



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

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

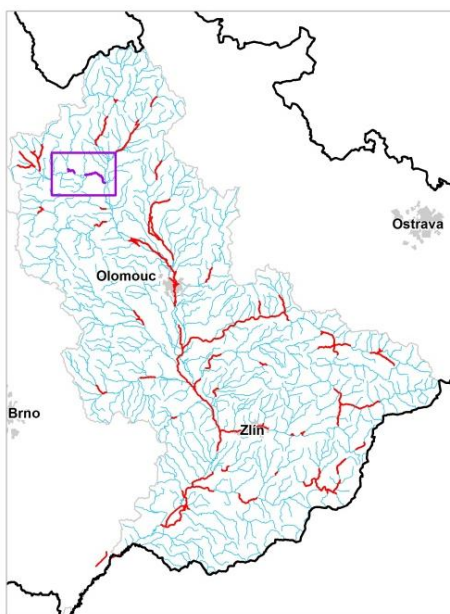
B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

MORAVSKÁ SÁZAVA – 10100059_1 (MOV_27-01) - Ř. KM 0,000 – 8,442

NEMILKA – 10100746_1 (MOV_27-02) - Ř. KM 0,000 – 0,258

MORAVSKÁ SÁZAVA – 10100059_2 (MOV_27-03) - Ř. KM 14,756 – 17,395

BŘEZNÁ – 10100154_1 (MOV_27-04) - Ř. KM 0,000 – 0,749



ZÁŘÍ 2019





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

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

MORAVSKÁ SÁZAVA – 10100059_1 (MOV_27-01) - Ř. KM 0,000 – 8,442

NEMILKA – 10100746_1 (MOV_27-02) - Ř. KM 0,000 – 0,258

MORAVSKÁ SÁZAVA – 10100059_2 (MOV_27-03) - Ř. KM 14,756 – 17,395

BŘEZNÁ – 10100154_1 (MOV_27-04) - Ř. KM 0,000 – 0,749

Pořizovatel:



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

Zhotovitel:



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

Zpracovatel posudku:



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Veveří 331/95
602 00 Brno

Obsah:

1	Základní údaje	5
1.1	Seznam zkratk a symbolů	5
1.2	Cíle prací	5
1.3	Postup zpracování a metoda řešení	6
2	Popis zájmového území	6
2.1	Všeobecné údaje	8
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	9
3	Přehled podkladů	11
3.1	Soupis zpráv a dokumentů	11
3.2	Související předpisy	11
3.3	Topologická data	12
3.3.1	Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu	12
3.3.2	Mapové podklady	12
3.3.3	Geodetické podklady	12
3.4	Hydrologická data	12
3.5	Místní šetření	13
3.6	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady	13
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů	14
4	Popis koncepčního modelu	15
4.1	Schematizace řešeného problému	15
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	15
4.3	Způsob zadávání OP a PP	15
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	18
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	20
6	Výsledky	22
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	22
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	25
6.2.1	Rozlivy pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	25
6.2.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	26
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	26

6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	27
-----	---	----

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
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČHP	číslo hydrologického pořadí
ČSN	česká technická norma
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DMR 5G	digitální model reliéfu páté generace
DMT	digitální model terénu
DOP	dolní okrajová podmínka
HOP	horní okrajová podmínka
LB	levý břeh/levobřežní
LG	limnigraf (vodočet)
OP	okrajová podmínka
PB	pravý břeh/pravobřežní
PP	počáteční podmínka
PPO	protipovodňové opatření
PVPR	Předběžné vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem
RZM 10	rastrová základní mapa 1 : 10 000
SOP	studie odtokových poměrů
TPE	Technicko - provozní evidence
TNV	odvětvová technická norma
VD	Vodní dílo
ZABAGED	základní báze geografických dat České republiky
ZÚ	záplavová území

1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí pro úsek na vodním toku Moravská Sázava – 10100059_1 (MOV_27-01) – ř. km 0,000 – 8,442, Nemilka – 10100746_1 (MOV_27-02) – ř. km 0,000 – 0,258, Moravská Sázava – 10100059_2 (MOV_27-03) – ř. km 14,756 – 17,395 a Březná – 10100154_1 (MOV_27-04) – ř. km 0,000 – 0,749 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:

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

Oproti 1. plánovacímu cyklu nedošlo k žádným změnám, jak v rozsahu řešeného úseku, tak ani v hydrologických datech, ani k zásadním terénním změnám, jak v korytě, tak v inundačním území.

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 pro řešené úseky jsou hydraulické výpočty pro účely vymezení záplavového území zpracované na Povodí Moravy, s.p. [12] a také výstupy z 1. plánovacího cyklu zpracované firmou Pöry Environment a.s. v r. 2013 [19].

2 Popis zájmového území

V rámci zpracování 1. plánovacího cyklu byly úseky řešeny jako dvě samostatné oblasti s významným povodňovým rizikem. Pro 2. plánovací cyklus došlo ke sloučení, ale nadále je území řešeno dvěma samostatnými hydrodynamickými modely – úsek Moravská Sázava (MOV_27-01) s levostranným přítokem Nemilky (MOV_27-02) a úsek Moravská Sázava (MOV_27-03) s levostranným přítokem Břežná (MOV_27-04).

Předmětem řešeného území je úsek na řece Moravská Sázava v km 0,000 – 8,442, úsek na řece Nemilka v km 0,000 – 0,258, úsek Moravská Sázava v km 14,756 – 17,395 a úsek na řece Břežná v km 0,000 – 0,749* (Obr. č. 1).

Tab. č. 2 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100059_1	MOV_27-01	Moravská Sázava	0,000 – 8,442	4-10-02-042 4-10-02-046 4-10-02-048
10100746_1	MOV_27-02	Nemilka	0,000 – 0,258	4-10-02-047
10100059_2	MOV_27-03	Moravská Sázava	14,756 – 17,395	4-10-02-034 4-10-02-042
10100154_1	MOV_27-04	Břežná	0,000 – 0,749	4-10-02-041

