



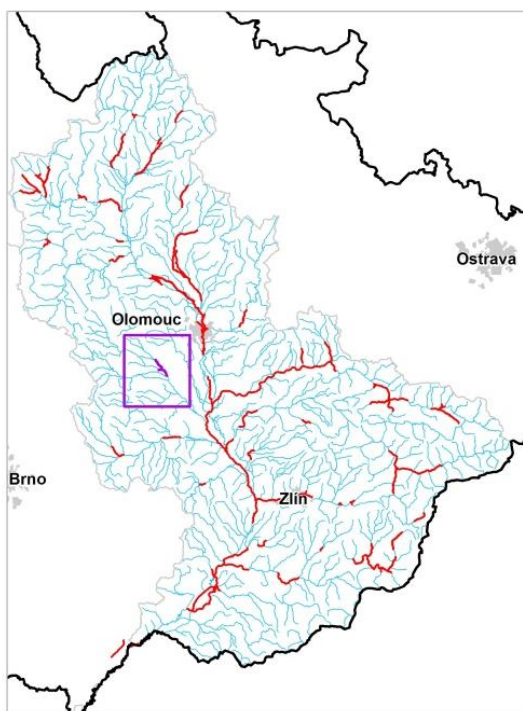
ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

ROMŽE – 10100066_1 (MOV_15-01) - Ř. KM 0,000 – 3,117

ČESKÝ POTOK – 10100510_1 (MOV_15-02) Ř. KM 0,000 – 3,313



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

ROMŽE – 10100066_1 (MOV_15-01) - Ř. KM 0,000 – 3,117

ČESKÝ POTOK – 10100510_1 (MOV_15-02) Ř. KM 0,000 – 3,313

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)	9
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	14
4.1	Schematizace řešeného problému	14
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	16
4.3	Způsob zadávání OP a PP	16
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 koryta a inundačních území	21
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	21
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	22
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	22
5.3	Popis kalibrace modelu	23
6	Výsledky	24
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	24
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	25
6.2.1	Rozlivy pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	25
6.2.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	25
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	25

6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	26
-----	---	----

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
DOP _(ROM)	dolní okrajová podmínka pro tok Romže
HOP	horní okrajová podmínka
HOP _(Č.P)	horní okrajová podmínka pro tok Český potok
HOP _(ROM)	horní okrajová podmínka pro tok Romže
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center - River Analysis System
LB	levý břeh/levobřežní
LG	limnigraf (vodočet)
OP	okrajová podmínka
PP	počáteční podmínka
PP _(Č.P)	počáteční podmínka pro tok Český potok
PP _(ROM)	počáteční podmínka pro tok Romže
PPO	protipovodňové opatření
PVPR	předběžné vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem
RZM	rastrová základní mapa
SOP	studie odtokových poměrů
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 Romže – 10100066_1 (MOV_15-01) – ř. km 0,000 – 3,117, Český potok – 10100510_1 (MOV_15-02) – ř. km 0,000 – 3,313 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 pro úseky se změnou dle Tab. č. 2;
- zpracování výsledků numerického modelování a vytvoření map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí).

V následující tabulce (Tab. č. 2) 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-111	MOV_15-01	Romže	3,117	úsek prodloužen o cca 0,770 m
-	MOV_15-02	Český potok	3,313	nový úsek

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. [13], [14] a také výstupy z 1. plánovacího cyklu zpracované firmou Pöyry Environment a.s. v r. 2012 [19].

2 Popis zájmového území

Zájmové území v této práci je rozděleno na několik dílčích úseků v závislosti na řešených tocích a rozsahu řešení:

- MOV_15-01 Romže:
 - o celý úsek – nový model.
- MOV_15-02 Český potok:
 - o celý úsek – nový model.

Předmětem zájmového území je úsek na toku Romže v km 0,000 – 3,117 s levobřežním přítokem Český potok v km 0,000 – 3,313* (Tab. č. 3, Obr. č. 1) a je řešen jako celek.

Tab. č. 3 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100066_1	MOV_15-01	Romže	0,000 – 3,117	4-12-01-038 4-12-01-044
10100510_1	MOV_15-02	Český potok	0,000 – 3,313	4-12-01-043

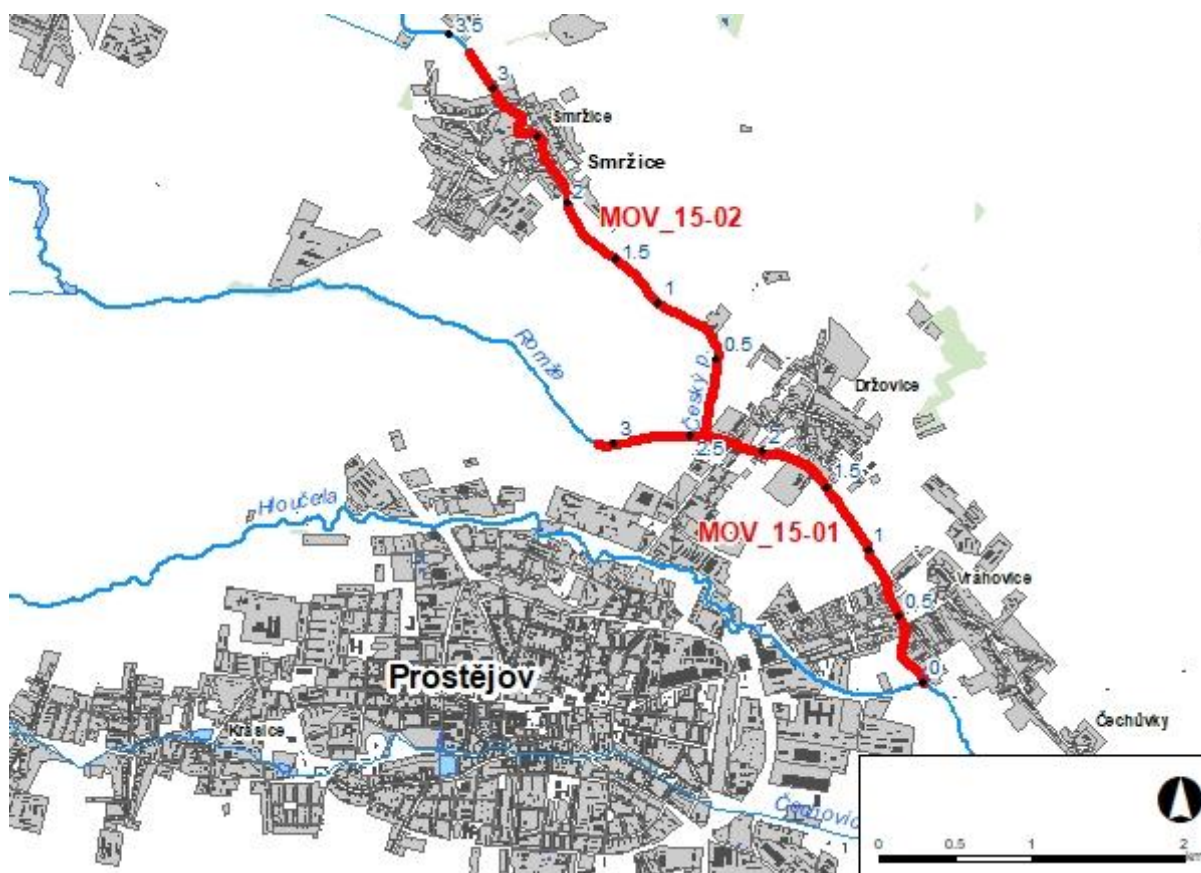
*) Komentář k používané kilometráži toku:

