



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

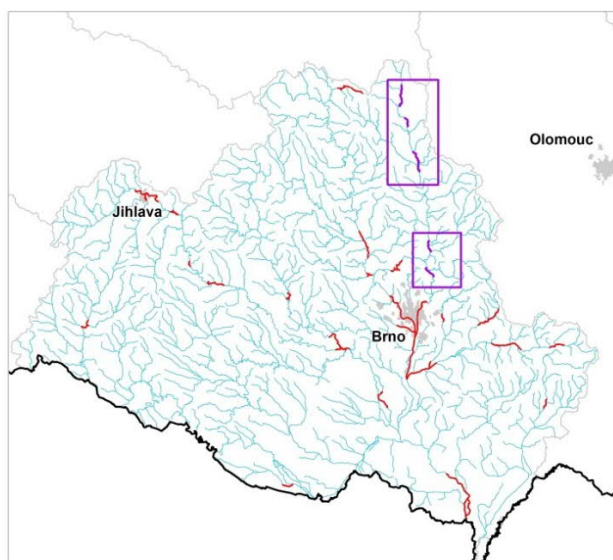
SVITAVA – 10100024_2 (DYJ_07-01) - Ř. KM 23,084 – 26,411

SVITAVA – 10100024_3 (DYJ_07-02) - Ř. KM 33,011 – 36,285

SVITAVA – 10100024_4 (DYJ_07-03) - Ř. KM 59,934 – 66,938

SVITAVA – 10100024_5 (DYJ_07-04) - Ř. KM 74,941 – 77,689

SVITAVA – 10100024_6 (DYJ_07-05) - Ř. KM 83,290 – 90,059



ZÁŘÍ 2019





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

DÍLČÍ POVODÍ DYJE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

SVITAVA – 10100024_2 (DYJ_07-01) - Ř. KM 23,084 – 26,411

SVITAVA – 10100024_3 (DYJ_07-02) - Ř. KM 33,011 – 36,285

SVITAVA – 10100024_4 (DYJ_07-03) - Ř. KM 59,934 – 66,938

SVITAVA – 10100024_5 (DYJ_07-04) - Ř. KM 74,941 – 77,689

SVITAVA – 10100024_6 (DYJ_07-05) - Ř. KM 83,290 – 90,059

Pořizovatel:



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

Zhotovitel:



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

Zpracovatel posudku:



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

V BRNĚ, ZÁŘÍ 2019

Obsah:

1	Základní údaje	5
1.1	Seznam zkratk a symbolů	5
1.2	Cíle prací	5
1.3	Postup zpracování a metoda řešení	6
2	Popis zájmového území	6
2.1	Všeobecné údaje	9
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	11
3	Přehled podkladů	13
3.1	Soupis zpráv a dokumentů	13
3.2	Související předpisy	13
3.3	Topologická data	14
3.3.1	Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu	14
3.3.2	Mapové podklady	14
3.3.3	Geodetické podklady	14
3.4	Hydrologická data	15
3.5	Místní šetření	16
3.6	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady	16
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů	16
4	Popis koncepčního modelu	18
4.1	Schematizace řešeného problému	19
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	26
4.3	Způsob zadávání OP a PP	27
5	Popis numerického modelu	29
5.1	Použité programové vybavení	29
5.2	Vstupní data numerického modelu	29
5.2.1	Morfologie vodního toku a inundačních území	29
5.2.2	Drsnosti koryta a inundačních území	32
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	32
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	34
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	35
5.3	Popis kalibrace modelu	35
6	Výsledky	37
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	37
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	40
6.2.1	Rozlivy pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	40
6.2.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	40
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	41

6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	42
-----	---	----

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratk a symbolů

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

Tab. č. 1 Seznam zkratk a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
1D	jednorozměrný
1D+	jednorozměrný síťový
2D	dvourozměrný
3D	trojrozměrný
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČHP	číslo hydrologického pořadí
ČSN	česká technická norma
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DMR 5G	digitální model reliéfu páté generace
DMT	digitální model terénu
DOP	dolní okrajová podmínka
HOP	horní okrajová podmínka
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center - River Analysis System
CHOPAV	Chráněná oblast přirozené akumulace vod
LB	levobřežní
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OP	okrajová podmínka
PB	pravobřežní
PP	počáteční podmínka
PVPR	předběžné vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem
RZM 10	rastrová základní mapa 1 : 10 000
SOP	studie odtokových poměrů
TPE	Technicko provozní evidence
TNV	odvětvová technická norma
ZABAGED	základní báze geografických dat České republiky
ZÚ	záplavová území

1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí pro úseky na vodním toku Svitava – 10100024_2 (DYJ_07-01) – ř. km 23,084 – 26,411, 10100024_3 (DYJ_07-02) – ř. km 33,011 – 36,285, 10100024_4 (DYJ_07-03) – ř. km 59,934 – 66,938, 10100024_5 (DYJ_07-04) – ř. km 74,941 – 77,689 a 10100024_6 (DYJ_07-05) – ř. km 83,290 – 90,059 na základě stanovení následujících charakteristik průběhu povodně:

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

Uvedené charakteristiky povodně budou stanoveny na základě výstupů z hydrodynamických modelů a zpracovány do podoby map povodňového nebezpečí.

Kroky nezbytné k dosažení cíle byly:

- zajištění vstupních podkladů – stávající + nové (dodatečné zaměření profilů, objektů atd.);
- sestavení (aktualizace) hydrodynamických modelů a příslušné simulace pro úseky dle Tab. č. 2;

- zpracování výsledků numerického modelování a vytvoření map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí).

V následující tabulce (Tab. č. 2) je uvedeno porovnání rozsahu řešeného území 1. a 2. plánovacího cyklu.

Tab. č. 2 Porovnání rozsahu řešeného území 1. a 2. plánovacího cyklu

Ozn. v 1. plán. cyklu	Ozn. v 2. plán. cyklu	Tok	Délka úseku [km]	Změny oproti 1. plánovacímu cyklu
PM_103	DYJ_07-01	Svitava	3,327	úsek prodloužen o 1,521 km na celé území Adamova, změna hydrologie
PM_32	DYJ_07-02	Svitava	3,274	úsek prodloužen o 460 m nad přítok Sloupečnický, změna hydrologie
PM_28	DYJ_07-03	Svitava	7,004	změna hydrologie, PPO Letovice
PM_27	DYJ_07-04	Svitava	2,748	změna hydrologie
PM_26	DYJ_07-05	Svitava	6,769	úsek zkrácen o 1,861 km, PPO Svitavy

1.3 Postup zpracování a metoda řešení

Postup zpracování a metoda řešení byly:

- Získání, soustředění a studium dostupných podkladů a jejich doplnění místním šetřením.
- Příprava podkladů pro případné geodetické zaměření a jeho zadání.
- Aktualizace nebo sestavení hydrodynamického modelu.
- Hydraulické výpočty proudění v toku včetně objektů a inundačního území. Výpočty se provádí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} .
- Výsledky výpočtů jsou následně prezentovány v podobě map povodňového nebezpečí.

Výchozím podkladem pro tvorbu map povodňového nebezpečí a následnou rizikovou analýzu jsou hydraulické výpočty pro účely vymezení záplavového území zpracované na Povodí Moravy, s.p. [7], [8] a také výstupy z 1. plánovacího cyklu zpracované firmou Pöyry Environment a.s. v r. 2012 [18].

2 Popis zájmového území

Zájmové území v této práci je rozděleno na několik dílčích úseků v závislosti na řešených tocích a rozsahu řešení. V rámci stanovení map povodňového nebezpečí budou pro 4 úseky sestaveny zcela nové hydrodynamické modely. Pro zbývajících úseků je provedena aktualizace přesnějších dat o DMT a dat hydrologických. Soupis úseků a provedených prací:

- DYJ_07-01 Svitava:
 - o celý úsek - celý nový model
- DYJ_07-02 Svitava:
 - o celý úsek – celý nový model
- DYJ_07-03 Svitava:
 - o celý úsek – celý nový model
- DYJ_07-04 Svitava:
 - o celý úsek – celý nový model
- DYJ_07-05 Svitava:
 - o celý úsek - aktualizace map nebezpečí, ohrožení a rizika (výstupy modelu převzaty z [18])

Předmětem řešeného území jsou úseky na řece Svitavě v km 23,084– 26,411, v km 33,011 – 36,285, v km 59,934 – 66,938, v km 74,941 – 77,689 a v km 83,290 – 90,059 (Obr. č. 1 a 2).

Tab. č. 3 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100024_2	DYJ_07-01	Svitava	23,084 – 26,411	4-15-02-097 4-15-02-105
10100024_3	DYJ_07-02	Svitava	33,011 – 36,285	4-15-02-069 4-15-02-071 4-15-02-073
10100024_4	DYJ_07-03	Svitava	59,934 – 66,938	4-15-02-013 4-15-02-015 4-15-02-019
10100024_5	DYJ_07-04	Svitava	74,941 – 77,689	4-15-02-007 4-15-02-009
10100024_6	DYJ_07-05	Svitava	83,290 – 90,059	4-15-02-003 4-15-02-005

*) Komentář k používané kilometrži toku

V celém projektu je používána kilometráž, která vychází z již zpracovaných studií Povodí Moravy, s.p. [7], [8].

Při zpracování 1. plánovacího cyklu se kilometráž používaná v názvech úseků lišila s kilometrží používanou v projektu. Do názvu byla uváděna kilometráž, která vycházela z „Předběžného vymezení povodňových rizik a vymezení oblastí s potenciálně významným povodňovým rizikem“ (PVPR). V Tab. č. 4 je uvedeno porovnání staničení dle PVPR a dle geodetického zaměření [6], které je používáno v celém projektu.