*) Komentář k používané kilometrži toku

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

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

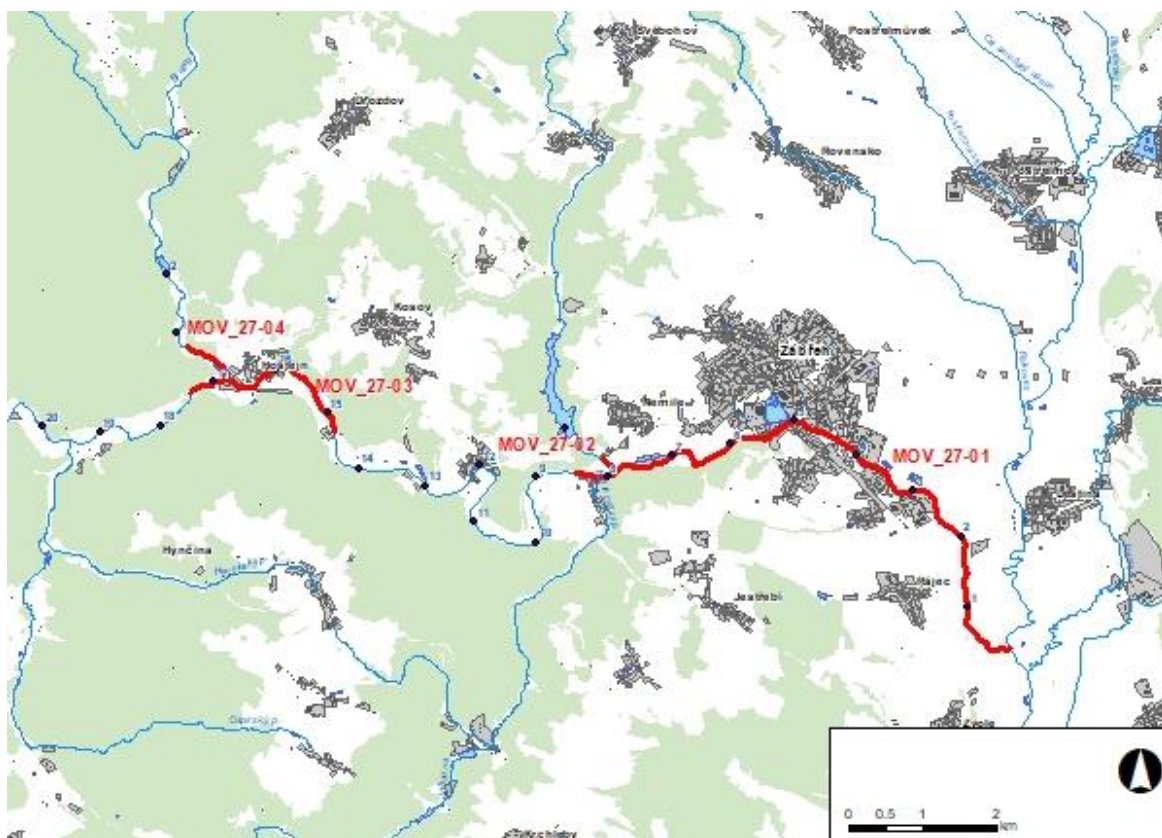
Tab. č. 3 Srovnání staničení Senice

Tok	Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
Moravská Sázava	0,000 – 8,490	0,000 – 0,8442
Nemilka	0,000 – 0,258	0,000 – 0,258
Moravská Sázava	15,207 – 17,866	14,756 – 17,395
Březná	0,000 – 0,749	0,000 – 0,749

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

V řešených úsecích Moravské Sázavy a Březné nejsou zbudována žádná významná vodní díla. Na řece Nemilce cca 0,6 km nad začátkem řešeného úseku je zbudováno VD Nemilka.

Významnými přítoky Moravské Sázavy (MOV_27-01) v řešeném úseku jsou Nemilka a Bušínovský potok a nad řešeným úsekem Ostrovský potok, Lukovský potok, Rychnovský potok, Hraniční potok a Ospirský potok. Nemilka je levostranným přítokem Moravské Sázavy (MOV_27-01) a nemá žádný významný přítok. Březná je levostranným přítokem Moravské Sázavy (MOV_27-03). Toky Březná a Moravská Sázava (MOV_27-03) nemají v řešených úsecích žádné další významné přítoky.



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

2.1 Všeobecné údaje

Moravská Sázava

Moravská Sázava pramení na k.ú. obce Rýdrovice, odvádí vody z podhůří Orlických hor a vlévá se pod obcí Zábřeh do řeky Moravy jako pravobřežní přítok.

Tvar povodí Moravské Sázavy je vějířovitý. Celková plocha povodí Moravské Sázavy je 508,95 km².

Z hlediska geografického se oblast povodí Moravské Sázavy nachází v přechodném pásmu, kde se projevují jak vlivy kontinentálního klimatu tak klima oceánského klimatu.

Poněvadž tato oblast má vlivem zasahujícího srážkového stínu poměrně malé srážky (průměrná roční srážka je 700 – 800 mm), jsou průtoky v řece nízké – průměrný roční průtok ve výustní trati činí 4,4 m³/s. Nicméně četnost povodní v povodí Moravské Sázavy je výrazně vyšší než povodní v horním povodí Moravy.

Charakter toku je převážně nížinný. Spády pramenné oblasti 10 ‰ se brzy značně snižují. Údolní niva je zvláště v horní části toku velmi plochá – řeka zde protéká průměrným spádem 2‰. Lanškrounskou kotlinou obcemi Albrechtice, Sázava a Žichlínek a luční tratí pod Žichlínkem. Pod obcí Krasíkov se široká kotlina uzavírá a řeka se dostává do poměrně nízkého zalesněného údolí. Protéká zde luční tratí – průměrné spády se zde pohybují mezi 2 – 4 ‰. Teprve pod Zábřehem na Moravě se tok vlévá do široké údolní nivy – spád zde poklesá až na 1,6 ‰.

Tok je z větší části neupravený, dno toku je kamenité, provedené úpravy na toku jsou převážně v obcích a u objektů na toku. Orientační délka toku Moravské Sázavy je 55,000 km.

Nadmořská výška pramenné oblasti Moravské Sázavy je 950 m n.m. a údolí nad soutokem s Moravou 275 m n.m.

Úsek 10100059_1 (MOV_27-01), Moravská Sázava

V řešeném úseku protéká Moravská Sázava katastrálním územím Zvole u Zábřeha, Rájec u Zábřeha, Zábřeh na Moravě, Jestřebičko, Nemile, Lupěné. Úsek začíná v profilu železničního mostu v obci Lupěné a končí v místě ústí do Moravy. Na jezu v km 7,855 odbočuje LB Mlýnský náhon, který následně natéká do rybníka Zábřeh. V blízkosti toku je nejhustější zástavba v městě Zábřeh, a to jak zástavba k bydlení a občanské vybavenosti tak průmyslové areály. Pod městem Zábřeh je na LB městská ČOV. V zájmovém území je osm mostů, čtyři lávky a tři jezy. Úsek Moravské Sázavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Úsek 10100059_2 (MOV_27-03), Moravská Sázava

V řešeném úseku protéká Moravská Sázava katastrálním územím Kosov, Hoštejn a Tatenice. Úsek začíná v místě křížení s železniční tratí nad zástavbou Hoštejna, protéká touto obcí, dále extravilánem pod obcí a končí pod železničním mostem v km 15,186. Podél toku vede na PB železniční trať, objekty k bydlení jsou vybudovány na obou březích toku. Koryto je lichoběžníkového profilu se zarostlými břehy, s průměrnou šířkou ve dně cca 10 m. V zájmovém území jsou dva mosty a dvě lávky. Úsek Moravské Sázavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Nemilka

Tok dlouhý 12,5 km, pramení v obci Horní Studénky, je levobřežním přítokem Moravské Sázavy u města Zábřeh na Moravě. Na toku se nachází VD Nemilka v km 0,6, s objemem 1,551 mil. m³.