V celém projektu je používána kilometráž, která vychází z již zpracovaných studií Povodí Moravy, s.p. [13], [14].

Objekty mají tzv. administrativní kilometráž dle Technicko-provozní evidence toku (TPE) [11,12], tato slouží jako neměnný identifikátor jednotlivých objektů. Staničení objektů dle výpočtového modelu a dle TPE je uvedeno v kap. 5.2.1.

V povodí Romže ani v povodí Českého potoka nejsou vybudována žádná významná vodní díla.

Významným přítokem Romže v zájmovém území je levostranný přítok Českého potoka. Český potok žádné významné přítoky v řešeném území nemá.



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

2.1 Všeobecné údaje

Romže

Romže pramení u vesnice Dzbel na úpatí Dražanské vrchoviny v nadmořské výšce 485 m. Teče přibližně jihovýchodním směrem. Protéká obcemi Dzbel, Jesenec, Konice, Křemenec, Čunín, Maleny, Stražisko, Ptenský Dvůrek, Lutotín, Bílovice - Lutotín, kolem Kostelce na Hané do Držovic a Prostějova. Právě u Prostějova je po soutoku s řekou Hloučelou nazývána jako Valová, která ústí zprava do Moravy u Uhřetic v nadmořské výšce 192 m. Na svém horním toku byla dříve označována jako Jasenka.

Povodí Moravy, s.p. spravuje tok ve spodní části, od soutoku s Hloučelou v km 0,000 po silniční most Prostějov – Kostelec v km 6,028 (km TPE 6,120). Horní úsek toku je ve správě Lesů ČR.

Řeka měří cca 30,8 km a odvodňuje značnou část Prostějovska. Její povodí je protáhlé o rozloze 126,4 km², obhospodařované většinou intenzivně zemědělsky jako pole a louky. Podle dosavadních zkušeností tok v mimořádně suchých letech vysychá, zvláště na horním toku.

Tok je od km 0,000 po km 3,5 upraven, dále je neupraven s výjimkou úseků přehrázek v k. ú. Smržice.

Úsek 10100066_1 (MOV_15-01), Romže

V řešeném úseku protéká Romže katastrálním územím Vrahovice a Držovice na Moravě. Úsek začíná nad zástavbou Držovic na hranici katastrů Smržice a Držovice. Romže dále protéká Držovicemi, následně zemědělskou krajinou, zástavbou Vrahovic a končí v místě zaústění do Hloučely. Koryto je upraveno do tvaru jednoduchého lichoběžníku. V zájmovém území je 5 mostů, 4 lávky, železniční most a stupeň. Úsek Romže v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Český potok

Český potok (v dolním toku nazývaný Vyklíčka) pramení na k. ú. Čechy pod Kosířem v nadmořské výšce cca 311 m a protéká katastrálním územím obcí Služín, Stařehovice, Čelechovice na Hané, Kostelec na Hané, Smržice a Držovice, kde ústí do toku Romže. Délka toku od pramene po zaústění je cca 13,7 km. Plocha povodí je cca 48,9 km².

Zájmové území Českého potoka tvoří z převážné části aluviální náplavy, vzniklé v úzkém pruhu kolem potoka.

Z hlavních přítoků do Českého potoka zaústí na levém břehu Pěččínský potok v km 11,348. Na pravém břehu ve Stařehovicích ústí Stříbrný potok v km 7,723.

Mlýnská strouha je dalším vodním tokem. Tento umělý vodní náhon odvádí vodu z Romže v Bílovicích, protéká Kostelcem na Hané a ústí ve Smržicích do Českého potoka v km 3,712. Na svém toku zadržoval vodu pro několik mlýnů.

Mezi Smržicemi a Držovicemi býval větší rybník, kterým protékal potok Vyklíčka. Rybník byl udržován a patřil Plumlovské vrchnosti. V roce 1925 začaly Smržice se sousedními obcemi provádět rozsáhlou regulaci Českého potoka i s odvodňováním přilehlých pozemků. Vody ubylo a později byl rybník zasypán.

Posledním hlavním levobřežním přítokem je Studenecký potok v km 3,521.

Úsek 10100510_1 (MOV_15-02), Český potok

V řešeném úseku protéká Český potok katastrálním územím Držovice na Moravě a Smržice. Úsek začíná nad zástavbou Smržic u hospodářského mostu v km 3,313 (TPE 3,540), protéká zástavbou Smržovic, dále zemědělskou krajinou a nad Držovicemi zaústí do Romže v km 2,393. Koryto je upraveno do tvaru jednoduchého lichoběžníku, zaústění do Romže je opevněno, jinak je koryto nezpevněné. V extravilánu je koryto převážně hustě zarostlé keři, travinami nebo rákosem. V intravilánu jsou travnaté svahy koryta, které jsou pravidelně sečeny. Úsek Českého potoka v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.



Obr. č. 2 Přehledná mapa povodí Moravy a přítoků Váhu dle [15]

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Největší zaznamenaná povodeň v novodobé historii na řece Romži v limnigrafické stanici Stražisko, v obci Stražisko, je datována ke květnu 1984. Ke kulminaci došlo 6. 6. 1984 a limnigraf Stražisko zaznamenal vodní stav 151 cm, přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu 130 cm byla v srpnu 1966. K další významné povodni v novodobé historii došlo v květnu 1962 (vodní stav 120 cm) [20].

