



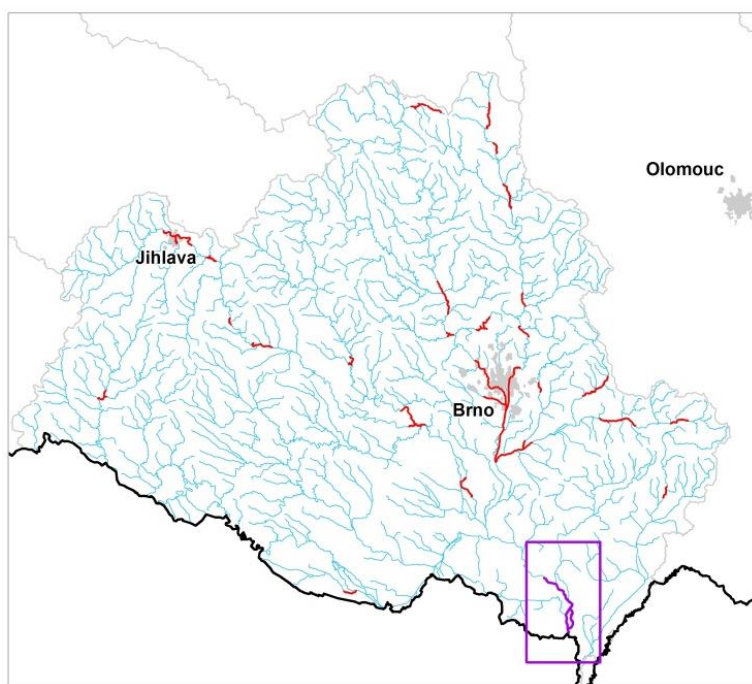
ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

DÍLČÍ POVODÍ DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

DYJE – 10100006_1 (DYJ_01-01) - Ř. KM 17,468 – 33,968

ODLEHČOVACÍ RAMENO – 10156430_1 (DYJ_01-02) - Ř. KM 0,000 – 4,889



SRPEN 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

DYJE – 10100006_1 (DYJ_01-01) - Ř. KM 17,468 – 33,968

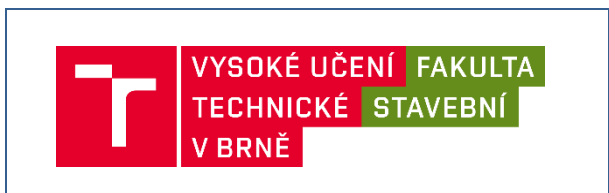
ODLEHČOVACÍ RAMENO – 10156430_1 (DYJ_01-02) - Ř. KM 0,000 – 4,889

Pořizovatel:



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

Zhotovitel:



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Veveří 331/95
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	5
2	Popis zájmového území	6
2.1	Všeobecné údaje	7
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	9
3	Přehled podkladů	11
3.1	Topologická data	12
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	12
3.1.2	Mapové podklady	12
3.1.3	Geodetické podklady	12
3.2	Hydrologická data	12
3.3	Místní šetření	13
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	13
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	14
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	14
4	Popis koncepčního modelu	15
4.1	Schematizace řešeného problému	15
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	16
4.3	Způsob zadávání OP a PP	16
5	Popis numerického modelu	17
5.1	Použité programové vybavení	17
5.2	Vstupní data numerického modelu	17
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	17
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	19
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	19
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	20
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	20
5.3	Popis kalibrace modelu	21
6	Výsledky	23
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	23
6.1.1	Kulminační průtok průtok Q_5	23
6.1.2	Kulminační průtok průtok Q_{20}	23
6.1.3	Kulminační průtok průtok Q_{100}	23
6.1.4	Kulminační průtok průtok Q_{500}	23
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	24

6.2.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	24
6.2.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	24
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	24
6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	25

Základní údaje

1.1 Seznam zkratk a symbolů

Tab. č. 1 Seznam zkratk a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
1D / 2D	Jednorozměrný / dvojrozměrný
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČHP	Číslo hydrologického pořadí
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DMT	Digitální model terénu
DMR5G	Digitální model reliéfu 5. generace
GIS	Geografický informační systém
LG	Limnigraf (vodočet)
OR	Odlehčovací rameno Dyje
OP	Okrajová podmínka
OsVPR	Oblasti s významným povodňovým rizikem
PPO	Protipovodňová opatření
RZM	Rastrová základní mapa
SHP	Vektorový formát ESRI shapefile
SOP	Studie odtokových poměrů
TPE	Technicko - provozní evidence toku
VD	Vodní dílo
ZÚ	Záplavové území

1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí pro úseky na vodním toku **Dyje – 10100006_1 (DYJ_01-01) – ř. km 17,468 – 33,968 a Odlehčovacím ramením Dyje – 10156430_1 (DYJ_01-02) – ř. km 0,000 – 4,889** na základě stanovení následujících charakteristik průběhu povodně:

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

Podstatou vyjádření povodňového nebezpečí je určení prostorového rozdělení uvedených charakteristik povodně a zpracování těchto údajů do podoby tzv. map povodňového nebezpečí. Ty slouží v dalším kroku jako podklad pro vyjádření povodňového ohrožení a rizika semikvantitativní metodou uvedenou v metodice [XIV].

Předmět práce zahrnuje tyto činnosti:

- Popis postupů souvisejících se zajištěním vstupních podkladů – stávající a nové (případně dodatečné zaměření profilů, objektů apod.).
- Aktualizace hydrodynamického modelu [36] vytvořeného v 1. plánovacím cyklu a provedení nových simulací.
- Zpracování nových výsledků numerického modelování a vytvoření map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí).

1.3 Postup zpracování a metoda řešení

Postup zpracování lze rozdělit do následujících kroků:

1. Získání, soustředění a studium dostupných podkladů a jejich doplnění místním šetřením.
2. Aktualizace hydrodynamického modelu.
3. Hydraulické výpočty proudění vody v toku a inundačním území. Výpočty budou provedeny pro kulminační průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} za předpokladu ustáleného proudění.
4. Zpracování výsledků do podoby map povodňového nebezpečí, které budou výchozím podkladem pro následnou rizikovou analýzu záplavového území.

K řešení bude použit sprážený 1D/2D hydrodynamický model obsažený v programovém vybavení SMS -TUFLOW.

2 Popis zájmového území

Předmětem řešeného území je úsek na řece Dyji v km 17,488 – 33,931 a dále úsek zahrnující Odlehčovací rameno Dyje v km 0,000 – 4,893.

Tab. č. 2 Základní informace o řešených úsecích (viz Obr. č. 1)

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek – konec	ČHP
10100006_1	DYJ_01-01	Dyje	17,468 – 33,968	4-17-01-011 4-17-01-045 4-17-01-046 4-17-01-062
10156430_1	DYJ_01-02	Odhlehčovací rameno	0,000 – 4,889	4-17-01-061

Kilometráž uvedená v názvu úseku (viz Tab.č. 2) se liší od kilometráže používané při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik. Kilometráž uvedená u názvu úseku vychází z „Předběžného vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem“ (OsVPR) [XVI], [XVII] a bude v rámci projektu používána jen jako identifikátor jednotlivých úseků.



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

V celém projektu bude používána kilometráž, která vychází z již zpracovaných studií Povodí Moravy, s.p. [17]. V Tab.č. 3 je uvedeno srovnání staničení dle OsVPR a dle aktuálního geodetického zaměření [17].

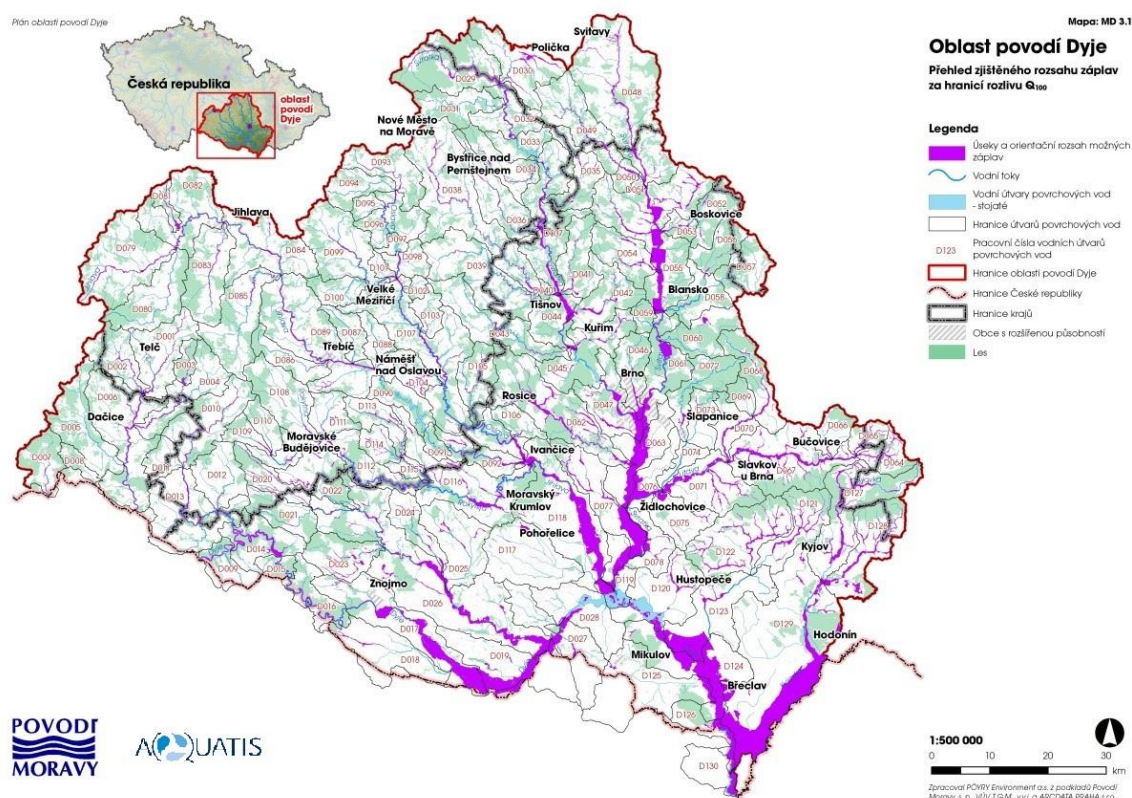
Tab. č. 3 Srovnání staničení používaného v projektu a staničení dle OsVPR

Tok (prac. číslo úseku)	Staničení dle OsVPR	Staničení používané v projektu
Dyje (DYJ_01-01)	17,468 – 33,968	17,488 – 33,931
Odlehčovací rameno (DYJ_01-02)	0,000 – 4,889	0,000 – 4,893

Objekty na toku mají tzv. administrativní kilometráž dle Technicko-provozní evidence toku (TPE), která slouží jako zavedený identifikátor jednotlivých objektů.