Úsek 10100746_1 (MOV_27-02), Nemilka

V řešeném úseku protéká Nemilka katastrálním územím Nemile. Úsek začíná v profilu silničního mostu, níže jsou zahrady a železniční most. Úsek končí v zaústění do Moravské Sázavy nad jezem v km 7,855. Koryto je neupravené, zarostlé stromy a křovinami. V zájmovém území jsou tři mosty. Úsek Nemilky v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Březná

Březná je levostranný a celkově největší přítok Moravské Sázavy. Délka toku činí 31,8 km. Plocha povodí měří 130,3 km². Pramení v nadmořské výšce 850 m na jihovýchodních svazích Jeřábu (1002,8 m), mezi ním a Boudou (956 m). Protéká Moravským Karlovem, Bílou Vodou, Mlýnickým Dvorem, Březnou, Štítý a Chovem. V Hoštejně se vlévá zleva do Moravské Sázavy v km dle TPE 17,430.

Úsek 10100154_1 (MOV_27-04), Březná

V řešeném úseku protéká Březná katastrálním územím Kosov, Hoštejn a Tatenice. Úsek začíná v místě silničního mostu v extravilánu a končí v místě zaústění do Moravské Sázavy. Zástavba je situována v dolním úseku toku. V zájmovém území jsou dva mosty a jeden jez. Úsek Březná v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.



Obr. č. 2 Přehledná mapa povodí Moravy a přítoků Váhu dle [14]

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Největší zaznamenaná povodeň v novodobé historii na řece Moravské Sázavě v limnigrafické stanici Lupěné, v obci Nemile, je datována k červenci 1997. Příčinou povodně byly vydatné srážkové úhrny, které vyvolaly v horních a středních tocích mimořádné. http://www.vesmir.cz/files/obr/nazev/2010_376_07.jpg?type/html Ke kulminaci došlo 8. 7. 1997 a v obci Nemile bylo dosaženo kolem $208 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok cca Q_{100} [16]. Limnigraf Lupěné zaznamenal vodní stav 382 cm [18], přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu 317 cm, tj. $158 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok cca Q_{20-50} , byla v dubnu 2006. K další významné povodni v novodobé historii došlo v březnu 2005 (vodní stav 294 cm, tj. $133 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. průtok větší než Q_{10-20}) [17].

V dávnější historii byly zaznamenány povodně v červenci 1954 (vodní stav 320 cm), v únoru 1950 (vodní stav 308 cm), v únoru 1946 (vodní stav 305 cm), v březnu 1956 (vodní stav 299 cm), v únoru 1954 (vodní stav 295 cm), v říjnu 1930 (vodní stav 275 cm) a v červnu 1966 (272 cm) [17].

Záznamy z měření na limnigrafické stanici Hoštejn v obci Hoštejn na řece Březná, 700 m nad ústím do Moravské Sázavy u silničního mostu přes Březnou směrem na Drozdovskou Pilu, levý břeh, nejsou na příslušných www stránkách (http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=20263035) k dispozici.



Obr. č. 3 Jižní okraj Záhřebu na Moravě



Obr. č. 4 Řeka Morava pod Záhřebem

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.: 10820574, 10820576, 10820578, 10820580, 10840566, 10840568, 10840570, 10840572, 10840574, 10840576, 10840578, 10840580, 10860566, 10860568, 10860570, 10860572, 10860574, 10860576, 10860478, 10860580, 10880566, 10880568, 10880570, 10880572, 10880574, 10880576, 10880578, 10880580, 10900566, 10900568, 10900570, 10900572, 10900574, 10920566, 10920568, 10920570, 10920572. 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 Moravské Sázavy, geodetická kancelář ing. Slámy v subdodávce pro Geodis spol. s.r.o., Brno, 2000.
- [7] Geodetické zaměření toku Březná, Pöry Environment a.s., Brno, 12/2012.
- [8] Hydrologická data – N-leté průtoky, ČHMÚ, 11/2018.
- [9] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu října 2012. Pöry Environment a.s., Brno.
- [10] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu března 2019. AQUATIS a.s., Brno.
- [11] Technicko provozní evidence toků – TPE Moravská Sázava, Povodí Moravy, s.p., Brno, 1971.
- [12] Moravská Sázava km 0,000 – 51,692, studie odtokových poměrů, Povodí Moravy, s.p., útvar hydroinformatiky, 06/2003.
- [13] Studie ochrany před povodněmi na území Olomouckého kraje, Pöry Environment a.s., 03/2007.
- [14] Plán dílčího povodí Moravy a přítoků Váhu, 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] Evidenční list hlásného profilu č. 309, tok Mor. Sázava, lim. stanice Lupěné. Aktualizace březen 2019.
- [18] Evidenční list hlásného profilu č. 307a, tok Březná, lim. stanice Hoštejn. Aktualizace březen 2019.
- [19] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, Pöry Environment a.s., Brno, 07/2013.
- [20] Numerický 1D+ model Moravské Sázavy v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2003.
- [21] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual DHI, 2009.
- [22] <http://www.zam.fme.vutbr.cz/~raud/povodne/index.php?zarazeni=c>

3.2 Související předpisy

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

- [XV] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011.
- [XVI] Předběžné vyhodnocení povodňových rizik v České republice 2011. Implementace směrnice 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik (verze 5.0). Ministerstvo životního prostředí ČR (poslední aktualizace dne 16. 3. 2012). Praha. 12/2011.
- [XVII] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., aktualizace 18. 8. 2019.
- [XVIII] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 07/2019.
- [XIX] Standardizovaná struktura uložení dat, CDS2, 09/2019.

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

3.3 Topologická data

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

3.3.1 Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu

Digitální model terénu (DMT) byl vytvořen s použitím programů ESRI Arc GIS Version 10.5 (nastavba 3D Analyst), AutoCAD 2012 a AutoCAD CIVIL 3D. Model pokrývá celé zájmové území na předpokládaný rozliv Q_{500} s dostatečným přesahem. Výsledný DMT je zpracován z DMR 5G [1], který je doplněn o geodetické zaměření koryta [6] a [7]. DMT má tyto vlastnosti: formát ESRI GRID, velikost pixelu 1 m, přesnost výškových údajů do 0,5 m, polohopisný systém S-JTSK, výškopisný systém Balt po vyrovnání.

3.3.2 Mapové podklady

Mapové podklady byly:

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

3.3.3 Geodetické podklady

Geodetické zaměření příčných profilů území po cca 120 - 150 m na Moravské Sázavě provedla na podzim roku 2000 geodetická kancelář ing. Slámy v subdodávce pro Geodis spol. s r.o. , Brno. Zaměření toku Březná provedlo geodetické středisko Pöyry Environment, a.s. v 12/2012. Nemilka zaměřená není. Zaměření je v polohopisném systému S-JTSK, výškopisném systému Balt po vyrovnání. Výkresová dokumentace je k dispozici u zhotovitele. Nemilka zaměřená není. Zaměření je v polohopisném systému S-JTSK, výškopisném systému Balt po vyrovnání. Výkresová dokumentace je k dispozici u zhotovitele.