Největší zaznamenaná povodeň v novodobé historii na řece Romži v limnigrafické stanici Polkovice, v obci Polkovice, je datována ke květnu 1962. Ke kulminaci došlo 15. 5. 1962 a limnigraf Polkovice zaznamenal vodní stav 355 cm [21], přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu 336 cm byla v březnu 2006. K dalším významným povodním v novodobé historii došlo v srpnu 1985 (vodní stav 334 cm) a v červnu 2010 (vodní stav 325 cm) [21].

Největší zaznamenaná povodeň v novodobé historii na přítoku Romže na řece Hloučela v limnigrafické stanici Soběsuky, v obci Soběsuky, je datována k březnu 2006. Ke kulminaci došlo 29. 3. 2006 a v obci Soběsuky bylo dosaženo kolem 17,7 m³/s, tj. průtok cca Q_{100} [17], přičemž druhá největší povodeň 10 m³/s, tj. průtok cca Q_{20} , byla v červenci 1997.

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.: 11280554, 11280556, 11280558, 11280560, 11300552, 11300554, 11300556, 11300558, 11300560, 11320552, 11320554, 11320556, 11320558, 11320560, 11340552, 11340554, 11340556, 11340558, 11340560. 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 Romže, zpracovalo Povodí Moravy, s.p., útvar geodézie, únor 2010.
- [7] Geodetické zaměření Českého potoka, zpracovalo Povodí Moravy, s.p., útvar geodézie, 2009.
- [8] Hydrologická data – N-leté průtoky, ČHMÚ, 12/2018.
- [9] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu listopadu 2012. Pöry Environment a.s., Brno.
- [10] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu března 2019. AQUATIS a.s., Brno
- [11] Technicko provozní evidence toků – TPE Romže, Povodí Moravy, s.p., Brno.
- [12] Technicko provozní evidence toků – TPE Český potok, Povodí Moravy, s.p., Brno.
- [13] Záplavové území Romže (km 0,000 – 15,072), Povodí Moravy, s.p., 09/2010.
- [14] Záplavové území Českého potoka km 0,000 – 12,815, Povodí Moravy, s.p., 04/2011.
- [15] Plán dílčího povodí Moravy a přítoků Váhu, AQUATIS a.s., 2016.
- [16] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970.
- [17] www.pmo.cz, Stavy a průtoky na vodních tocích, březen 2019.
- [18] Studie ochrany před povodněmi na území Olomouckého kraje, Pöry Environment a.s., Brno, 03/2007.
- [19] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, Pöry Environment a.s., Brno, 07/2013.
- [20] Evidenční list hlásného profilu č. 332, tok Romže, lim. stanice Strážnicko. Aktualizace březen 2019.
- [21] Evidenční list hlásného profilu č. 334, tok Valová (Romže), lim. stanice Polkovice. Aktualizace březen 2019.
- [22] HEC-RAS 5.0 River Analysis System – User's Manual, US Army Corps of Engineers, 02/2016.
- [23] Fotodokumentace, Pöry Environment a.s., Brno, 2012.
- [24] Fotodokumentace, AQUATIS, a.s., Brno, 2019.
- [25] Numerický 1D+ model Romže v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2010.
- [26] 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 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

V rámci řešeného úseku byl vytvořen jeden digitální model terénu (DMT) Romže s levobřežním přítokem Českého potoka.

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 na předpokládaný rozliv Q_{500} s dostatečným přesahem. Výsledný DMT je zpracován z DMR 5G [1], který je doplněn o geodetické zaměření koryta [6] a [7]. 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 Romže zpracovalo Povodí Moravy, s.p. v roce 2010 [6]. Příčné profily jsou po cca 50 m a v místech změny příčného profilu koryta, nebo v místech technických objektů na toku (mosty, jezy...).

Geodetické zaměření Českého potoka bylo pořízeno pro zpracování záplavového území potoka v roce 2009 Povodím Moravy, s.p. [7]. Příčné profily jsou po cca 50 m a v místech změny příčného profilu koryta, nebo v místech technických objektů na toku (mosty, jezy...).

Polohopisný systém obou zaměření je S-JTSK, výškový systém je Balt po vyrovnání. Výkresová dokumentace je k dispozici u zhotovitele.

3.4 Hydrologická data

V Tab. č. 4 jsou uvedena hydrologická data použitá pro výpočet. Data byla ověřena u ČHMÚ koncem roku 2018 [8].

Rozdíly v hodnotách průtoků u profilu Českého potoka jsou nepatrné až na hodnotu pro Q_{500} , kde došlo ke snížení hodnoty až o 10 %.

V profilu Romže došlo ke snížení průtoků Q_5 o 19 % a Q_{20} o 11 %. U průtoků Q_{100} došlo oproti předchozím datům (Tab. č. 5) ke zvýšení hodnoty o 2,5 % a u Q_{500} o 6 %.

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
Český potok – nad Romží	11. 12. 2018	0,0	7,7	14,3	25	39,7	III.
Romže – nad Hloučelou	11. 12. 2018	0,0	11,4	21,9	42	73,3	II.

Tab. č. 5 Starší hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v m^3/s použité při zpracování 1. plánovacího cyklu [19]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Český potok – nad Romží	2009	0,0	7,9	14,5	25	44	III.
Romže – nad Hloučelou	2009	0,0	14,1	24,7	41	69,1	II.

Tab. č. 6 Historické hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v m^3/s [16]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Romže – nad Hloučelou	1970	0,0	20	34	50	-	

3.5 Místní šetření

V březnu 2019 byla provedena aktualizace terénního šetření [10], během které byla ověřena aktuálnost geodetického zaměření a modelu, který byl použit v 1. plánovacím období k výpočtu. Byly pořízeny fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území a citlivých objektů v možném záplavovém území Q_{500} . Nebyly zjištěny žádné zásadní změny v korytě ani v inundačním území.

3.6 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

Numerický jednorozměrný síťový (1D+) model Romže v programu MIKE 11 [26] byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2010 [25]. Model sloužil pro zpracování Záplavového území Romže [13]. Pro tvorbu modelu bylo využito geodetické zaměření [6], DMT a hydrologická data. V rámci modelu byly řešeny povodňové scénáře pro $Q_1 - Q_{100}$. Výpočet byl proveden pro neustálené nerovnoměrné proudění.

Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo simulováno ustálené nerovnoměrné proudění s využitím okrajových podmínek při kulminaci z výše uvedeného celkového modelu. Model vymezeného úseku byl sestaven společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy, s.p. v roce 2012.

Hydrologická data v modelu byla aktualizována a doplněna o povodňový scénář Q_{500} . Případné rozdíly stavu zjištěné z terénního průzkumu a výchozího modelu byly zohledněny.

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] a [7] 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] a [7] 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 inundačním území jsou dále zaměřeny liniové stavby podélné i příčné. Geodetické práce zpracovali geodeti Povodí Moravy, s.p.

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

Terénní průzkum byl proveden v listopadu 2012 v rámci 1. plánovacího cyklu a v březnu 2019 v rámci 2. plánovacího cyklu. Byla prověřena aktuálnost geodetického zaměření. Oproti 1. plánovacímu cyklu nebyly zjištěny žádné významné změny, které by mohly ovlivnit hydraulický výpočet.

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

Podkladem pro vyhodnocení byl výsledek ze stávajícího numerického 1D+ modelu Romže [25] zahrnující zájmový úsek v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2010 a aktualizován firmou Pöyry Environment a.s. v r. 2012.

Relevantní podkladová kalibrační data nebyla v řešeném úseku k dispozici. Model byl kalibrován dle rozsahu rozlivů zaznamenaných především při povodni v roce 2006.

4 Popis koncepčního modelu

V rámci této práce byl nově modelován a počítán prodloužený úsek toku Romže od km 0,000 do km 3,117 s levobřežním přítokem Českého potoka od km 0,000 do km 3,313. Pro výpočet byl použit 2D model neustáleného proudění. Okrajové podmínky (OP) řešení a celková doba simulace však byly zvoleny takovým způsobem, aby prezentované výsledky popisovaly stav 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 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.

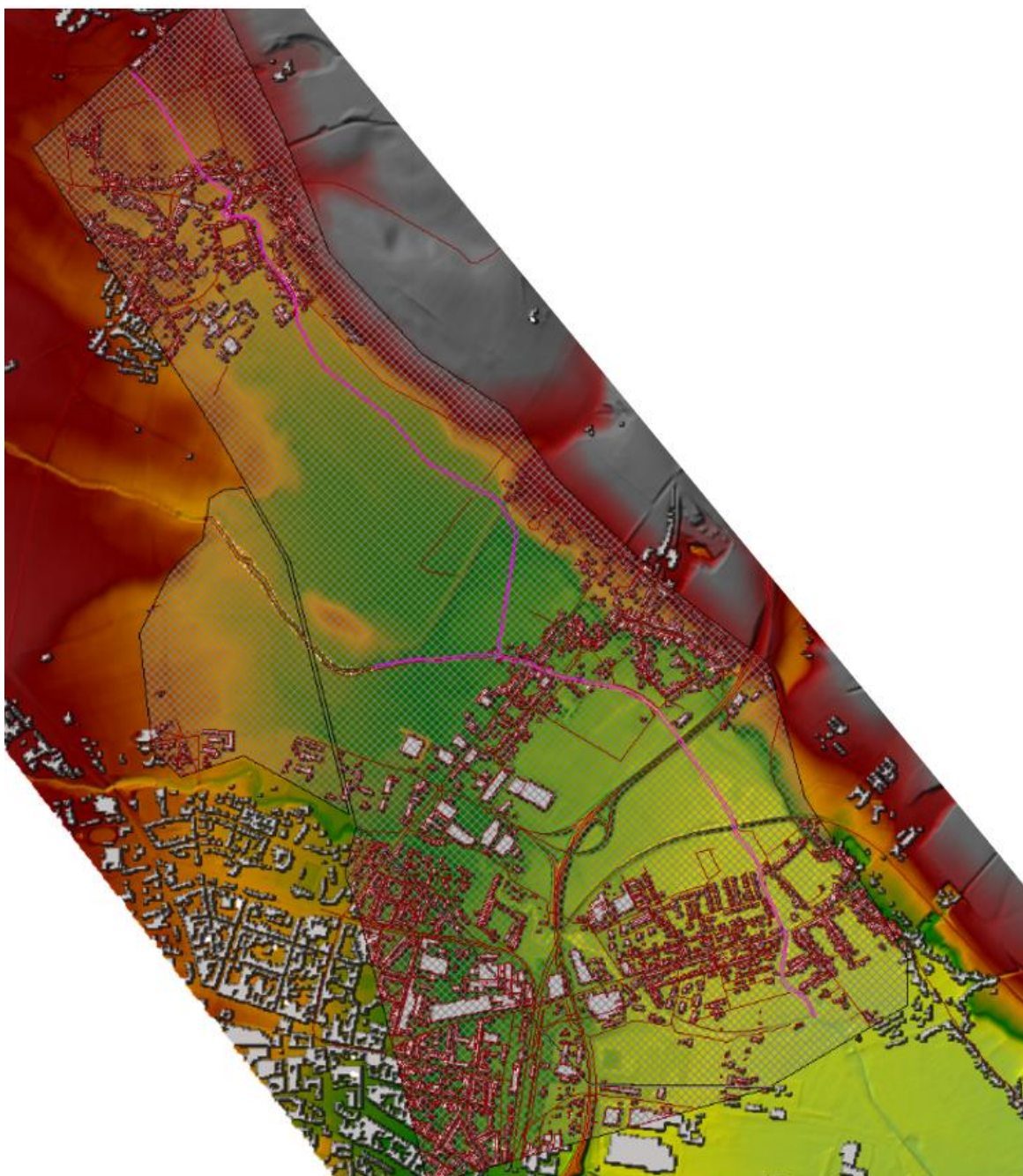
V rámci zpracování jsme s ohledem na charakter proudění, dostupná data a požadavky na výsledky zvolili 2D schematizaci, tedy byl vyhotoven 2D model proudění. Výhodou 2D modelu proudění oproti 1D, 1D+ a kombinaci 1D a 2D modelu je přesnější popis proudění v území, snadná vizuální kontrola výsledků a možnost 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.