2.1 Všeobecné údaje

Řeka Dyje vzniklá soutokem Moravské a Rakouské Dyje protéká územími Rakouska a České republiky. V České republice je považována za hlavní větev Moravská Dyje, která pramení nedaleko obce Hodice v kraji Vysočina. Dále teče jižním směrem až na území Rakouska, kde se u města Raabs v Dolním Rakousku spojuje s Rakouskou Dyjí. Řeka Dyje je pravostranným přítokem řeky Moravy, do které se vlévá jižně od Lanžhotu v nadmořské výšce cca 150 m n. m. v místě, kde se setkávají státní hranice České republiky, Slovenska a Rakouska (viz Obr.č. 2). Hydrologický režim je v povodí Moravy ovlivněn údolními nádržemi a rybníky, kterých je značné množství zejména v povodí Dyje. V povodí řeky Dyje se nachází přibližně 20 významnějších nádrží s celkovým objemem cca 526,8 mil. m³ [21]. Největší vodní plochou je soustava tří údolních nádrží VD Nové Mlýny. Mezi další významné nádrže patří VD Vranov a VD Znojmo [20]. Největším přítokem je řeka Svratka, která ústí do střední nádrže VD Nové Mlýny.



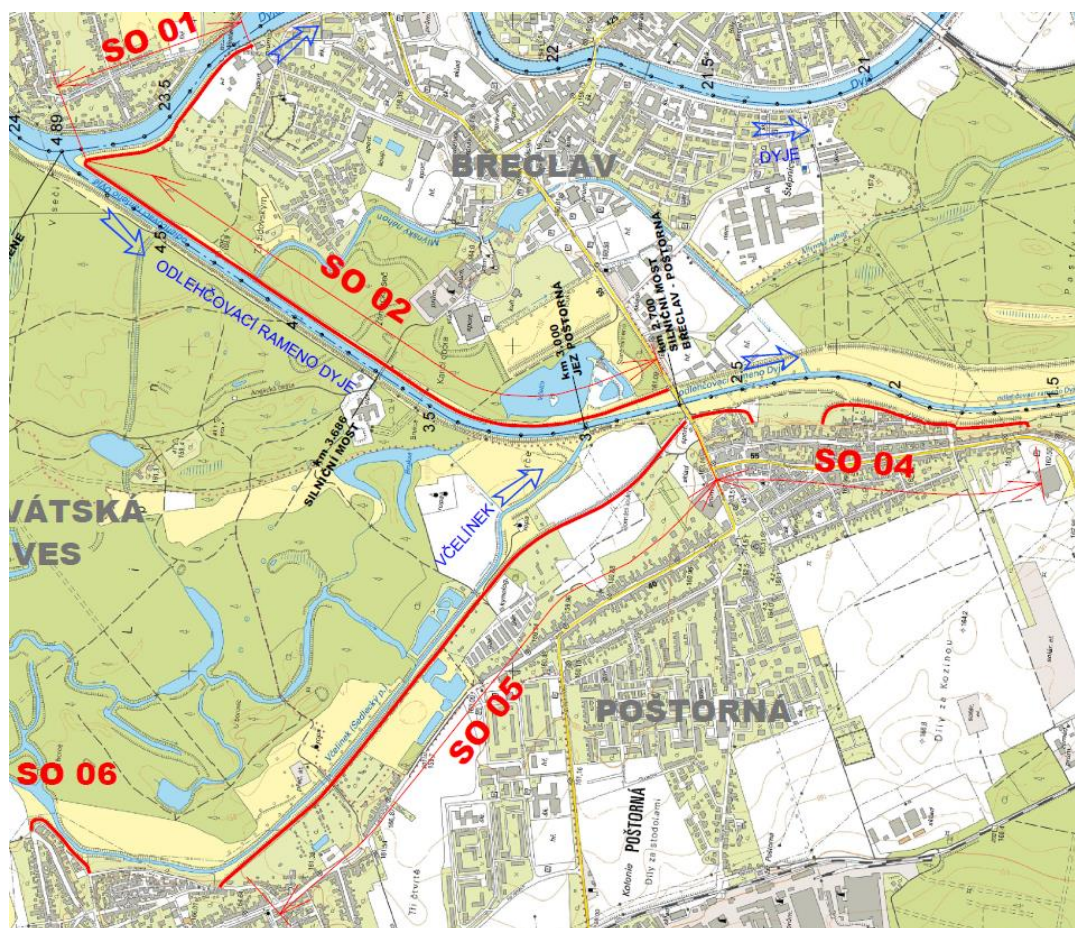
Obr. č. 2 Přehledná mapa povodí Dyje dle [22]

Řeka Dyje je v úseku od hráze dolní nádrže VD Nové Mlýny až po jez Pohansko převážně upraveným, ohrázaným vodním tokem a koryto zde má tvar složeného lichoběžníku. Pouze v intravilánu obce Břeclav je na úseku dlouhém cca 1 km koryto omezeno svislými nábřežními zdmi a koryto zde má tvar obdélníka. Na celé délce

toku Dyje se v dané lokalitě nacházejí tři jezy a deset mostů (na Odlehčovacím rameni Dyje jsou navíc tři mosty a jeden jez). Významnějšími přítoky jsou Trkmanka (levostranný přítok, km 30,537) a Včelínek (pravostranný přítok, km 3,011).

V řešené lokalitě řeky Dyje se od hráze dolní nádrže VD Nové Mlýny až pod obec Břeclav nachází několik důležitých vodohospodářských děl a protipovodňových opatření, která výrazně ovlivňují průběh povodňových událostí nejen v dané oblasti, ale také níže po proudu na území Rakouska. Na území České republiky mají tato opatření největší vliv na ochranu intravilánu města Břeclav.

Mezi nejvýznamnější vodohospodářská díla zájmového území patří VD Nové Mlýny, jez Bulhary, poldr Přitluky, poldr Lednice, Odlehčovací rameno řeky Dyje a poldr Soutok, jehož nápuštěným objektem pro tok Dyje je jez Pohansko. Tato soustava vodních děl byla realizována v 80. letech 20. století [23]. Pro kompletní zhodnocení funkce soustavy nelze opomenout, že průtoky jsou v daném úseku ovlivněny VD výše proti proudu. Na samotné řece Dyji se jedná o VD Vranov, v menší míře také VD Znojmo. Na dvou nejvýznamnějších přítocích, které ústí do střední nádrže Nových Mlýnů, a to řece Jihlavě a Svatce se nacházejí nádrže VD Brno – Kníničky, VD Vír (řeka Svatka) a VD Dalešice vč. vyrovnávací nádrže VD Mohelno (řeka Jihlava).



Obr. č. 3 Situace realizovaných protipovodňových opatření v lokalitě Břeclav [34]

Oproti stavu uvažovanému v 1. plánovacím cyklu došlo v zájmovém území v letech 2016 - 2018 k podstatné změně spočívající v realizaci nových protipovodňových opatření v lokalitách Břeclav - Poštorňa dle projektu „Dyje, Břeclav – protipovodňová opatření, I. etapa“ [34]. Tato opatření zahrnovala navýšení ochranných hrází a vybudování nových protipovodňových zdí na dílčích úsecích vodních toků Dyje, Odlehčovací rameno a Včelínek (Sedlácký p.). Výška hrází byla stanovena z návrhového průtoku Q_{100} s bezpečnostním převýšením hrází 0,5 m. Zmíněná PPO byla v rámci projektu rozdělena na následujících 5 stavebních objektů (viz Obr.č. 3):

- SO 01 NAVÝŠENÍ PRAVOBŘEŽNÍ HRÁZE DYJE- v úseku vodního toku Dyje začínajícím od odbočení odlehčovacího ramene Dyje došlo k navýšení stávající pravobřežní ochranné hráze v celkové délce cca 675 m.
- SO 02 NAVÝŠENÍ LEVOBŘEŽNÍ HRÁZE ODLEHČOVACÍHO RAMENE DYJE - na vodním toku Odlehčovací rameno Dyje došlo k navýšení levobřežní ochranné hráze v úseku od odbočení od starého koryta Dyje po silniční most Poštorná v celkové délce cca 2 085 m.
- SO 04 NAVÝŠENÍ PRAVOBŘEŽNÍ HRÁZE ODLEHČOVACÍHO RAMENE DYJE - na vodním toku Odlehčovací rameno Dyje došlo k navýšení pravobřežní ochranné hráze ve dvou částech. Horní část začíná od silničního mostu Poštorná a pokračuje poproudě v celkové délce cca 218 m. Dolní část začíná cca 500 m pod silničním mostem Poštorná a pokračuje poproudě v celkové délce cca 714 m. V této dolní části byla ochranná hráz částečně nahrazena protipovodňovými zdmi v celkové délce cca 138 m.
- SO 05 NAVÝŠENÍ PRAVOBŘEŽNÍ HRÁZE VČELÍNKU - na vodním toku Včelínek došlo k navýšení pravobřežní ochranné hráze v úseku od silničního mostu Poštorná protiproudě v celkové délce cca 2 024 m.
- SO 06 NAVÝŠENÍ PRAVOBŘEŽNÍ HRÁZE VČELÍNKU - na severo-východním výběžku obce Charvátská Nová Ves byla navýšená pravobřežní ochranná hráz vodního toku Včelínek v celkové délce cca 296 m.

