



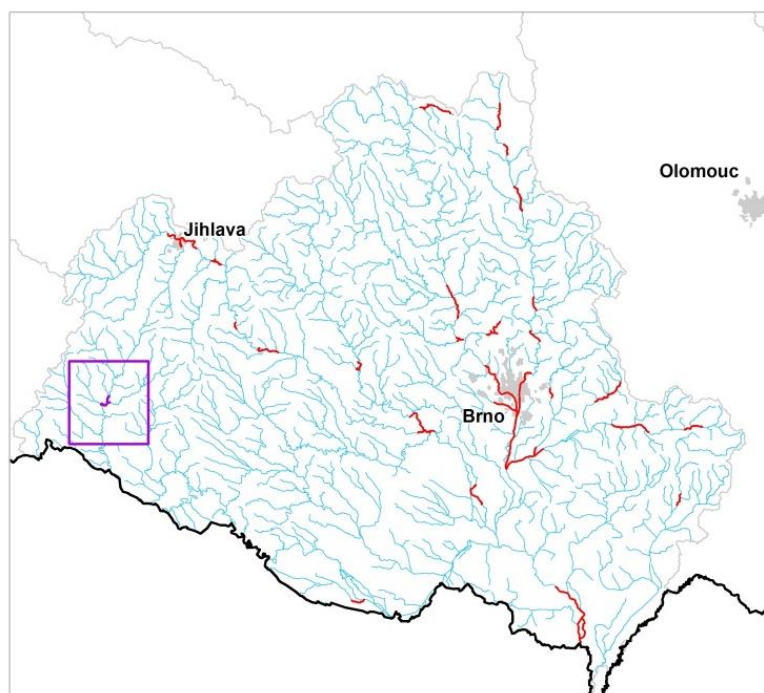
ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

DÍLČÍ POVODÍ DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

MORAVSKÁ DYJE – 10100057_1 (DYJ_16-01) - Ř. KM 21,231– 25,080

VÁPOVKA – 10100184_1 (DYJ_16-02) - Ř. KM 0,000 – 0,463



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

MORAVSKÁ DYJE – 10100057_1 (DYJ_16-01) - Ř. KM 21,231– 25,080

VÁPOVKA – 10100184_1 (DYJ_16-02) - Ř. KM 0,000 – 0,463

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

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	12
3.1	Soupis zpráv a dokumentů	12
3.2	Související předpisy	12
3.3	Topologická data	13
3.3.1	Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu	13
3.3.2	Mapové podklady	13
3.3.3	Geodetické podklady	13
3.4	Hydrologická data	13
3.5	Místní šetření	14
3.6	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady	14
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů	15
4	Popis koncepčního modelu	16
4.1	Schematizace řešeného problému	16
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	18
4.3	Způsob zadávání OP a PP	18
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	23
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	23
5.3	Popis kalibrace modelu	23
6	Výsledky	24
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	24
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}	25
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	25

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

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
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
LB	levý břeh/levobřežní
LG	limnigraf (vodočet)
OP	okrajová podmínka
PP	počáteční podmínka
PPO	protipovodňové opatření
PVPR	Předběžné vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem
RZM 10	rastrová základní mapa 1 : 10 000
SOP	studie odtokových poměrů
TPE	Technicko - provozní evidence
TNV	odvětvová technická norma
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 **Moravská Dyje – 10100057_1 (DYJ_16-01) – ř. km 21,231 – 25,080 a Vápovka – 10100184_1 (DYJ_16-02) – ř. km 0,000 – 0,463** 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-62	DYJ_16-01	Moravská Dyje	3,849	Změna hydrologie přítoku Vápovky, aktualizace DMT
PM-63	DYJ_16-02	Vápovka	0,463	Změna hydrologie, aktualizace 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. [12], [13] 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:

- DYJ_16-01 Moravská Dyje
 - celý úsek – celý nový model.
- DYJ_16-02 Vápovka
 - celý úsek – celý nový model.

Předmětem řešeného území je úsek na řece Moravská Dyje v km 21,231– 25,080* a Vápovka v km 0,000– 0,463* (Obr. č. 1).

Tab. č. 3 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100057_1	DYJ_16-01	Moravská Dyje	21,231 - 25,080	4-14-01-024 4-14-01-034 4-14-01-040
10100184_1	DYJ_16-02	Vápovka	0,000 – 0,463	4-14-01-033

*) Komentář k používané kilometrži toků

V celém projektu je používána kilometráž, která vychází z již zpracovaných studií Povodí Moravy, s.p. [12], [13].

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. 4 je uvedeno porovnání staničení dle PVPR a dle geodetického zaměření [6], které je používáno v celém projektu.