Tab. č. 4 Porovnání staničení

Tok	Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
Svitava (DYJ_07-01)	23,084 – 26,411	23,084 – 26,411
Svitava (DYJ_07-02)	32,958 – 36,285	33,011 – 36,285
Svitava (DYJ_07-03)	60,069 – 67,012	59,934 – 66,938
Svitava (DYJ_07-04)	74,744 – 77,494	74,941 – 77,689
Svitava (DYJ_07-05)	83,200 – 90,047	83,290 – 90,059

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

Významná vodní díla v povodí zájmových úseků Svitavy:

Na pravobřežním (PB) přítoku Křetínka, která ústí do Svitavy na konci zájmového úseku DYJ_07-03 (v km 59,934 – TPE 60,059), je vybudováno VD Letovice. Na levobřežním (LB) přítoku Kladorubka se nachází Letovický rybník. Nad zájmovým úsekem DYJ_07-05 (cca 2 km před začátkem úseku) jsou na řece Svitavě vybudovány rybníky Rosnička a Svitavský.

Významné přítoky na jednotlivých úsecích Svitavy:

DYJ_07-01 – PB Pytlácký potok, LB Křtinský potok

DYJ_07-02 – LB Sloupečník v km 35,788, LB Pálava v km 34,621, LB Punkva v km 33,011

DYJ_07-03 – LB Zavadilka v km 66,095, LB Chlumský potok v km 64,660, LB Kladorubka v km 62,392, PB Křetínka v km 59,934

DYJ_07-04 – LB Hynčinský potok v km 75,772

DYJ_07-05 – PB Vendolský potok v km 88,389

Protipovodňová opatření v Letovicích

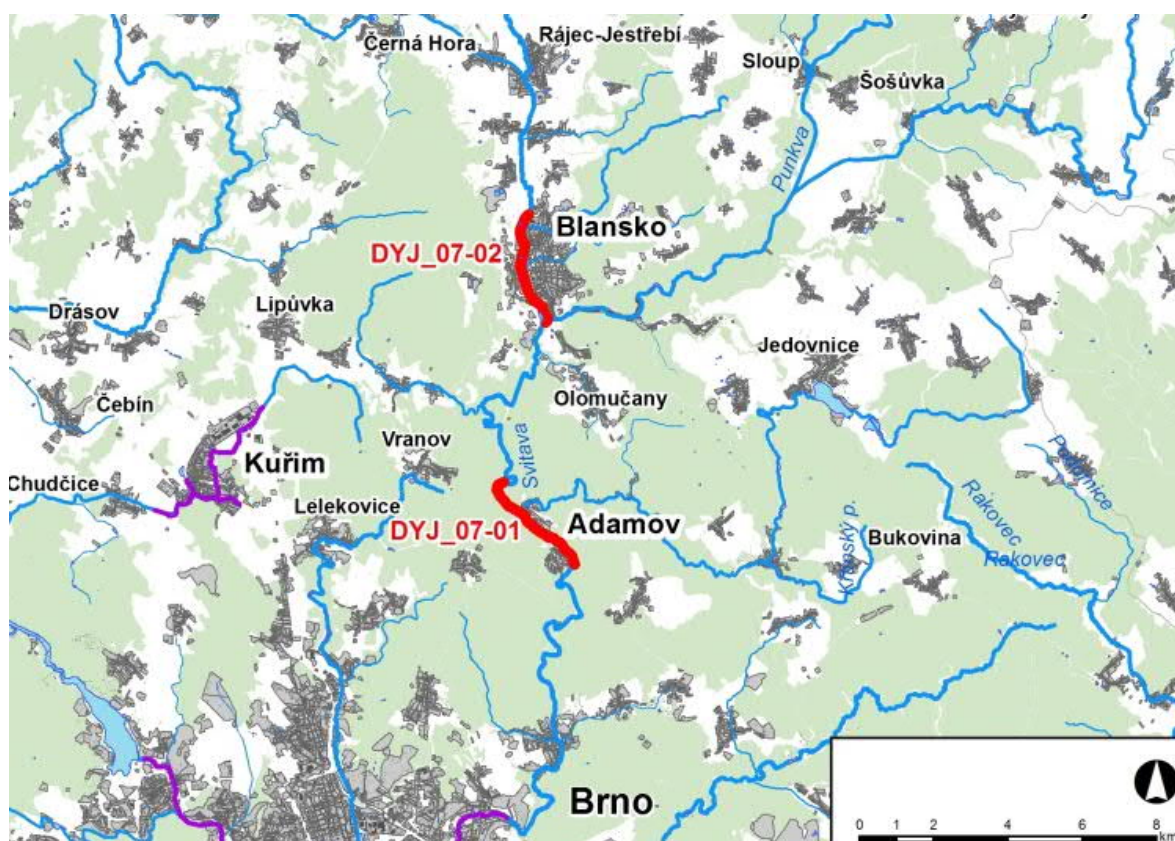
Na řece Svitavě v Letovicích v úseku dlouhém přes 2 km byla vybudována v roce 2011 protipovodňová ochrana. Opatření řeší zvýšení kapacity koryta řeky a také další úpravy toku, spolu s úpravami krátkého úseku Křetínky. Součástí akce bylo především vybudování nových ochranných zídek a terénních úprav, zamezujících rozlití vody do zástavby. Cílem PPO je ochránit Letovice až před stoletými průtoky ve Svitavě. Stavbou dotčený úsek začíná pod soutokem řeky Svitavy s Křetínkou a konec je asi 70 m pod soutokem Svitavy s Kladorubkou, tedy pod jezem na okraji zástavby Letovic.

Přestupní terminál IDS Letovice

Na levém břehu společnost DOPAZ s.r.o. realizuje projekt Přestupní terminál IDS Letovice. V současné době je zhotovena pouze opěrná zeď v celkové délce cca 100 m, která se nachází v blízkosti vodního toku Svitava. Za opěrnou zdí dojde k celkovému navýšení terénu nad hladinu Q_{100} .



Obr. č. 1 Vymezení řešené oblasti s významným povodňovým rizikem – úseky DYJ_07-03 až DYJ_07-05



Obr. č. 2 Vymezení řešené oblasti s významným povodňovým rizikem – úseky DYJ_07-01 a DYJ_07-02

2.1 Všeobecné údaje

Řeka Svitava je levostranným přítokem Svatky, do které se vlévá v Brně v km 31,958 v nadmořské výšce 191,29 m n. m. Pramení ve Svitavské pahorkatině asi 3 km severozápadně od Svitav v nadmořské výšce 471,93 m n. m. Celková délka toku je 98 km. Největším přítokem je Křetínka. V povodí se nachází 583 vodních ploch s celkovou rozlohou 407,49 ha. Největší z nich jsou VD Letovice (97,80 ha) a VD Boskovice (50,97 ha).

Oblast povodí Svitavy patří administrativně z větší části do Jihomoravského kraje a zasahuje do okresů Blansko, Brno – město a Brno – venkov. Jen ve své severní části zasahuje do okresu Svitavy, který patří do Pardubického kraje.

Tok je z větší části upravený, a to zejména v intravilánech měst a obcí. Strojní průmysl se nejvíce projevuje v okolí brněnské aglomerace. Severně od Brna se v údolí Svitavy nachází řada průmyslových závodů těžkého strojírenství, zejména v Adamově a Blansku. Textilní průmysl je soustředěn mimo Brno, také v povodí horní Svitavy ve Svitavách, Moravské Chrástové, Svitávce atd.

Povodí Svitavy sousedí na severozápadě s povodím Labe, kde rozvodnice mezi nimi tvoří současně předěl mezi Černým a Severním mořem. Na severovýchodě sousedí s povodím Moravy, na jihu a jihozápadě s povodím řeky Svatky. Nejvyšší bod povodí Svitavy je v okolí obce Benešov (734 m n. m.), nejnižší bod je u zaústění Svitavy do Svatky (190 m n. m.).

Úsek 10100024_2 (DYJ_07-01), Svitava, km 23,084 – 26,411

V řešeném úseku protéká Svitava k. ú. obcí Vranov u Brna a Adamov. Úsek začíná na jezu Adamov v km 26,411 (TPE 26,082). V blízkosti toku jsou převážně průmyslové areály. Koryto je upravené do tvaru jednoduchého lichoběžníku. V zájmovém území jsou 2 mosty a 5 lávek. Dolní konec úseku je ohraničen LB přítokem v km 23,084 pod obcí Adamov. Úsek Svitavy je v zájmovém území ve správě Povodí Moravy, s.p.

Úsek 10100024_3 (DYJ_07-02), Svitava, km 33,011 – 36,285

V řešeném úseku protéká Svitava k. ú. obcí Blansko a Klepačov. Úsek začíná pod silničním mostem nad Blanskem v km 36,285 (TPE 36,380). Zástavba je v těsné blízkosti toku Svitavy. Koryto je upraveno do tvaru jednoduchého lichoběžníku. V zájmovém úseku je 6 mostů a 2 lávky. Dolní konec úseku je ohraničen LB přítokem Punkva v km 33,011 (TPE 32,967). Úsek Svitavy je v zájmovém území ve správě Povodí Moravy, s.p.

