

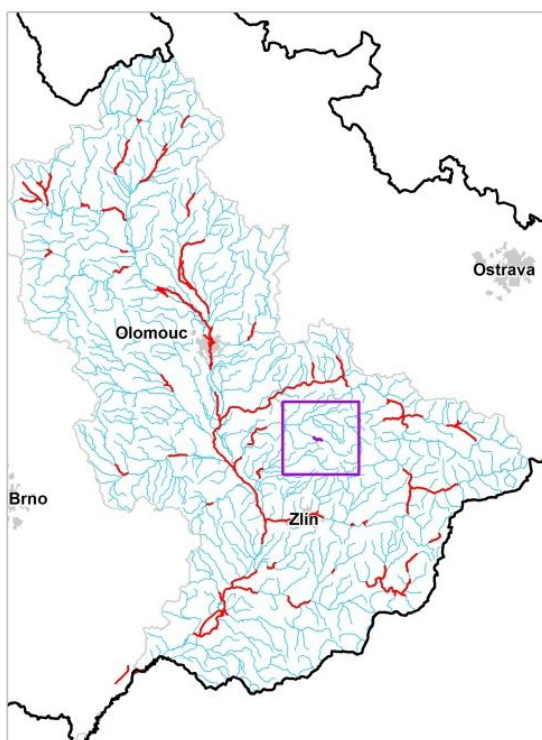


ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

BYSTŘIČKA – 10100378_1 (MOV_13-01) - Ř. KM 5,801 - 8,800



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

BYSTRČKA – 10100378_1 (MOV_13-01) - Ř. KM 5,801 - 8,800

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	7
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	8
3	Přehled podkladů	9
3.1	Soupis zpráv a dokumentů	9
3.2	Související předpisy	9
3.3	Topologická data	10
3.3.1	Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu	10
3.3.2	Mapové podklady	10
3.3.3	Geodetické podklady	10
3.4	Hydrologická data	10
3.5	Místní šetření	11
3.6	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady	11
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů	11
4	Popis koncepčního modelu	13
4.1	Schematizace řešeného problému	13
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	14
4.3	Způsob zadávání OP a PP	15
5	Popis numerického modelu	16
5.1	Použité programové vybavení	16
5.2	Vstupní data numerického modelu	16
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	16
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	17
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	18
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	18
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	19
5.3	Popis kalibrace modelu	19
6	Výsledky	20
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	20
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	20
6.2.1	Rozlivy pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	20
6.2.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	21
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	21

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

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

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

Tab. č. 1 Seznam zkratek 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
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center - River Analysis System
HOP	horní okrajová podmínka
LB	levý břeh/levobřežní
LG	limnigraf (vodočet)
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
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
TNV	odvětvová technická norma
TPE	Technicko - provozní evidence
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 Bystřička – 10100378_1 (MOV_13-01) – ř. km 5,801 - 8,800 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 z r. 2012 byl řešený úsek prodloužen cca o 1,522 km na dolním konci (rozsah úseku v 1. plánovacím cyklu byl 7,323 – 8,800). Prodloužením úseku je řešena celá zástavba obce Bystřice pod Hostýnem.

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 firmou AQUATIS a.s. v roce 2009 [7], a také výstupy z 1. plánovacího cyklu zpracované firmou Pöyry Environment a.s. v r. 2012 [16].

2 Popis zájmového území

Předmětem řešeného území je úsek na toku Bystřička v km 5,801 – 8,800* (Obr. č. 1).

Tab. č. 2 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100378_1	MOV_13-01	Bystřička	5,801 – 8,800	4-12-02-085