3.4 Hydrologická data

V Tab. č. 4 jsou uvedena hydrologická data. Data byla ověřena u ČHMÚ koncem roku 2018. Hodnoty průtoků nedoznaly významných změn oproti hodnotám z roku 2013.

Tab. č. 4 Aktuální N-leté průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ [8]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Březná – Hoštejn LG	16.11.2018	0,1	33	50,3	75	100	I.
Moravská Sázava – pod Březnou	16.11.2018	16,850	84,9	133	199	275	II.
Moravská Sázava – Lupěné LG	16.11.2018	8,75	87,6	137	203	280	I.
Moravská Sázava ústí	16.11.2018	0,1	91,4	142	212	290	II.
Nemilka - ústí	16.11.2018	0,1	14,5	22,2	31,5	45	III.

Tab. č. 5 Starší hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ pořízené pro 1. plánovací cyklus [19]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Březná – Hoštejn LG	2013	0,1	33	50,3	75	100	III.
Moravská Sázava – pod Březnou	2013	16,8	84,9	133	199	275	II.
Moravská Sázava ústí	2013	0,1	91,4	142	212	290	II.
Nemilka - ústí	2013	0,1	14,5	22,2	31,5	45	III.

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

Hydrologický profil	Rok pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Moravská Sázava – pod Březnou	2003	16,8	108,0	154,0	208,0	-	II.
Moravská Sázava - ústí	1970	0,1	117	169	227	-	
Nemilka - ústí	1970	0,0	17	30	45	-	

3.5 Místní šetření

V rámci zpracování 2. plánovacího cyklu bylo provedeno místní šetření v březnu 2019 [10]. Toto šetření proběhlo na celém řešeném úseku včetně inundačního území. Tímto byla prověřena aktuálnost terénu a koryta zjištěná terénním průzkumem z 1. plánovacího cyklu z roku 2012, které provedla firma Pöyry Environment a.s. [9]. Oproti průzkumu z 1. plánovacího cyklu nebyly zjištěny žádné změny v korytě ani v inundačním 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 inundačním území.

3.6 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

Numerický jednorozměrný síťový (1D+) model Moravské Sázavy a přítoků Nemilka a Březná v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2003. Model sloužil pro zpracování Moravská Sázava SOP [12]. 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 provedeno řešení vymezených úseků ustáleným nerovnoměrným prouděním s využitím okrajových podmínek z výše uvedeného celkového modelu.

Model vymezeného úseku byl sestaven společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2012 a byl doplněn o zaměření koryta Březné [7]. 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.

Údaje z měrné křivky na limnigrafu v Lupěné na povodně v letech 1985, 1986 a 1997 byly použity ke kalibraci.

3.7 Vyhodnocení a příprava podkladů

DMT vytvořený z DMR 5G [1], a ze zaměření koryta toku [6, 7] pokrývá celé zájmové území v ploše předpokládaného rozlivu při Q_{500} s přesahem.

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

Pozemní geodetické zaměření [6, 7] pokrývá celé zájmové území Moravské Sázavy, Nemilky a Březné. 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 zaměření Moravské Sázavy provedla v roce 2000 geodetická kancelář ing. Slámy v subdodávce pro Geodis spol. s r.o., Brno [6]. Zaměření toku Březná provádí geodetické středisko Pöyry Environment, a.s. v 12/2012 [7].

Hydrologická data použitá ve stávajícím výpočtu byla ověřena u ČHMÚ [8], případně doplněna o nová data. Oproti hodnotám z roku 2013 nedošlo k významným změnám.

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

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

Podkladem pro výpočet byl stávající numerický 1D+ model Moravské Sázavy a Nemilky [23] zahrnující zájmové úseky v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2003.

Podkladovými kalibračními daty jsou data z limnigrafu Lupěné na Moravské Sázavě [17]. Dále byl model verifikován dle rozsahu rozlivů zaznamenaných především při povodni v roce 1997.

4 Popis koncepčního modelu

Řešený úsek toku byl schematizován 1D+ modelem. Výpočet průběhu hladin byl proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11 (popis programu je uveden v kap. 5.1). Model vymezeného úseku byl sestaven společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy s.p. v roce 2012 a v rámci zpracování 2. plánovacího cyklu byl model aktualizován.

Numerickým modelem byl popsán průtok vlastním korytem řeky, souvisejících inundací a veškerých objektů na toku.

4.1 Schematizace řešeného problému

V rámci numerického řešení byla provedena schematizace řešeného úseku toku pomocí síťového modelu. Příčné profily a technické objekty na toku jsou zadány dle geodetického zaměření. Použití 1D modelu bylo zvoleno vzhledem k faktu, že zájmový úsek je v sevřeném údolí a v intravilánu, kde nedochází k výrazným rozlivům do inundace a použití 1D modelu je dostačující pro vystihnout proudění jak v korytě tak v inundaci.



Obr. č. 5 Schéma celého řešeného modelu [20]

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Výpočet hladin je proveden metodou ustáleného nerovnoměrného proudění a ve výpočtu jsou tedy uvažovány konstantní hodnoty kulminačních průtoků dané ČHMÚ [8].

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Okrajové podmínky jsou zadány následovně.

Model pro úsek MOV_27-01 s přítokem MOv_27-02

Dolní okrajovou podmínkou byla konzumční křivka na soutoku Moravy s Moravskou Sázavou.

Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty N -letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , a Q_{500} v Moravské Sázavě Nemilce dodané ČHMÚ [8].

Model pro úsek MOV_27-03 s přítokem MOv_27-04

Moravská Sázava

Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladin v Moravské Sázavě v profilu pod řešeným úsekem. Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty kulminace N -letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Moravské Sázavě na konci úseku a na přítocích, aby součtově byla dosažena kulminace N -letých vod udávaných ČHMÚ v daných profilech.

Březná

Dolní okrajovou podmínkou byla konzumční křivka Moravské Sázavy na soutoku s Březnou převzatá ze SOP Moravské Sázavy [12].

Horními okrajovými podmínkami byly hodnoty kulminace N -letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Březné.

Pro výpočet ustáleného proudění se počáteční podmínky nezadávají.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Výpočet hladin je proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11, vyvinutým Dánským hydraulickým institutem pro výpočet pseudo-dvourozměrného proudění. MIKE 11 je komplexní jednorozměrný matematický model pro simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích a srážko-odtokových jevů. Výpočtové rovnice matematického modelu jsou uvedeny v manuálu [21], který je k dispozici u zhotovitele.