Celá oblast zájmového území leží v Jihomoravském kraji a administrativně spadá pod obec Břeclav s rozšířenou působností. Konkrétně jde o tyto obce: Břeclav (k. ú. Břeclav, Charvátská Nová Ves a Poštorná), Bulhary, Podivín, Lednice, Přítluky (k. ú. Přítluky a Nové Mlýny), Rakvice a Zaječí.

Úsek 10100006_1 (DYJ_01-01), Dyje

V řešeném úseku protéká Dyje katastrálními územími Lednice na Moravě, Podivín, Ladná, Břeclav, Poštorná. Úsek Dyje v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Úsek 10156430_1 (DYJ_01-02), Odlehčovací rameno

V řešeném úseku protéká Odlehčovací rameno katastrálními územími Břeclav a Poštorná. Úsek Odlehčovacího ramene v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

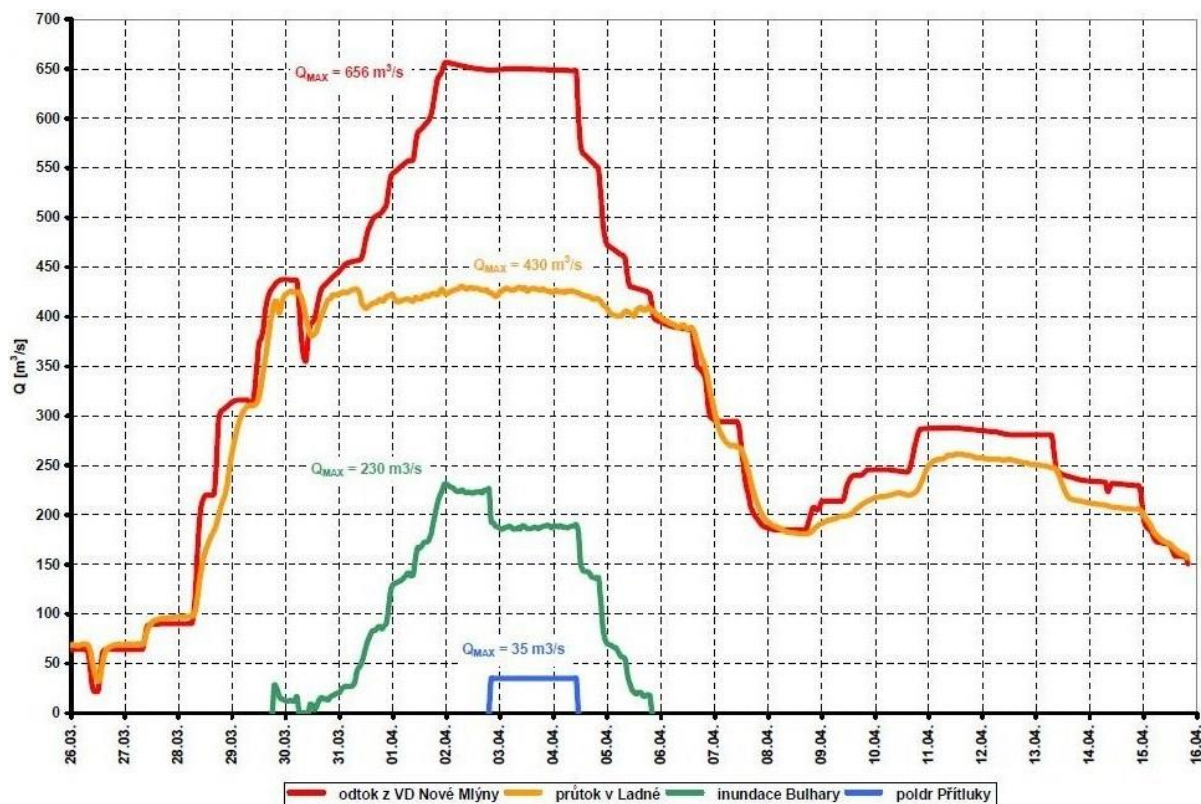
2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

V posledních 25 letech se v rámci celého povodí řeky Moravy vyskytlo několik povodňových situací, z nichž nejvýznamnější byly extrémní povodně v roce 1997, 2002 a 2006. Povodně v letech 1997 a 2002 byly způsobeny přívalovými srážkami v letním období. Povodeň z přelomu března a dubna 2006 proběhla v důsledku náhlého oteplení a vydatné srážkové činnosti, kdy docházelo k rychlému odtávání sněhové pokrývky [24]. V tomto roce došlo k zatěžkávací zkoušce celé vodohospodářské soustavy takovými průtoky, jenž doposud v dané lokalitě nebyly zaznamenány a bylo zjištěno, že ochrana před povodněmi pod VD Nové Mlýny je nedostatečná [25]. Díky důkladnému pozorování této jarní povodně [26] došlo ke zhodnocení účinků ochrany a návrhu účinných opatření, která vedou k lepší a bezpečnější ochraně zájmového území před povodněmi (viz např. realizovaný projekt [34]). V následujícím textu kapitoly je popsána funkce poldrů Lednice, Přítluky a Soutok během povodně v roce 2006 dle [26]. Na Obr.č. 4 je graficky znázorněn časový průběh průtoků na této soustavě.

Do poldru Lednice začalo odlehčení v situaci, kdy průtoky v řece Dyji pod VD Nové Mlýny dosáhly hodnot nad 428 m³/s a odlehčení bylo ukončeno až po 6 dnech. Maximální hodnota odlehčovaného průtoky dosáhla hodnoty 230 m³/s a průměrný průtok do inundace byl stanoven na hodnotu 120 m³/s. Objem zadržené vody byl vyhodnocen na 72,6 mil. m³.

Do poldru Přítluky bylo hejtmanem Jihomoravského kraje nařízeno odlehčení průtoky 35 m³/s, jako pomoc rakouské a slovenské straně, a také s ohledem na ulehčení pravobřežní inundaci Bulhary – Břeclav. Plnění bylo ukončeno po dvou dnech při objemu naakumulované vody 4,9 mil. m³.

Maximální hodnota průtoků napouštěných z Dyje do poldru Soutok byla cca v intervalu 220 – 225 m³/s a zdržený objem vody činil zhruba 114 mil. m³. Celková retence poldru Soutok i se započítáním průtoků z Moravy činila 187 mil. m³ při celkové zaplavené ploše 81 km².



Obr. č. 4 Časový průběh průtoků během jarní povodně v roce 2006 v lokalitě Břeclav [26] (Pozn.: Udávaná hodnota "průtok v Ladrné" představuje pouze průtok vlastním korytem toku Dyje a nezahnuje průtoky převáděné pravobřežním průtočným poldrem Lednice a odlehčované do poldru Přítluky)

3 Přehled podkladů

Řešení vychází primárně z níže uvedených podkladů shromážděných v rámci 1. plánovacího cyklu [36], které byly ve spolupráci se státním podnikem Povodí Moravy a zadavatelem Aquatis, a.s. v rámci 2. plánovacího cyklu doplněny o následující data:

- dokumentace nově realizovaných PPO [34],
- aktuální hydrologické údaje [35],
- digitální model reliéfu 5. generace (DMR5G) [8],
- aktualizovaná verze metodiky [XIV],
- seznam oblastí s významným povodňovým rizikem pro 2. plánovací cyklus [XVII],
- standardizační minimum upravené pro účely 2. plánovacího cyklu,
- místní šetření [37].