*) Komentář k používané kilometrži toku

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

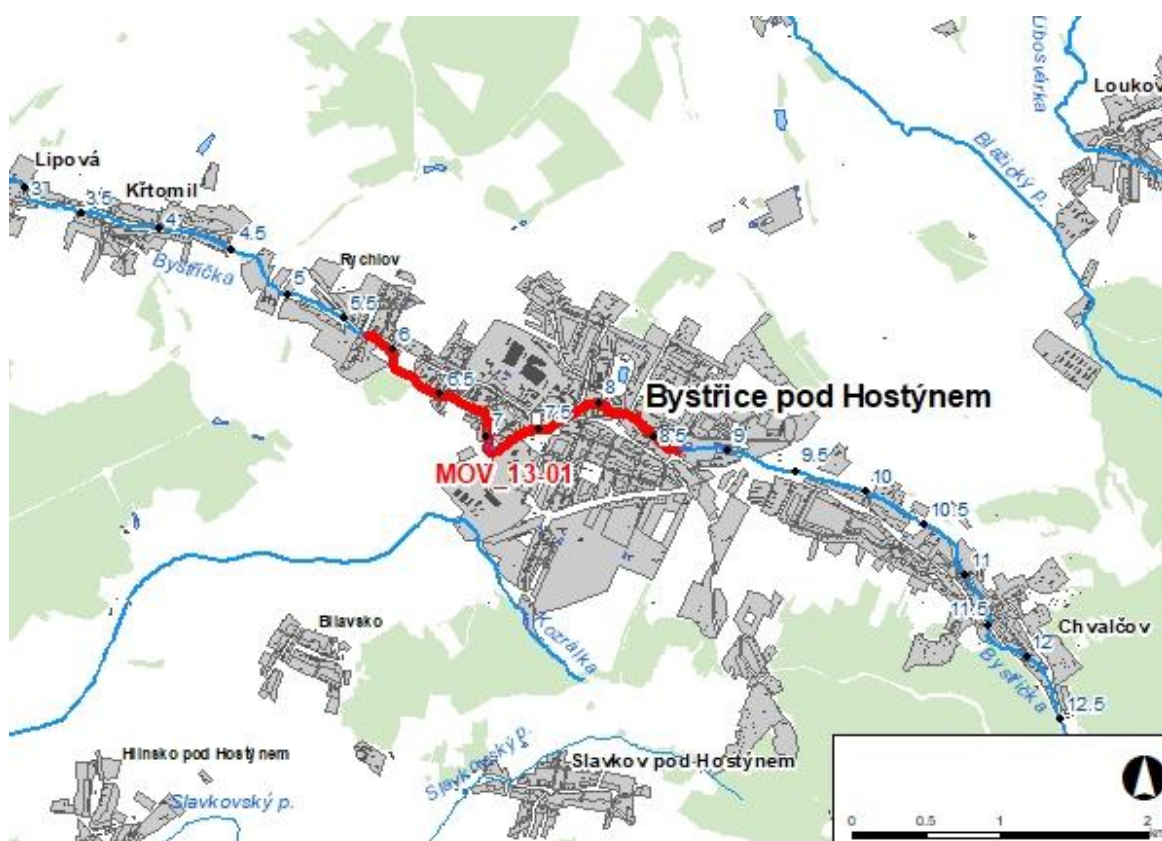
Při zpracování 1. plánovacího cyklu se kilometráž používaná v názvech úseků lišila s kilometrží používanou v projektu. Do názvu byla uváděna kilometráž, která vycházela z „Předběžného vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem“ (PVPR). V Tab. č. 3 je uvedeno srovnání staničení dle PVPR a dle geodetického zaměření [6] a [7], které je používáno v celém projektu.

Tab. č. 3 Srovnání staničení

Tok	Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
Bystřička	5,479 – 8,477	5,801 – 8,800

Objekty mají tzv. administrativní kilometráž dle Technicko-provozní evidence toku (TPE) [11], tato slouží jako neměnný identifikátor jednotlivých objektů. Staničení objektů dle výpočetního modelu a dle TPE je uvedeno v kap. 5.2.1.

V povodí Bystřičky nejsou vybudována žádná významná vodní díla. Bystřička nemá žádné významné přítoky.



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

2.1 Všeobecné údaje

Bystřička je levobřežním přítokem řeky Moštěnky pramenící v Hostýnských vrších na k.ú. Chvalčov v nadmořské výšce cca 780 m. Koryto má v převážné délce charakter horského toku, s plochou povodí Bystřičky 43 km². Je protaženo od západu k východu v délce 15 km a šířka povodí je v průměru 2,4 km. Západní část je rovinná až mírně pahorkatá se střední výškou 300 m n. m., východní část je hornatá. V dolním úseku toku, s malým podélným sklonem, dochází k zanášení toku. Povodí je zalesněno z 44 %. Střední spád toku je 2,3 %. Od pramene po Chvalčov jsou na obou březích převážně smrkové lesy. Tok Bystřičky je upravený, avšak původní dokumentace se nedochovala. Kapacita dnešního toku je místně nižší než Q_{20} v Dřevohosticích, nad Dřevohosticemi, v obcích Křtomil, Chvalčové Lhotě a Bystřici pod Hostýnem.

Podkladem pro zpracování technicko-provozní evidence sloužily vodohospodářské mapy s vyznačením kilometráže toku. Tok Bystřičky spadá administrativně do území okresu Přerov a Kroměříž. Správou toku je pověřeno Povodí Moravy, a.p., závod Horní Morava, provoz Olomouc – jih.

Úsek 10100378_1 (MOV_13-01), Bystřička

V řešeném úseku protéká Bystřička katastrálním územím Bystřice pod Hostýnem. V zájmovém území je 9 silničních mostů, 1 železniční most, 4 lávky pro pěší, 8 jezů a 2 kamenné stupně.