Matematickým modelem je popsán průtok vlastním korytem řeky, souvisejících inundací a veškerých objektů na toku.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Vstupními daty numerického modelu jsou data z geodetického pozemního měření [6, 7], které vstupují do modelu jako příčné profily. Tyto příčné profily jsou dle potřeby doplněny dle údajů z DMT. Dále hodnoty N-letých povodňových průtoků, které jsou horními okrajovými podmínkami modelu. Konzumní křivka na soutoku Moravy s Moravskou Sázavou je dolní okrajovou podmínkou. Pro stanovení stupně drsnosti byly používány ortofotomapy [3] a fotodokumentace [9, 10] pořízená při terénním průzkumu.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Do výpočtového matematického modelu jsou zahrnuty veškeré objekty na tocích. V zájmovém území Moravské Sázavy bylo zaměřeno celkem 58 příčných profilů (pro úsek MOV_27-01) a 20 příčných profilů (pro úsek MOV_27-03), které vystihují morfologii koryta, přilehlého inundačního území a veškeré důležité objekty na toku (viz Tab. č. 7).

Tab. č. 7 Objekty vstupující do modelu, úsek MOV_27-01, Moravská Sázava, km 0,000 – 8,442

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
0,760	Jez Rájec	0,800	Rájec
1,632	Silniční most Rájec – Leština – č. 31 538 - 3	1,696	Rájec - Leština
1,650	Železniční most Rájec	1,713	Rájec
3,710	Lávka	3,744	Ráječek
3,996	Silniční betonový most		Zábřeh (Olomoucká)
4,218	Jez Zábřeh	4,247	Zábřeh
4,368	Silniční betonový most	4,818	Zábřeh (Čs. armády)
4,645	Železniční ocelový most	5,099	Zábřeh
5,017	Lávka u kostela	5,455	Zábřeh
5,085	Železniční ocelový most	5,535	Zábřeh
5,406	Lávka	5,891	Zábřeh
6,950	Lávka	7,375	Zábřeh
7,855	Jez Lupěné	8,278	Lupěné
8,245	Silniční most Lupěné – č. 31534 - 3	8,672	Lupěné - Zábřeh

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
8,365	Limnigrafická stanice	8,788	Lupěné
8,442	Železniční ocelový most Lupěné	8,861	Lupěné

Tab. č. 8 Objekty vstupující do modelu, úsek MOV_27-02, Nemilka, km 0,000 – 0,258

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
0,045	Silniční mostek		Lupěné
0,136	Železniční ocelový most		Lupěné
0,239	Silniční most		Lupěné

Tab. č. 9 Objekty vstupující do modelu, úsek MOV_27-03, Moravská Sázava, km 14,756 – 17,395

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
14,756	železniční ocelový most	15,240	Hoštejn
15,186	železniční most		Hoštejn
16,055	brod		Hoštejn
16,085	lávka Hoštejn	16,630	Hoštejn
16,336	obloukový silniční betonový most Hoštejn – č. 3 1528 - 2	16,900	Hoštejn
16,693	lávka Pila	17,260	Hoštejn
16,851	Březná	17,430	Hoštejn
17,395	železniční ocelový most	17,950	Hoštejn

Tab. č. 10 Objekty vstupující do modelu, úsek PM-18, Březná, km 0,000 – 0,749

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
0,037	silniční most		Hoštejn
0,133	jez rekonstruovaný		Hoštejn
0,749	silniční most		Hoštejn

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Hodnoty drsností byly zadány na základě pochůzek v terénu a při nich pořízených fotodokumentací [9, 10]. Pro zadávání drsnosti je uvažováno letní období se vzrostlou vegetací. Drsnosti svahů a inundace jsou zadávány v rozsahu od 0,045 až 0,120. Drsnost dna koryta je dle charakteru v rozmezí 0,035 – 0,055. Místní ztráty na objektech jsou v modelu započteny ve ztrátách po délce. U upravených úseků byly zohledněny typy opevnění zdi a dlažby.

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Model MOV_27-01 a MOV_27-02 - Moravská Sázava a Nemilka

Dolní okrajovou podmínkou byla konzumní křivka Moravy pod soutokem s Moravskou Sázavou (v km 289,175) převzatá ze studie záplavového území Moravy.

Tab. č. 11 Použité úrovně hladiny Moravy pro dolní okrajovou podmínku modelu Moravské Sázavy

DOP ₅ (m n.m.)	DOP ₂₀ (m n.m.)	DOP ₁₀₀ (m n.m.)	DOP ₅₀₀ (m n.m.)
265,84	265,95	266,10	266,92

Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , a Q_{500} v Moravské Sázavě a Nemilce dodané ČHMÚ [8].

Model MOV_27-03 Moravské Sázavy

Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladin v Moravské Sázavě v profilu pod řešeným úsekem (profil č. 112 v km 14,522) převzaté ze Studie odtokových poměrů Moravské Sázavy [12].

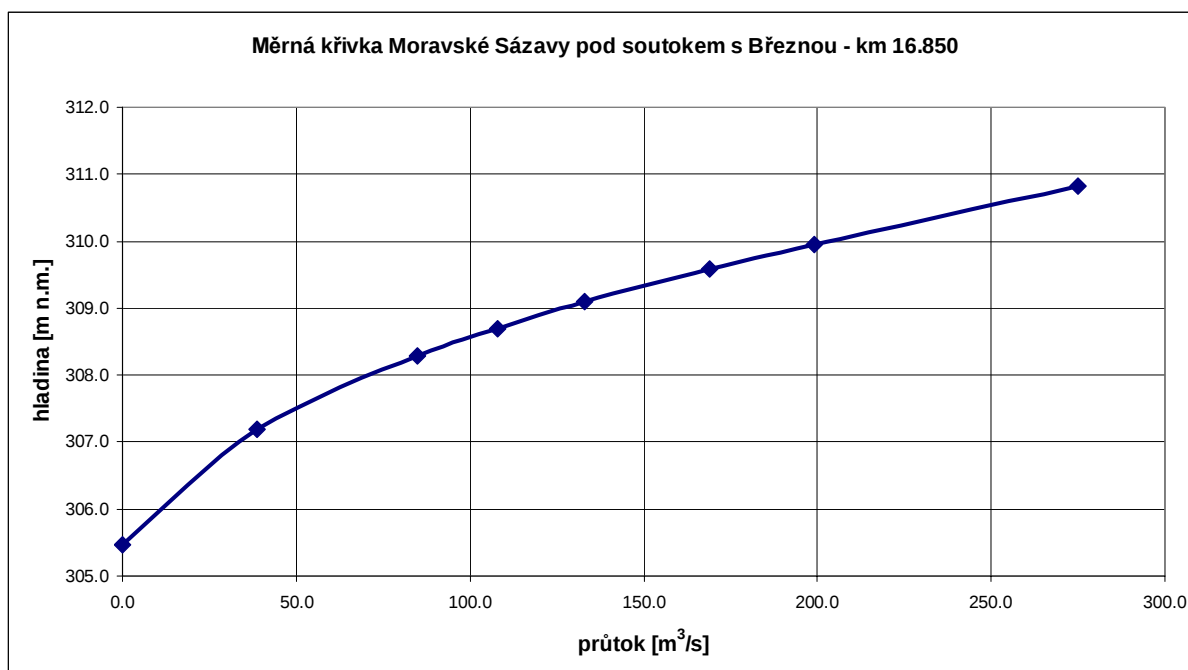
Tab. č. 12 Použité polohy hladiny pro dolní okrajovou podmínku modelu Moravské Sázavy

DOP ₅ (m n.m.)	DOP ₂₀ (m n.m.)	DOP ₁₀₀ (m n.m.)	DOP ₅₀₀ (m n.m.)
302,39	302,69	303,16	303,52

Horní okrajovou podmínkou byla časová závislost N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} a Q_{100} v Moravské Sázavě na konci úseku a na přítocích, aby součtově byla dosažena kulminace N-letých vod udávaných ČHMÚ v daných profilech.

