných profilů byla provedena s rozvahou a využitím informací z podélného profilu. Osa toku byla před vytvořením DMT zkontrolována a případně upravena dle aktuálních RZM a ortofotomap.

3.3.2 Mapové podklady

Mapovými 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 podklady tvoří zaměřené příčné a podélné profily vodního toku Jihlava, které byly převzaty z dokumentace [6]. Příčné profily koryta jsou cca po 100 metrech a v místech změny příčného profilu koryta, dále jsou k dispozici údolnicové profily, zaměření technických objektů na toku (mosty, jezy....). Zaměření koryta zpracovalo Povodí Moravy, s.p., útvár geodézie, 2005, polohopisný systém S-JTSK, výškopisný systém Balt po vyrovnání.

Dalším podkladem je geodetické zaměření skutečného stavu PPO Pohořelice [22], které v době vytváření modelu nebylo zcela kompletní. K dispozici však byla realizační dokumentace [7], kterou vypracovala firma Pöyry Environment a.s. v roce 2015.

Výkresová dokumentace je k dispozici u zhotovitele.

3.4 Hydrologická data

V Tab. č. 5 jsou uvedena data použitá pro výpočet. Data byla ověřena u ČHMÚ a hodnoty nedoznaly významných změn. Průtok byl zvýšen u nižších průtoků (oproti roku 2013) a hodnota pro Q_{500} byla snížena oproti předchozí hodnotě z r. 2013.

Tab. č. 5 Aktuální N-leté průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ [8]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Jihlava - Přibice	5.11.2018	8,600	184	264	365	476	II.

Tab. č. 6 Starší hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ [17]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Jihlava - Přibice	2013	8,600	164,3	248,5	364,5	501,6	III.
Jihlava - Přibice	2008	8,600	185	264	365	-	III.

3.5 Místní šetření

Fotodokumentace byla pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedl AQUATIS a.s. dne 21.7.2019. Byly pořizovány fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území s PPO a citlivých objektů v možném záplavovém území Q_{500} . Při terénním průzkumu byla prověřována aktuálnost geodetického zaměření, ověřovány hydraulické parametry ovlivňující proudění vody v korytě a inundaci a zjišťován rozsah historických povodní u místních obyvatel. V současné době probíhají dokončovací práce v rámci výstavby PPO Pohořelice [7], které je zohledněno v modelu. Jiné zásadní změny ovlivňující proudění vody v korytě a inundaci nebyly zjištěny.

3.6 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

Numerický 1D+ model Jihlavy v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2005 [20]. Model sloužil pro zpracování záplavového území řeky Jihlavy [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 neustálé nerovnoměrné proudění.

Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v 1. plánovacím cyklu 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. Aktualizace modelu byla provedena v programu MIKE 11.

Kalibrační data – měrná křivka limnigrafické stanice Jihlava - Přibice.

3.7 Vyhodnocení a příprava podkladů

DMT vytvořené z DMR 5G, zaměření koryta toku a zaměření realizovaných PPO 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 řešeného úseku toku. 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 2005.

Hydrologická data [8] použitá ve stávajícím výpočtu byla ověřena u ČHMÚ.

Terénní průzkum byl proveden 19.9.2012 [19]. Byla prověřena aktuálnost geodetického zaměření. Změny oproti předchozí etapě byly ověřeny v terénním průzkumu v únoru 2019 [21].

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

V řešeném úseku nejsou relevantní data použitelná ke kalibraci. Nejbližší dostupné údaje jsou z limnigrafické stanice Jihlava – Přibice cca 2 km pod řešeným úsekem.

4 Popis koncepčního modelu

Pro výpočet byl použit dvourozměrný (2D) model proudění. Výsledky simulace popisují stav ustáleného proudění při požadovaných *N*-letých průtocích v celé zájmové oblasti. Model vymezeného úseku byl sestaven společností AQUATIS a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy, s.p. v roce 2019.