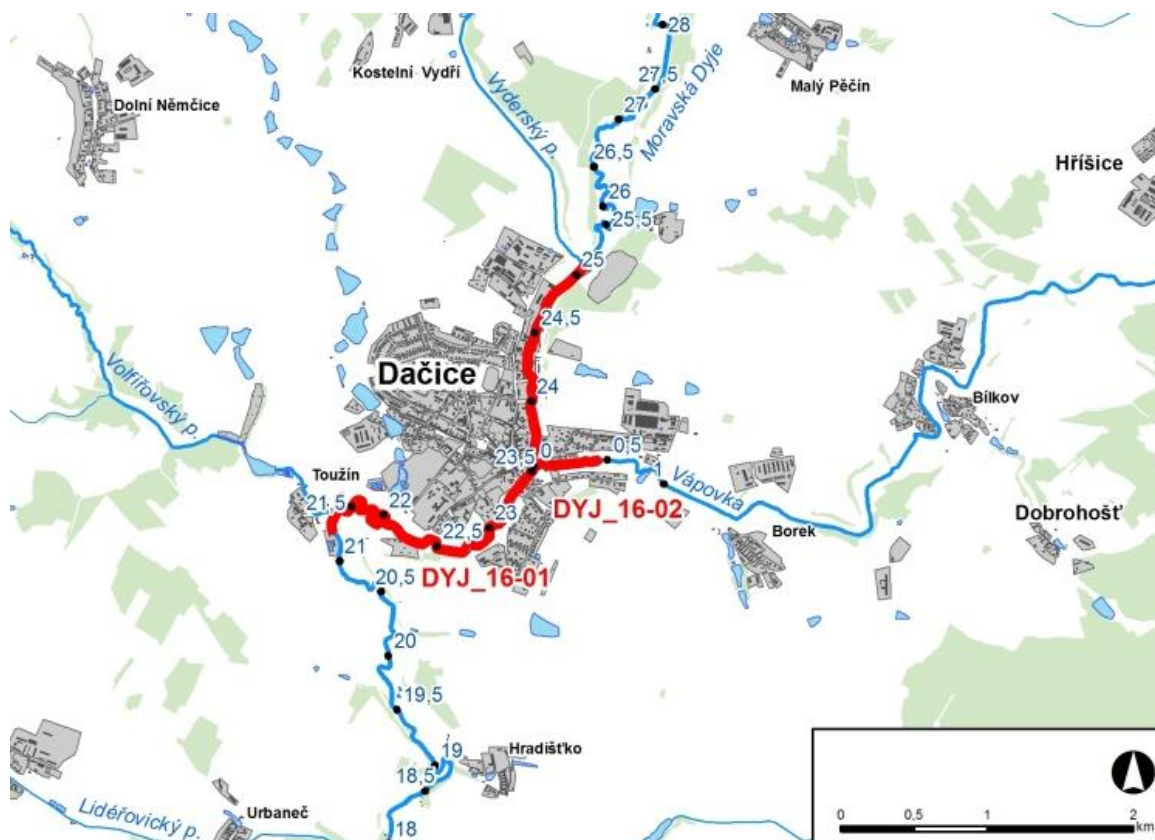
Tab. č. 4 Srovnání staničení

Tok	Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
Moravská Dyje	21,074 – 24,898	21,231 – 25,080
Vápovka	0,000 – 0,441	0,000 – 0,463

Objekty mají tzv. administrativní kilometráž dle Technicko-provozní evidence toku (TPE) [10,11], tato slouží jako neměnný identifikátor jednotlivých objektů. Staničení objektů dle výpočtového modelu a dle TPE je uvedeno v kap. 5.2.1.

Vodní díla: v zájmovém území se nachází množství menších rybníků, zejména na Rybníčním potoce – PB přítoku Moravské Dyje v Dačicích a dále na Volfířovském potoce, Vyderském potoce, Boreckém potoce a několika dalších bezejmenných přítocích.

Přítoky Moravské Dyje v zájmovém úseku: Vyderský potok, Vápovka, Rybníční potok, Volfířovský potok.
Vápovka v zájmovém úseku nemá žádný významný přítok.



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

2.1 Všeobecné údaje

Tok Moravská Dyje pramení na Českomoravské vrchovině asi 3 km jv. od Třešti na Jihlavsku v nadmořské výšce 656,7 m. Moravská Dyje v celé délce teče převážně jižním směrem, plochým údolím, téměř bez lesů. Protéká okolím města Telče, poté Dačicemi a u Písečné opouští české území. Ústí do řeky Dyje na území Rakouska v Raabasu. Největším přítokem na našem území je Vápvka. V povodí se nachází 821 vodních ploch s celkovou rozlohou 625,21 ha. Největší z nich jsou vodní nádrž Nová Říše (45,00 ha) a rybníky Smíchov (21,08 ha) a Řibřid (20,37 ha).

Délka toku je 55,560 km a plocha povodí na území ČR 561,73 km².

Tok Vápvka vzniká soutokem dvou drobných potůčků u Nepomuků v nadmořské výšce 670 m. Ústí zleva do Moravské Dyje v Dačicích v nadmořské výšce 460 m.

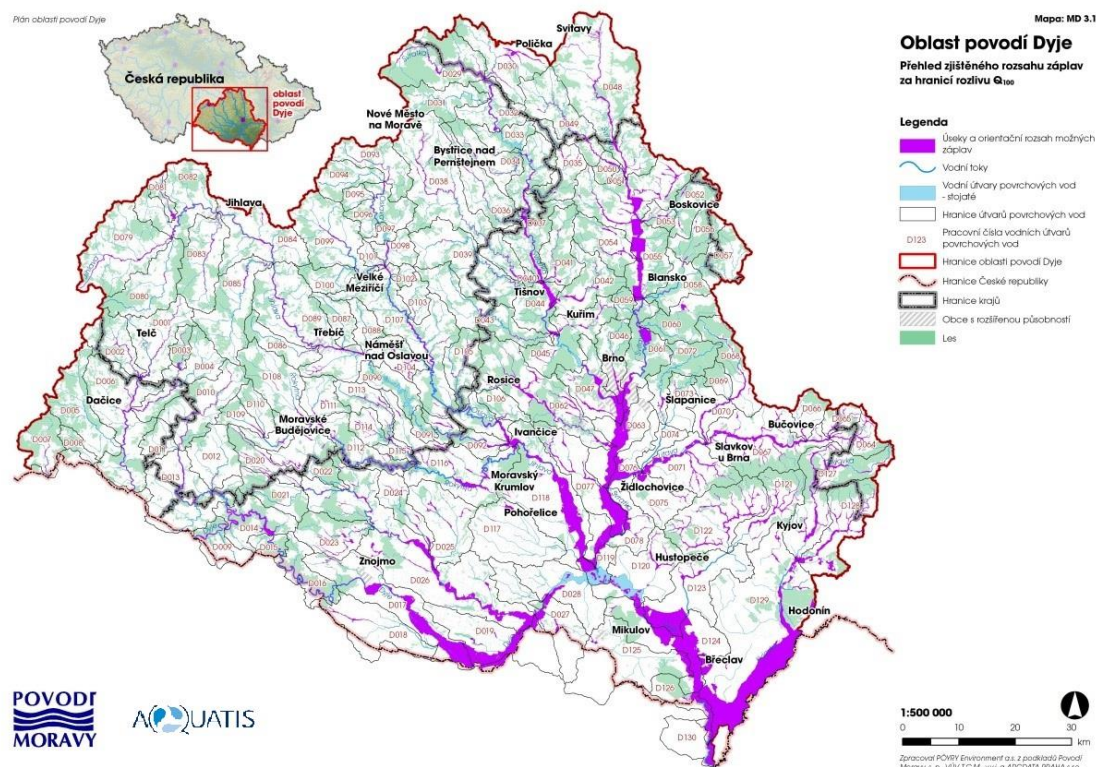
Délka toku je 28,640 km a plocha povodí 108 km².