Profil koryta je lichoběžníkový se svahy opevněnými kamennou dlažbou, v dolní části úseku je dlažba prorostlá travou. Oproti 1. plánovacímu cyklu byl úsek Bystřičky prodloužen tak, aby pokrýval celou zástavbu Bystřice pod Hostýnem.

Úsek Bystřičky 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)

Zlínský kraj zasáhly ve čtvrtek večer 30. 5. 2011 prudké přívalové deště, v Bystřici pod Hostýnem na Kroměřížsku způsobily lokální záplavy. Před osmnáctou hodinou voda tekla městem a zaplavila několik čtvrtí [21].

Průběhy historických povodní nejsou v dostupných podkladech zaznamenány ani nijak jinak zmíněny.



Obr. č. 3 Povodeň 06/2011 – Bystřice pod Hostýnem



Obr. č. 4 Povodeň 06/2011 – Bystřice pod Hostýnem

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.: 11420516, 11420518, 11420520, 11420522, 11440516, 11440518, 11440520, 11440522, 11460516, 11460518, 11460520, 11460522, 11480516, 11480518, 11480520, 11480522. 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 Bystřičky, zpracoval Geodis Brno, spol. s.r.o., 10/2000.
- [7] Zátopové území Bystřička, AQUATIS a.s., Brno, 12/2009.
- [8] Hydrologická data – N-leté průtoky, ČHMÚ, 12/2018.
- [9] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu listopadu 2012. Pöyry Environment a.s., Brno.
- [10] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu února 2019. AQUATIS a.s., Brno.
- [11] Technicko provozní evidence toků – TPE Bystřičky, povodí Moravy, s.p., Brno, 1981.
- [12] Studie ochrany před povodněmi na území Zlínského kraje, Hydroprojekt CZ a.s., 08/2007.
- [13] Plán dílčího povodí Moravy a přítoků Váhu, AQUATIS a.s., 2016.
- [14] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970.
- [15] www.pmo.cz, Stavy a průtoky na vodních tocích, únor 2019.
- [16] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, Pöyry Environment a.s., Brno, 07/2013.
- [17] HEC-RAS 5.0 River Analysis System – User's Manual, US Army Corps of Engineers, 02/2016.
- [18] Fotodokumentace, Pöyry Environment a.s., Brno, 2012.
- [19] Fotodokumentace, AQUATIS, a.s., Brno, 2019.
- [20] Numerický 1D+ model Bystřičky v programu MIKE 11, AQUATIS, a.s., 2000.
- [21] <http://www.novinky.cz/domaci/237853-kromerizsko-zasahly-prudke-deste-potoky-tekly-ulicemi.html>
- [22] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual DHI, 2009.

3.2 Související předpisy

- [I] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie.
- [II] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [III] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [IV] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [V] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [VI] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [VII] TNV 75 2910 Manipulační 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

V rámci řešeného úseku byl vytvořen aktualizovaný DMT použitím DMR 5G [1].

Digitální model terénu (DMT) byl vytvořen s použitím programů ESRI Arc GIS Version 10.5. 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 30 m a v místech změny příčného profilu koryta, údolní profily, technické objekty na toku (mosty, jezy...), zpracoval Geodis Brno, spol. s r. o., 10/2000 [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 11.12. 2018 [8]. Hodnoty průtoků byly oproti 1. plánovacímu cyklu navýšeny - Q_5 a Q_{20} až o 17%, Q_{100} o 14% a Q_{500} o 12%.

Tab. č. 4 Aktuální N-leté průtoky (Q_N) v m^3/s [8]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Bystřicka – Bystř. p. host.	11.12.2018	7,8	14	27	49	81,8	III.

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

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Bystřička – Bystř. p. host.	2013	7.8	12	23	43	72.8	III.

Tab. č. 6 Starší hodnoty N -letých průtoků (Q_N) v m^3/s [14]

Hydrologický profil	Rok pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Bystřička - Bystř. p. Host.	2000	7,8	13,5	24,5	43	-	

3.5 Místní šetření

Fotodokumentace byla pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedl AQUATIS a.s. v únoru 2019. Byly pořizovány fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území 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 rámci terénní pochůzky nebyly zjištěny zásadní změny tvaru koryta, inundačního území a technických objektů na toku oproti geodetickému zaměření a DMT použitých pro tvorbu modelu.

3.6 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

Výchozí Numerický jednorozměrný síťový (1D+) model Bystřičky v programu MIKE 11 byl vytvořen v Aquatis a.s. Brno v roce 2000. Model sloužil pro zpracování studie zátopového území Bystřičky [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 neustálené nerovnoměrné proudění.

Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik byl sestaven nový numerický 1D model Bystřičky v programu HEC-RAS, kde geodetické zaměření a DMT bylo převzato z výchozího modelu. Model vymezeného úseku byl sestaven společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2012. Hydrologická data byla aktualizována a doplněna o povodňový scénář Q_{500} . Případné rozdíly současného stavu (zjištěné z terénního průzkumu) a výchozího modelu byly zohledněny. Výpočet byl proveden pro ustálené nerovnoměrné proudění. Aktualizace modelu byla provedena v programu MIKE 11.

Kalibrační data nebyla k dispozici.

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]) 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 zpracoval Geodis Brno, spol. s r.o., 10/2000.

Hydrologická data použitá ve stávajícím výpočtu byla ověřena u ČHMÚ [8], případně doplněna o nová.

Terénní průzkum byl proveden v listopadu 2012 [9] v rámci 1. plánovacího cyklu a v únoru 2019 [10] 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 nový numerický 1D model Bystřičky [20] zahrnující zájmový úsek v programu HEC-RAS, který byl vytvořen firmou Pöyry Environment a.s. v roce 2013.

Kalibrační data nebyla v řešeném úseku k dispozici.

4 Popis koncepčního modelu

Pro výpočet byl použit 2D model neustáleného nerovnoměrného proudění. Okrajové podmínky řešení a celková doba simulace však byly zvoleny takovým způsobem, aby prezentované výsledky popisovaly výskyt ustáleného proudění na úrovni požadovaných N-letých průtoků v celé zájmové oblasti. Model vymezeného úseku byl sestaven společností AQUATIS a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy, s.p. v roce 2019.

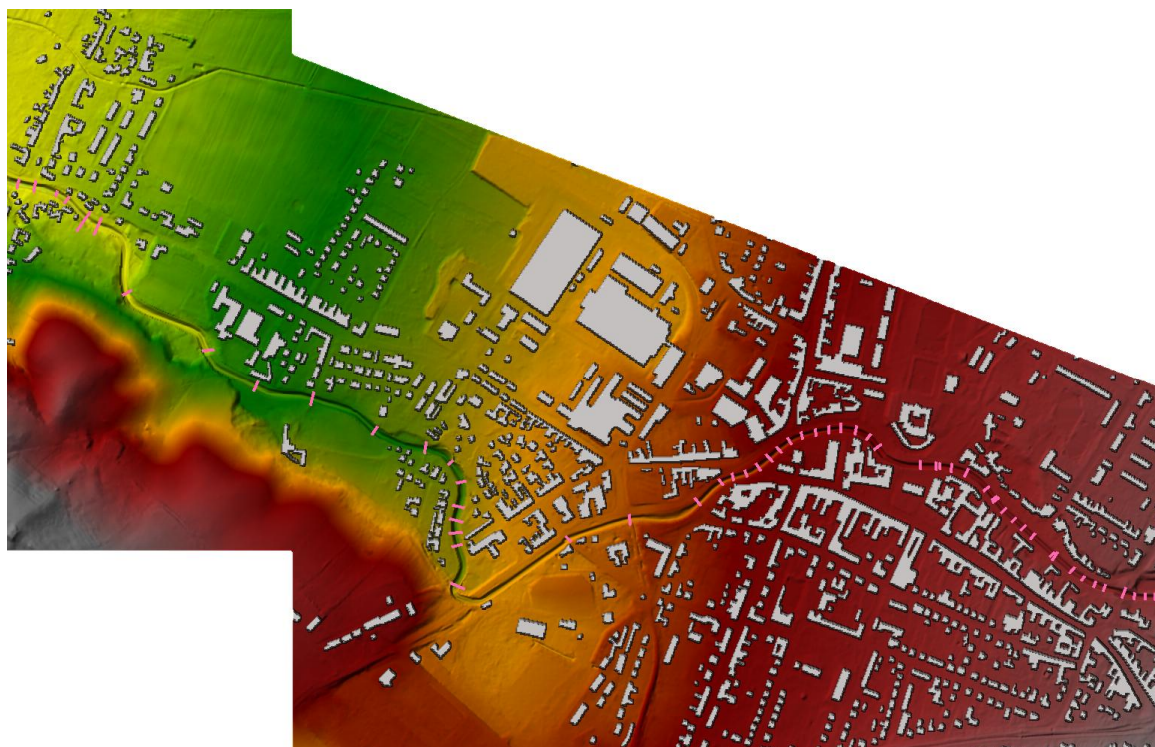
Na menších tocích je tradičně využíván spíše 1D přístup, což je odůvodněno tím, že obvykle nedochází k rozsáhlým inundacím a převažuje proudění paralelně s osou toku. Jednorozměrné modely zpravidla dokáží přesněji vystihnout hydraulické podmínky v blízkosti mostních objektů a jejich využití bylo historicky podmíněno nižším rozlišením dostupných digitálních modelů terénu, popř. softwarovými nároky a stabilitou výpočtu. V posledních letech se stále více uplatňuje hybridní přístup, kdy se proudění v korytě modeluje pomocí 1D schematizace a inundace skrze 2D výpočetní síť, přičemž je zajištěna výpočetní provázanost obou typů segmentů.