Na menších tocích je tradičně využívána spíše 1D schematizace proudění, což je odůvodněno tím, že obvykle nedochází k rozsáhlým inundacím a převažuje proudění paralelně s osou koryta toku. Jednorozměrné modely jsou jednoduché a méně náročné při řešení a jejich využití bylo historicky podmíněno především nižším rozlišením dostupných DMT, popř. softwarovými nároky a stabilitou výpočtu. V posledních 20 letech se často uplatňuje přístup, kdy se proudění v korytě modeluje pomocí 1D schematizace a inundace pomocí 2D schematizace, přičemž je zajištěna výpočetní provázanost obou schematizací. Použití uvedeného přístupu je obvykle důsledkem nižšího rozlišení DMT koryta toku (DMR 5G nepopisuje terén pod hladinou vody). Nevýhodou uvedeného přístupu je především omezená možnost provázání obou schematizací a málo výstižná simulace proudění složitými objekty s 2D charakterem proudění. Přesnějším řešením, pokud existuje kompletní DMT, je 2D schematizace proudění v korytě i v inundačním území. Další zpřesnění poskytuje 3D schematizace, která se vzhledem k hardwarovým nárokům zatím často nepoužívá.

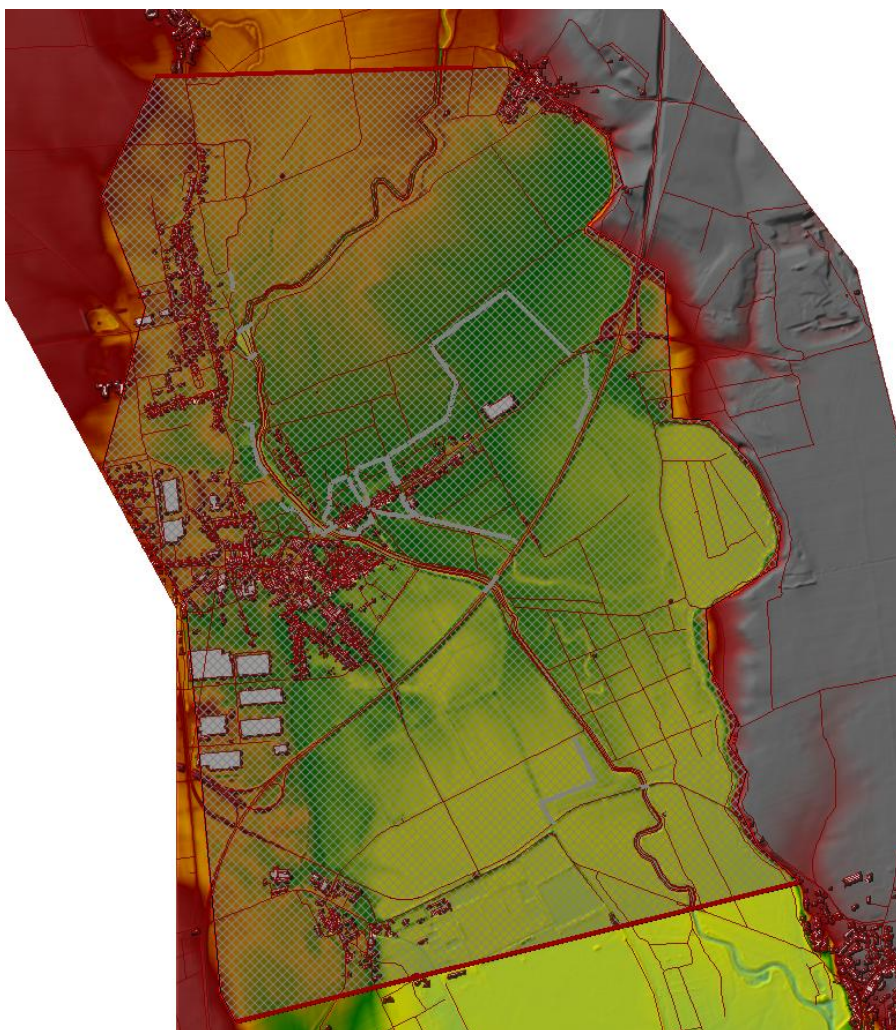
V rámci zpracování jsme s ohledem na charakter proudění, dostupná data a požadavky na výsledky zvolili 2D schematizaci, tedy byl vyhotoven 2D model proudění. Výhodou 2D modelu proudění oproti 1D, 1D+ a kombinaci 1D a 2D modelu je přesnější popis proudění v území, snadná vizuální kontrola výsledků a možnost přímého vygenerování výstupů pro vyhotovení map povodňového nebezpečí. Kombinací DMR 5G a podrobného DMT koryta je možné vytvořit velmi detailní výpočetní síť. V případě složitější topografie dna a břehů toku umožňuje 2D schematizace přesnější popis rozložení rychlostí v korytě a nabízí individuální volbu součinitelů drsnosti pro každou výpočetní buňku (prvek).