- [1] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970.
- [2] Souhrnná zpráva o povodňové situaci v povodí Moravy a Dyje v červenci; Povodí Moravy s.p., 1997.
- [3] Vyhodnocení povodňové situace v červenci 1997, Ministerstvo životního prostředí, 1997.
- [4] Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002, Ministerstvo životního prostředí, 12/2003.
- [5] Zpráva o hydrologickém vyhodnocení jarní povodně v roce 2006 na území ČR, ČHMÚ.
- [6] Vyhodnocení povodní v červnu a červenci 2009 na území české republiky, Ministerstvo životního prostředí, 12/2009.
- [7] Souhrnná zpráva o povodňové situaci v povodí Moravy a Dyje květen – červen 2010, Povodí Moravy s.p., 8/2010.
- [8] Digitální model reliéfu 5. generace zájmové oblasti (DMR 5G). ČÚŽK, Praha 2019.
- [9] Rastrová základní mapa 1 : 10 000 (RZM 10). ČÚŽK. Praha, 2019.
- [10] Ortofotomapy zájmového území. ČÚŽK. Praha, 2019
- [11] Základní báze geografických dat ZABAGED - polohopis., ČÚŽK, Praha 2019.
- [12] Základní báze geografických dat ZABAGED – výškopis 3D., ČÚŽK, Praha 2019.
- [13] Rozlivy historických povodní 1997, 2006, 2010 pro povodí Moravy v digitální podobě ve formátu *shp. Povodí Moravy, s.p. Brno, 2013.
- [14] Plán oblasti povodí Moravy; Pöry Environment a.s.; Brno; 12/2009.
- [15] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu listopadu 2012. Pöry Environment a.s., Brno.
- [16] Výpočet a ověření N-letých průtoků pro etapu IV (16 profilů v povodí Dyje a Vlárky) a V (28 profilů v povodí Moravy od profilu Morava pod Bečvou po profil vodoměrné stanice Lanžhot) zpracované na základě objednávky č. P12008105/561, ČHMÚ. Brno, 2013.
- [17] Záplavové území Dyje – aktualizace, km 18,328 – 42,000, Povodí Moravy, s.p., duben 2008.
- [18] Manipulační řád pro vodohospodářský uzel Bulhary, Povodí Moravy, s.p., Brno 2007.
- [19] Manipulační řád pro vodohospodářský uzel Břeclav, Povodí Moravy, s.p., Brno 2009.
- [20] Broža, V., aj. Přehrady Čech, Moravy a Slezska. Knihy 555, 256 s., Liberec, 2005.
- [21] Plán národní části mezinárodní oblasti povodí Dunaje, 2009.
- [22] Plán oblasti povodí Dyje 2010 – 2015, část D – Ochrana před povodněmi a vodní režim krajiny, Povodí Moravy, s. p., Brno, 2009.
- [23] Jelínková, I. Výtah informací z manipulačních řádů objektů na řece Dyji - zpracováno pro účely projektu CEframe. Povodí Moravy, s. p., Brno, 2011.
- [24] Krejčí, V. Viskot, M. Voda v krajině jižní Moravy, Dýjsko-Svratecká soustava, [cit. 30. května 2019]. Dostupné na WWW: <<http://www.cbks.cz/Sbornik10a/KrejciViskot.pdf>>.
- [25] Significant historical flood events in the Morava and Dyje rivers, CEframe, ČHMÚ, Brno, 2011.
- [26] Vyhodnocení jarní povodně 2006 na území ČR, VÚV T. G. M. Brno, 2006.
- [27] Evidenční list hlášeného profilu č. 399 – stanice VD Nové Mlýny, ČHMÚ, Praha, 2011.
- [28] Posouzení vlivu PPO podle návrhu VRV a.s. Praha na odtokové poměry Dyje v Břeclavi, Povodí Moravy, s.p., Brno, 2011.
- [29] Studie proveditelnosti přírodně blízkých PPO v povodí Dyje a Kyjovky, Pöry Environment a.s., Brno, 2012.

- [30] Protipovodňová opatření - současný stav, návrhy opatření. Městský úřad Břeclav - odbor životního prostředí. Břeclav, leden 2007. [cit. 11. července 2013]. Dostupné na WWW: < http://breclav.eu/de/volnocasove-aktivita/tic-turisticke-informacni-centrum/uzitecne-brozury-ke-stazeni/cat_view/176-dokumenty/58-povodne-a-protipovodnova-opatreni >.
- [31] Územně plánovací dokumentace obcí v zájmovém území zpracovaná do digitálních formátů *.pdf, *.dwg, *.dgn, *.shp. Aquatis a.s., Brno, 2019.
- [32] Místní šetření v zájmové lokalitě v období květen až říjen 2013. FAST, VUT v Brně, Brno 2013.
- [33] Geodetické zaměření levobřežní ochranné hráze Dyje od železničního mostu ČD (Břeclav - Lanžhot) po jez Pohansko. Poskytl Povodí Moravy, s.p. Brno, červenec 2013.
- [34] Dyje, Břeclav - protipovodňová opatření, I.etapa. Dokumentace skutečného provedení stavby. Sweco Hydroprojekt a.s. Brno, září 2018.
- [35] Hydrologické údaje pro oblasti s významným povodňovým rizikem v 2. plánovacím cyklu. Předáno zadavatelem Aquatis, a.s. na základě podkladů ČHMÚ ve formátu *.xls. Brno, 2018.
- [36] B. Technická zpráva – Hydrodynamické modely a mapy povodňového nebezpečí. Dyje – 10100006_1 (PM-125) - ř. km 17,468 – 33,968, Odlehčovací rameno – 10156430_1 (PM-48) - ř. km 0,000 – 4,889. Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje. VUT v Brně. Brno, 2013.
- [37] Místní šetření v zájmové lokalitě v období května - června 2019. FAST, VUT v Brně, Brno 2019.

3.1 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.

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

Digitální model terénu (DMT) byl vytvořen s použitím programů ESRI ArcGIS a QGIS. Model pokrývá celé zájmové území na předpokládaný rozliv Q_{500} s přesahem. Podkladem pro vytvoření DMT byla data z DMR5G [8] a geodetických podkladů [34]. Výsledný DMT byl zpracován ve formátu TIFF s velikostí pixelu 1×1 m, předpokládanou přesností výškových údajů 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu, souřadnicovém systému S-JTSK a výškopisném systému Balt po vyrovnání.

3.1.2 Mapové podklady

Mapové podklady zahrnovaly Rastrovou základní mapu 1 : 10 000 (RZM 10) [9] v rozsahu pokrývajícím zájmové území. RZM 10 tvořily podkladní topografickou vrstvu pro tvorbu výsledných mapových výstupů (mapy povodňového nebezpečí). Ortofotomapy [10] představovaly nezbytný doplňující podklad pro přípravu numerického modelu a tvorbu map rizik. Dalším doplňujícím mapovým podkladem byla polohopisná data ZABAGED [11] ve vektorovém formátu.

3.1.3 Geodetické podklady

Geodetické podklady tvoří zaměřené příčné a podélné profily vodního toku Dyje vč. Odlehčovacího ramene, které byly převzaty z dokumentace [17]. Vzdálenost zaměřených příčných profilů toku se pohybovala v rozmezí cca 100 až 300 m. Dále bylo k dispozici geodetické zaměření dílčího úseku levobřežní ochranné hráze Dyje v úseku pod soutokem s Odlehčovacím ramenem [33] a dokumentace skutečného provedení stavby I. etapy protipovodňových opatření [34].

3.2 Hydrologická data

Aktuální informace o N-letých průtocích dle [35] jsou uvedeny v Tab.č. 4. Tabulka rovněž obsahuje historické N-leté průtoky dle [28], [16].

Tab. č. 4 N-leté průtoky (Q_N) v m^3/s ovlivněné vodními díly v povodí

Pracovní číslo úseku	Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti	Zdroj
DYJ_01	Dyje – LG Nové Mlýny	1970	41,92	392	635	918	-	-	[28]
DYJ_01	Dyje – LG Nové Mlýny	2005	41,92	349	530	770	-	-	[28]
DYJ_01	Dyje – LG Nové Mlýny	2008	41,92	341	541	820	-	-	[28]
DYJ_01	Dyje – LG Nové Mlýny	2013	41,92	341,4	540,8	820	1154,8	II.	[16]
DYJ_01	Dyje – Břeclav vodočet (*)	2013	-	341,4	540,8	820	-	II.	[16]
DYJ_01	Dyje – LG Nové Mlýny	2018	41,92	341	541	820	1155	II.	[35]
DYJ_01	Dyje – LG Ladná (**)	2018	28,52	341	541	820	1155	I.	[35]

(*) Udávané hodnoty N-letých průtoků pro profil Břeclav jsou dle [16] maximální možné, jaké by mohly nastat bez odvedení části povodňových průtoků do OR Dyje. Vlivy ostatních ovlivnění vodními díly v povodí jsou již v uváděných průtocích zahrnuty.

(**) Průtok v profilu LG Ladná je uvažován vč. průtoků převáděných pravobřežním a levobřežním inundačním územím.

Hodnoty N-letých průtoků nejsou v čase konstantní. Z hodnot uvedených v Tab. č. 4 je patrný jejich časový vývoj v rozpětí let 1970 až 2008 v profilu Dyje – pod VD Nové Mlýny. K aktualizaci hydrologických údajů dochází průběžně, k výraznějším změnám pak zpravidla po větších povodních.

3.3 Místní šetření

Místní šetření [37] bylo realizováno pracovníky FAST, VUT v Brně v období května až června 2019. V rámci tohoto šetření byly ověřovány zejména změny v zájmovém území, ke kterým došlo v období od realizace hydraulických výpočtů v 1. plánovacím cyklu v roce 2013 [36], a které mohou mít podstatný vliv na průtočné poměry. V této souvislosti se jednalo zejména o ověření rozsahu opatření v rámci 1. etapy PPO v lokalitách Břeclav - Poštorná [34]. Dále proběhlo pořízení fotodokumentace vč. upřesnění údajů o morfologii terénu a objektech v ZÚ (např. parametry železničních náspů v oblasti Břeclavi vč. zaměření propustků a mostů, které mají zásadní vliv na průchod povodňových průtoků v daném území).

3.4 Doplnující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura

Zásadním výchozím podkladem pro realizaci hydraulických výpočtů byla dokumentace a vlastní hydrodynamický model vytvořený pro zájmové úseky toků Dyje v km 17,488 – 33,931 a Odlehčovacího ramene Dyje v km 0,000 – 4,893 v rámci 1. plánovacího cyklu [36].