V rámci zpracování jsme zvolili samotné 2D řešení. Výhodou 2D modelu v programovém prostředí HEC-RAS, oproti jednodimenzionálnímu řešení, je přesnější popis proudění v inundaci, snadná vizuální kontrola výsledků a možnost přímého vygenerování výstupů pro navazující zpracování map rizik. Kombinací digitálního modelu reliéfu páté generace a podrobného digitálního modelu koryta je možné vytvořit velmi detailní výpočetní síť. V případě složitější topologie dna a břehů toku umožňuje 2D schematizace přesnější popis rozložení rychlostí v korytě a nabízí individuální volbu drsnostních součinitelů pro každou výpočetní buňku.

Matematickým modelem byl popsán průtok korytem řeky Bystřičky včetně dotčené inundace a veškeré objekty na toku.

4.1 Schematizace řešeného problému

V rámci matematického řešení byla provedena schematizace pomocí nepravidelné mnohoúhelníkové výpočetní sítě. Základem je ortogonální síť s velikostí prvku 4,0 x 4,0 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, osu a břehové hrany koryta. V prostoru koryta vodního toku, případně některých liniových prvků, je síť z důvodu dostatečné diskretizace zahuštěna na velikost prvku 1 x 1 m (výjimečně 0,5 m x 0,5 m).



Obr. č. 5 Schéma řešeného modelu pro úsek MOV_13-01



Obr. č. 6 Vybraný detail výpočetní sítě v rámci úseku MOV_13-01

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Výsledky předkládaných hydraulických výpočtů odráží teoretický stav, při kterém by došlo k ustálenému proudění na úrovni N -leté povodně v celém zájmovém úseku říční sítě i přilehlé inundaci. Za tímto účelem bylo zapotřebí simulovat časový úsek dostatečně přesahující postupovou dobu návrhové povodně vlastním korytem mezi nejsvrchnějším a závěrovým příčným profilem. Zvolený přístup má za následek vychýlení výsledků (rozsah rozlivu, hodnoty hloubek) mírně na stranu bezpečnosti, především při modelovém průchodu povodňových vod vyšších N -letostí (Q_{100} a Q_{500}). Důvodem zmíněného nadhodnocení je skutečnost, že reálné povodně se vyznačují neustáleným prouděním a mají nižší objemovou složku (kulminační průtok odpovídající vyšetřované N -letosti se vyskytuje omezenou dobu a poté dochází poklesové fázi povodně). Námi použité řešení naopak předpokládá, že nejhorší fáze povodně nastane v celém vyšetřovaném úseku ve stejný okamžik, což je pochopitelně zjednodušující úvaha.

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 kladé velké nároky na množství i kvalitu vstupních hydrologických dat a přináší řadu otázek, které by bylo zapotřebí metodicky vyjasnit.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Okrajové podmínky jsou zadány následovně.

Horní okrajovou podmínkou (HOP) jsou hodnoty N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , a Q_{500} ve vodním toku Bystřička dodaných ČHMÚ [8]. Z důvodu možného ovlivnění hladin v inundaci jsme HOP umístili cca 250 m nad začátek zájmového úseku (ř. km 9,05). Dolní okrajová podmínka (DOP) je umístěna ve vzdálenosti cca 500 m pod řešenou oblastí (ř. km 5,30). Hodnota dolní okrajové podmínky je určena charakteristickým sklonem dna koryta v přilehlém úseku toku, přičemž na základě Manningova vztahu definuje výšku tzv. normální hladiny.

V zájmovém úseku není zaústěn významný přítok. Nutnost řešení souběhu povodní z více větví říční sítě v daném případě odpadá. Součástí výpočetního úseku jsou naopak dva náhony a drobné přítoky, ke kterým chybí zaměření koryta. Z uvedených důvodů byly tyto části výpočetní domény řešeny pouze na základě dostupného digitálního modelu reliéfu.