Pro řešení byl použit softwarový prostředek HEC-RAS.

2D modelem byl popsán průtok vlastním korytem řeky Jihlavy, souvisejícím inundačním územím a veškerými objekty včetně realizovaných PPO [7]. V modelu není počítáno s přítoky, které jsou v porovnání s řekou Jihlavou bezvýznamné. V tomto úseku se jedná o pravostranný přítok Potůček.

4.1 Schematizace řešeného problému

V rámci vytváření 2D modelu byla provedena schematizace náhradní oblasti pomocí nepravidelné mnohoúhelníkové výpočetní sítě (Obr. č. 8). Základem byla ortogonální síť s velikostí prvku $4,0\text{ m} \times 4,0\text{ m}$, která je pomocí povinných hran přizpůsobena objektům a liniovým prvkům tak, aby byl co nejpřesněji vystižen skutečný tvar terénu. Použité soubory povinných hran zahrnují budovy a bloky budov, liniové stavby, břehové hrany a paty svahů koryta. V prostoru koryta vodního toku, případně některých liniových prvků, byla síť z důvodu výstižnosti zahuštěna až na velikost prvku $0,5\text{ m} \times 0,5\text{ m}$ (Obr. č. 9). Realizovaná PPO byla z větší části vložena do DMT, část byla do modelu přidána pomocí objektů v programu HEC-RAS 5.0.6.



Obr. č. 8 Schéma řešeného modelu pro úsek DYJ_11-01



Obr. č. 9 Detail výpočetní sítě úseku DYJ_11-01

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

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

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

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Horní okrajovou podmínkou (HOP) jsou průtoky. Při ustálení odpovídají hodnotám N -letých průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} ve vodním toku Jihlava dodaných ČHMÚ [8]. HOP je zadána cca 600 m nad zájmovým územím. Dolní okrajovou podmínkou (DOP) je úroveň hladiny při ustáleném průtoku na dolním okraji modelu ve vzdálenosti 600 m pod řešenou oblastí. Hodnota dolní okrajové podmínky je určena na základě sklonu čáry energie při řešeném průtoku. Sклон čáry energie je stanoven z průměrného sklonu terénu v podélném směru proudění a podélného

sklonu hladiny převzatého z výpočtu provedeného v rámci projektu *Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, 2012* [17].

Výpočet je zahájen na „suchém“ modelu. Na začátku simulace je HOP průtok, který je menší, než je kapacita koryta vodního toku, a je plynule zvyšován po dobu 30 min až na hodnotu Q_5 , která je v následující době simulace neměnná. Na dolním konci modelu je sledována hodnota průtoku v kontrolním profilu. Celková doba výpočtu je dle tohoto sledování nastavena tak, aby došlo k ustálení na celém modelovaném úseku. Výpočetní software umožňuje vložení řady kontrolních řezů jdoucích napříč korytem i inundačním územím. Pro tyto řezy je možné vykreslit hydrogramy a tím ověřit dodržení podmínek stacionárního proudění během požadovaného časového úseku.