Úsek 10100057_1 (DYJ_16-01), Moravská Dyje, km 21,231 – 25,080

V řešeném úseku protéká Moravská Dyje katastrálním územím Dačice. V zájmovém území jsou tři mosty, tři lávky a tři jezy. Téměř celý řešený úsek je na levém břehu vedena souběžně s tokem železniční trať. Na pravém břehu ve směru po toku první zastávka průmyslových areálů, dále občanská zastávka a historická zastávka města Dačice. Pod Dačicemi koryto meandruje v extravilánu. Úsek končí u ČOV Dačice. Koryto je tvaru jednoduchého lichoběžníku, místy zarostlé travami a křovinami. Úsek Moravské Dyje v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Úsek 10100184_1 (DYJ_16-02), Vápvka, km 0,000 – 0,463

V řešeném úseku protéká Vápvka katastrálním územím Dačice v prostoru mezi ulicemi Vápvská (Svatopuka Čecha) na pravém břehu a Kapetova na břehu levém. V zájmovém území jsou dva mosty. Zastávka v bezprostřední blízkosti toku je především v lokalitě při ústí do Moravské Dyje. Koryto je lichoběžníkové se zatravněnými břehy. Úsek Vápvky v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.



Obr. č. 2 Přehledná mapa povodí Dyje dle [14]

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

V nedávné minulosti byly na řece Moravské Dyji zaznamenány následující povodně, z nichž nejvýznamnější proběhly v roce 2006. Uvedená data byla naměřena na limnigrafu Moravská Dyje - Janov, který je situován v říčním km 8,2.

30.6.2006 362 cm, 103 m³/s, cca Q_{50} - Q_{100}

29.3.2006 339 cm, 89,4 m³/s, cca Q_{50}

31.12.2002 306 cm, 46,4 m³/s, cca Q_{10}

Stručný popis povodňové situace - březen 2006

V pondělí 27.3.2006 ve 4:50 h překročila hladina řeky Dyje v Dačicích I. povodňový stupeň. Ještě téhož dne ve večerních hodinách překročila II. povodňový stupeň. V úterý 28.3. v 9:50 h dosáhla řeka již III. povodňového stupně. Největší vzestup byl zaznamenán ve středu 29.3. ve 21:40 h, kdy hladina řeky dosáhla 2,47 m a v pátek 31.3. ve 22:30 h 2,55 m.

Největší zaznamenaná povodeň v novodobé historii na Moravské Dyji je datována k březnu roku 2006. Ke kulminaci došlo 31.3.2006 (vodočet Dačice A – silniční most), kdy byl zaznamenán vodní stav 255 cm [18] což odpovídá cca hodnotě o málo větší než Q_{50} . Jednalo se o běžnou povodeň, nezpůsobenou přívalem deště ani nešlo o zvláštní povodeň. V souvislosti s tímto stavem nehrozilo žádné další nebezpečí. Při tomto stavu se musela přerušit doprava. Příčinou byly nesjízdné zatopené silnice v Dačicích. Jednalo se konkrétně o silnice okolí Penny marketu, Berky z Dubé, Pivovarnická, Svobodova. Dále u obcí Modletice a Staré Hobzí. Druhá největší povodeň dle vodního stavu (243 cm, kulminace 30.6.2006) byla zaznamenána v červnu 2006 [18], na vodočtu Dačice A – silniční most, což odpovídá přibližně Q_{50} . K další významnější povodni v novodobé historii došlo v srpnu a prosinci 2012 a v květnu 1985 [23].



Obr. č. 3 Moravská Dyje v Dačicích, 29.3.2006



Obr. č. 4 Moravská Dyje v Dačicích, 29.3.2006



Obr. č. 5 Přítok Vápovka a zaústění Vápovky, 29.3.2006



Obr. č. 6 Přítok Vápovka a zaústění Vápovky, 29.3.2006

Povodňová situace - červen 2006

Na následujících fotografiích převzatých z [23] je zachycena červnová povodeň z roku 2006 v porovnání se stavem dne 5.4.2008.