Výpočet je zahájen na „suchém“ modelu. V rámci HOP je uvažováno, že během dvaceti minut dojde k dosažení úrovně Q_5 . Následujících 100 minut je na přítoku do modelu uvažován ustálený průtok téže velikosti. Podobným způsobem jsou postupně řešeny zbývající průtoky vyšších dob opakování. Na dolním konci modelu je sledována hodnota průtoků v kontrolním profilu. Celková doba výpočtu je dle tohoto pozorování nastavena tak, aby došlo k ustálení na celém modelovaném úseku včetně významných oblastí v inundaci. Výpočetní software umožňuje vložení řady kontrolních řezů jdoucích napříč korytem i inundací. Pro tyto řezy je možné vykreslit hydrogramy a tím ověřit dodržení podmínek stacionárního proudění během požadovaného časového úseku.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Výpočet hladin je proveden modelem neustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu HEC-RAS 5.0.6 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System), vyvinutým US Army Corps of Engineers. HEC-RAS umožňuje komplexní modelové řešení pro 1D a 2D simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích. Výpočtové rovnice matematického modelu jsou uvedeny v manuálu [17], který je k dispozici u zhotovitele. Pro řešení problému 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 domény dávaly obě zmínované 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.

Matematickým modelem je popsán průtok vlastním korytem Bystřičky včetně souvisejících inundací 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. 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). Horní okrajovou podmínkou jsou hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} , a Q_{500} v Bystřičce dodaných ČHMÚ [8]. Dolní okrajovou podmínkou (DOP) je hodnota charakteristického sklonu hladiny v toku za předpokladu ustáleného rovnoměrného proudění. Pro stanovení stupně drsnosti byly používány klasifikace krajinného pokryvu podle ZABAGED [4] a doplňkově ortofotomapy [3].

Při výpočtu se uvažovalo s proměnným, automaticky řízeným časovým krokem, při němž nedojde k překročení Courantova kritéria na úrovni hodnoty $C = 2,5$. Výchozí časový krok odpovídal 2,5 sekundám, minimální uvažovaný časový krok pak 0,6 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

V zájmovém území a jeho okolí bylo zaměřeno celkem 147 příčných profilů, které vystihují morfologii koryta, a přilehlého inundačního území. Do výpočtového matematického modelu je zahrnuto 71 objektů na toku. Ve většině případů se jedná o hrázky a malé stupně. Tabulka č.7 přináší výčet mostů, lávek a významných stupňů. Nízké stupně nejsou v Tab. č. 7 uvedeny. Možnost manipulace na objektech nebyl modelem, vzhledem k jejich charakteru, uvažován.

Jezy a veškeré stupně byly zadány prostřednictvím vloženého příčného řezu, s nadefinovanými parametry přepadu. Mosty a lávky s výrazným podílem mostovky v rámci příčného řezu byly zadány jako propustky, přičemž byla respektována celková průtočná plocha, stejně jako niveleta horní a dolní hrany mostního otvoru. Hledaným parametrem byla v převažujícím množství případů šířka mostního otvoru. Kombinace použitého softwaru a aplikace 2D výpočtu pro inundaci i koryto neumožňuje striktní zachování hydraulických parametrů v celém rozsahu návrhových průtoků.

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

Tab. č. 7 Objekty vstupující do modelu, úsek MOV_13-01, Bystřička, km 5,801 – 8,800

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
5,800	most silniční	-	Bystřice pod Hostýnem
5,872	lávka pro pěší	-	Bystřice pod Hostýnem
5,927	jez	-	Bystřice pod Hostýnem
5,958	lávka pro pěší	-	Bystřice pod Hostýnem
6,129	jez	-	Bystřice pod Hostýnem
6,340	jez	-	Bystřice pod Hostýnem
6,471	jez	-	Bystřice pod Hostýnem
6,592	mostek	-	Bystřice pod Hostýnem
6,916	jez	-	Bystřice pod Hostýnem
6,959	most silniční	-	Bystřice pod Hostýnem
7,012	jez	-	Bystřice pod Hostýnem
7,066	jez	-	Bystřice pod Hostýnem
7,180	jez	-	Bystřice pod Hostýnem
7,224	most silniční	7,000	Bystřice pod Hostýnem
7,472	most silniční	7,190	Bystřice pod Hostýnem
7,611	most železniční - vlečka	7,300	Bystřice pod Hostýnem
7,758	most silniční	7,400	Bystřice pod Hostýnem
7,797	kamenný stupeň	-	Bystřice pod Hostýnem
7,907	most silniční	7,540	Bystřice pod Hostýnem
8,076	most	7,720	Bystřice pod Hostýnem
8,192	kamenný stupeň	-	Bystřice pod Hostýnem
8,243	most silniční	7,910	Bystřice pod Hostýnem
8,333	most	7,990	Bystřice pod Hostýnem
8,470	lávka pro pěší	8,160	Bystřice pod Hostýnem
8,642	lávka pro pěší	8,300	Bystřice pod Hostýnem
8,880	most silniční	8,880	Bystřice pod Hostýnem

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Drsnosti jednotlivých úseků Bystřičky byly zvoleny na základě hodnot použitých při zpracování map povodňového nebezpečí v r. 2012 a příslušné fotodokumentace [18, 19], doplňkově byly využity veřejně dostupné mapové aplikace.