Při výpočtu Q_{20} je počáteční podmínkou (PP) ustálené proudění při Q_5 . Hodnota HOP je nastavena jako plynulý nárůst z Q_5 na Q_{20} a tato hodnota je pak udržována až do ustálení průtoku v celém modelu obdobně jako v předchozím postupu.

Stejným způsobem jsou nastaveny OP resp. PP pro průtoky Q_{100} a Q_{500} .

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Výpočet proudění byl proveden pomocí programu HEC-RAS 5.0.6 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) vyvinutého US Army Corps of Engineers pro výpočet jednorozměrného a dvourozměrného proudění. HEC-RAS umožňuje komplexní modelové řešení pro simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích. Výpočtové rovnice jsou uvedeny v manuálu [21]. Pro řešení proudění byla zvolena metoda difuzní vlny (resp. její aproximace). Numerická schematizace se opírá o kombinaci metody konečných diferencí a konečných objemů.

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

Numerickým modelem je popsán průtok vlastním korytem Jihlavy včetně souvisejících inundačních území a veškerých objektů na toku.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Vstupními daty numerického modelu jsou data z geodetického pozemního měření [6], v podobě příčných řezů, z nichž je vygenerován model koryta toku Jihlavy. Model povrchu inundačního území je vytvořen na základě digitálního modelu reliéfu (DMR 5G) [1]. Budovy a bloky budov jsou ve výpočetní síti uvažovány jako neprůtočné plochy. Digitální povrch terénu použitý ve výpočtu je vytvořen propojením zaměření koryta, digitálního modelu reliéfu a neprůtočných objektů (budov). HOP jsou hodnoty kulminace N -letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Jihlavě dodaných ČHMÚ [8]. DOP je průměrný podélný sklon dna koryta v okolí DOP. Pro stanovení stupně drsnosti byly používány ortofotomapy [3] a fotodokumentace [19] pořízená při terénním průzkumu, který proběhl v rámci projektu *Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, 2012* [17] a fotodokumentace pořízená v rámci zpracování 2. plánovacího cyklu v červenci 2019 [21].

Při výpočtu se uvažovalo s proměnným, automaticky řízeným časovým krokem, při němž nedojde k překročení Courantova kritéria na úrovni hodnoty $C = 3$. Výchozí časový krok odpovídal 2 s, minimální uvažovaný časový krok pak 1 s. Maximální počet iterací byl ponechán na hodnotě 20. Přípustná odchylka pro vypočtené výšky hladiny a objemy (přepočtené na výšky hladiny) byla uvažována na úrovni 3 mm.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Do výpočtového matematického modelu jsou zahrnuty veškeré objekty na toku (Tab. č. 7) včetně realizovaných protipovodňových opatření [7]. Geodeticky zaměřená PPO (ochranné hráze, zdi, průlehy, vodoteče) byla přidána do DMT. Ostatní ochranné hráze a zdi byly do modelu přidány v programu HEC-RAS 5.0.6. Manipulace na objektech je uvažována dle manipulačních řádů. Ve většině případů je uvažováno při povodňových průtocích s vyhrazeným objektem při jednoletých vodách.

Objekty jsou řešeny různými přístupy.

V případě mostů byly použity dva přístupy. V případě, že úroveň hladiny nedosahovala dolní hrany mostovky, byl mostní objekt zadán úpravou geometrie koryta v profilu mostu zahrnutím mostních pilířů. Mostovka v takovém případě uvažována nebyla. V případě, že úroveň hladiny byla výš než úroveň dolní hrany mostovky, bylo proudění (přepad) přes mostovku řešeno 2D (úroveň povrchu terénu odpovídala úrovni povrchu mostovky) a proudění mostním profilem 1D pomocí propustku s vhodně zvoleným tvarem v témže místě. V takovém případě se dbalo na to, aby se geometrické parametry propustku co nejvíce blížily skutečnému mostnímu otvoru. Součinitele drsnosti pro dolní část omočeného obvodu propustku byly zpravidla voleny ve shodě s odhadovanými drsnostmi v okolním korytě. V horní části omočeného obvodu propustku byly obvykle voleny drsnosti odpovídající betonu. Popsaný

postup kombinující obě metody schematizace mostních objektů znamená opakované provedení výpočtu na základě úpravy výchozí geometrie objektů.