Úsek 10100024_4 (DYJ_07-03), Svitava, km 59,934 – 66,938

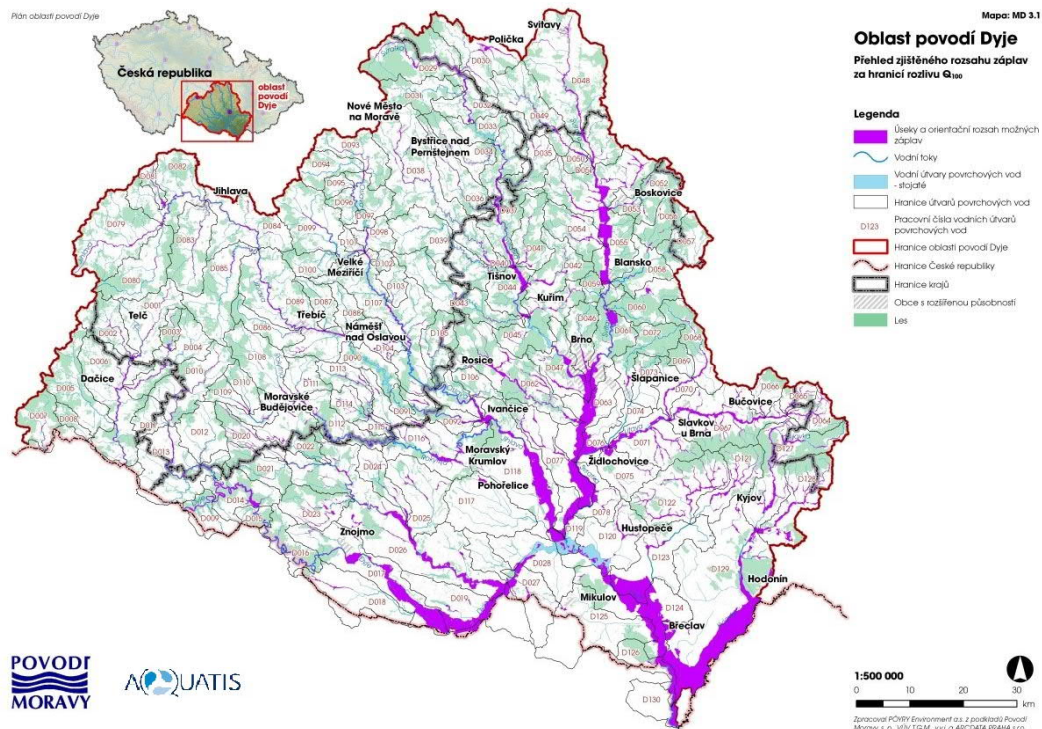
V řešeném úseku protéká Svitava k. ú. Skrchov, Slatinka, Meziříčko u Letovic, Letovice. Úsek začíná v k. ú. Skrchov, kde je na PB průmyslový podnik Teluria Barvy a laky, s.r.o. Dále tok meandruje v blízkosti silnice E461 a železniční trati. V lokalitě U Škrobárny je v bezprostřední blízkosti toku na LB průmyslový podnik Letoplast s.r.o. V Letovicích jsou zprvu v blízkosti toku průmyslové podniky, později i zástavba historická a bytová (Masarykovo náměstí, Tyršova ulice). Koryto je tvaru jednoduchého lichoběžníku, v zástavbě je někdy obdélníkového profilu s kamennými zdmi. Úsek končí na soutoku s PB přítokem Křetínka. V zájmovém území je 14 mostů včetně lávek pro pěší. Úsek Svitavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Úsek 10100024_5 (DYJ_07-04), Svitava, km 74,941 – 77,689

V řešeném úseku protéká Svitava k. ú. Česká Dlouhá, Moravská Dlouhá, Březová nad Svitavou, Zářečí nad Svitavou. Úsek začíná se začátkem zástavby v katastru Česká a Moravská Dlouhá, kde jsou zemědělské usedlosti na PB a dále rodinné domky při ulici Hradecká (mateřská škola přímo u řeky), na LB je zástavba rodinných domků na LB při ulici Dlouhá. Dolní konec úseku je v místě křížení s železniční tratí v k. ú. Zářečí. V Březové n. Svitavou jsou v těsné blízkosti řeky domy v ulici Zahradní a Brněnské a na náměstích Oldřicha Blažka a Moravském. V zájmovém území jsou 2 mosty a 4 lávky pro pěší. Koryto je tvaru jednoduchého lichoběžníku a místy jsou dno i břehy opevněny betonovými panely. Úsek Svitavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.

Úsek 10100024_6 (DYJ_07-05), Svitava, km 83,290 – 90,059

V řešeném úseku protéká Svitava k. ú. Čtyřicet Lánů a Hradec nad Svitavou. Koryto Svitavy je značně upravené do tvaru jednoduchého lichoběžníku, případně do obdélníkového profilu s kamennými či betonovými zdmi. Zástavba rodinných domků se nachází v bezprostřední blízkosti koryta. V zájmovém území je 14 mostů a 13 lávek pro pěší. Úsek Svitavy v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.



Obr. č. 3 Přehledná mapa povodí Dyje dle [13]

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Největší zaznamenaná povodeň v novodobé historii na řece Svitavě v limnigrafické stanici Bílovice nad Svitavou v obci Bílovice nad Svitavou je datována k červenci 1997. Příčinou byly zvýšené srážky v horním povodí toku Svitavy. V Blansku byla zatopena Svitavská ulice zhruba do výšky 1 m. Voda vnikla do obydlí a sklepů více než desítky rodinných domů ve středu města. Částečně bylo také ochromeno telefonické spojení s městem, protože voda vnikla do telefonní ústředny ve středu města. Svitava v Adamově zaplavila podstatnou část areálu Adamovských strojíren a ve středu města vzniklo jezero, kvůli němuž se náměstí stalo neprůjezdné. Povodeň na Svitavě strhla most v Doubravici, silně poškodila most ve Svitávce a zaplavila velké plochy na polích [17]. Ke kulminaci došlo 9. 7. 1997 a v obci Bílovice nad Svitavou bylo dosaženo kolem $126 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. cca Q_{20} [15]. Limnigraf Bílovice nad Svitavou zaznamenal vodní stav 460 cm [19], přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu 460 cm, tj. $126 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. cca Q_{20} , byla v červenci 1962. K další významné povodni v novodobé historii došlo v březnu 2006 (vodní stav 432 cm, průtok $112 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. cca Q_{10-20}) a v květnu 1962 (vodní stav 427 cm) [19]. V dávnější historii byly zaznamenány povodně v září 1938 (vodní stav 450 cm), v březnu 1941 (vodní stav 440 cm), v březnu 1937 (vodní stav 411 cm) a v březnu 1947 (vodní stav 407 cm) [19].

Největší zaznamenaná povodeň na řece Svitavě v limnigrafické stanici Letovice ve městě Letovice je datována k červenci 1997. Příčinou byly zvýšené srážky v horním povodí toku Svitavy. Povodeň na horní Svitavě postihla město Svitavy a dalších 17 obcí bez výraznějších škod. V Letovicích bylo zaplaveno náměstí a voda vnikla do mnoha prodejen a rodinných domů. Byl stržen most u pekárny a tím vznikl problém se zásobováním obyvatel pečivem [17]. Ke kulminaci došlo 8. 7. 1997 a ve městě Letovice bylo dosaženo kolem $78 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. cca Q_{50} [15]. Limnigraf Letovice zaznamenal vodní stav 319 cm [20], přičemž druhá největší povodeň dle vodního stavu 272 cm, tj. $72,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. cca Q_{20} až Q_{50} , byla v červenci 1965. K další významné povodni v novodobé historii došlo v dubnu 2006 (vodní stav 202 cm, průtok $41 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. větší Q_{5-10}) [20].

V dávnější historii byly zaznamenány povodně v srpnu 1938 (vodní stav 303 cm, průtok $74 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, tj. cca Q_{50} , v březnu 1937 (vodní stav 320 cm), v červnu 1926 (vodní stav 300 cm), v březnu 1947 (vodní stav 294 cm) a v březnu 1947 (vodní stav 294 cm) [20].



Obr. č. 4 Povodeň 1997 – Adamov



Obr. č. 5 Povodeň 1997 – Adamov



Obr. č. 6 Povodeň 1997 - Letovice



Obr. č. 7 Povodeň 1997 - Letovice



Obr. č. 8 Povodeň 1997 – Svitavy, ul. Školní



Obr. č. 9 Povodeň 1997 – Svitavy – Lány, ul. Kpt. Jaroše

3 Přehled podkladů

3.1 Soupis zpráv a dokumentů

- [1] Digitální model reliéfu zájmové oblasti. DMR 5G. ČÚZK, Praha, 2017.
- [2] Rastrová základní mapa 1:10 000 (RZM 10. ČÚZK, mapové listy č.:10980596, 10980598, 10980600, 10980602, 11000596, 11000598, 11000600, 11000602, 11020596, 11020598, 11020600, 1102602, 11040596, 11040598, 11040600, 11040602, 11060596, 11060598, 11060600, 11060602, 11080596, 11080598, 11080600, 11080602, 11100596, 11100598, 11100600, 11100602, 11180594, 11180596, 11180598, 11180600, 11160594, 11160596, 11160598, 11160600, 11200594, 11200596, 11200598, 11200600, 11220594, 11220596, 11220598, 11220600, 11400590, 11400592, 11400594, 11400596, 11420590, 11420592, 11420594, 11420596, 11440590, 11440592, 11440594, 11440596, 11460590, 11460592, 11460594, 11460596, 11480590, 11480592, 11480594, 11480596, 11500590, 11500592, 11500594, 11500596, 11520590, 11520592, 11520594, 11520596. Praha, 2017.
- [3] Ortofotomapy zájmového území. ČÚZK, Praha, 2018.
- [4] Základní báze geografických dat ZABAGED – polohopis, ČÚZK, Praha, 2017.
- [5] Základní báze geografických dat ZABAGED – výškopis, ČÚZK, Praha, 2017.
- [6] Geodetické zaměření koryta Svitavy, zpracovalo Povodí Moravy, s.p., útvar geodézie, 2002.
- [7] Studie záplavového území Svitavy, Povodí Moravy, s.p., Brno, 2007.
- [8] Studie odtokových poměrů toku Svitavy, km 0,000 – 98,000, úsek Letovice – Svitavy km 64,235 – 94,308, Povodí Moravy, s.p., 02/2006
- [9] Hydrologická data – N-leté průtoky, ČHMÚ, 12/2018.
- [10] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu září 2012. Pöyry Environment a.s., Brno.
- [11] Technicko provozní evidence toků – TPE Svitava, Povodí Moravy, s.p., Brno, 1970.
- [12] Studie protipovodňových opatření na území Jihomoravského kraje, Pöyry Environment a.s., Brno, 05/2007.
- [13] Plán dílčího povodí Dyje, AQUATIS a.s., 2016.
- [14] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970.
- [15] www.pmo.cz, Stavy a průtoky na vodních tocích, březen 2019.
- [16] Koncepce protipovodňové ochrany Pardubického kraje, Hydroprojekt CZ a.s., 11/2006.
- [17] Povodeň v červenci 1997, is.muni.cz/th/43102/prif_b/Kapitola_6.9_7_Seznam_literatury.pdf.
- [18] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, Pöyry Environment a.s., Brno, 2012.
- [19] Evidenční list hlásného profilu č. 380, tok Svitava, lim. stanice Bílovice nad Svitavou. Aktualizace březen 2006.
- [20] Evidenční list hlásného profilu č. 378, tok Svitava, lim. stanice Letovice. Aktualizace březen 2006.
- [21] HEC-RAS 5.0 River Analysis System – User's Manual, US Army Corps of Engineers, 02/2016.
- [22] Fotodokumentace, Pöyry Environment a.s., Brno, 2012.
- [23] Numerický 1D+ model Svitavy v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2006.
- [24] Numerický 1D+ model Svitavy v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2007.
- [25] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual, DHI, 2009.
- [26] <http://www.hrebecsko.estranky.cz/fotoalbum/mimoradne-udalosti/povodne-1997/> - Svitavy povodeň.
- [27] <https://svitavsky.denik.cz/galerie/povodne.html?photo=6&back=2209368151-1749-39>
- [28] Úprava toku Svitava, Svitavy PPO II. etapa, AQUATIS a.s., Brno, 2004.
- [29] Svitava, Letovice, zvýšení kapacity koryta, Povodí Moravy, s.p., 10/2011.
- [30] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu února 2019. AQUATIS a.s., Brno.