Model MOV_27-04 Březné

Dolní okrajovou podmínkou byla konzumní křivka Moravské Sázavy na soutoku s Březnou převzatá ze SOP Moravské Sázavy [12].



Horními okrajovými podmínkami byly hodnoty kulminace N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v Břežné.

Hydrologické údaje [8] použité pro zadání průtoků v zájmovém úseku jsou uvedeny v kap.3.4.

Řešení soutokových oblastí

Vzhledem k tomu, že v zájmovém úseku byly řešeny soutoky řek, byly v souladu s [XVIII] řešeny pro každý soutok dva scénáře hydrologických situací. Řešený průtok byl pod soutokem uvažován v obou scénářích dle ČHMÚ. V prvním toku byl nad soutokem v jednom scénáři uvažován průtok dle ČHMÚ a v druhém toku byl uvažován průtok dopočtený jako rozdíl hodnot průtoků pod soutokem a průtoků v prvním toku nad soutokem. Ve druhém scénáři byl uvažován stejný princip, avšak pro průtok nad soutokem dle ČHMÚ v druhém toku. Pro vynesení rozlivů byla uvažována obálka maximálních rozlivů z těchto dvou uvažovaných scénářů.

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Pro výpočet ustáleného proudění se počáteční podmínky nezadávají.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Zhodnocení vstupních dat z hlediska možných nejistot a úplnosti.

Nejistota může být v hustotě a přesnosti geodetických dat. Udávaná přesnost DMR 5G je 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu. Doplněné pozemní zaměření koryta je provedeno v příčných řezech v průměrné vzájemné vzdálenosti 100 m. Provedená schematizace koryta mezi příčnými řezy tak může mít vliv na zkreslení výsledků výpočtů.

Schematizace modelu je provedena na základě pochůzek v terénu, pozemního geodetického měření a sestaveného DMT.

Popis drsností vychází z terénního průzkumu a zohledňuje tzv. letní stav, kdy je koryto a inundace výrazněji zarostlé.

Nejistotou může být rovněž aktuální stav koryta a inundace za povodně, množství nesených 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 inundace.

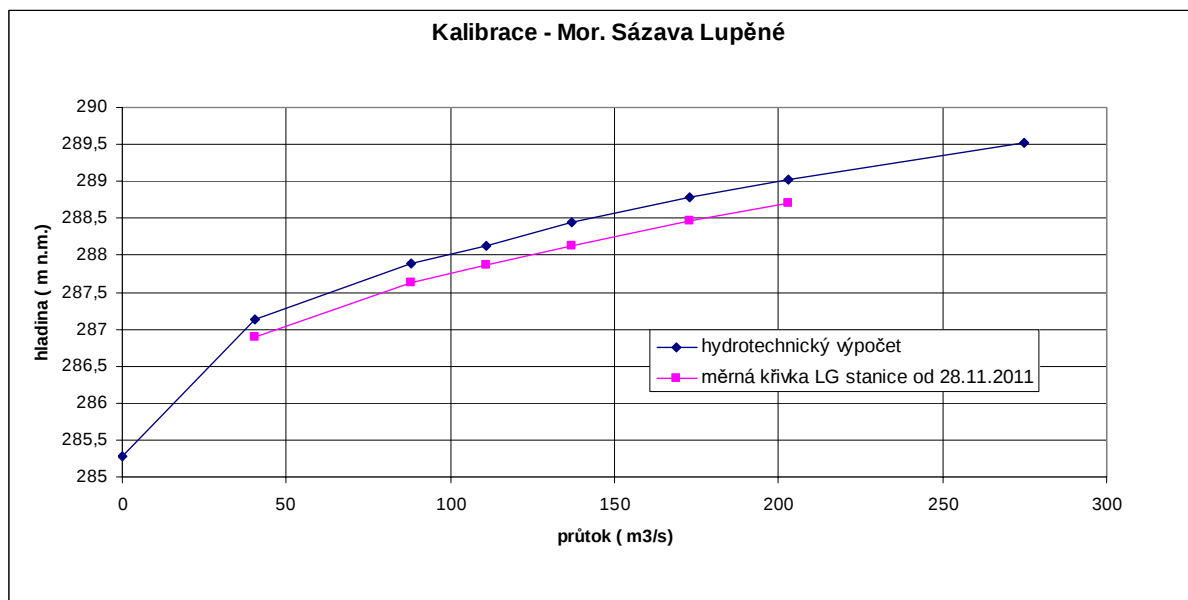
Nejistota dále spočívá v hydrologických údajích stanovených dle ČHMÚ. Je zřejmé, že údaje o N-letých vodách nejsou údaje neměnné. Při zpracování výpočtů jsou tedy posuzovány veškeré dostupné hydrologické podklady - tedy současné platné se porovnávají s historickými i „nedávno minulými“. Rozptyl hodnot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

Kalibrace na skutečné povodně je provedena dle měrné křivky na limnigrafu, kde je poměrně dobře zdokumentován a vyhodnocen průběh povodně. Ze zkušeností se ukazuje, že korytový průtok lze poměrně dobře nakalibrovat. Horší je kalibrace větších povodní při rozlivu do inundace. Zde již za povodně vstupuje do ovlivnění průběhu povodně mnoho více či méně předvídatelných faktorů. Dále se modely kalibrují na měrné křivky v limnigrafických stanicích dle podkladů ČHMÚ. Zde opět platí, že korytový průtok je poměrně dobře nakalibrovatelný, při rozlivu je již mnohdy měrná křivka dle ČHMÚ „nesplnitelná“. Velkou roli při kalibraci rovněž hraje doba povodně, tj. letní a zimní povodně, kde se projevuje změna drsnosti koryta, břehů a inundace.

5.3 Popis kalibrace modelu

Pro model v řešeném úseku nebyla relevantní kalibrační data, proto byl model verifikován dle rozsahu rozlivů zaznamenaných především při povodni v roce 1997.

Model Moravské Sázavy [20], který je využit pro dolní okrajovou podmínku, byl kalibrován dle limnigrafické stanice Lupěné a na povodně roku 1985, 1986 a 1997. Kalibrace celkového modelu Moravské Sázavy z dostupných hodnot stanice Lupěné je vykreslena na následujícím obrázku. Je dosahována dobrá shoda vypočítaných hladin a měrné křivky stanice Lupěné, rozdíly hladin jsou do cca 35 cm.