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

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

Tab. č. 7 Objekty vstupující do modelu, úsek DYJ_11-01, Jihlava, km 10,863 – 17,151

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
11,358	Železniční most	10,721	Pohořelice
12,908	Dálniční most	-	Pohořelice
12,923	Dálniční most	-	Pohořelice
13,927	Betonový silniční most		Pohořelice
15,136	Hospodářský most	14,644	Cvrčovice
15,309	Jez Cvrčovice	14,800	Cvrčovice

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Drsnosti jednotlivých úseků Jihlavy byly zadány na základě pochůzek v terénu a při nich pořízených fotodokumentací v rámci projektu *Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, 2012* [17] a z fotodokumentace pořízené v rámci zpracování 2. plánovacího cyklu v červenci 2019 [21].

Pro zadávání hodnot součinitelů drsnosti je uvažováno letní období se vzrostlou vegetací. Způsob zadávání drsností v objektech byl popsán výše v kapitole 5.2.1.

Hodnoty použitých součinitelů uvedeny v Tab. č. 8.

Tab. č. 8 Orientační hodnoty součinitelů drsnosti dle Manninga použité při výpočtu

Povrch	Orientační hodnoty součinitele drsnosti dle Manninga
cesta	0,025
koryto	0,04
les	0,085
louka	0,035
park	0,055
pole	0,04
průleh - beton	0,019
průleh - kámen	0,02
průleh - zatravněný	0,033
voda	0,04
zahrada	0,065
vinice	0,05
zástavba	0,2 – 0,3
kolejiště	0,038

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Dolní okrajovou podmínkou (DOP) je úroveň hladiny na dolním okraji modelu ve vzdálenosti 600 m pod řešenou oblastí. Hodnota dolní okrajové podmínky je určena na základě průměrného podélného sklonu dna koryta $i = 0,0076$.

Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty kulminace N -letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Jihlavě dodaných ČHMÚ [8]. Hodnoty byly zadány ve vzdálenosti cca 600 m nad začátkem úseku a jsou uvedeny v Tab. č. 9.

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Jedná se o výpočet ustáleného proudění, pro dosažení požadovaných průtoků v modelu je však potřeba vycházet ze suchého modelu nebo z výstupů simulace menšího průtoků. Počáteční podmínkou výpočtu je tedy v tomto případě vždy výstup z předchozí simulace.

V následující tabulce je uveden přehled okrajových a počátečních podmínek a doby výpočtu potřebné pro ustálení.

Tab. č. 9 Hodnoty OP, PP, doba výpočtu

HOP - průtok	PP	Doba zvyšování průtoků	Doba pro ustálení
$Q_5 = 184 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 10,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	07:30 hod
$Q_{20} = 264 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 184 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	09:30 hod
$Q_{100} = 365 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 264 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	17:30 hod
$Q_{500} = 476 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 365 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	21:30 hod

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

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 60 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 zářar z plovoucích předmětů. Ve výpočtu je uvažováno se stavem „čistého“ koryta, bez omezení průtočnosti. Kapacitu koryta dále ovlivňuje stav nánosů nebo naopak zahlučování 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

V řešeném úseku nejsou relevantní data použitelná ke kalibraci. Nejbližší dostupné údaje jsou z 2 km vzdálené LG stanice Jihlava – Přibice vodočet. Pro účely řešené úlohy není možné zmíněné podklady využít. Model z tohoto důvodu nebyl kalibrován.