Dále se jednalo o dokumentaci záplavových území [17] zpracovanou podnikem Povodí Moravy, s.p. v roce 2008 s použitím 1,5 D modelu vytvořeného v programu MIKE 11. Model zahrnuje úsek vodního toku Moravy od soutoku Moravy s Dyjí po limnigraf Strážnice, dále vodní tok Dyje od soutoku po VD Nové Mlýny, výustní trati Trkmanky, Kyjovky, Veličky a přilehlou inundaci podél Moravy a Dyje. Model zohledňuje rovněž odlehčení z Dyje do poldru Přítluky a z Dyje i Moravy pod Hodonínem do poldru na soutoku Moravy a Dyje a odlehčení z Dyje do pravobřežní inundace u jezu Bulhary. Pro tvorbu modelu bylo využito geodetické zaměření, DMT a hydrologická data doložená v dokumentaci [17]. Z modelu jsou k dispozici výsledky v podobě map rozlivů a hloubek vody pro povodňové

scénáře odpovídající kulminačním průtokům v rozsahu Q_1 - Q_{100} . Výpočet byl realizován za předpokladu nerovnoměrného neustálené proudění.

Z dalších podkladů se jednalo zejména o:

- manipulační řady vodních děl [18], [19], [23],
- dokumentace historických povodní [2] až [7], [13], [25], [26],
- koncepční dokumenty [14], [21], [22],
- studie PPO [28], [29], [30],
- územně plánovací dokumentace [31].

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

Pro zpracování hydraulických výpočtů byly využity následující 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., 02/2019.
- [XV] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 07/2019.
- [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] Seznam oblastí s významným povodňovým rizikem pro 2. plánovací cyklus 2007/60/ES - Příloha 5. Ministerstvo životního prostředí ČR (poslední aktualizace dne 20.6. 2018). Praha. 2018.

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

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Rozsah dat použitých pro hydraulické výpočty odpovídal území vymezenému v rámci 1. plánovacího cyklu [36]. Zásadní úpravy byly provedeny především u digitálního modelu terénu (viz kap. 3.1.1), který byl vytvořen v původním rozsahu dle [36], avšak na základě podstatně přesnějších podkladů DMR5G [8]. Do DMT byly dále zpracovány změny morfologie terénu související s realizací I. etapy PPO Břeclav dle [34].

Kvalita a rozsah dostupných podkladů odpovídají aktuálním požadavkům na realizaci hydraulických výpočtů pro účely vytvoření map povodňového nebezpečí a povodňových rizik.

4 Popis koncepčního modelu

Zájmové území, které bylo předmětem modelového řešení, zahrnovalo úsek toku Dyje od hráze dolní nádrže vodního díla Nové Mlýny až po jez Pohansko, tj. km 17,488 - 42,071. Prodloužení horní části modelu až k profilu hráze dolní nádrže VD Nové Mlýny bylo nezbytné s ohledem na skutečnost, že uvedený úsek má podstatný vliv na průtočné poměry v níže položených oblastech. Podstatný je z tohoto hlediska především vodohospodářský uzel Bulhary [18]. Součástí řešené oblasti bylo rovněž Odlehčovací rameno Dyje v intravilánu města Břeclavi (km 0,000 – 4,893). Předmětem řešení byl hydraulický výpočet proudění vody v toku a v záplavovém území za účelem vytvoření map povodňového nebezpečí – tj. map rozlivů, hloubek a rychlostí proudění vody. Vodní tok Dyje je v zájmovém území převážně upravený s rozsáhlým ohrázováním. V řešeném úseku se na toku vyskytuje poměrně velké množství objektů (14 mostů a 4 jezy), které významně ovlivňují průtočné poměry (viz Tab.č. 5 a 6). Výrazným prvkem řešené oblasti jsou rovněž poldry Lednice, Přítluky a Soutok, které jsou součástí soustavy vybudovaných protipovodňových opatření.

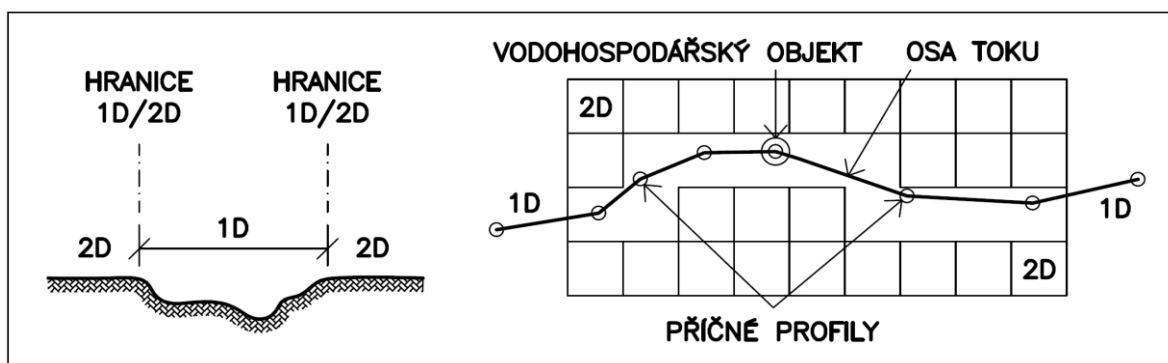
Při výběru vhodného numerického modelu pro hydraulický výpočet byly zohledněny především tyto základní požadavky:

- Zájmový úsek toku Dyje je třeba řešit jako celek. S ohledem na složitost místních podmínek je omezena možnost rozdělit model do více úseků.
- Při vyšších průtocích dochází k nezávislému proudění vody v toku a v prostoru za ochrannými hrázemi, tj. v rámci příčných profilů hladina v toku nekoresponduje s hladinou v zahrázích.
- V zájmovém úseku se nachází značné množství objektů ovlivňujících průtočné poměry, které musí být v modelu zohledněny.
- Výpočet bude proveden za předpokladu nerovnoměrného ustáleného proudění, tj. výsledky řešení budou mírně na stranu bezpečnosti.

Výše uvedené skutečnosti vedly k volbě spřaženého 1D a 2D modelu, který splňoval všechny vytyčené požadavky.

4.1 Schematizace řešeného problému

V rámci koncepčního modelu byla zvolena schematizace, která je patrná z Obr.č. 5 a 6. S použitím 1D modelu bylo řešeno proudění vody v toku Dyje, Odlehčovacím rameni a souvisejících objektech. Hranici a současně propojení mezi 1D a 2D modelem tvořily ochranné hráze toku, popř. břehové hrany v úsecích bez ohrázování. Součástí 1D schematizace byly rovněž významnější objekty v záplavovém území mimo koryto toku Dyje (propustky, mosty, podjezdy).



Obr. č. 5 Obecná schematizace spřaženého 1D a 2D modelu

Celá zájmová oblast pokrytá 2D modelem byla prostorově diskretizována s použitím ortogonální výpočtové sítě s velikostí mřížky 10x10 m (viz Obr.č. 6). Bylo ověřeno, že uvedený rozměr sítě je schopen zachytit všechny podstatné terénní nerovnosti ovlivňující průtočné poměry (např. liniové stavby, ochranné hráze apod.). Rozsah

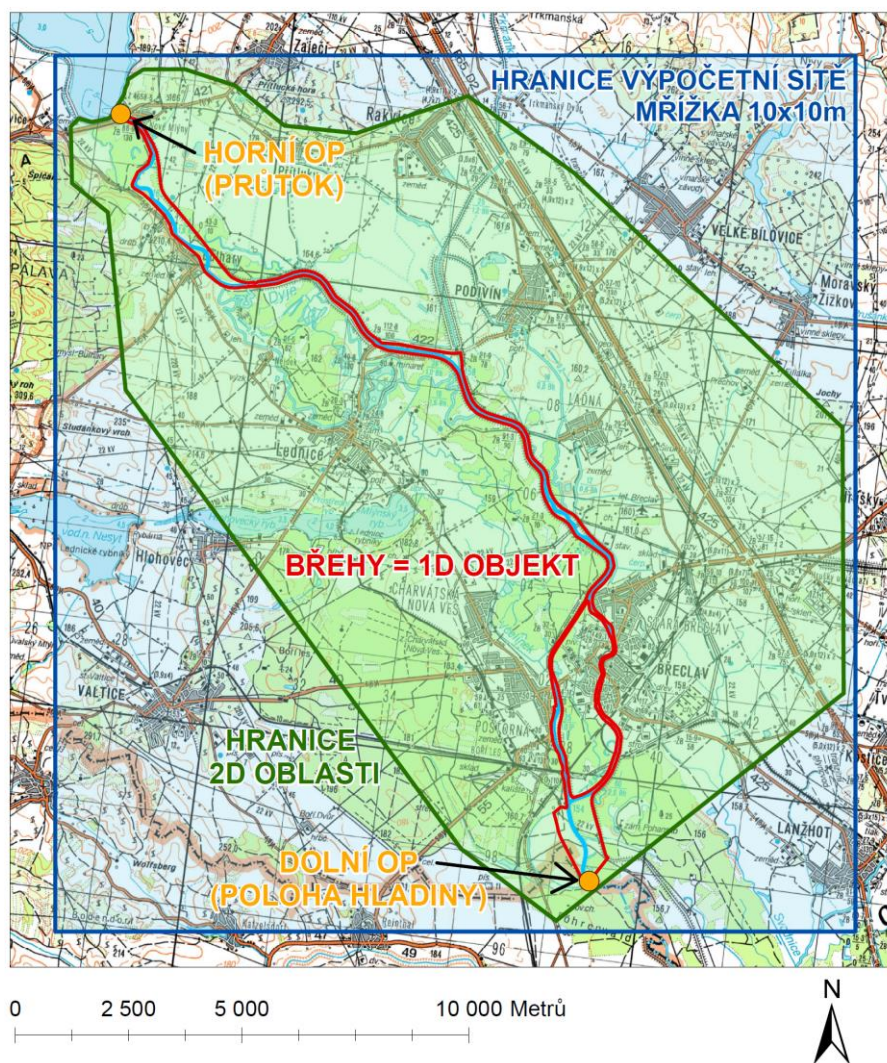
výpočetní síť byl zvolen s dostatečnou rezervou tak, aby obsahoval rozliv největšího modelovaného kulminačního průtoku Q_{500} .