3.2 Související předpisy

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

- [VII] TNV 75 2910 Manipulační řády vodních děl na vodních tocích.
- [VIII] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [IX] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [X] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [XI] Vyhláška MŽP 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [XII] Vyhláška č. 178/2012 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [XIII] Nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení §27 odst. 8 a §28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
- [XIV] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012.
- [XV] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011.
- [XVI] Předběžné vyhodnocení povodňových rizik v České republice 2011. Implementace směrnice 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik (verze 5.0). Ministerstvo životního prostředí ČR (poslední aktualizace dne 16.3. 2012). Praha. 12/2011.
- [XVII] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., aktualizace 18. 8. 2019.
- [XVIII] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 07/2019.
- [XIX] Standardizovaná struktura uložení dat, CDS2, 09/2019.

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

3.3 Topologická data

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

3.3.1 Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu

V rámci řešeného úseku byly vytvořeny čtyři samostatné digitální modely terénu (DMT) pro úseky DYJ_07-01 až DYJ_07-04. Pro úsek DYJ_07-05 byl DMT z podkladu [18] aktualizován daty z DMR 5G [1].

DMT byl vytvořen s použitím programů ESRI Arc GIS Version 10.5 (nadstavba 3D Analyst), AutoCAD 2012 a AutoCAD CIVIL 3D. Model pokrývá celé zájmové území v rozsahu předpokládaného rozlivu Q_{500} s dostatečným přesahem. Výsledný DMT je zpracován z DMR 5G [1], který je doplněn o geodetické zaměření koryta [6] 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 z roku 2002 provedl a zpracoval útvar geodézie Povodí Moravy, s.p. [6]. Vzdálenost příčných profilů v zaměřeném území je cca 50 m až 100 m. Zaměření bylo doplněno o protipovodňová opatření v Letovicích

[29], která byla dokončena v roce 2011. 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. 5 jsou uvedena hydrologická data. Data byla ověřena u ČHMÚ [9]. V některých profilech hodnoty nedoznaly významných změn. V profilu Pod Hynčinským potokem byly nižší průtoky navýšeny oproti předchozím datům o cca 5 %, naproti tomu hodnoty vyšších průtoků byly sníženy (Q_{500} až o 14 %). V profilu nad Křetínkou byly hodnoty průtoků lehce navýšeny, zejména pro nižší průtoky. Velké změny byly zaznamenány na profilu Letovice vodočet, kde zejména nižší průtoky byly sníženy až o 35 %. V profilu Nad Punkvou došlo ke snížení Q_5 o 6 % a zvýšení Q_{500} o 6 %.

Tab. č. 5 Aktuální N-leté průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ [9]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Svitava – Hradec nad Svitavou	12.12.2018	91,5	7,3	13,7	27	49,1	I.
Svitava – pod Vendolským potokem	12.12.2018	88,5	8,8	16,8	33,7	62,4	III.
Svitava – pod Hynčinským potokem	12.12.2018	75,9	12,2	24,6	50	92,5	III.
Svitava – Rozhraní vodočet	12.12.2018	69,9	11,9	24,6	56	117	I.
Svitava – nad Křetínkou	12.12.2018	61,5	16	32,7	69,7	135	II. - III.
Svitava – Letovice vodočet	12.12.2018	59,4	22,4	45,4	95	181	I.
Svitava – nad Punkvou	12.12.2018	33,8	42,4	77,6	147	259	III.
Svitava – Bílovice vodočet	12.12.2018	15,5	61,1	101	179	301	I.

Tab. č. 6 Starší hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ [18]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Svitava – Hradec nad Svitavou	2013	91,5	7,3	13,7	27	49,1	I., II.*
Svitava – pod Vendolským potokem	2013	88,5	8,8	16,8	33,7	62,4	II., III.*
Svitava – pod Hynčinským potokem	2013	75,9	11,6	24	53	107,2	II., III.*
Svitava – Rozhraní vodočet	2013	69,9	11,8	24,6	56	117	I., II.*
Svitava – nad Křetínkou	2013	61,5	15,3	31,3	68,5	135	II.
Svitava – Letovice vodočet	2013	59,4	34,5	58,5	95	181	II.
Svitava – nad Punkvou	2013	33,8	45,2	78,6	143	244,4	II., III.*
Svitava – Bílovice vodočet	2013	15,5	80,5	122	176	284,3	II.

*) Poznámka: pokud jsou uvedeny 2 třídy přesnosti, tak první z nich se vztahuje k hodnotám Q_5 až Q_{100} , druhá platí pro hodnotu Q_{500} . V případě, že je uvedena jen 1 třída přesnosti, platí pro všechny poskytnuté hodnoty Q_N .

Historická hydrologická data dle [14] jsou uvedena v Tab. č. 7. Oproti [14] došlo k nepatrnému navýšení hodnot průtoků u Q_{100} v profilu Svitava – pod Hynčinským potokem. U průtoků Q_5 a Q_{20} byly hodnoty průtoků poníženy, a to až o cca 30 %.

Tab. č. 7 Historické hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ [14]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Svitava – pod Hynčinským potokem	1970	75,9	18	32	50	-	-
Svitava – nad Křetínkou	1970	61,5	27	47	71	-	-

3.5 Místní šetření

V rámci zpracování 2. plánovacího cyklu bylo provedeno místní šetření v únoru 2019 [30]. Toto šetření proběhlo jak na nových prodloužených úsecích, tak na úsecích shodných s 1. plánovacím cyklem z roku 2012, kde místní šetření provedla firma Pöry Environment a.s. [10]. 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 a zjišťován rozsah historických povodní u místních obyvatel. K zásadním změnám došlo v Letovicích, kde došlo ke zkapacitnění koryta a k dalším PPO (viz kapitola 2). Dále byla zrealizovaná PPO ve Svitavách (popis viz kapitola 2). V Březové nad Svitavou byla vybudována nová lávka na cyklostezce v km 75,595. V Blansku došlo k rekonstrukci autobusového nádraží na levém břehu na ul. Svitavská. Zjištěné skutečnosti byly zapracovány do nových modelů.

3.6 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

Numerický jednorozměrný síťový (1D+) model Svitavy v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2006 [23] pro potřeby zpracování SOP Svitavy [8] a numerický model 1D+ Svitavy z roku 2007 [24] pro potřeby zpracování Studie záplavového území Svitavy [7]. Pro tvorbu modelu bylo využito geodetické zaměření [6], DMT a hydrologická data. V rámci modelu byly řešeny povodňové scénáře pro Q_1 - Q_{100} . Výpočet byl proveden pro neustálené nerovnoměrné proudění.

Pro potřeby tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik bylo simulováno ustálené nerovnoměrné proudění s využitím okrajových podmínek při kulminaci z výše uvedeného celkového modelu. Modely vymezených úseků byly sestaveny společností Pöry Environment a.s. ve spolupráci s Povodí Moravy, s.p. v roce 2012. Hydrologická data v modelu byla aktualizována a doplněna o povodňový scénář Q_{500} . Případné rozdíly stavu zjištěné z terénního průzkumu a výchozího modelu byly zohledněny.

Kalibrační data – zaznamenaný průběh povodně 7/1997 a zaměřené maximální hladiny při této povodni.

3.7 Vyhodnocení a příprava podkladů

DMT [1] vytvořený z fotogrammetrických náletů a z výškopisu ZABAGED pokrývá celé zájmové území v ploše předpokládaného rozlivu při Q_{500} s přesahem.

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

Pozemní geodetické zaměření [6] z roku 2002 provedl a zpracoval útvar geodézie Povodí Moravy, s.p. Zaměření je v polohopisném systému S-JTSK, výškopisném systému Balt po vyrovnání.

Hydrologická data [8] starší pěti let byla ověřena u ČHMÚ, ostatní byla pořízena nově (viz Tab. č. 5).

Terénní průzkum byl proveden v říjnu 2012 v rámci 1. plánovacího cyklu a v únoru 2019 byla provedena aktualizace geodetického zaměření.

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

Podkladem pro vyhodnocení byly výsledky ze stávajících numerických 1D+ modelů části zájmového úseku Svitavy [23] a [24], které byly vytvořeny na Povodí Moravy, s.p. v roce 2006-7. Převzaty byly úrovně hladin v jednotlivých příčných profilech a rychlosti proudění.

Podkladovými kalibračními daty jsou zaměřené maximální hladiny při povodni z července roku 1997 [17].