Součinitele drsností pro aktualizovaný model (2019) byly upraveny tak, aby bylo dosaženo dobré shody úrovní hladin v řešeném úseku v porovnání s hladinami z výpočtů z roku 2012. Pro tento účel byla použita varianta modelu bez realizovaných protipovodňových opatření.

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

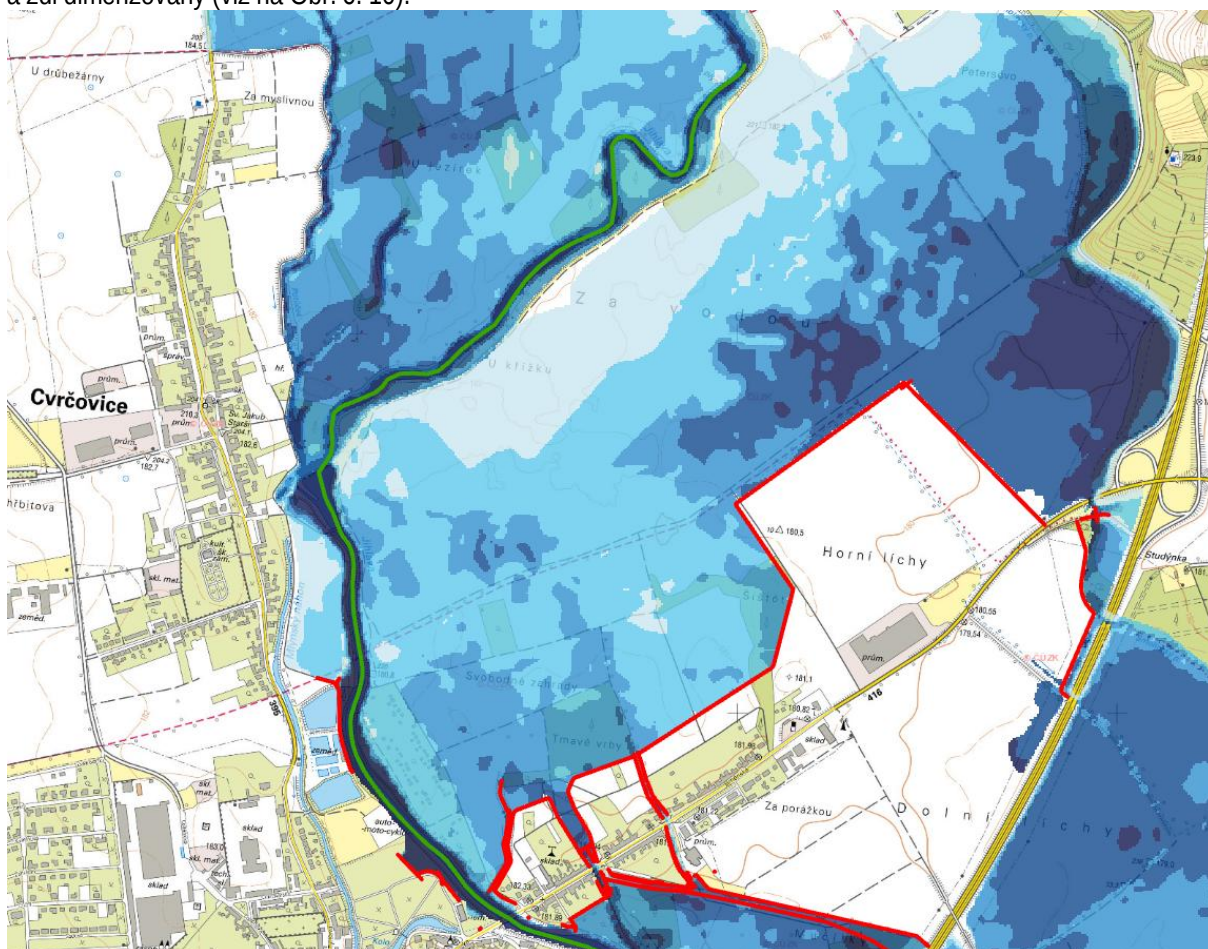
Mezi výsledky výpočtů patřily především údaje o hloubkách vody, rychlostech proudění vody, úrovních hladin a rozlivech. Z programu HEC-RAS byly vygenerovány výstupy v příslušných N -letostech, při kterých došlo k ustálení povodňových průtoků. Jednalo se o polygony rozlivů ve formátu *.shp a rastrové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