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Hydraulický výpočet byl proveden za předpokladu ustáleného proudění vody v zájmové oblasti, t.j. neznámé veličiny zahrnující hloubky vody a složky vektorů rychlosti proudění byly uvažovány nezávislé na čase. Model stacionárního proudění nezohledňuje transformaci povodňové vlny inundací, což v dané lokalitě posunuje výsledky řešení mírně na stranu bezpečnosti. Míra vlivu transformačního účinku údolní nivy na velikost kulminačních průtoků je do značné míry závislá na objemu příslušných povodňových vln. Řešení úlohy nestacionárního proudění vody by vyžadovalo podrobnou analýzu hydrologických dat za účelem stanovení podmíněných pravděpodobností překročení N -letých kulminačních průtoků a odpovídajících objemů povodňových vln.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Okrajové podmínky (OP) pro stacionární výpočet byly zadávány na dvou otevřených hranicích (viz Obr.č. 6). Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty řešených kulminačních průtoků (Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}) patrné z Tab.č. 4 v profilu LG Nové Mlýny. Dolní okrajová podmínka vycházela z manipulačního řádu [19], zpracovaného podnikem Povodí Moravy, s.p. Konkrétně se jednalo o měrou křivku koryta toku Dyje v profilu pod zaústěním Odlehčovacího ramene zpět do Dyje.



Obr. č. 6 Schematizace zájmové oblasti

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Jako programové vybavení byl použit numerický model TUFLOW, který umožňuje samostatné modelování 1D, 2D a rovněž spřažení 2D a 1D modelů. Výhodou programu je možnost propojení s nástroji GIS, což usnadňuje přípravu vstupních dat modelu i vyhodnocení a následné zpracování výsledků výpočtů. Numerické řešení v rámci 2D modelu je založeno na diferenční metodě využívající ortogonální výpočtovou síť. Výhodou použité numerické metody je především poměrně dobrá stabilita a relativní rychlost výpočtů.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Pro účely výpočtu byly zajištěny především následující druhy podkladů, které byly využity pro přípravu vstupních dat modelu a následné vyhodnocení výsledků výpočtů. Jednalo se především o tyto vstupní podklady:

- dokumentace a vlastní hydrodynamický model vytvořený v rámci 1. plánovacího cyklu [36],
- mapové podklady (Rastrové mapy ČR 1:10 000) [9],
- ortofotomapy [10],
- digitální model terénu v rastrové podobě vytvořený na podkladě dat DMR5G [8] a geodetických podkladů [34],
- podélné a příčné profily vodního toku Dyje a OR Dyje [17],
- územní plány dotčených obcí [31],
- manipulační řady pro vodohospodářské uzly Bulhary a Břeclav [18], [19],
- místní šetření v zájmové lokalitě [15], [32], [37],
- hydrologická data [35],
- záznamy z historických povodní [13], [30].

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Morfologie terénu byla do spřaženého modelu zadávána dvěma postupy. První postup byl použit pro zadání morfologie terénu do 2D modelu a využíval data z dostupného digitálního modelu terénu (viz kap. 3.1.1). Druhý postup sloužil pro zadání morfologie terénu do 1D modelu a vycházel z geodeticky zaměřených příčných profilů toku [17] a geodetických podkladů [33], [34]. 1D model zahrnoval rovněž související objekty na toku a v ZÚ, které byly do modelu zadávány na podkladě výkresové dokumentace a manipulačních řádů [18], [19], dokumentace [17] a místních šetření [15], [32], [37]. Celkem bylo řešeno 14 mostů, 4 jezy (2 pohyblivé a 2 pevné) a jeden boční přeliv.

Tab. č. 5 Parametry jezů na toku Dyje a OR Dyje. [18], [19]

Staničení	PF	Objekt	Šířka jezu [m]	Přelivná hrana [m n.m.]			
				Q ₁	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀
Jezy v korytě toku Dyje							
35,940	124	Pohyblivý jez Bulhary	53,69	161,35 - 162,40			
36,110 - 36,290	- -	Náпустný objekt poldru Lednice (boční přeliv)	172,72	164,20			
31,680	110	Pevný jez Lednice - Jamborův práh	121,26	158,07			
22,906	75	Pevný jez Břeclav	93,77	157,33			
Jezy v OR Dyje							
3,011	9	Pohyblivý jez Poštorná	20,80	157,30 - 155,26			

Tab. č. 6 Parametry mostů a lávek na toku Dyje a OR Dyje.

Staničení	PF	Objekt	Mostovka dolní kóta [m n.m.]	Mostovka horní kóta [m n.m.]
Mosty a lávky v korytě toku Dyje				
41,869	147	Silniční most Nové Mlýny - Milovice	167,96	169,96
37,915	132	Hospodářský most Bulhary	165,80	166,80
32,538	114	Silniční most Lednice - Podivín	164,22	165,34
28,517	99	Pěší mostek s limnigrafem	162,23	163,48
22,662	73	Silniční most Břeclav	159,21	160,56
22,442	70	Lávka - cukrovar	158,50	159,44
21,838	68	Silniční most Břeclav	158,50	161,10
21,665	66	Lávka pro pěší	159,00	159,92
20,715	61	Železniční most a lávka	158,66	160,10
19,867	57	Železniční most	159,08	160,40
Mosty a lávky na OR Dyje				
3,690	5	Silniční most u vodárny	160,22	160,73
2,707	12	Silniční most Břeclav - Poštorná	159,40	161,20
0,780	22	Železniční most	159,14	160,14
0,655	24	Železniční most	159,06	161,26

Pohyblivý Jez Bulhary (km 35, 940) má několik základních funkcí. Zajišťuje provozní hladinu pro vodárenskou oblast vodovodu Zaječí, průtoky v Lednickém náhonu, odběry pro závlahy, výrobu elektrické energie a dělení povodňových průtoků do koryta pod jezem, do poldru Lednice a poldru Přitluky. Jedná se o třípolový jez hrazený segmentovými uzávěry o výšce 2,5 m. Celková délka přelivné hrany činí 53,69 m. Na pravém břehu je umístěna malá vodní elektrárna, rybí přechod a náпустný objekt do poldru Lednice. Na levé straně se nachází náпустný objekt do poldru Přitluky [23].

Jez Břeclav se nachází přímo v intravilánu obce Břeclav. V roce 2005 prošel rozsáhlou rekonstrukcí, při které byl vybudován i netradiční rybí přechod. Jde o pevný jez z proudnicovou přelivnou plochou o délce 93,77 m. Součástí jezu jsou dvě šterkové propusti hrazené klapkami [23].

Odlehčovací rameno Dyje s jezem Poštorná mají za úkol regulovat průtoky v intravilánu Břeclavi. Celková délka koryta Odlehčovacího ramene je cca 5 km. Jez Poštorná je pohyblivý jez se dvěma segmentovými uzávěry o výšce 3,1 m. Celková délka přelivné hrany segmentů činí 20,80 m. K manipulaci dochází při průtoku nad 100 m³/s, kdy se segmenty vyhradí. Pod tímto jezem dochází ke zpětnému nátoky odlehčeného průtoku z poldru Lednice do OR. [23]

Řešený úsek obsahuje tři významné poldry, které se podílejí na transformaci povodňových průtoků. Postupně po toku jsou to poldry Přitluky, Lednice a Soutok.

Poldr Přítluky je neprůtočná boční nádrž s dočasnou akumulací, která byla vybudována za účelem transformace povodňových průtoků pod VD Nové Mlýny. Nápuštěným objektem je pevný přeliv o třech polích s celkovou délkou 15 m hrazený stavidly o výšce 2,4 m na levém břehu u jezu Bulhary. K napouštění poldru Přítluky dochází při průtoku v Dyji nad 760 m³/s. Maximální kapacita nápuštěného objektu je cca 120 m³/s. Celkový objem je přibližně 8 mil. m³. K vypouštění dochází gravitačně pomocí dvou výpustí a pomocí čerpací stanice. [23]

Poldr Lednice je někdy označován jako inundace Bulhary-Pošterná nebo inundace Lednice. Tento poldr je průtočný a slouží hlavně k ochraně Břeclavi při povodních. Nápuštěným objektem je pevný betonový přeliv o délce 172,72 m a deseti polích na pravém břehu u jezu Bulhary. K odlehčení dochází při průtoku nad 420 m³/s v Dyji. Odlehčený průtok se vrací zpět do OR Dyje pod jezem Pošterná. Maximální kapacita nápuštěného objektu je uvažována cca 340 m³/s. [23]

Poldr Soutok s nápuštěným objektem - jezem Pohansko bývá někdy označován jako poldr Pohansko. Nachází se u soutoku Dyje a Moravy a slouží pro zachycení povodňových průtoků pod Břeclaví. Jeho ochranný účinek se projevuje ve větší míře až za hranicemi České republiky na území Rakouska a Slovenska. Jez Pohansko je pohyblivý jez se dvěma segmentovými uzávěry. K odlehčení dochází při průtocích nad 500 m³/s. Vypouštění poldru Soutok se realizuje pevným přelivem o délce 550 m a gravitačně výpustným objektem [23]. Poldr Soutok nebyl předmětem hydraulického řešení.

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Údaje o drsnosti povrchu byly do modelu zadávány ve formě součinitele drsnosti dle Manninga. Výchozím podkladem pro odhad součinitelů drsnosti jednotlivých druhů povrchu byly především ortofotomapy [10], data ZABAGED [11], územní plány [31] a výsledky místních šetření [15], [32], [37]. Hodnoty součinitelů drsnosti byly dále upřesňovány v průběhu kalibrace modelu.