4 Popis koncepčního modelu

Pro výpočet jednotlivých úseků Svitavy DYJ_07-01 až DYJ_07-04 byly použity dvourozměrné (2D) modely proudění. Výsledky simulace popisují ustálené proudění na úrovni požadovaných N-letých průtoků v celé zájmové oblasti. Model vymezeného úseku byl sestaven společností AQUATIS a.s. ve spolupráci s Povodím Moravy, s.p. v roce 2019.

V rámci zpracování jsme s ohledem na charakter proudění, dostupná data a požadavky na výsledky zvolili 2D schematizaci, tedy byl vyhotoven 2D model proudění. Výhodou 2D modelu proudění oproti 1D, 1D+ a kombinaci 1D a 2D modelu je přesnější popis proudění v území, snadná vizuální kontrola výsledků a možnost přímého vygenerování výstupů pro vyhotovení map povodňového nebezpečí. Kombinací DMR 5G a podrobného DMT koryta je možné vytvořit velmi detailní výpočetní síť. V případě složitější topografie dna a břehů toku umožňuje 2D schematizace přesnější popis rozložení rychlostí v korytě a nabízí individuální volbu součinitelů drsnosti pro každou výpočetní buňku (prvek).

Pro řešení byl použit softwarový prostředek HEC-RAS.

2D modelem bylo popsáno proudění vlastním korytem řeky Svitavy, související inundační území a veškeré objekty na toku.

Úsek DYJ_07-05 Svitava v Hradci nad Svitavou nebyl nově modelován, byla pouze provedena aktualizace DMT pro stávající model provedený v [18] společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodím Moravy s.p. v roce 2012. Řešený úsek toku byl v práci [12] schematizován 1D+ modelem. Hydrodynamický model byl sestaven v rámci podkladu [18] a průběhy hladin byly provedeny výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11 [25].

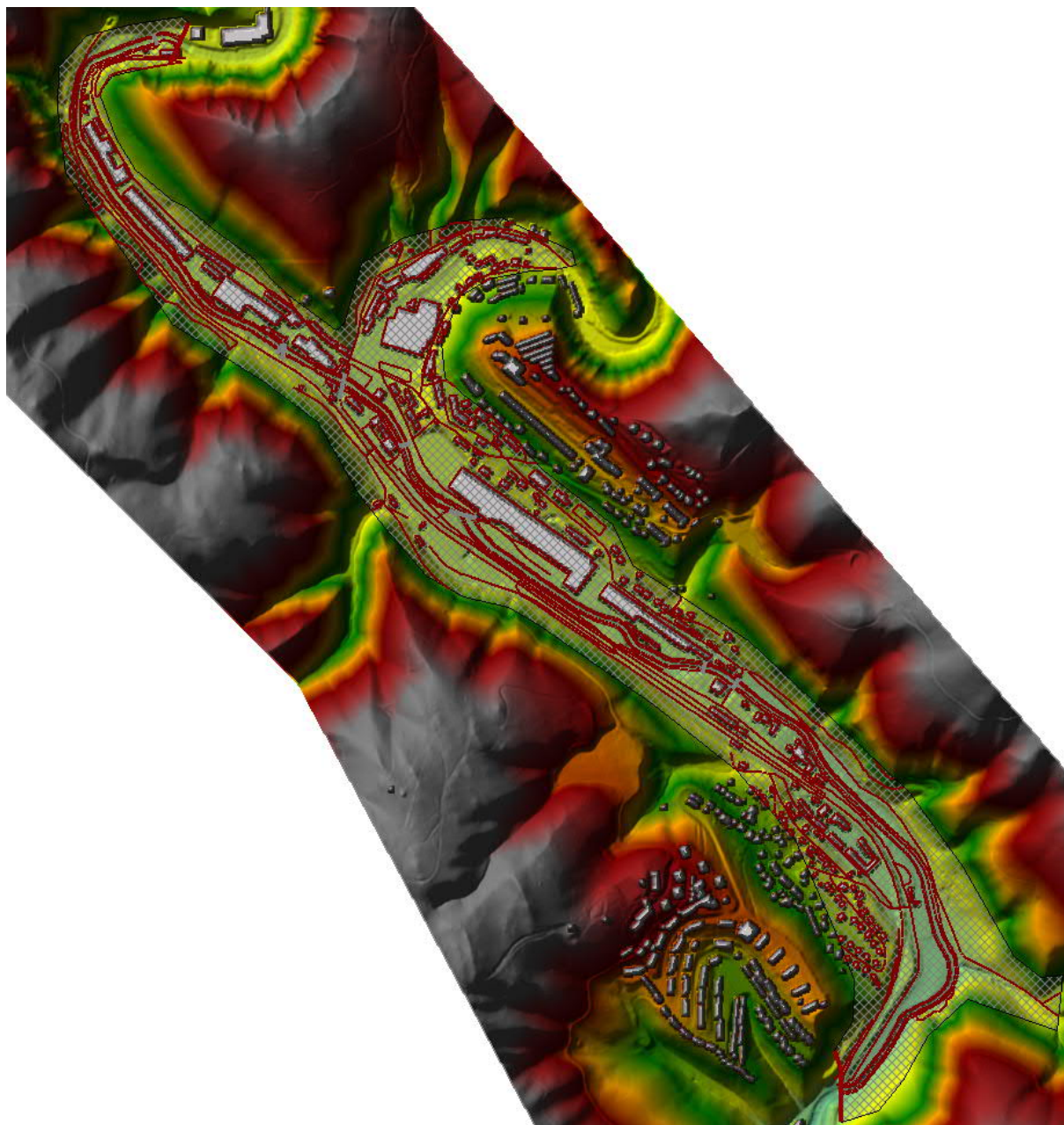
4.1 Schematizace řešeného problému

V rámci vytváření 2D modelu pro úsek Svitavy (DYJ_07) byla provedena schematizace náhradní oblasti pomocí nepravidelné mnohoúhelníkové výpočetní sítě (Obr. č. 10). Základem každého modelu byla ortogonální síť s velikostí prvku $4,0\text{ m} \times 4,0\text{ m}$, která byla pomocí povinných hran přizpůsobena objektům a liniovým prvkům tak, aby byl co nejpřesněji vystižen skutečný tvar terénu (Obr. č. 11). Použité soubory povinných hran zahrnují budovy a bloky budov, liniové stavby, břehové hrany a paty svahů koryta. V prostoru koryta vodního toku, případně některých liniových prvků, byla síť z důvodu výstižnosti zahuštěna až na velikost prvku $0,5\text{ m} \times 0,5\text{ m}$.

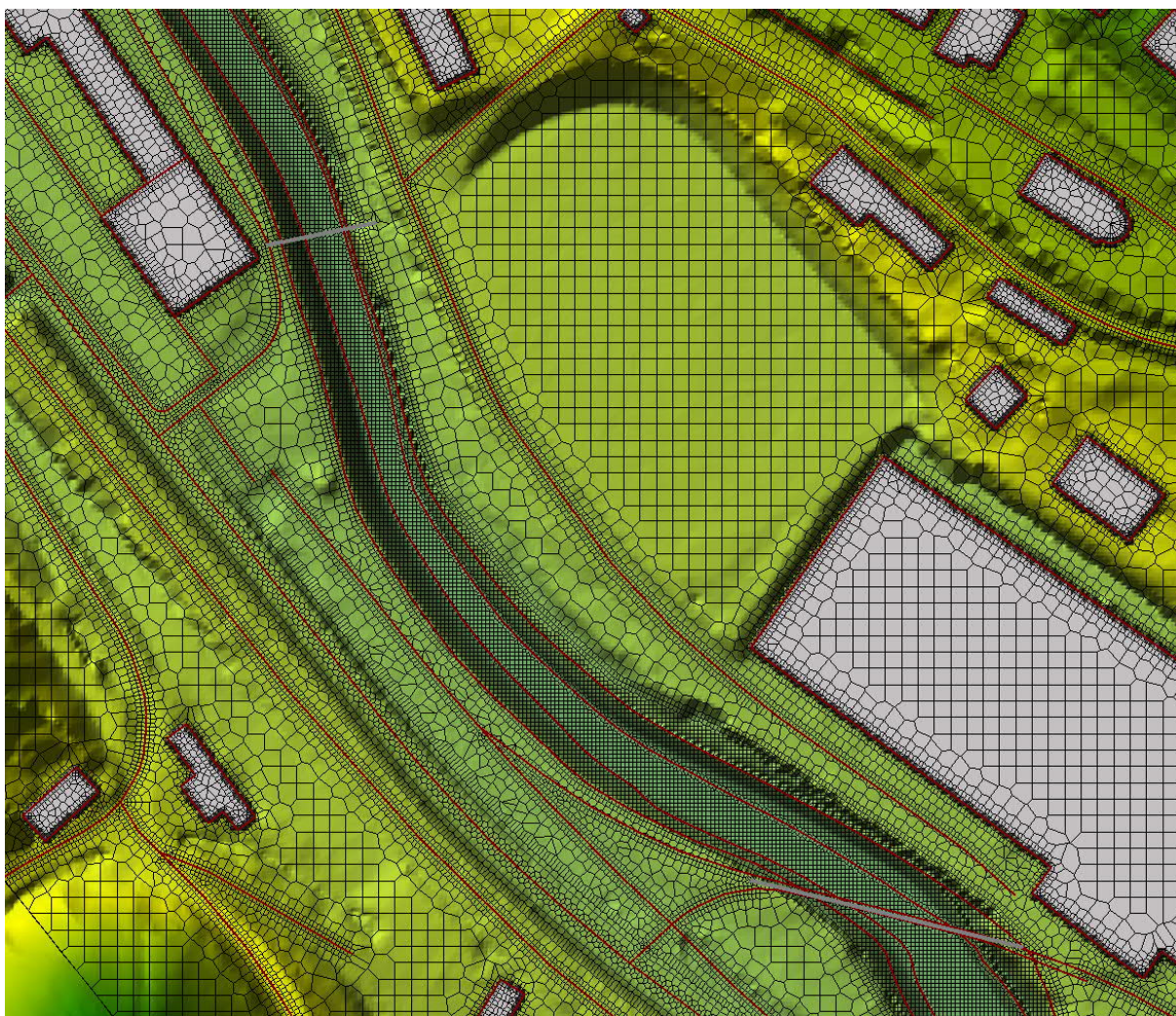
DYJ_07-01 Svitava v Adamově

Model byl prodloužen o 100 m na začátku a o cca 400 m na konci úseku, v obou případech k mostním profilům. Celá výpočetní síť měla 334 572 buněk.