Úsek DYJ_11-01 Jihlava, km 10,863 – 17,151

V řešeném úseku protéká řeka Jihlava obcemi Cvrčovice a Pohořelice. V zájmovém úseku dochází z rozsáhlým rozlivům již od průtoku Q_5 , který zaplavuje zemědělské pozemky na PB na horním a dolním konci úseku. Od průtoku Q_{20} dochází k rozsáhlejší rozlivům. V ploše nad dálnicí D52 se voda rozlévá zejména do LB. Zaplaveno je několik chat a polí, souvislá zástavba je chráněna ochrannými zdmi a hrázemi a svou funkci zde plní i průleh, který vodu převádí do prostoru pod dálnicí. Zde rozliv dosahuje šířky přes 1,7 km.

Při průtoku Q_{100} ochranné hráze a zdi plní svoji funkci a zástavba na ulici Brněnská není dotčena. Rozlvy do LB jsou rozsáhlé, voda se dostává až ke Smolinskému potoku. Průtok Q_{500} zaplavuje zemědělský areál při Tyršově ulici a částečně i objekty při ulici Brněnská. Rozlvy v LB inundačním území dosahují šířky přes 2 km. Rozlvy do PB v dolní části úseku dosahují šířky cca 1,5 km. Rybníkářství Pohořelice není dotčeno.

Při výpočtu nebylo uvažováno s pravostranným přítokem Potůček, ale pouze s korytem Jihlavy. V případě zahrnutí tohoto přítoku do modelu a zvýšení průtoků může nastat porucha nebo přelití levobřežní ochranné hráze v úseku nad jezem Cvrčovice. Za vybudovanými PPO by došlo ke zvýšení úrovní hladin, na které jsou však ochranné hráze a zdi dimenzovány (viz na Obr. č. 10).



Obr. č. 10 Mapa hloubek pro model Jihlavy a pravostranného přítoku Potůček

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q_{500}) v řešeném úseku jsou dotčeny obce Cvrčovice a Pohořelice.

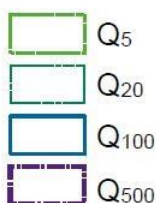
Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a svislicová rychlost proudu, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , kde hranice rozlivů jsou doprovodnými informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky a svislicové rychlosti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

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

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

Rozlivy jsou zobrazeny jako doprovodné informace pro jednotlivé průtoky na RZM v měřítku 1:10 000. V mapách jsou vykresleny jako linie specifikované metodikou [XVII] - viz Obr. č. 11.

Rozlivy



Obr. č. 11 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

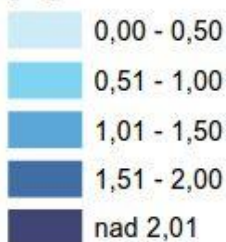
6.2.2 Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

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

Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. č. 12.

Hloubky

[m]



Obr. č. 12 Definice barev a intervalů hloubek

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

Údaje o svislicových rychlostech proudění vody byly pro úsek DYJ_11-01 zpracovány do georeferencovaného formátu *.tif přímo s použitím programového vybavení HEC-RAS a následně upraveny s použitím nástrojů GIS. Rozlišení rastrů svislicových rychlostí proudění vody odpovídá požadavkům [XVIII], tj. 1 m × 1 m.

Rozdělení intervalů svislicových rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. č. 13.

Rychlosti

[m/s]



Obr. č. 13 Definice barev a intervalů rychlostí

6.3 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

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

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

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