Obr. č. 7 Homolkův mlýn



Obr. č. 8 Homolkův mlýn



Obr. č. 9 Lávk



Obr. č. 10 Lávk



Obr. č. 11 Most přes Vápvku



Obr. č. 12 Most přes Vápvku



Obr. č. 13 Penny market



Obr. č. 14 Penny market

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.: 11600680, 11600682, 11600684, 11600686, 11600688, 11620680, 11620682, 11620684, 11620686, 11620688, 11640680, 11640682, 11640684, 11640686, 11640688, 11660680, 11660682, 11660684, 11660686, 11660688. 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 Moravské Dyje a Vápovky – Stanovení záplavového území Moravské Dyje, zpracovalo Povodí Moravy, s.p., útvar hydroinformatiky, 2007-2012.
- [7] Hydrologická data – N-leté průtoky, ČHMÚ, 11/2018.
- [8] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu října 2012. Pöyry Environment a.s., Brno.
- [9] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu července 2019. AQUATIS a.s., Brno
- [10] Technicko provozní evidence toků – TPE Moravská Dyje, Povodí Moravy, s.p., Brno.
- [11] Technicko provozní evidence toků – TPE Vápovka, Povodí Moravy, s.p., Brno.
- [12] Studie záplavového území Moravské Dyje, km 0,000 – 54,877, Povodí Moravy, s.p., 03/2008.
- [13] Studie záplavového území Vápovky, km 0,000 – 11,600, Povodí Moravy, s.p., 01/2011.
- [14] Plán dílčího povodí Dyje, AQUATIS a.s., 2016.
- [15] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970.
- [16] www.pmo.cz, Stavy a průtoky na vodních tocích, březen 2019.
- [17] Koncepce protipovodňové ochrany Jihočeského kraje, Hydroprojekt CZ a.s., 11/2007.
- [18] Evidenční list hlásného profilu č. 354, tok Moravská Dyje, lim. stanice Janov. Aktualizace březen 2019.
- [19] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, Pöyry Environment a.s., Brno, 07/2013.
- [20] HEC-RAS 5.0 River Analysis System – User's Manual, US Army Corps of Engineers, 02/2016.
- [21] Fotodokumentace, Pöyry Environment a.s., Brno, 2012.
- [22] Fotodokumentace, AQUATIS, a.s., Brno, 2019.
- [23] Povodně na Dačicku, bakalářská práce, Tereza Ficová, duben 2008.
- [24] Numerický 1D+ model Moravská Dyje s přítokem Vápovka v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2007, aktualizace 2012
- [25] 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., 0/2019.
- [XIX] Standardizovaná struktura uložení dat, CDS2, 09/2019.

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

3.3 Topologická data

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

3.3.1 Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu

Digitální model terénu (DMT) byl vytvořen s použitím programů ESRI Arc GIS Version 10.5 (nadstavba 3D Analyst), AutoCAD 2012 a AutoCAD CIVIL 3D. Model pokrývá celé zájmové území 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]. DMT má tyto vlastnosti: formát ESRI GRID, velikost pixelu 1 m, přesnost výškových údajů do 0,5 m, polohopisný systém S-JTSK, výškopisný systém Balt po vyrovnání.

3.3.2 Mapové podklady

Mapové podklady byly:

- **Rastrová základní mapa 1 : 10 000** (RZM 10), z vektorového topografického modelu ZABAGED, ČÚZK, 2017, Měřítko 1 : 10 000, velikost pixelu 0,63 m.
- **Ortofotomapy**, formát JPG, velikost pixelu 0,25 m, ČÚZK, 2018.
- **ZABAGED, komplexní digitální geografický model území ČR**, formát SHP, ČÚZK, 2017.

3.3.3 Geodetické podklady

Geodetické zaměření, příčné profily koryta Moravské Dyje a Vápovky včetně veškerých objektů na toku byly zaměřeny v roce 2007-2012 pracovníky útvaru hydroinformatiky, Povodí Moravy s.p. [6]. Zaměření je v polohopisném systému S-JTSK, výškopisném systému Balt po vyrovnání. Výkresová dokumentace je k dispozici u zhotovitele. Příčné profily jsou v průměrném rozestupu cca 100 m v případě Moravské Dyje a cca 250 m u Vápovky.

3.4 Hydrologická data

V Tab. č. 5 jsou uvedena hydrologická data. Data byla ověřena u ČHMÚ koncem roku 2018 [7]. Hodnoty průtoků pro Moravskou Dyji nedoznaly významných změn. Naproti tomu v profilu Vápovka – ústí došlo k výraznému snížení menších průtoků, a to Q_5 o 22% a Q_{20} o 14%.

Tab. č. 5 Aktuální N-leté průtoky (Q_N) v m^3/s [7]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Moravská Dyje – nad Vápovkou	12.11.2018	23,6	19,7	36	64	104	III.
Moravská Dyje – pod Vápovkou	12.11.2018	23,5	27,1	48	84,5	137	III.
Vápovka - ústí	12.11.2018	0,1	10,4	18,4	33,1	55,1	III.

Tab. č. 6 Starší hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v m^3/s pořízené pro 1. plánovací cyklus [19]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Moravská Dyje – nad Vápovkou	2013	23,6	19,7	36	64	104,3	II.
Moravská Dyje – pod Vápovkou	2013	23,5	27,1	48	84,5	137,5	II.
Vápovka - ústí	2009	0,1	13,3	21,4	33	55,1	II.

Starší hydrologická data dle [15] jsou uvedena v Tab. č. 7. U Vápovky nedošlo k výrazným úpravám hodnot kulminačních průtoků. Na Moravské Dyji došlo u Q_{100} ve srovnání s [15] k nárůstu hodnot průtoků o více jak 50 %.