Levostranný přítok Křetínský potok nebyl z důvodu absence podkladových dat modelován.



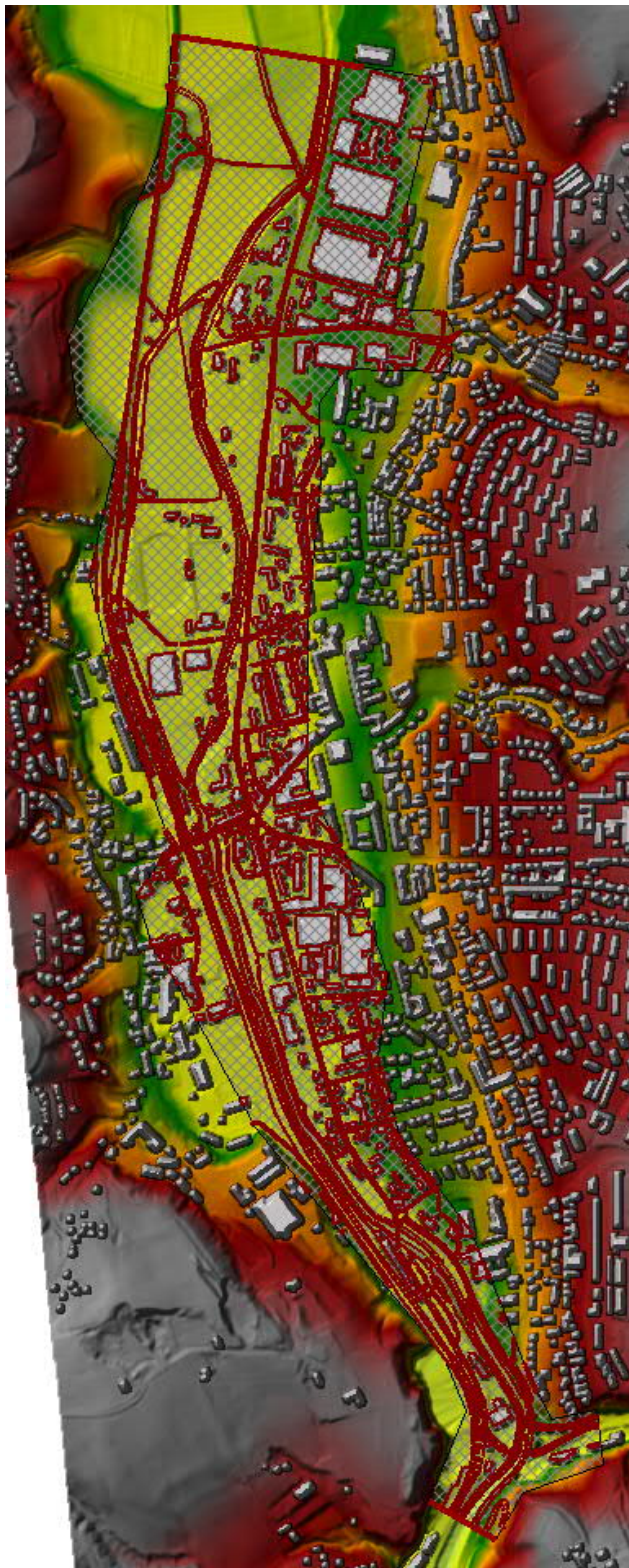
Obr. č. 10 Schéma výpočetní sítě pro úsek Svitavy DYJ_07-01



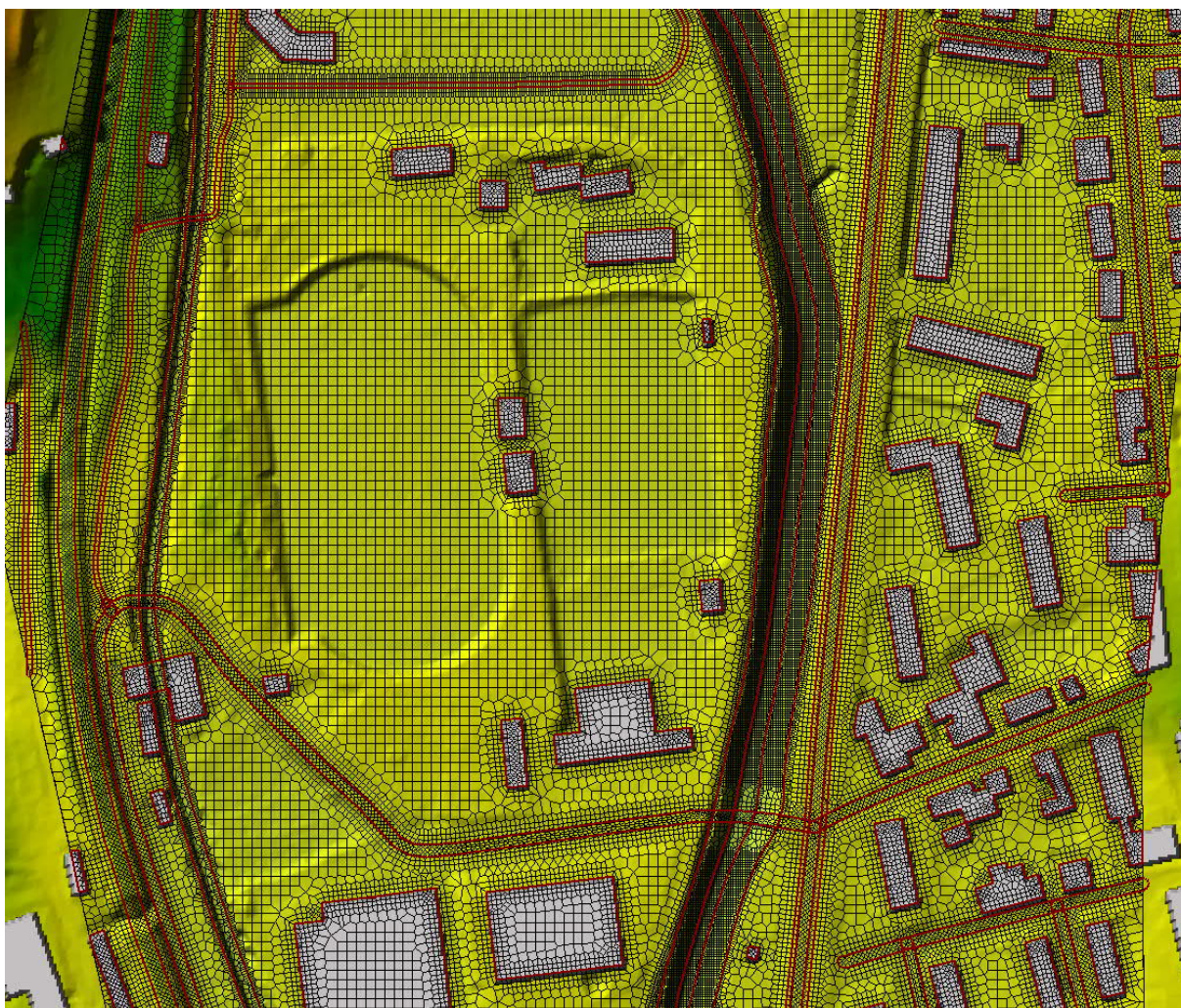
Obr. č. 11 Detail výpočetní sítě modelu pro úsek Svitavy DYJ_07-01

DYJ_07-02 Svitava v Blansku

Model byl prodloužen o cca 300 m na začátku a o cca 180 m na konci úseku. Celá výpočetní síť měla 361 949 buněk. Na konci úseku do Svitavy ústí Punkva, která nebyla podrobněji modelovaná. S jejím přítokem však bylo uvažováno při zadávání dolní okrajové podmínky (viz níže v kap. 4.4.3). Pro zpřesnění výpočtů byl do modelu zahrnut i Dolnohotský potok a Sloupečník.