Tab. č. 7 Orientační hodnoty součinitelů drsnosti dle Manninga použité při výpočtu

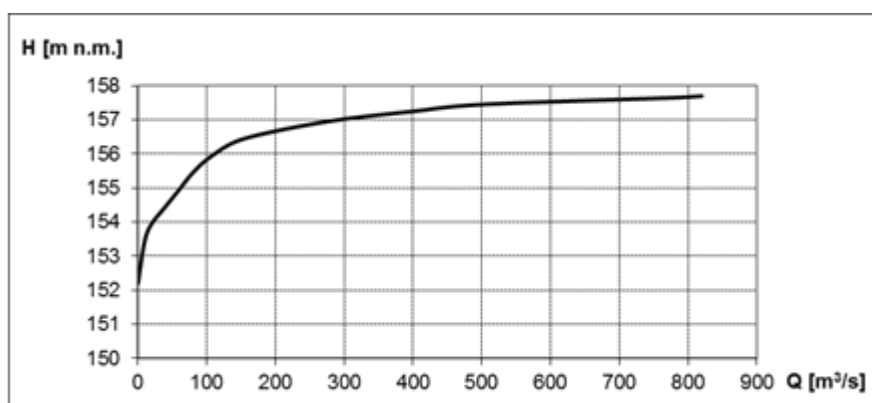
Povrch	Orientační hodnoty součinitele drsnosti dle Manninga
budovy resp. neprůtočné oblasti	1
pastviny a zatravnění	0,05
komunikace	0,015
kyneta	0,035
bermy	0,045
lesy	0,15
stojatá voda (vodní plochy)	0,01

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Okrajové podmínky (OP) pro stacionární výpočet byly zadávány na dvou otevřených hranicích (viz Obr.č. 6). Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty řešených kulminačních průtoků (Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}) patrné z Tab.č. 8 v profilu LG Nové Mlýny.

Tab. č. 8 Horní okrajová podmínka v profilu LG Nové Mlýny (Dyje, km 42,071) - N-leté kulminační průtoky (Q_N) v m³/s ovlivněné vodními díly v povodí

Pracovní číslo úseku	Hydrologický profil	Rok pořízení (ověření)	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Zdroj
DYJ_01	Dyje – LG Nové Mlýny	2018	41,9	341	541	820	1155	[35]



Obr. č. 7 Dolní okrajová podmínka v posledním příčném profilu modelu (Dyje – pod soutokem s OR, km 17,488) dle [19]

Dolní okrajová podmínka vycházela z manipulačního řádu [19] zpracovaného podnikem Povodí Moravy, s.p. Konkrétně se jednalo o měrnou křivku koryta toku Dyje v profilu pod zaústěním Odlehčovacího ramene zpět do Dyje. Měrná křivka na Obr. č. 7 byla uvažována pouze pro samotné koryto Dyje. V levobřežní i pravobřežní inundaci, kde dochází k nezávislému proudění vody, byl zaveden předpoklad volného odtoku otevřenou hranicí.

Další přítoky v zájmovém úseku Dyje (Trkmanka, Včelínek) nebyly v modelu uvažovány s ohledem na jejich malý význam z hlediska možného ovlivnění výsledného povodňového nebezpečí.

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

S ohledem na předpoklad řešení ustáleného nerovnoměrného proudění nebyly počáteční podmínky stanovovány.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

V případě řešení zájmového území lze vymezit následující podstatné zdroje nejistot vstupních dat:

1. Nejistoty v údajích o morfologii terénu - zásadní byla především přesnost DMT v oblastech s hustou vegetací (udávaná výšková přesnost cca 0,3 m). V těchto případech bylo v závislosti na dostupnosti vhodných podkladů provedena korekce DMT na základě pozemního geodetického měření [33], [32], [17]. Oproti DMT použitému v rámci 1. plánovacího cyklu [36] bylo dosaženo podstatného zpřesnění údajů o morfologii terénu v zájmovém území, a to v důsledku použití dat DMR5G [8].

Obtížně ovlivnitelným zdrojem nejistot jsou v této souvislosti možné změny morfologie ZÚ a toku v závislosti na čase. V průběhu povodňové události dochází např. k transportu splavenin (zanášení koryta a vznik výmolů), pohybu plovoucích objektů (např. zanášení mostních profilů a propustků) a dalším obdobným jevům. Možné časové změny morfologie terénu nebyly v rámci hydraulických výpočtů uvažovány.

2. Nejistoty v údajích o objektech v ZÚ - v zájmové oblasti se nachází rozsáhlá zemní tělesa dopravních komunikací vč. souvisejících objektů (propustky, mosty, podjezdy), které zásadně ovlivňují charakter proudění v zájmové lokalitě. Pro objekty, které se nenacházely přímo na řešených tocích, byla k dispozici pouze omezená nebo zcela chybějící dokumentace. Absence tohoto druhu podkladů v průběhu řešení kompenzována realizací dodatečných orientačních měření těchto objektů např. v rámci místních šetření [32], [37]. Pro další omezení tohoto druhu nejistot by bylo nezbytné provést detailní geodetické zaměření zmiňovaných objektů.
3. Nejistoty v údajích o drsnosti povrchu - zadání hodnot součinitelů drsností povrchu dle Manninga vycházelo v první fázi ze zkušeností zpracovatele v oblasti hydraulických výpočtů proudění vody v tocích a záplavových územích. Tyto hodnoty byly dále upřesňovány kalibrací (viz kap. 5.3). Větší míru nejistoty je třeba v tomto případě uvažovat zejména v případě součinitelů drsnosti pro oblasti mimo koryto toku, kde jsou dostupné podklady ke kalibraci modelu značně omezené. Dále je třeba vzít v úvahu, že hodnoty součinitelů drsností se mohou měnit v čase, a to jak z dlouhodobého hlediska (např. vliv ročních období), tak v kratších časových intervalech (např. v průběhu povodňových události). Možnosti dalšího snižování

tohoto druhu nejistot jsou v dané lokalitě poměrně omezené s ohledem na absenci kalibračních dat pro oblast záplavového území. Zmiňovaná změna součinitelů drsností povrchu v čase nebyla v rámci výpočtů uvažována.

4. Nejistoty v hydrologických údajích - v této souvislosti je třeba zohlednit především udávanou třídu přesnosti dostupných podkladů (viz Tab.č. 4), které odpovídá příslušná hodnota směrodatné chyby dle ČSN 75 1400.

5.3 Popis kalibrace modelu

Kalibrací se rozumí zjištění a úprava hodnot vstupních parametrů numerického modelu. Cílem bylo dosáhnout co možná nejlepší shody mezi výsledky výpočtů provedených kalibrovaným numerickým modelem a podklady. Kalibrace byla provedena pro hladiny dle měrných křivek limnigrafů, vodohospodářských objektů a vybraných charakteristických profilů s využitím podkladů [18] a [19]. V případě použitých podkladů [18, 19] byla ověřena relevantnost použitých měrných křivek z podkladů z roku 2007a 2009 s aktuálním stavem jednotlivých objektů a možným vlivem realizovaných PPO. S ohledem na spolehlivost kalibrace byly hodnoceny především průtoky nepřesahující kapacitu koryta toku.

Výsledky kalibrace aktualizovaného modelu ve vybraných profilech jsou doloženy v Tab.č. 9. Pro srovnání je rovněž uvedena Tab. č. 10 obsahující kalibrační údaje pro původní model z 1.plánovacího cyklu [36]. Hlavním kritériem pro hodnocení výsledků kalibrace byla v obou případech hodnota maximální odchylky mezi vypočtenými a kalibračními údaji cca $\pm 0,15$ m. Verifikace nakalibrovaného modelu byla provedena na podkladě dostupných historických záznamů [13], [30] z povodně 2006 (viz kap. 2.2). S ohledem na PPO realizovaná v oblasti Břeclavi, kterými byla sanována podstatná kritická místa zjištěná během povodně 2006, byla verifikační data použitelná pouze omezeně pro orientační srovnání. Jednalo se především o ověření způsobu dělení průtoků v místě vodohospodářského uzlu Bulhary a funkčnosti provedených PPO.

Tab. č. 9 Výsledky kontrolní kalibrace aktualizovaného numerického modelu

Profil	Staničení [km]	Průtok [m³/s]	Výška srovnávací hladiny [m n.m.]	Výška vypočítané hladiny [m n.m.]	Rozdíl Δh [m]	Zdroj
LG Ladná	28,502 (Dyje)	346	161,44	161,49	+0,05	[18]
		394	161,72	161,75	+0,03	
Odbočení OR	23,880 (Dyje)	346	159,25	159,13	-0,12	[19]
		390	159,40	159,41	+0,01	
		507	159,82	159,86	+0,04	
Kombinovaný jez Břeclav (nadjezí)	22,906 (Dyje)	230	158,70	158,78	+0,08	[19]
Kombinovaný jez Břeclav (podjezí)	22,906 (Dyje)	230	158	158,02	+0,02	[19]
		271	158,30	158,39	+0,09	
		370	159,40	159,46	+0,06	
Jez Poštorná (nadjezí)	3,011 (OR)	116	157,98	157,84	-0,14	[19]
Jez Poštorná (podjezí)	3,011 (OR)	116	157,70	157,67	-0,03	[19]
Vyústění OR	18,238 (Dyje)	346	157,20	157,21	+0,01	[19]
		541	157,55	157,47	-0,08	
		820	157,75	157,69	-0,06	

Tab. č. 10 Výsledky kalibrace numerického modelu z 1. plánovacího cyklu dle [36]