Tab. č. 7 Starší hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v m^3/s

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Moravská Dyje – nad Vápovkou	2007	23,6	19,7	35,9	64,0	-	II.
Moravská Dyje – nad Vápovkou	1970	23,6	20	28	35	-	
Moravská Dyje – pod Vápovkou	2007	23,5	27,1	48,2	84,5	-	II.
Moravská Dyje – pod Vápovkou	1970	23,5	31	38	45	-	
Vápovka - ústí	1970	0,1	12	22	32	-	

3.5 Místní šetření

V rámci zpracování 2. plánovacího cyklu bylo provedeno místní šetření v červenci 2019 [9]. Toto šetření proběhlo jak na nových prodloužených úsecích, tak na úsecích shodných s 1. plánovacím cyklem z roku 2012, kde místní šetření provedla firma Pöyry Environment a.s. [8]. Oproti průzkumu z 1. plánovacího cyklu nebyly zjištěny žádné změny na těchto částech toků ani v záplavovém území. Byly pořízeny fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území a citlivých objektů v možném záplavovém území Q_{500} . Při terénním průzkumu byla prověřena aktuálnost geodetického zaměření, dále byly ověřeny hydraulické parametry ovlivňující proudění vody v korytě a inundaci.

3.6 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

Numerický jednorozměrný síťový (1D+) model Moravská Dyje s přítokem Vápovka v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2007 [24], aktualizován byl v roce 2012. Model sloužil pro Studie záplavového území Moravské Dyje [12] a Studie záplavového území Vápovky [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 současného stavu zjištěné z terénního průzkumu a výchozího modelu byly zohledněny.

Kalibrační data – model Moravské Dyje byl kalibrován na měrnou křivku limnigrafické stanice Janov. V úseku Dačic byl model kalibrován dle povodňové situace v březnu 2006.

3.7 Vyhodnocení a příprava podkladů

DMT vytvořený z DMR 5G [1] a ze zaměření koryta toku pokrývá celé zájmové území v ploše předpokládaného rozlivu při Q_{500} s přesahem.

Mapové podklady (RZM 10 [2], ortofotomapy [3] a ZABAGED [4], [5]) pokrývají celé zájmové území.

Pozemní geodetické zaměření [6] pokrývá celé zájmové území. 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 2007 a v roce 2012.

Hydrologická data použitá ve stávajícím výpočtu byla ověřena u ČHMÚ [7]. K výrazným změnám došlo pouze na Vápovce pro hodnoty nižších průtoků (Q_5 a Q_{20}).

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

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

Podkladem pro výpočet byl stávající numerický 1D+ model Dyje s přítokem Vápovka [24] zahrnující zájmové úseky v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2007 a aktualizován byl v roce 2012.

Pro model v řešeném úseku nebyla relevantní kalibrační data. Model nebyl kalibrován. Limnigrafická stanice Janov se nachází mimo řešenou oblast.

4 Popis koncepčního modelu

V rámci této práce byl nově modelován a počítán úsek Moravské Dyje od km 21,231 do km 25,080 a jejího přítoku Vápovky od km 0,000 – 0,463.

Pro výpočet byl použit dvourozměrný (2D) model neustáleného proudění. Okrajové podmínky (OP) řešení a celková doba simulace však byly zvoleny takovým způsobem, aby prezentované výsledky popisovaly 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).

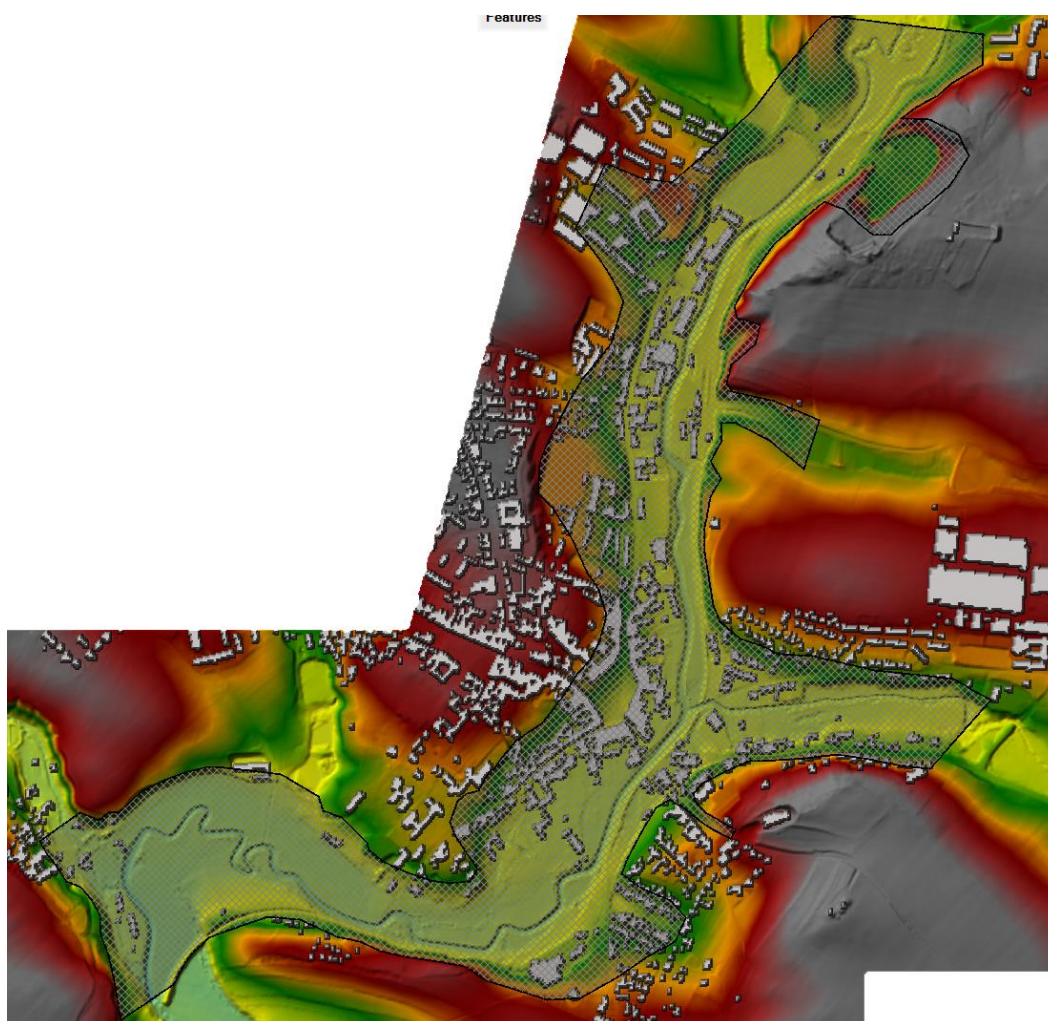
Pro řešení byl použit softwarový prostředek HEC-RAS.