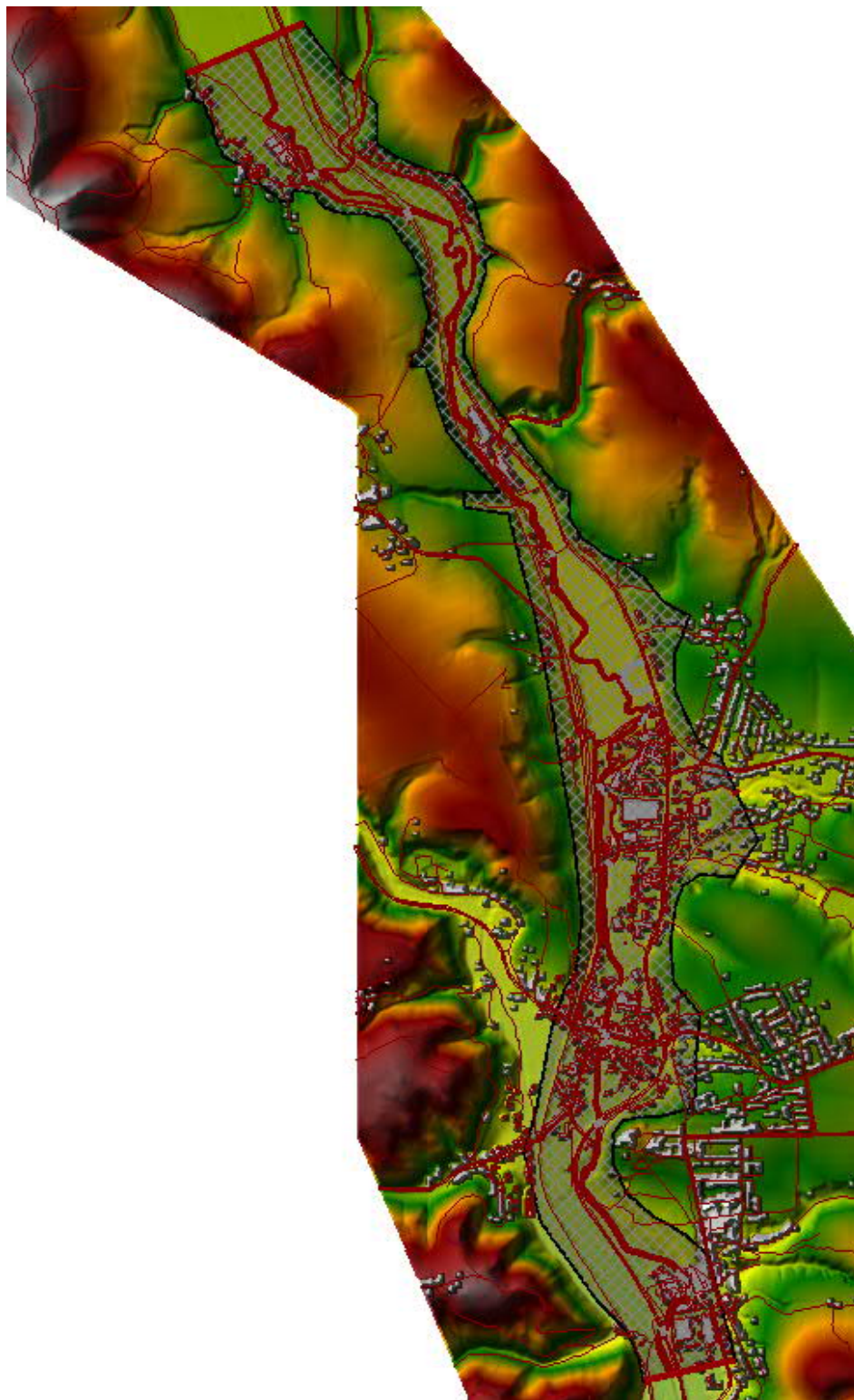
Obr. č. 12 Schéma výpočetní sítě pro úsek Svitavy DYJ_07-02



Obr. č. 13 Detail výpočetní sítě modelu pro úsek Svitavy DYJ_07-02

DYJ_07-03 Svitava v Letovicích

Model byl prodloužen o 300 m na začátku a o 130 m na konci úseku. Celá výpočetní síť měla 746 309 buněk. V tomto úseku se do Svitavy vlévá několik menších přítoků, do modelu byly zakomponovány 2 nejvýznamnější (Zavadilka a Třebětínka). Dále byly modelovány 3 náhony, které se nachází v blízkosti průmyslových zón. Největší přítok Křetínka nebyl modelován. Do modelu byl zahrnut při zadávání DOP, kdy úrovně hladin odpovídají povodňovým průtokům pod soutokem Křetínky se Svitavou.



Obr. č. 14 Schéma výpočetní sítě pro úsek Svitavy DYJ_07-03

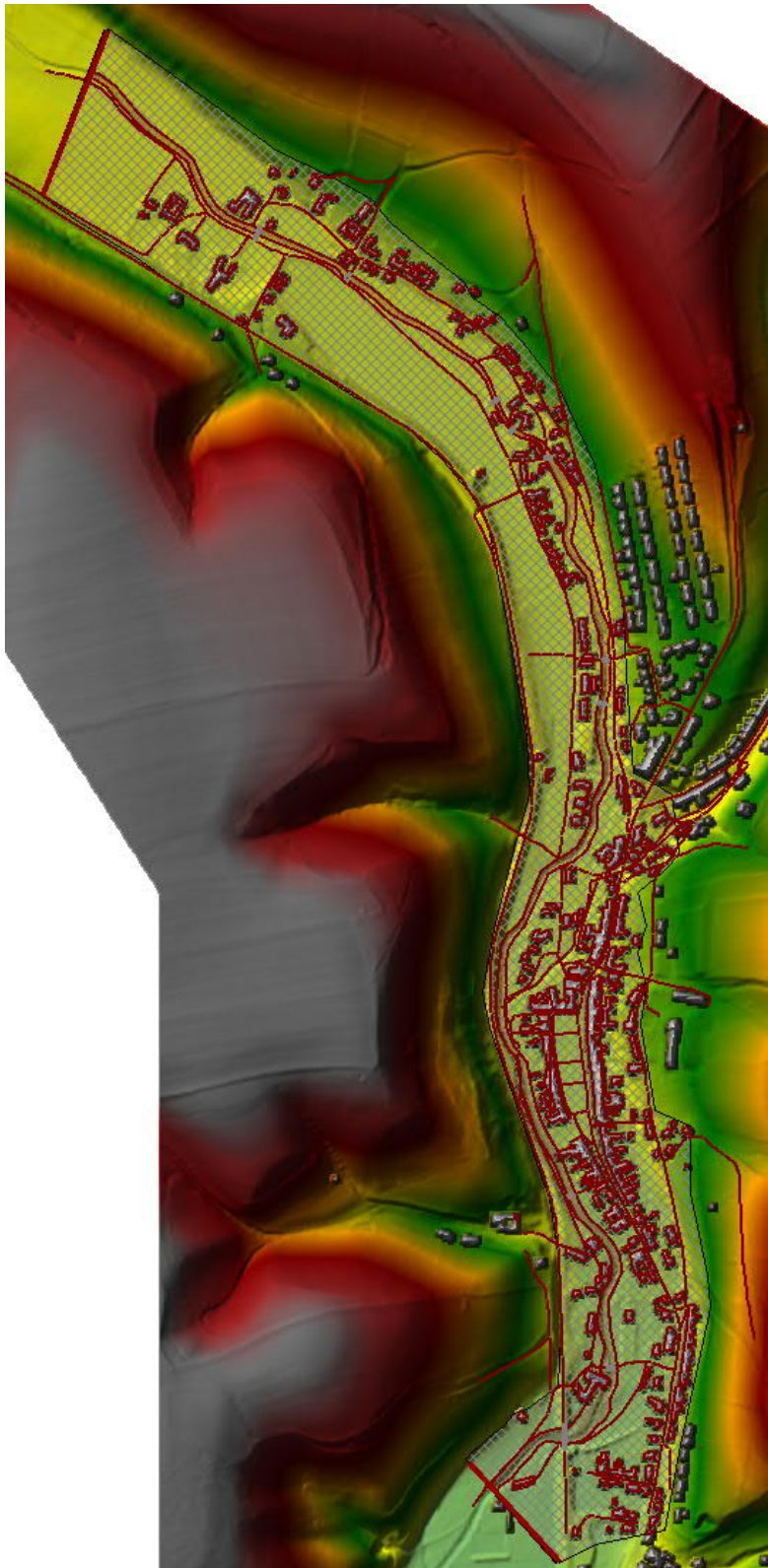


Obr. č. 15 Detail výpočetní sítě modelu pro úsek Svitavy DYJ_07-03

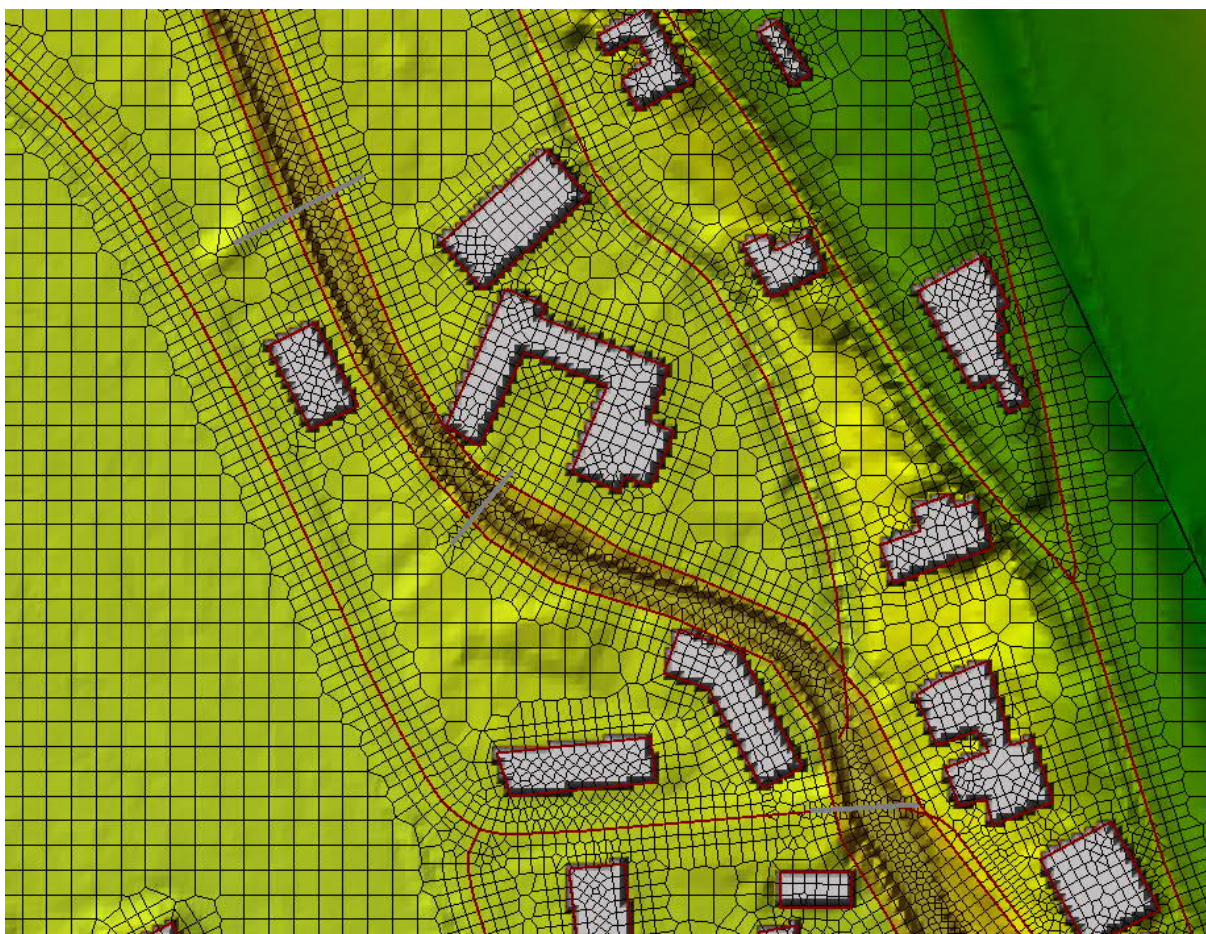
DYJ_07-04 Svitava v Březové nad Svitavou

Model byl prodloužen o 150 m na začátku i na konci úseku. Celá výpočetní síť měla 125 230 buněk.