Obr. č. 6 Měrné křivky v profilu limnigrafické stanice Lupěné, tok Moravská Sázava

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Základními výstupy z 1D modelů jsou úrovně hladin a bodové hodnoty průřezových rychlostí v příčných profilech pro jednotlivé povodňové scénáře. Úrovně hladin jsou tabelárně znázorněny v Tab. č. 13.

Na základě znalosti úrovně hladin v jednotlivých příčných profilech byly do map vyneseny čáry rozlivů pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} . Z úrovní hladin v jednotlivých profilech byly v prostředí programu ArcGIS vytvořeny rastry úrovně hladin pro jednotlivé povodňové scénáře. Za použití rastrů úrovně hladin a rastru DMT byly vytvořeny rastry hloubek. Mapy povodňového nebezpečí znázorňují pro jednotlivé povodňové scénáře hloubky pomocí rastru a bodové hodnoty průřezových rychlostí.

Hodnoty veličin jsou pro řešené průtoky zpracovány v grafickém zobrazení map rozlivů a map povodňového nebezpečí.

Tab. č. 13 Psaný podélný profil pro úsek MOV_27-01, Moravská Sázava, km 0,000 – 8,442

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	
1	0,000	266,58	266,70	266,91	267,02	
4	0,399	267,30	267,65	267,95	268,23	
5	0,574	267,66	268,03	268,30	268,57	
6	0,739	267,99	268,36	268,62	268,92	
7	0,760	268,10	268,63	268,97	269,33	Jez - Rájec
-	0,762	268,11	268,63	268,97	269,33	Stavidlo, výtok jez Rájec
8	0,805	268,25	268,70	269,05	269,41	
9	0,938	268,51	268,97	269,29	269,64	
10	1,129	268,90	269,40	269,77	270,17	
11	1,243	269,10	269,61	270,03	270,50	
12	1,485	269,45	269,95	270,41	270,96	
13	1,613	269,65	270,12	270,56	271,08	
14	1,632	269,78	270,22	270,70	271,38	Bet. silniční most Rájec
15	1,650	269,96	270,52	271,07	271,81	Ocel. železniční most Rájec
16	1,670	270,02	270,63	271,21	271,93	
17	1,842	270,17	270,75	271,30	272,02	
18	2,137	270,57	271,16	271,64	272,22	
19	2,333	270,96	271,57	272,00	272,47	
20	2,472	271,30	271,96	272,36	272,78	Trubní most - Zábřeh
21	2,759	271,83	272,47	272,98	273,52	Trubní most - Zábřeh
22	2,896	272,00	272,63	273,15	273,71	
23	3,142	272,41	273,05	273,55	274,08	
24	3,365	272,79	273,44	273,96	274,49	
25	3,603	273,25	273,91	274,50	275,06	
26	3,710	273,51	274,16	274,69	275,24	Pěší lávka - Zábřeh
27	3,933	273,83	274,49	275,07	275,70	
28	3,996	274,00	274,68	275,32	275,91	Bet. silniční most - Zábřeh
29	4,105	274,11	274,78	275,46	276,07	

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)
B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
30	4,218	275,37	275,87	276,39	277,03	Jez - Zábřeh
31	4,253	275,37	275,87	276,39	277,03	
32	4,368	275,62	276,18	276,75	277,44	Bet. silniční most - Rájec
33	4,461	275,85	276,47	277,06	277,78	
34	4,628	276,37	276,96	277,54	278,18	
35	4,645	276,41	277,02	277,61	278,28	Ocel. želez. most - Zábřeh
36	4,726	276,64	277,25	277,88	278,57	
37	4,899	277,14	277,73	278,27	278,88	
38	5,017	277,76	278,48	279,14	279,86	Pěší lávka - Zábřeh
39	5,052	277,93	278,57	279,23	279,95	
40	5,085	278,07	278,70	279,35	280,07	Ocel. želez. most - Zábřeh
41	5,188	278,22	278,84	279,50	280,24	
42	5,406	279,16	279,91	280,67	281,38	Pěší lávka - Zábřeh
43	5,446	279,31	280,10	280,96	281,73	
44	5,670	280,04	280,72	281,37	282,03	
45	5,836	280,47	281,12	281,70	282,35	
46	5,979	280,74	281,37	281,98	282,60	
47	6,019	280,84	281,48	282,04	282,66	
48	6,250	281,57	282,17	282,75	283,31	
49	6,595	282,49	282,87	283,36	283,84	
50	6,761	283,07	283,49	283,94	284,48	
51	6,893	283,39	283,83	284,30	284,85	
52	6,950	283,61	284,34	285,24	286,35	Lávka
53	6,967	283,64	284,34	285,25	286,35	
-	6,971	283,65	284,34	285,25	286,35	Brod
54	7,043	283,76	284,43	285,31	286,39	
55	7,265	284,23	284,74	285,50	286,52	
56	7,494	284,74	285,18	285,76	286,66	
57	7,617	285,02	285,44	285,96	286,79	
58	7,675	285,04	285,46	285,99	286,82	
59	7,804	285,21	285,67	286,18	286,96	
60	7,855	286,98	287,58	288,17	288,84	Jez - Lupěné
61	7,886	287,26	287,83	288,36	288,97	
62	7,987	287,26	287,83	288,36	288,97	
63	8,111	287,57	288,07	288,57	289,11	
64	8,216	287,89	288,34	288,79	289,27	
65	8,245	287,92	288,38	288,84	289,35	Silniční most - Lupěné
66	8,268	287,95	288,45	288,93	289,48	
67	8,365	288,09	288,54	289,02	289,53	Limnigraf - Lupěné
-	8,442	288,17	288,73	289,26	289,63	Železniční most - Lupěné

Tab. č. 14 Psaný podélný profil pro úsek MOV_27-02, Nemilka, km 0,000 – 0,258

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
	0,000	287,05	287,64	288,22	288,87	
	0,045	287,26	287,76	288,24	288,94	Silniční most Lupěné
	0,136	287,69	287,99	288,27	289,09	Želez. ocel. most Lupěné
	0,152	287,76	288,03	288,28	289,12	
	0,239	288,25	288,53	288,80	289,24	Silniční most Lupěné
	0,258	288,36	288,64	288,91	289,27	

Tab. č. 15 Psaný podélný profil pro úsek MOV_27-03, Moravská Sázava, km 14,756 – 17,395