2D modelem bylo popsáno proudění vlastním korytem Moravské Dyje a Vápovky včetně souvisejících inundací. Některé objekty byly řešeny 1D nebo kombinací 1D a 2D.

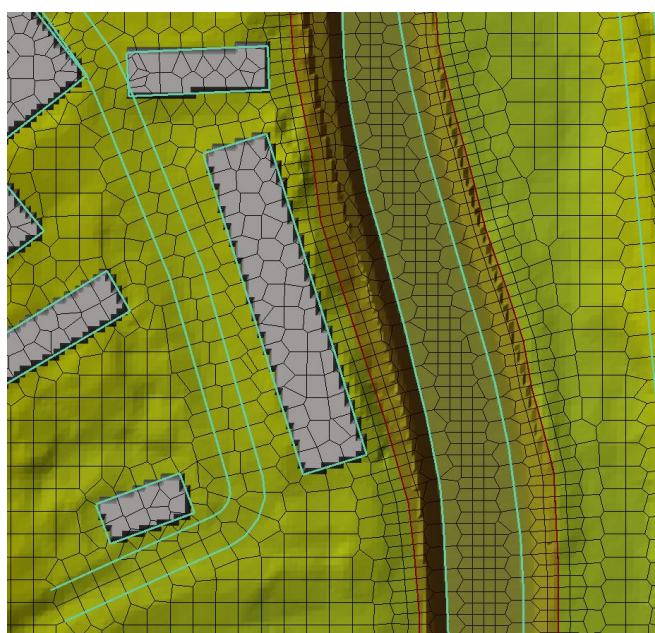
4.1 Schematizace řešeného problému

V rámci vytváření 2D modelu byla provedena schematizace náhradní oblasti pomocí nepravidelné mnohoúhelníkové výpočetní sítě (Obr. č. 15). Základem byla ortogonální síť s velikostí prvku 4,0 m × 4,0 m, která byla 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 m × 0,5 m (Obr. č. 15).

Celá výpočetní síť měla 181 344 buněk.



Obr. č. 15 Schéma řešeného modelu pro úsek DYJ_16-01



Obr. č. 16 Schéma řešeného modelu pro úsek DYJ_16-01

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

Okrajové podmínky pro modelovaný úsek DYJ_16-01 jsou zadány následovně.

Horní okrajovou podmínkou (HOP) jsou průtoky. Při ustálení odpovídají hodnotám N -letých průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Moravské Dyji a Vápovce dodaných ČHMÚ [7]. HOP na Moravské Dyji je zadána v km 25,783, HOP na Vápovce je zadána v km 0,860.

Dolní okrajovou podmínkou (DOP) jsou úrovně hladin odpovídající hladině při ustáleném průtoku převzaté z Map povodňového nebezpečí z roku 2012 [19]. DOP je zadána cca 300 m pod koncem počítaného úseku v km 20,923.

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.

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} .

Přítoky nebyly řešeny. Veškeré průtoky byly uvažovány pouze v hlavním korytě Moravské Dyje a Vápovky.

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 [20]. 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 domény 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 Moravská Dyje a Vápovka včetně souvisejících inundačních území a veškerých objektů.

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 Moravské Dyje. 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 budov, které jsou ve výpočetní síti uvažovány jako neprůtočné plochy vytvořené lokálním zvýšením terénu na 1000 m n. m. HOP jsou hodnoty N -letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Moravské Dyji a Vápovce dodaných ČHMÚ [7]. DOP je úroveň hladiny vypočtená v rámci projektu Mapy povodňových rizik 2012 [19]. Pro stanovení součinitele drsnosti byly používány ortofotomapy [3] a fotodokumentace [21] a [22] pořízené při terénních průzkumech, které proběhly v rámci projektu Mapy povodňových rizik 2012 [8] a 2019 [9].

Při výpočtu se uvažovalo s proměnným, automaticky řízeným časovým krokem, při němž nedojde k překročení Courantova kritéria na úrovni hodnoty $C = 5$. Výchozí časový krok odpovídal 2 s, minimální uvažovaný časový krok pak 0,5 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 modelu jsou zahrnuty veškeré objekty na toku (Tab. č. 8 a 9).

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. 8 Objekty vstupující do modelu Moravská Dyje (DYJ_16-01) km 21,231 – 25,080

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
21,308	Jez	21,170	Dačice
21,881	Lávka	21,722	Dačice
22,463	Lávka	–	Dačice
22,520	Jez	22,370	Dačice
23,414	Most	23,250	Dačice
23,583	Most	23,422	Dačice
23,585	Jez	–	Dačice
24,345	Most	24,170	Dačice

Tab. č. 9 Objekty vstupující do modelu Vápovka (DYJ_16-01) km 0,000 – 0,463

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
0,019	Most	–	Dačice
0,050	Most	–	Dačice

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Hodnoty součinitelů drsnosti jednotlivých úseků byly zadány na základě pochůzek v terénu a při nich pořízených fotodokumentací v rámci projektů Mapy povodňových rizik 2012 [9] a 2019 [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. 10.