Pro zadávání drsnosti je uvažováno letní období se vzrostlou vegetací. Drsnost koryta vyjádřena podle Mannigova součinitele byla odhadnuta na 0,038. Ve spodní polovině řešeného úseku byly v souladu s fotodokumentací [18, 19] použity drsnosti 0,040 až 0,045. V případě mostních profilů se u vrchní části omočeného obvodu uvažovalo se součinitelem 0,015. Drsnosti svahů a inundace byly zadávány na základě kategorie krajinného pokryvu. Přiřazení koeficientů drsnosti podle Manninga jednotlivým kategoriím území přináší Tab. č. 8.

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

Povrch	Orientační hodnoty součinitele drsnosti dle Manninga
koryto vodní toku, vodní plocha	0,038-0,045
areál účelové zástavby	0,05
parkoviště, odpočívka	0,02
hřbitov	0,06
okrasná zahrada, park	0,06
kůlna, skleník	0,25
ostatní plocha v sídlech	0,03
orná půda	0,04
ovocný sad, zahrada	0,05
trvalý travní porost	0,04
lesní půda se stromy	0,09
lesní půda s křovinatým porostem	0,08

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Horní okrajovou podmínkou (HOP) byly hodnoty kulminace N -letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} , a Q_{500} v toku Bystřička dodaných ČHMÚ [8], doplněné o odhad sklonu čáry energie. Horní okrajovou podmínku jsme umístili 250 metrů nad začátkem zájmového úseku. V Tab. č. 9 je uveden přehled HOP a použité doby výpočtu pro ustálení kulminačního průtoku v závěrovém profilu výpočetního úseku.

Jako dolní okrajovou podmínku (DOP) jsme aplikovali metodu tzv. normální hloubky ve vzdálenosti 500 m pod řešenou oblastí. Hodnota dolní okrajové podmínky byla v daném případě stanovena na základě charakteristického sklonu dna koryta v přilehlém úseku vodního toku (12 ‰).

Tab. č. 9 Hodnoty horních okrajových podmínek (HOP), počátečních podmínek (PP), délka simulovaného období

HOP	PP	Doba zvyšování průtoku	Doba pro ustálení
$Q_5 = 14 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q = 0 \text{ m}^3/\text{s}$	0:20 hod	01:40 hod
$Q_{20} = 27 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_5 = 14 \text{ m}^3/\text{s}$	0:20 hod	01:40 hod
$Q_{100} = 49 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{20} = 27 \text{ m}^3/\text{s}$	0:20 hod	01:40 hod
$Q_{500} = 81,8 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{100} = 49 \text{ m}^3/\text{s}$	0:20 hod	01:40 hod

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

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

V našem případě byla počáteční podmínka stanovena jako suché koryto, s tím, že následující časový úsek byl vyhrazen pro lineární nárůst průtoku na požadovanou kulminaci Q_5 . Doba pro zvyšování průtoku následně vystřídala dobu pro ustálení, která byla odhadnuta na základě známé celkové délky zájmového úseku a očekávané rychlosti postupu povodňové vlny. Doba pro ustálení bylo zapotřebí ověřit výpočtem, v daném případě ji však nebylo třeba navyšovat. Výpočet probíhal pro celý rozsah N -letých průtoků v rámci jediné simulace opakováním cyklu doby zvyšování průtoku a doby pro ustálení. Z důvodu zjednodušení uvádíme v Tab. č. 9 jako počáteční podmínku při výpočtu určité N -letosti kulminační průtok předchozí řešené N -letosti.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Nejistota výsledků hydrodynamického výpočtu je dána souhrnem nepřesností topologických a hydrologických podkladových dat, volbou měřítka časoprostorové schematizace řešeného problému a v neposlední řadě použitými numerickými metodami a softwarovými prostředky. Jako klíčový podklad byl použit DMR 5G, jehož charakteristická nepřesnost je udávána jako 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu. V rámci zájmového území se vyskytly výjimečné lokální vertikální nepřesnosti až do velikosti 4 m, stejně jako souvislé nepřesnosti (stovky metrů čtverečních) s výškovou chybou přesahující 1 m. V převážně většině zájmové oblasti (s výjimkou koryt vodotečí) se však DMR 5G ukázal jako velmi přesný popis skutečného povrchu. Doplněné pozemní zaměření koryta Bystřičky je provedeno v příčných řezech v průměrné vzájemné vzdálenosti 25 m. Je třeba zdůraznit, že provedená schematizace koryta, daná geometrickou interpolací mezi příčnými řezy, může mít zásadní vliv na zkreslení výsledků výpočtů.