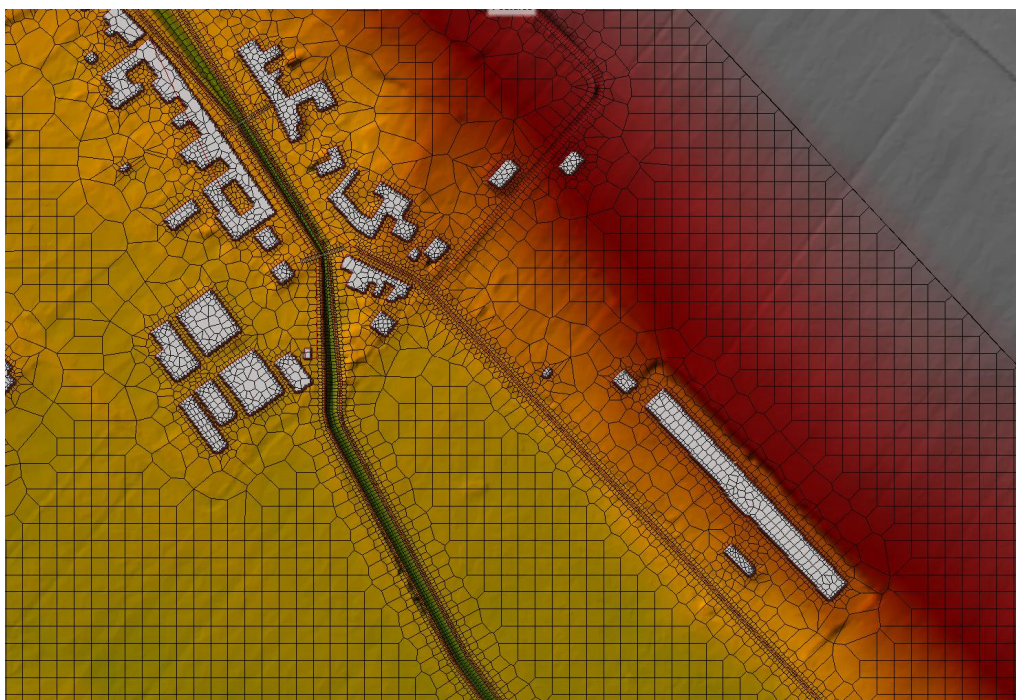
2D modelem bylo popsáno proudění vlastním korytem Romže a přítoku Českého potoka včetně souvisejících inundačních území. Některé objekty byly řešeny 1D nebo kombinací 1D a 2D.

4.1 Schematizace řešeného problému

V rámci vytváření 2D modelu byla provedena schematizace náhradní oblasti pomocí nepravidelné mnohoúhelníkové výpočetní sítě (Obr. č. 3). Základem byla ortogonální síť s velikostí prvku $10,0\text{ m} \times 10,0\text{ m}$. Pomocí povinných hran byla u koryta toku, objektů a liniových prvků zvolena velikost prvku $1,0\text{ m} \times 1,0\text{ m}$, aby byl co nejpřesněji vystižen skutečný tvar terénu (Obr. č. 4). Použité soubory povinných hran zahrnují budovy a bloky budov, liniové stavby a břehové hrany koryta. Celá výpočetní síť měla 474 576 buněk.



Obr. č. 3 Schéma výpočetní sítě modelu pro úsek MOV_15-01 v km 0,000 - 3,117 a MOV_15-02 v km 0,000 – 3,313



Obr. č. 4 Detail výpočetní sítě

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 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

V rámci modelovaného úseku MOV_15-01 v km 0,000 - 3,117 a MOV_15-02 v km 0,000 - 3,313 byly zadány dvě horní okrajové podmínky (HOP) a jedna dolní okrajová podmínka (DOP).

První horní okrajovou podmínku tvoří průtoky, které při ustálení odpovídají hodnotám N -letých průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} dodaných ČHMÚ [8] na toku Romže (HOP_{ROM}). Druhou horní okrajovou podmínku tvoří průtoky, které při ustálení odpovídají hodnotám N -letých průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} dodaných ČHMÚ [8] na přítoku Český potok ($HOP_{Č.P.}$).

Do dolní okrajové podmínky (DOP_{ROM}) byla zadána měrná křivka v dolním úseku Romže nad soutokem s Hloučelou. Data dodal ČHMÚ [8].

Výpočet je zahájen na „suchém“ modelu. Na začátku simulace je u obou HOP průtok Q_1 , který je menší, než je kapacita koryta vodního toku, a je plynule zvyšován 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} . 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} .

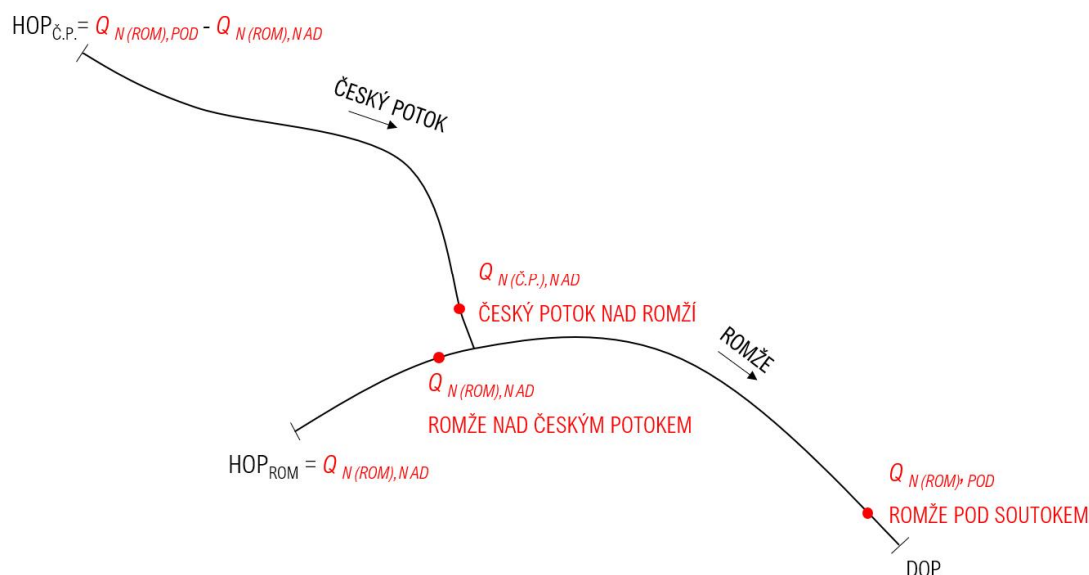
Přehled dob zvyšování průtoku a dob na ustálení je uveden v kap. 5.2.3 v Tab. 11 a 12.