Tab. č. 10 Orientační hodnoty součinitelů drsnosti dle Manninga použité při výpočtu úseku DYJ_16-01

Povrch	Orientační hodnoty součinitele drsnosti dle Manninga
koryto vodního toku, vodní plocha	0,035 – 0,055
areál účelové zástavby	0,05
areál železnice, žel. zastávka	0,05
hřbitov	0,06
kolejiště	0,038
kůlna, skleník	0,25
lesní půda se stromy	0,09
lesní půda s křovinatým porostem	0,08
maloplošné zvlášť chráněné území	0,075
okrasná zahrada	0,055
orná půda	0,04
ostatní plocha v sídlech	0,025
ovocný sad, zahrada	0,05
parkoviště, odpočívadlo	0,016
povrchová těžba, lom	0,04

Povrch	Orientační hodnoty součinitele drsnosti dle Manninga
přečerpávací stanice	0,25
skalní útvary	0,06
skládka	0,05
trvalý travní porost	0,035

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty N -letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Moravské Dyji a Vápvce dodaných ČHMÚ [7]. V Tab. č. 11, 12 a 13 je uveden přehled HOP a DOP. Na Obr. č. 17 je zobrazen hydrogram HOP.

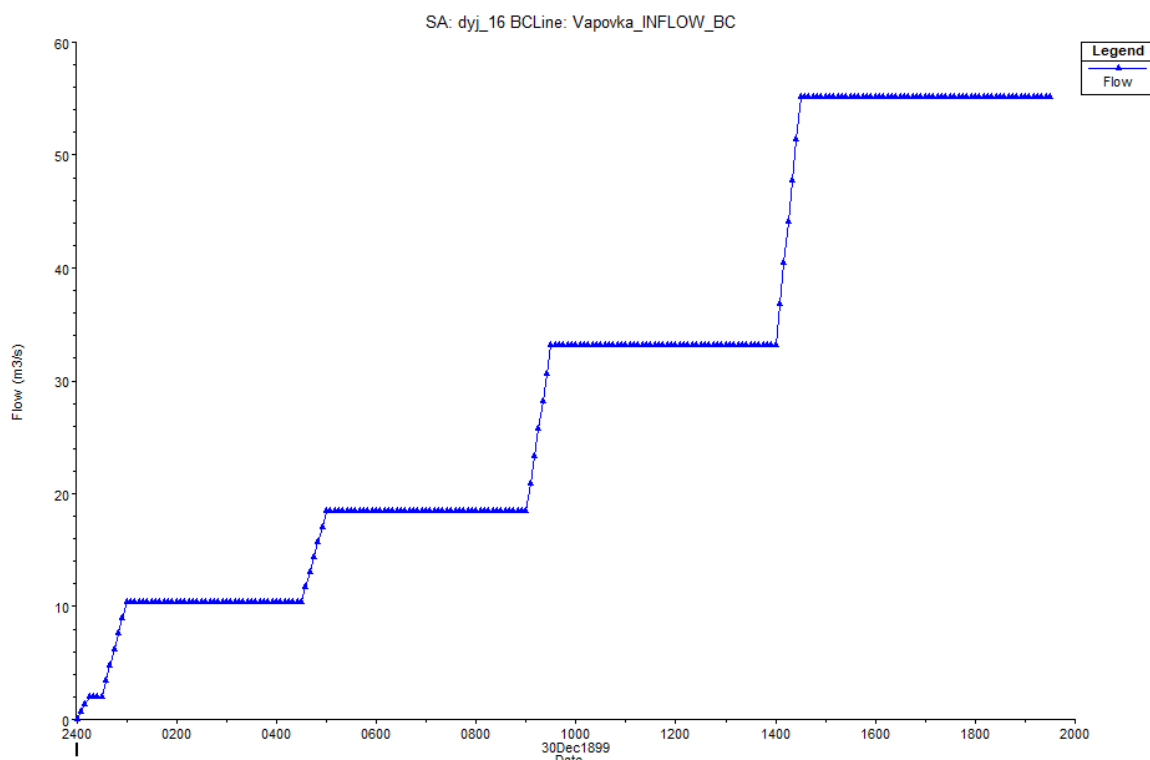
Tab. č. 11 Hodnoty HOP, PP, doba výpočtu na Moravské Dyji.

Název vodního toku, hydrolog. profil		Úsek toku (km od – do)	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
Moravská Dyje, nad Vápvkou	$Q_{MD,nV}$	25,080 – 23,550	19,7	36,0	64,0	104,0
Moravská Dyje, pod Vápvkou	$Q_{MD,pV}$	23,550 – 21,231	27,1	48,0	84,5	137,0
Vápvka	Q_V	0,000 – 0,463	10,4	18,4	33,1	55,1

Tab. č. 12 Hodnoty HOP, PP, doba výpočtu na Moravské Dyji.

	HOP	PP	Doba zvyšování průtoků	Doba pro ustálení
Varianta 1	$Q_5 = 19,7 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:00 hod
	$Q_{20} = 36,0 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_5 = 19,7 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:00 hod
	$Q_{100} = 64,0 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{20} = 36,0 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:30 hod
	$Q_{500} = 104,0 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{100} = 64,0 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:30 hod
Varianta 2	$Q_5 = 16,7 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:30 hod
	$Q_{20} = 29,6 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_5 = 16,7 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:00 hod
	$Q_{100} = 51,4 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{20} = 29,6 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:30 hod
	$Q_{500} = 81,9 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{100} = 51,4 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:30 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. Grafická podoba Tab. č. 12 je na Obr. 17, kde je zobrazen hydrogram se zvyšujícím se průtokem v čase.