Popis drsností vychází z terénního průzkumu a zohledňuje tzv. letní stav, kdy jsou koryta a zvláště pak inundace místně výrazněji zarostlé.

Další nejistotou může být aktuální stav koryta a inundace za povodně, množství nesených splavenin a tvoření bariér z plovoucích předmětů. Ve výpočtu je uvažováno se stavem „čistého“ koryta, bez omezení průtočnosti. Kapacitu koryta 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 inundace.

Nejistota dále spočívá v hydrologických údajích stanovených dle ČHMÚ. Je zřejmé, že údaje o N -letých vodách nejsou údaje neměnné. Při zpracování výpočtů jsou posuzovány veškeré dostupné hydrologické podklady - současně platné návrhové průtoky se porovnávají s historickými i „nedávno minulými“. Rozptyl hodnot N -letých údajů bývá v některých případech značný. Malé historické změny v určitém úseku naopak nemusí znamenat, že odhad N -letých průtoků je robustní. Je nezbytné vnímat též třídu přesnosti poskytovaných hydrologických údajů. Pro návrhovou hodnotu Q_{100} činí orientační směrodatná odchylka relativních chyb odhadu 40 %, pro průtok Q_{500} není obdobná charakteristika stanovena.

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

Kalibrační data nebyla v průběhu zpracování modelu k dispozici.

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 MOV_13-01 Bystřička, km 5,801 – 8,800

V řešeném úseku protéká Bystřička katastry Bystřice pod Hostýnem a Rychlov u Bystřice pod Hostýnem.

Koryto je kapacitní na Q_5 v celém řešeném úseku. Při průtoku Q_{20} dochází v horní části zájmového úseku postupně k zaplnění koryta a objevují se nevýznamné rozlivy na pravém břehu v blízkosti lávky v ř. km 8,470. Především však dochází k vybřežení těsně nad mostním objektem v ř. km 8,333. Rozliv se nachází na levém břehu v okolí kostela sv. Jiljí a pokračuje přes Masarykovo náměstí a dále ulicí Dolní. V bezprostředním okolí mostu v ř. km 7,907 se povodňové průtoky vrací zpět do koryta Bystřičky. Teprve při průtocích Q_{100} se objevují plošně rozsáhlé rozlivy, které začínají výše popsaným úsekem říční trati, ale především zasahují převážnou část zástavby ležící mezi tokem Bystřička a pravobřežní průmyslovou zónou. Hlavní osou rozlivu je ulice Přerovská, nicméně na křižovatkách dochází k rozdělení proudění do mnoha směrů a obtékání bloků i jednotlivých budov a dalších překážek. K vybřežení a návratu povodňových průtoků do koryta Bystřičky dále dochází na více místech, což přehledněji dokládají výsledné mapové výstupy. Při ustáleném průtoku Q_{500} rozlivy zasahují zástavbu Bystřice pod Hostýnem ve velkém měřítku, mimo jiné je ve větší míře dotčena také průmyslová zóna. Menší část povodňových průtoků se při průtocích Q_{100} a Q_{500} dostává přes zastavěné území v katastru Rychlov u Bystřice pod Hostýnem do koryta Rychlovského potoka.

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q_{500}) v řešeném úseku je dotčena obec Bystřice pod Hostýnem (v rámci katastru Bystřice pod Hostýnem a Rychlov u Bystřice pod Hostýnem).

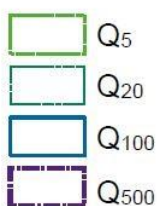
Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a svislicová rychlost proudu, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , kde hranice rozlivů jsou doprovázeny informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky a svislicové rychlosti 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. 7.

Rozlivy

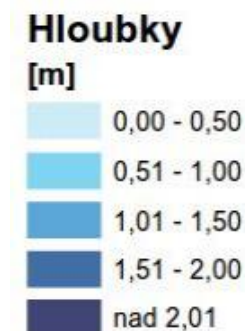


Obr. č. 7 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

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

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

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

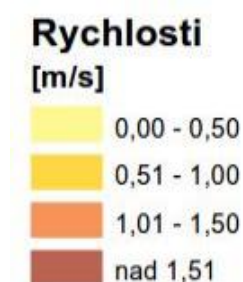


Obr. č. 8 Definice barev a intervalů hloubek

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

Údaje o svislicových rychlostech proudění vody byly 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. $1\text{ m} \times 1\text{ m}$.

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



Obr. č. 9 Definice barev a intervalů svislicových 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.