Dolní úsek je řešen souběhem povodní z více větví – hlavního toku Romže (MOV_15-01) a přítoku Český potok (MOV_15-02). Byly provedeny dvě varianty výpočtu s ohledem na rozdělení povodňových průtoků.

Pro vynesení rozlivů byla uvažována obálka maximálních rozlivů z těchto dvou uvažovaných scénářů.

Varianta č. 1 – N -leté povodňové průtoky $Q_{N(ROM),NAD}$ na hlavním toku Romže (profil Romže nad Českým potokem) se doplňuje z Českého potoka (profil Český potok nad Romží) takovým průtokem ($Q_{N(ROM),POD} - Q_{N(ROM),NAD}$), aby součet odpovídal příslušnému N -letému průtoku pod soutokem $Q_{N(ROM),POD}$, tedy v profilu Romže pod soutokem viz Obr. č. 5. Pro N -leté povodňové průtoky $Q_{N(ROM),NAD}$ nebyla dostupná hydrologická data, proto byly průtoky odvozeny rozdílem průtoků mezi hydrologickými profily Romže nad Hloučelou, Romže nad Českým potokem a Romže mezi Českým potokem a Hloučelou v závislosti na velikosti povodí.

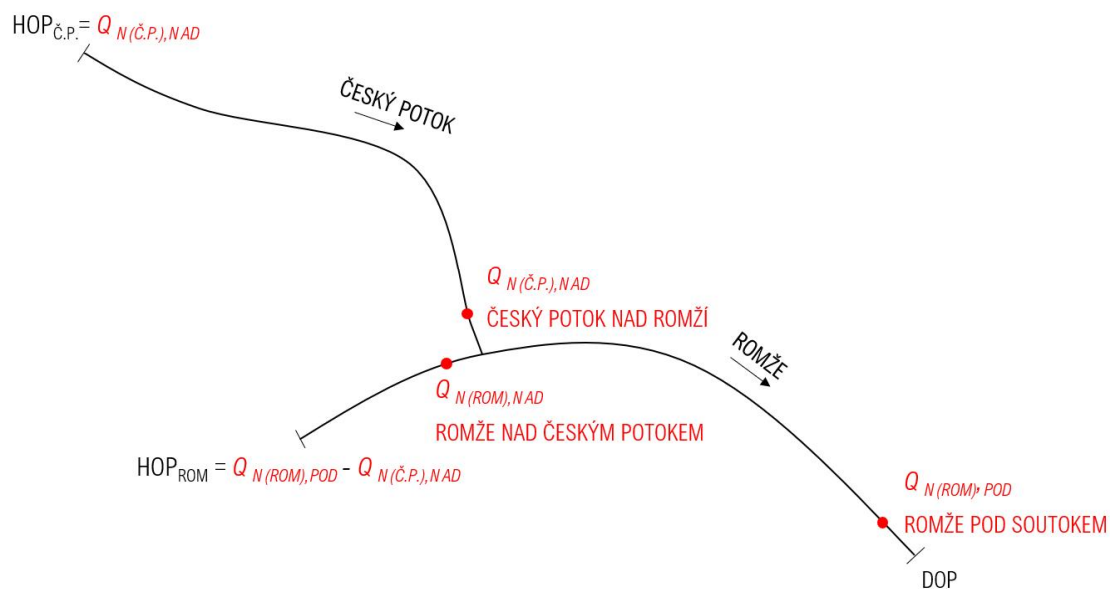
Varianta 1.



Obr. č. 5 Schéma zadávání OP pro variantu 1.

Varianta č. 2 – N -leté povodňové průtoky $Q_{N(\check{C}.P.),NAD}$ na vedlejším toku Český potok (profil Český potok nad Romží) se doplňuje z Romže (profil Romže nad Českým potokem) takovým průtokem ($Q_{N(ROM),POD} - Q_{N(\check{C}.P.),NAD}$), aby součet odpovídal příslušnému N -letému průtoku pod soutokem $Q_{N(ROM),POD}$, tedy v profilu Romže pod soutokem, viz Obr. č. 6.

Varianta 2.



Obr. č. 6 Schéma zadávání OP pro variantu 2.

5 Popis numerického modelu

V rámci této práce byl nově modelován a počítán prodloužený úsek Romže od km 0,000 do km 3,117 s levobřežním přítokem Českého potoka od km 0,000 do 3,313.

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 [22]. 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 řeky Romže a levostranného přítoku Českého potoka včetně souvisejících inundačních území a veškerých objektů.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Vstupními daty numerického modelu jsou data z geodetického pozemního měření [6] a [7] v podobě příčných řezů, z nichž je vygenerován model koryta toku Romže a levostranného přítoku Český potok. Model povrchu inundačního území je vytvořen na základě DMR 5G [1]. Digitální povrch terénu použitý ve výpočtu je vytvořen propojením zaměření koryta, digitálního modelu reliéfu a objektů (budov). Bližší informace o přípravě DMT popisuje kapitola 3.3.1. Horní okrajové podmínky jsou hodnoty N -letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Romži (HOP_{ROM}) a Českém potoce ($HOP_{Č.P}$) dodaných ČHMÚ [8]. Způsob jejich zadávání popisuje kapitola 4.3. Do DOP_{ROM} byla zadána měrná křivka v dolním úseku Romže nad soutokem s Hloučelou [8].

Pro stanovení součinitele drsnosti byly používány ortofotomapy [3] a fotodokumentace [23] a [24] pořízená při terénním průzkumu, který proběhl v rámci projektu Mapy povodňových rizik 2012 a 2019.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Do výpočtového modelu jsou zahrnuty veškeré objekty na toku (Tab. č. 7 a 8).

Objekty jsou řešeny různými přístupy.