Profil	Staničení [km]	Průtok [m³/s]	Výška srovnávací hladiny [m n.m.]	Výška vypočítané hladiny [m n.m.]	Rozdíl Δh [m]	Zdroj
Jez Bulhary	35,940 (Dyje)	419	164,93	164,92	0,01	[18]
		446	165,25	165,27	0,02	
		452	165,30	165,33	0,03	
LG Ladrná	28,502 (Dyje)	341,4	161,41	161,35	0,06	[18]
		414	161,85	161,83	0,02	
		437	161,98	161,89	0,09	
Odbočení OR	23,880 (Dyje)	341,4	159,25	159,21	0,04	[19]
		434	159,60	159,63	0,03	
Kombinovaný jez Břeclav, podjezí	22,906 (Dyje)	257	158,20	158,21	0,01	[19]
		332	158,90	158,82	0,08	
Vyústění OR	18,238 (Dyje)	544	157,55	157,58	0,03	[19]
		773	157,75	157,83	0,08	
Jez Poštorná	3,011 (OR)	107	157,90	157,98	0,08	[19]
		163	158,60	158,61	0,01	

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Mezi výsledky výpočtů patřily především údaje o hloubkách vody, rychlostech proudění vody a rozlivech. Výstupy byly zpracovány do podoby map hloubek vody, rychlostí proudění vody a záplavových čar pro jednotlivé řešené kulminační průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} . Vzhledem k tomu, že záplavová území jednotlivých řešených úseků vodních toků se do značné míry prolínají je v následujícím textu uveden souborný popis povodňového nebezpečí pro kulminační průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} .

6.1.1 Kulminační průtok průtok Q_5

Koryto toku Dyje je při průtoku Q_5 v celém zájmovém úseku kapacitní. K lokálním pravobřežním rozlivům menšího rozsahu dochází pouze z Odlehčovacího ramene, a to zpětným vzduťím do výtokové části poldru Lednice, v jižní části Poštorné nad železniční tratí Břeclav - Valtice a nad soutokem s Dyjí.

6.1.2 Kulminační průtok průtok Q_{20}

Při průtoku Q_{20} dochází v souladu s manipulačním řádem [18] k odlehčování průtoků nápuštným objektem nad jezem Bulhary do průtočného poldru Lednice. V rámci modelovaného povodňového scénáře bylo při průtoku $Q_{20} = 541 \text{ m}^3/\text{s}$ uvažováno odlehčování do poldru Lednice na úrovni cca $147 \text{ m}^3/\text{s}$ a průtok pod jezem Bulhary činil cca $394 \text{ m}^3/\text{s}$. Odlehčený průtok protéká pravobřežním inundačním územím (poldr Lednice) a vrací se do Odlehčovacího ramene pod jezem Poštorná. Rozliv v pravobřežním inundačním území (poldr Lednice) zasahuje postupně k okraji intravilánu obcí Nejdek, Lednice a městské části Břeclav - Charvátská Nová Ves. Za uvedeného stavu je koryto toku Dyje v celém zájmovém úseku kapacitní. K lokálním pravobřežním rozlivům menšího rozsahu dochází, obdobně jako při průtoku Q_5 , pouze z Odlehčovacího ramene, a to v jižní části Poštorné nad železniční tratí Břeclav - Valtice a nad soutokem s Dyjí.

6.1.3 Kulminační průtok průtok Q_{100}

Při průtoku Q_{100} dochází v souladu s manipulačním řádem [18] k odlehčování průtoků jak do pravobřežního poldru Lednice, tak do levobřežního poldru Přítluky. V rámci modelovaného povodňového scénáře bylo při průtoku $Q_{100} = 820 \text{ m}^3/\text{s}$ uvažováno odlehčování do poldru Lednice na úrovni cca $312 \text{ m}^3/\text{s}$ a do poldru Přítluky cca $90 \text{ m}^3/\text{s}$. Průtok v Dyji pod jezem Bulhary tedy dosahoval cca $418 \text{ m}^3/\text{s}$. Řešení povodňového scénáře Q_{100} za předpokladu ustáleného proudění však představuje extrémní případ, který předpokládá úplné naplnění poldru Přítluky s následným přelitím jeho společné hráze s Trkmankou. Po přelití hrází Trkmanky pokračuje průtok z Přítluckého poldru levobřežním inundačním územím směrem k Břeclavi. Tento průtok zaplavuje levobřežní inundační území až k okraji intravilánu obce Podivín a částečně zasahuje obec Ladrná. Nad Břeclaví dochází k jeho rozdělení do dvou větví obtékajících Starou Břeclav. Ke spojení obou větví dochází nad železničním náspem poblíž železniční stanice Břeclav. Zemní těleso trati je podtékáno v místě podjezdů a rozliv dále pokračuje jižním směrem k poldru Soutok, kde dochází k přelévání železniční trati Břeclav Kúty a silnice Břeclav - Lanžhot.

Rozliv v pravobřežním inundačním území (průtočný poldr Lednice) zasahuje postupně k okraji obce Nejdek, dále Lednice vč. zaplavení části zámeckého parku a okraje Charvátské Nové Vsi. K lokálním pravobřežním rozlivům menšího rozsahu z Odlehčovacího ramene dochází, obdobně jako při průtocích Q_5 a Q_{20} , pouze v jižní části Poštorné nad železniční tratí Břeclav - Valtice a nad soutokem s Dyjí.

6.1.4 Kulminační průtok průtok Q_{500}

Při průtoku Q_{500} dochází v souladu s manipulačním řádem [18] k odlehčování průtoků jak do pravobřežního poldru Lednice, tak do levobřežního poldru Přítluky. V rámci modelu bylo při průtoku $Q_{500} = 1155 \text{ m}^3/\text{s}$ uvažováno odlehčování do poldru Lednice na úrovni cca $340 \text{ m}^3/\text{s}$ a do poldru Přítluky cca $100 \text{ m}^3/\text{s}$. Při takto extrémním průtoku navíc dochází k dalšímu nekontrolovanému odlehčení do poldru Přítluky (cca $279 \text{ m}^3/\text{s}$) přes levý břeh koryta Dyje v úseku pod obcí Nové Mlýny. Stejně jako při řešení povodňového scénáře Q_{100} se za předpokladu ustáleného proudění předpokládá, že po úplném naplnění poldru Přítluky dojde k přelití hráze podél Trkmanky. Tento průtok pokračuje z Přítluckého poldru levobřežním inundačním územím směrem k Břeclavi a dochází k rozsáhlému zaplavení levobřežního inundačního území vč. okrajové části intravilánu obce Podivín a značné části intravilánu obce Ladrná. V Břeclavi je zaplavena velká část Staré Břeclavi, oblast mezi silnicí Břeclav - Hodonín a

železniční trať Břeclav - Brno. Za železniční trať zasahuje rozliv až k dálnici D2. Rozliv dále pokračuje jižním směrem k poldru Soutok, kde dochází k přelévání železniční trati Břeclav - Kúty a silnice Břeclav - Lanžhot.

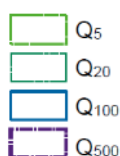
Rozliv v pravobřežním inundačním území (průtočný poldr Lednice) zasahuje postupně k okraji intravilánu obce Nejdek, dále obce Lednice vč. zaplavení části zámeckého parku a okraje městské části Břeclav - Charvátská Nová Ves. K lokálním pravobřežním rozlivům menšího rozsahu z Odlehčovacího ramene dochází pouze v jižní části Poštorné nad železniční trať Břeclav - Valtice a nad soutokem s Dyjí.

Rozlivem Q_{500} je v předmětné oblasti dotčeno území následujících obcí: Břeclav, Ladná, Lanžhot, Tvrdonice, Podivín, Lednice, Rakvice, Kostice. V případě Lanžhotu, Kostic a Rakvic se však nejedná o intravilán.

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

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

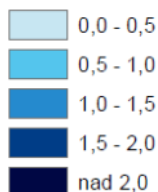
Záplavové čáry byly zpracovány s použitím nástrojů GIS do vektorového formátu *.shp, a to na základě vyhodnocení rastrových dat o hloubkách vody (viz kap. 6.2.2). Použitá legenda v mapách rozlivů dle [XIV] je doložena na Obr. č. 8.



Obr. č. 8 – Legenda hranic rozlivů

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

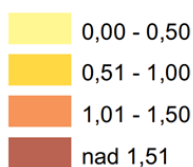
Údaje o hloubkách vody byly zpracovány do georeferencovaného formátu *.tif přímo s použitím programového vybavení TUFLOW. Rozlišení rastrů hloubek vody odpovídá požadavkům [XIV], tj. 5 x 5 m. Použitá legenda v mapách hloubek vody dle [XIV] je doložena na Obr. č. 9.



Obr. č. 9 – Legenda hloubek vody

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

Údaje o rychlostech proudění vody byly zpracovány do georeferencovaného formátu *.tif přímo s použitím programového vybavení TUFLOW. Rozlišení rastrů rychlostí proudění vody odpovídá požadavkům [XIV], tj. 5 x 5 m. V případě map rychlostí proudění vody je třeba vzít v úvahu skutečnost, že se jedná o výsledky kombinovaného 1D/2D numerického modelu. Vlastní koryto toku v rozsahu přilehlých ochranných hrází popř. břehových hran bylo řešeno použitím 1D modelu, který poskytuje pouze údaje o středních profilových rychlostech. Pro oblast koryta toku tedy není k dispozici relevantní prostorově proměnné pole rychlostí proudění vody, ale jedná se pouze o orientační interpretaci. Použitá legenda v mapách rychlostí dle [XIV] je doložena na Obr. č. 10.



Obr. č. 10 – Legenda rychlostí proudění vody

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

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