Obr. č. 17 Hydrogram HOP na Moravské Dyji pro Variantu 1

Tab. č. 13 Hodnoty HOP, PP, doba výpočtu na Vápovce

	HOP	PP	Doba zvyšování průtoku	Doba pro ustálení
Varianta 1	$Q_5 = 7,4 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:00 hod
	$Q_{20} = 12,0 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_5 = 7,4 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:00 hod
	$Q_{100} = 20,5 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{20} = 12,0 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:00 hod
	$Q_{500} = 33,0 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{100} = 20,5 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:30 hod
Varianta 2	$Q_5 = 10,4 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:00 hod
	$Q_{20} = 18,4 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_5 = 10,4 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:00 hod
	$Q_{100} = 33,1 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{20} = 18,4 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:30 hod
	$Q_{500} = 55,1 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{100} = 33,1 \text{ m}^3/\text{s}$	0:30 hod	4:30 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.

Dolní okrajovou podmínkou (DOP) jsou úrovně hladin odpovídající hladině při ustáleném průtoku převzaté z Map povodňového nebezpečí z roku 2012 [19]. DOP je zadána cca 300 m pod koncem počítaného úseku v km 20,923 (viz v Tab. č. 14).

Tab. č. 14 Hodnoty DOP v ř. km 20,923 Moravské Dyje (DYJ_16-01)

DOP	Q_N
453,48 m n. m. (dno vodočtu)	$Q = 0,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
456,55 m n. m.	$Q_5 = 27,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
457,13 m n. m.	$Q_{20} = 48 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
457,80 m n. m.	$Q_{100} = 84,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
458,10 m n. m.	$Q_{500} = 137 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Řešení soutokových oblastí

Vzhledem k tomu, že zájmový úsek (soutok) byl řešen jedním výpočtovým modelem, byly řešeny dvě varianty hydrologických situací pro toky Moravská Dyje a Vápovka. Řešený průtok byl pod soutokem uvažován v obou scénářích dle ČHMÚ. V první variantě byl v Moravské Dyji nad soutokem uvažován průtok dle ČHMÚ a ve Vápovce byl uvažován průtok dopočtený jako rozdíl hodnot průtoku pod soutokem a průtoku v Moravské Dyji nad soutokem. V druhé variantě byl princip stejný, avšak průtok ve Vápovce byl uvažován dle ČHMÚ a v Moravské Dyji byl průtok dopočtený. Pro vynesení rozlivů byla uvažována obálka maximálních rozlivů z těchto dvou uvažovaných scénářů.

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. 12 a 13 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 [1]. Doplněné pozemní zaměření koryta je provedeno v příčných řezech v průměrné vzájemné vzdálenosti cca 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, nejbližší limnigraf je LG Janov, který se nachází téměř 13,4 km daleko. 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. Jedná se o polygony rozlivů ve formátu *.shp a rastrové vrstvy hloubek, svislicových 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 10100057_2 (DYJ_16-01), Moravská Dyje

V řešeném úseku jsou zaplavovány objekty ve městě Dačice.

Při Q_5 dochází k rozlivům do levého břehu před soutokem s Vápovkou. Pod soutokem dochází k zaplavením několika budov na pravém břehu a souvislým rozlivům na okraji města. Při Q_{20} dochází k rozlivům i do pravého břehu nad soutokem s Vápovkou. Pod soutokem se zvětšují rozlivy a zvyšuje se množství zaplavených budov. Při Q_{100} dochází k velkým rozlivům na začátku úseku, převážně do pravého břehu, zde je postižena rozvodna elektřiny. Pod soutokem se zvětšují rozlivy a je postiženo větší množství budov a průmyslový areál. Níže po toku jsou zaplavena pole na obou březích. Při Q_{500} dochází na začátku úseku k souvislému rozlivu na pravém břehu, kde jsou zaplaveny průmyslové objekty. Na levém břehu je v horní části úseku zaplavena část železnice. Je také dotčen kříž poblíž sochy sv. Jana Nepomuckého.

Úsek 10100184_1 (DYJ_16-02), Vápovka

V řešeném úseku jsou zaplavovány objekty ve městě Dačice.

Při Q_5 dochází k vyběžení po celé délce koryta, ale nedochází k zaplavení žádných budov. Při Q_{20} dochází k zaplavení několika budov na levém břehu a k u železničního náspu před soutokem s Moravskou Dyjí, rozlivem je postižena socha sv. Jana Nepomuckého. Při Q_{100} dochází k větším záplavám na levém břehu podél železničního náspu. Při Q_{500} dochází k větším rozlivům na pravém břehu a zaplavení několika budov, především mateřské školy.

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q_{500}) v řešeném úseku je dotčeno město Dačice.

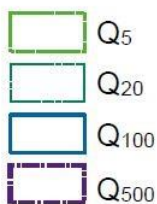
Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a svislicová rychlost proudu, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , kde hranice rozlivů jsou doprovodnými informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky a svislicové rychlosti 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 Základní rastrové mapě v měřítku 1:10 000. V mapách jsou vykresleny jako linie specifikované metodikou [XVII] - viz Obr. č. 18.

Rozlivy

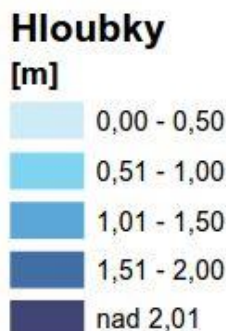


Obr. č. 18 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

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 [XV], tj. 1 m × 1 m.

Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. č. 19.

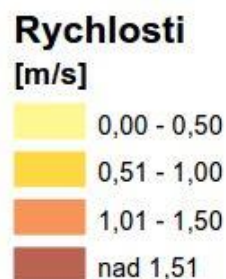


Obr. č. 19 Definice barev a intervalů hloubek

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 proudění vody odpovídá požadavkům [XV], tj. 1 m × 1 m.

Rozdělení intervalů svislicových rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. č. 20.



Obr. č. 20 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.