U 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 nebyla uvažována. 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, Romže (MOV_15-01) km 0,000 – 3,117

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
2,473	Stupeň	-	Držovice
2,234	Silniční most	2,250	Držovice
2,226	Lávka pro pěší	2,243	Držovice
2,198	Přechod potrubí DN 700	-	Držovice
2,197	Přechod potrubí DN 500	-	Držovice
2,123	Přechod potrubí DN 200	-	Držovice
2,089	Lávka pro pěší	-	Držovice
1,616	Hospodářský most	1,903	Držovice
1,448	Dálniční most	1,743	Držovice
1,431	Hospodářský most	1,725	Držovice
0,986	Železniční most	0,980	Držovice
0,454	Přechod potrubí DN 400	-	Prostějov - Vrahovice
0,445	Silniční most	0,420	Prostějov - Vrahovice
0,131	Lávka pro pěší	0,136	Prostějov - Vrahovice

Tab. č. 8 Objekty vstupující do modelu, Český potok (MOV_15-02) km 0,000 – 3,319

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
3,313	Hospodářský most	3,540	Smržice
3,129	Stupeň	-	Smržice
2,914	Lávka	-	Smržice
2,906	Silniční most	2,990	Smržice
2,899	Lávka	-	Smržice
2,711	Most	-	Smržice
2,672	Most	2,690	Smržice
2,570	Silniční most	2,590	Smržice
2,561	Lávka	-	Smržice
2,302	Silniční most	2,290	Smržice
2,293	Lávka	-	Smržice
2,176	Lávka	2,150	Smržice
0,838	Hospodářský most	0,835	Držovice
0,259	Hospodářský most	0,250	Držovice
0,009	Hospodářský most	0,010	Držovice

5.2.2 Drsnosti koryta a inundačních území

Hodnoty součinitelů drsnosti jednotlivých úseků byly zadány na základě místních šetření v zájmové lokalitě a při nich pořízených fotodokumentací [9] a [10].

Pro zadávání hodnot součinitelů drsnosti je uvažováno letní období se vzrostlou vegetací. Způsob jejich zadávání v objektech byl popsán výše v kapitole 5.2.1. Hodnoty použitých součinitelů drsnosti jsou v Tab. č. 9.

Tab. č. 9 Orientační hodnoty součinitelů drsnosti dle Manninga použité při výpočtu úseku MOV_15-01 a MOV_15_02

Povrch	Orientační hodnoty součinitele drsnosti dle Manninga
koryto vodního toku, vodní plocha	0,035-0,055
areál účelové zástavby	0,05
lesní půda se stromy	0,09
lesní půda s křovinatým porostem	0,08
orná půda	0,04
ostatní plocha v sídlech	0,03
ovocný sad, zahrada	0,05
skalní útvary	0,06
trvalý travní porost	0,035

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Horní okrajové podmínky tvořily hodnoty N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Romži a Českém potoce dodaných ČHMÚ [8]. V Tab. č. 10, 11 a 12 je uveden přehled HOP, DOP a PP pro obě varianty.

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.

Tab. č. 10 N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení v m^3/s [8]

Úsek / N- leté průtoky Q_N	Úsek toku (km od - do)	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Poznámka
Český potok nad Romží	0,000 – 3,319	7,7	14,3	25,0	39,7	
Romže nad Hloučelou	0,000 – 3,117	11,4	21,9	42,0	73,3	

Tab. č. 11 Hodnoty $HOP_{(ROM)}$, $PP_{(ROM)}$, doba výpočtu v Romži v km 0,000 – 3,117

Varianta	$HOP_{(ROM)}$ [m ³ /s]	$PP_{(ROM)}$ [m ³ /s]	Doba zvyšování průtoku [hod]	Doba pro ustálení [hod]
Varianta č. 1	$Q_5 = 8,01$	$Q_1 = 3,86$	7:00	12:00
	$Q_{20} = 15,38$	$Q_5 = 8,01$	10:00	16:00
	$Q_{100} = 29,50$	$Q_{20} = 15,38$	4:30	28:00
	$Q_{500} = 51,49$	$Q_{100} = 29,50$	6:00	20:00
Varianta č. 2	$Q_5 = 3,70$	$Q_1 = 2,60$	7:00	12:00
	$Q_{20} = 7,60$	$Q_5 = 3,70$	10:00	25:00
	$Q_{100} = 17,00$	$Q_{20} = 7,60$	4:30	28:00
	$Q_{500} = 33,60$	$Q_{100} = 33,60$	6:00	20:00

Tab. č. 12 Hodnoty $HOP_{(Č.P.)}$, $PP_{(Č.P.)}$, doba výpočtu v Českém potoce v km 0,000 – 3,319

	$HOP_{(Č.P.)}$ [m ³ /s]	$PP_{(Č.P.)}$ [m ³ /s]	Doba zvyšování průtoku [hod]	Doba pro ustálení [hod]
Varianta č. 1	$Q_5 = 7,7$	$Q_1 = 2,9$	7:00	12:00
	$Q_{20} = 14,3$	$Q_5 = 7,7$	10:00	16:00
	$Q_{100} = 25$	$Q_{20} = 14,3$	4:30	28:00
	$Q_{500} = 39,7$	$Q_{100} = 39,7$	6:00	20:00
Varianta č. 2	$Q_5 = 3,39$	$Q_1 = 1,64$	7:00	12:00
	$Q_{20} = 6,52$	$Q_5 = 3,39$	10:00	25:00
	$Q_{100} = 12,50$	$Q_{20} = 6,52$	4:30	28:00
	$Q_{500} = 21,81$	$Q_{100} = 12,50$	6:00	20:00

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Požaduje se výsledek ustáleného proudění. Pro simulaci je však potřeba vycházet ze suchého modelu nebo z výstupů simulace menšího průtoku. PP výpočtu je tedy v tomto případě vždy výstup z předchozí simulace. V Tab. č. 11 a 12 je uveden přehled PP a doby výpočtu potřebné pro ustálení.

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 50 m. Provedená schematizace koryta mezi příčnými řezy tak může mít vliv na zkreslení výsledků výpočtů.

Popis drsností vychází z terénního průzkumu a zohledňuje tzv. letní stav, kdy jsou koryto a inundační území výrazněji zarostlé.

Nejistotou může být rovněž aktuální stav koryta a inundačního území za povodně, množství transportovaných splavenin a tvoření zátaras z plovoucích předmětů. Ve výpočtu je uvažováno se stavem „čistého“ koryta, bez omezení průtočnosti. Kapacitu koryta dále ovlivňuje stav nánosů nebo naopak zahlubování koryta. Při větších povodních navíc dochází k porušení opevnění koryta, výmolům, břehovým nátržím, k porušení hrází nebo násypů a valů. Povodeň je rovněž značně ovlivněna aktuálním stavem inundačního území.

Nejistota dále spočívá v hydrologických údajích stanovených dle ČHMÚ. Je zřejmé, že údaje o N -letých průtocích nejsou údaje neměnné. Při zpracování výpočtů jsou tedy posuzovány veškeré dostupné hydrologické podklady – tedy současně platné se porovnávají s historickými i „nedávno minulými“. Rozptyl hodnot N -letých údajů bývá někdy značný. Je nutno zhodnotit i třídu přesnosti poskytovaných hydrologických údajů.