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
114	14,749	302,94	303,33	303,82	304,19	Želez. ocel. most - rozvodna
115	14,819	303,02	303,45	303,98	304,39	
116	15,082	303,69	304,22	304,83	305,28	
117	15,186	303,94	304,42	304,95	305,35	
118	15,339	304,21	304,59	305,03	305,39	
119	15,570	304,92	305,42	305,76	305,99	
120	15,834	305,59	306,18	306,66	306,95	
121	15,913	305,83	306,48	307,01	307,34	
122	16,085	306,40	307,09	307,77	308,08	Pěší lávka
123	16,228	306,80	307,43	308,02	308,31	
124	16,340	307,09	307,74	308,44	308,99	Obloukový most Hoštejn
125	16,428	307,24	307,91	308,71	309,29	
126	16,510	307,45	308,10	308,87	309,44	
127	16,692	307,94	308,64	309,54	310,32	
128	16,820	308,30	309,02	309,91	310,67	
129	16,973	308,69	309,46	310,28	310,93	
130	17,263	309,77	310,42	311,14	311,52	
131	17,342	310,04	310,64	311,34	311,67	
132	17,390	310,20	310,81	311,50	311,81	Želez. ocel. most - Hoštejn

Tab. č. 16 Psaný podélný profil pro úsek MOV_27-04, Březná, km 0,000 – 0,749

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
1	0,009	308,29	309,09	309,95	310,82	
2	0,037	308,20	308,98	309,81	310,69	Silniční most - Hoštejn
3	0,077	308,28	309,03	309,93	310,94	

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
	0,135	309,46	309,90	310,06	310,96	Jez rekonstruovaný
4	0,229	309,56	310,04	310,35	311,00	
5	0,358	310,55	310,70	310,79	311,00	
6	0,445	310,96	311,22	311,57	311,73	
7	0,555	311,61	311,92	312,24	312,39	
8	0,667	312,67	313,01	313,14	313,24	
	0,749	313,80	313,89	314,48	314,85	Silniční most - Hoštejn
9	0,760	313,82	314,01	314,66	315,07	

Úsek MOV_27-01 Moravská Sázava, km 0,000 – 8,442 s přítokem MOV_27-02 Nemilka, km 0,000 – 0,258

V řešeném úseku ohrožují rozlivy Moravské Sázavy a Nemilky zástavbu obcí Nemile, Zábřeh a Rájec.

V obci Nemile jsou zaplavovány rodinné domky při Nemilce na jejím levém břehu od Q₂₀. Při Moravské Sázavě jsou zaplavovány objekty na PB v k. ú. Lupěň v území nad zaústěním v blízkosti Bušínovského potoka.

V Zábřehu je koryto kapacitní na Q₅. Při Q₂₀ dochází k zaplavování inundačních území, a to především v dolní části, kde je zaplavován průmyslový areál na PB. Při vyšších průtocích je zaplavované území širší a zaplavované objekty k bydlení jsou především při ul. K Opravě na LB a níže po toku Rybářská, Vodní a Sázavská na PB.

V obci Rájec jsou zaplavovány zemědělské pozemky v blízkosti koryta. Na obou březích jsou výraznými usměrňovacími prvky liniové stavby železniční. Při Q₁₀₀ a Q₅₀₀ se voda na PB dostává za drážní těleso a zaplavuje několik objektů v obci Rájec.

Úsek MOV_27-03 Moravská Sázava, km 14,756 – 17,395 s přítokem MOV_27-04 Břežná, km 0,000 – 0,749

Rozlivy v řešeném úseku ohrožují zástavbu obce Hoštejn.

K rozlivům dochází od průtoku Q₅, kdy je zaplavováno zemědělské území přilehlé toku v dolní části úseku a také rozsáhlejší zemědělské území na PB za železniční tratí, kde je zaplavován jeden objekt. Při Q₂₀ jsou zaplavovány v horní části úseku rodinné domky na LB a průmyslový podnik na PB a také objekty na PB Břežné v blízkosti jezu km 0,135. Výrazný rozliv při Q₂₀ je pod silničním mostem v km 16,336 na PB, kde jsou zaplavovány rodinné domky a rozliv sahá až k tělesu železniční dráhy. Při Q₁₀₀ a Q₅₀₀ jsou navíc zaplavovány objekty na LB Moravské Sázavy pod zaústěním Břežné.

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q₅₀₀) jsou dotčeny obce Nemile, Záhřeb, Rájec a Hoštejn.

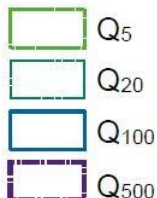
Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a průřezová rychlost proudění, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀, kde hranice rozlivů jsou doprovázeny informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky mají podobu rastru, průřezové rychlosti jsou popsány bodovými hodnotami. Charakteristiky jsou podloženy RZM v odstínu šedé a vyobrazená proměnná má velikost pixelu 1 m.

6.2.1 Rozlivy pro průtoky Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀

Rozlivy jsou křivky odpovídající průsečnicím hladin vody se zemským povrchem při zaplavení území povodní. Šířka rozlivu byla určena vytvořením rastru vypočtených hladin, od kterého se následně odečetl aktualizovaný DMT. Vše bylo provedeno v prostředí ArcGIS. Takto získané záplavové čáry byly poté ručně upravovány na základě znalostí o vrstevnicích, příp. znalostí získaných během terénní pochůzky.

Rozlivy jsou zobrazeny jako doprovodné informace pro jednotlivé průtoky na RZM v měřítku 1:10 000. V mapách jsou vykresleny jako linie specifikované metodikou [XVII] - viz Obr. č. 7.

Rozlivy



Obr. č. 7 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

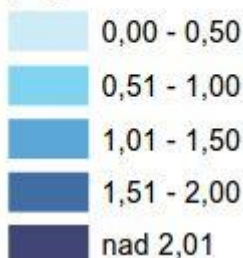
6.2.2 Hloubky pro průtoky Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀

Hloubky vody z numerického programu jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky s velikostí jednoho pixelu rastru 1 m. Rastry hloubek byly vytvořeny na základě znalostí úrovně hladin v jednotlivých profilech, ze kterých byly vytvořeny rastry úrovně hladin. Následným odečtením rastrů úrovně hladin a rastru DMT (včetně ořezání dle záplavových čar) byly vytvořeny rastry hloubek.

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

Hloubky

[m]



Obr. č. 8 Definice barev a intervalů hloubek

6.2.3 Rychlosti pro průtoky Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀ a Q₅₀₀

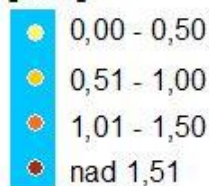
Průřezové rychlosti jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky jako bodové hodnoty, a to vždy pro části profilu tvořené vlastním korytem toku a pravobřežní resp. levobřežní inundací.

Rychlosti v tomto úseku je možno rozdělit na rychlosti v korytě a mimo koryto. V korytě jsou hodnoty rychlostí v rozmezí 1,0 – 2,5 m·s⁻¹, místně až 3 m·s⁻¹. Hodnoty rychlostí se v inundaci pohybují do 1 m·s⁻¹.

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

Rychlosti

[m/s]



Obr. č. 9 Definice barev a intervalů průřezových 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.

Vzhledem k tomu, že v rámci zpracování 2. plánovacího cyklu nebyl v řešeném úseku MOV_27 měněn hydrodynamický model, není řešen ani posudek hydrodynamického modelu. Ten je platný z roku 2013 v podkladu [19].