Kromě výše uvedeného je třeba vnímat zvýšenou nejistotu výsledků spojenou s absencí kalibračních dat. V některých případech, kdy bylo možné uvažovat vstupní charakteristiky v širším rozmezí, jsme volili raději hodnoty méně příznivé z hlediska dopadů povodňových událostí. Ve smyslu výše uvedeného mohou být výsledky mírně zkresleny na stranu bezpečnosti.

5.3 Popis kalibrace modelu

Pro model v řešeném úseku nebyla relevantní kalibrační data. Model nebyl kalibrován.

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Mezi výsledky výpočtů patří 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 – obálka maximálních rozlivů z obou uvažovaných scénářů (viz kap. 4.3) a rastrové vrstvy hloubek, svislicových rychlostí a úrovní hladin ve formátu *.tif – jednotlivé rastry znázorňují maximum z obou uvažovaných scénářů. Grafickým výstupem jsou mapy povodňového nebezpečí, a to mapa rozlivů, mapy hloubek a mapy svislicových rychlostí pro jednotlivé řešené kulminační průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} .

Úsek MOV_15-01 Romže, km 0,000 – 3,117

V řešeném úseku jsou zaplavovány objekty na k. ú. Držovice a Vrahovice.

Koryto je při Q_5 po celé délce toku Romže kapacitní. Vybřezovat začíná při Q_{20} v oblasti před hospodářským mostem (km 1,616) na oba břehy, z větší části na pravý břeh. K mírnému rozlivu dále dochází za železničním mostem (km 0,986) a před soutokem Romže s Hloučelou. Po celé délce úseku je dotčen pouze jeden objekt.

K výraznějším rozlivům dochází při průtoku Q_{100} již před soutokem s Českým potokem. Zaplaveny jsou z velké části zemědělsky obhospodařované pozemky a na pravém břehu i část zástavby. Pod soutokem se rozliv dostává k ulici Sebastiniho a je ohraničen dálnicí D46. Mezi dálničním mostem (km 1,448) a železničním mostem (km 0,986) jsou zasaženy pouze zemědělské pozemky. Za železničním mostem rozliv postihuje převážně zástavbu na levém břehu po ulici Jano Köhlera a na pravém břehu po ulici Otakara Ostrčila.

Rozliv Q_{500} oproti Q_{100} na levém břehu za soutokem s Českým potokem zaplavuje zastavěné území po ulici Svadůvky a SNP. Na pravém břehu je v porovnání s Q_{100} zasažena navíc Obchodní galerie Arkáda. Za železničním mostem (km 0,986) je postižena převážně zástavba na levém břehu téměř po ulici Čs. odboje a Ivana Olbrachta, na pravém břehu po ulici Bohuslava Martinů, Jana Rokycany a Krumlovského.

Úsek MOV_15-02 Český potok, km 0,000 – 3,313

V řešeném úseku jsou zaplavovány objekty v obci Smržice a Držovice.

V obci Smržice dochází k vybřezení vody z koryta již při průtoku Q_5 . Převážná část budov je zasažena především na pravém břehu Českého potoka cca od km 2,250 do km 3,000. V obci Držovice jsou objekty zaplaveny pouze okrajově na levém břehu v blízkosti soutoku Českého potoka a Romže. Zbývající zaplavenou plochu tvoří zemědělské pozemky.

Při průtoku Q_{20} dochází k menšímu rozlivu na levém břehu, kde se nachází minimum zaplavených objektů. Výraznější rozliv nastává v rozmezí od km 2,000 do km 3,000 na pravém břehu obdobně jako u Q_5 . Rozliv zasahuje až k Základní škole a Mateřské škole Smržice. Pod obcí Smržice jsou zasaženy zemědělské pozemky na levém břehu cca 120 m, na pravém břehu až cca 700 m od osy toku. V obci Držovice rozliv Q_{20} stejně jako Q_5 postihuje zastavěnou část pouze okrajově u soutoku s Romží. Zbývající zaplavenou plochu tvoří jak na levém, tak i na pravém břehu zemědělské pozemky.

U rozlivu Q_{100} jsou v obci Smržice podobně jako u Q_{20} zasaženy především objekty na pravém břehu. Rozliv dosahuje až k ulici Kobližnice. Pod obcí Smržice jsou zaplaveny zemědělské pozemky na levém břehu cca 140 m, na pravém břehu až cca 730 m od osy toku. Rozliv Q_{100} zasahuje v obci Držovice po ulici Olomoucká. Postiženo je pouze pár objektů. Zbývající zaplavenou plochu na obou březích tvoří zemědělské pozemky.

Při Q_{500} je v porovnání s Q_{100} na levém břehu výraznější rozliv při nátoky Českého potoka do Smřic. Dochází zde k zaplavení místní hřiště. Na pravém břehu je zasažena téměř polovina obce Smržice a velká část zemědělských pozemků mezi obcemi Smržice a Držovice. V obci Držovice dochází k propojení rozlivů z Českého potoka a Romže.

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

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

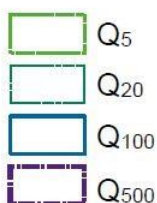
Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a svislicová rychlost proudění, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , kde hranice rozlivů jsou doprovodnými informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky a svislicové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

Rozlivy



Obr. č. 7 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

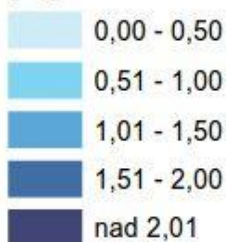
6.2.2 Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

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 m × 1 m.

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

Hloubky

[m]



Obr. č. 8 Definice barev a intervalů hloubek

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

Údaje o svislicových rychlostech byly zpracovány do georeferencovaného formátu *.tif přímo s použitím programového vybavení HEC-RAS a následně upraveny s použitím nástrojů GIS. Rozlišení rastrů svislicových rychlostí 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. 9.

Rychlosti

[m/s]



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. Model nebylo možné kalibrovat, protože nebyla k dispozici relevantní kalibrační data, jak je uvedeno v kapitole 5.3. Nejistoty v zobrazení výsledků jsou dány hustotou výpočetní sítě a požadavky na rozlišení rastru pro vyobrazení výsledků.

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.