V tomto úseku je do Svitavy zaústěn levostranný přítok Hynčinka. Tento přítok nebyl modelován z důvodu jeho bezvýznamnosti a absence podkladových dat.



Obr. č. 16 Schéma výpočetní sítě pro úsek Svitavy DYJ_07-04



Obr. č. 17 Detail výpočetní sítě modelu pro úsek Svitavy DYJ_07-04

DYJ_07-05 Svitava v Hradci nad Svitavou

Schematizace řešeného úseku Svitavy v Hradci nad Svitavou je popsána v [18]. Vzhledem k tomu, že v řešeném úseku nedošlo k významným změnám (neměnný tvar koryta), které by vedly ke změně výpočtového modelu, nebyl úsek počítán a výstupy z modelu jsou převzaty z předchozího plánovacího cyklu [18].

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

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

Pro důsledné uplatnění řešení v podmínkách neustáleného proudění by bylo zapotřebí definovat ke každému N-letému průtoku návrhový hydrogram s vhodně zvolenou podmíněnou pravděpodobností překročení objemu. Lze předpokládat, že podrobný hydrodynamický výpočet by vedl k různým hodnotám N-letých kulminací v dílčích profilech vyšetřovaného úseku vodního toku. Detailní způsob řešení průchodu N-leté povodně v režimu neustáleného proudění klade velké nároky na množství i kvalitu vstupních hydrologických dat a přináší řadu otázek, které by bylo zapotřebí metodicky vyjasnit.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

DYJ_07-01 Svitava v Adamově

Horní okrajovou podmínkou (HOP) jsou průtoky. Při ustálení odpovídají hodnotám N-letých průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} ve vodním toku Svitava, které byly dopočítány na základě dílčích ploch povodí IV. řádu a hodnot N-letých průtoků z nejbližšího profilu Svitava – Bílovice vodočet.

Dolní okrajovou podmínkou (DOP) je úroveň hladiny na dolním okraji modelu ve vzdálenosti 400 m pod řešenou oblastí. Hodnota dolní okrajové podmínky je určena měrnou křivkou průtoků. Hodnoty úrovní hladin při daných povodňových průtocích jsou stanoveny na základě výpočtu provedeném v rámci 1. plánovacího cyklu [18].

DYJ_07-02 Svitava v Blansku

HOP jsou průtoky. Při ustálení odpovídají hodnotám N-letých průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} ve vodním toku Svitava dodaných ČHMÚ [9]. Hodnoty průtoků na přítocích Sloupečnický a Dolnohlotský potok byly dopočítány na základě jednotlivých dílčích ploch povodí IV. řádu a hodnot N-letých průtoků v profilu Svitava – nad Punkvou. Vzhledem k tomu, že přítoky Sloupečnický a Dolnohlotský potok nebyly v původním rozsahu zadání, souběh povodní nebyl řešen. Úsek byl řešen pouze v jedné variantě s N-letými průtoky ve Svitavě a doplňky z přítoků.

DOP je úroveň hladiny na dolním okraji modelu ve vzdálenosti 180 m pod řešenou oblastí. Hodnota dolní okrajové podmínky je určena měrnou křivkou průtoků pod soutokem s Punkvou. Hodnoty úrovní hladin při daných povodňových průtocích (zahrnující příspěvek z Punkvy) jsou stanoveny na základě výpočtu provedeném v rámci 1. plánovacího cyklu [18].

DYJ_07-03 Svitava v Letovicích

HOP jsou průtoky. Při ustálení odpovídají hodnotám N-letých průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} ve vodním toku Svitava dodaných ČHMÚ odpovídající profilu Svitava – nad Křetínkou [9]. Hodnoty průtoků v samotném korytě Svitavy byly sníženy o hodnoty dopočítaných průtoků na přítocích Zavadilka a Třebětínka. Tyto hodnoty byly spočítány na základě rozdílu hodnot průtoků v profilech Svitava – Rozhraní vodočet a Svitava – nad Křetínkou. Vzhledem k tomu, že přítoky Zavadilka a Třebětínka nebyly v původním rozsahu zadání tohoto úseku, souběh povodní nebyl řešen. Úsek byl řešen pouze v jedné variantě s N-letými průtoky ve Svitavě a doplňky z přítoků.

DOP je úroveň hladiny na dolním okraji modelu ve vzdálenosti 130 m pod řešenou oblastí. Hodnota dolní okrajové podmínky je určena měrnou křivkou průtoků pod soutokem s Křetínkou. Hodnoty úrovní hladin při daných povodňových průtocích (zahrnující příspěvek z Křetínky) jsou stanoveny na základě výpočtu provedeného v rámci 1. plánovacího cyklu [18].

DYJ_07-04 Svitava v Březové nad Svitavou

HOP jsou průtoky. Při ustálení odpovídají hodnotám N-letých průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} ve vodním toku Svitava dodaných ČHMÚ odpovídající profilu Svitava – pod Hynčinským potokem [9].

DOP je úroveň hladiny na dolním okraji modelu ve vzdálenosti 150 m pod řešenou oblastí. Hodnota dolní okrajové podmínky je určena měrnou křivkou průtoků. Hodnoty úrovní hladin při daných povodňových průtocích jsou stanoveny na základě výpočtu provedeného v rámci 1. plánovacího cyklu [18].

DYJ_07-05 Svitava v Hradci nad Svitavou

Zadání OP a PP v modelu je popsáno v podkladu [18].

Obecně o způsobu zadávání OP

Výpočet je zahájen na „suchém“ modelu. Na začátku simulace je HOP průtok, který je menší, než je kapacita koryta vodního toku, a je plynule zvyšován po dobu 30 min až na hodnotu Q_5 , která je v následující době simulace neměnná. Na dolním konci modelu je sledována hodnota průtoků v kontrolním profilu. Celková doba výpočtu je dle tohoto sledování nastavena tak, aby došlo k ustálení na celém modelovaném úseku. Výpočetní software umožňuje vložení řady kontrolních řezů jdoucích napříč korytem i inundačním územím. Pro tyto řezy je možné vykreslit hydrogramy a tím ověřit dodržení podmínek stacionárního proudění během požadovaného časového úseku.

Při výpočtu Q_{20} je počáteční podmínkou (PP) ustálené proudění při Q_5 . Hodnota HOP je nastavena jako plynulý nárůst z Q_5 na Q_{20} a tato hodnota je pak udržována až do ustálení průtoku v celém modelu obdobně jako v předchozím postupu.

Stejným způsobem jsou nastaveny OP resp. PP pro průtoky Q_{100} a Q_{500} .

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Úseky DYJ_07-01 až DYJ_07-04

Výpočet proudění byl proveden pomocí programu HEC-RAS 5.0.6 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) vyvinutého US Army Corps of Engineers pro výpočet jednorozměrného a dvourozměrného proudění. HEC-RAS umožňuje komplexní modelové řešení pro simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích. Výpočtové rovnice jsou uvedeny v manuálu [21]. Pro řešení proudění byla zvolena metoda difuzní vlny (resp. její aproximace). Numerická schematizace se opírá o kombinaci metody konečných diferencí a konečných objemů.

Výsledky dosažené metodou difuzní vlny byly na vybraných zájmových úsecích porovnány s metodou využívající úplných Saint Venantových rovnic (zahrnující mimo jiné vliv Coriolisovy síly). Na převážné většině území výpočetní sítě dávaly obě zmiňované metody srovnatelné výsledky, přičemž metoda difuzní vlny vykazovala vyšší míru stability a kratší dobu výpočtu. V souladu s předpoklady se významnější rozdíly ve výsledcích obou metod objevily v místech s výskytem silně turbulentního proudění. Vzhledem k ostatním nejistotám a přijatým zjednodušením se použití metody difuzní vlny jeví jako praktická a adekvátní technika pro řešenou úlohu.

Matematickým modelem je popsán průtok vlastním korytem Svitavy, několika drobných přítoků, včetně souvisejících inundací a veškerých objektů na toku.

Úsek DYJ_07-05

Popis numerického modelu tohoto úseku je dostupný v podkladu [18].

5.2 Vstupní data numerického modelu

Vstupními daty numerického modelu jsou data z geodetického pozemního měření [6] v podobě příčných řezů, z nichž je vygenerován model koryta toku Svitavy. Z důvodu absence geodetického zaměření koryt drobných přítoků byly tyto přítoky do modelu začleněny na základě DMR 5G [1] a úpravou jejich dna. Model povrchu inundačního území je vytvořen na základě DMR 5G. Budovy a bloky budov jsou ve výpočetní síti uvažovány jako neprůtočné plochy s výrazně zvýšeným terénem. Digitální povrch terénu použitý ve výpočtu je vytvořen propojením zaměření koryta, digitálního modelu reliéfu a neprůtočných objektů (budov). HOP jsou hodnoty N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} dle kapitoly 4.4.3. DOP jsou úrovně hladin při povodňových průtocích. Pro stanovení součinitele drsnosti byly používány ortofotomapy [3] a fotodokumentace [22] a [30] pořízená při terénním průzkumu.

Při výpočtu se uvažovalo s proměnným, automaticky řízeným časovým krokem, při němž nedojde k překročení Courantova kritéria na úrovni hodnoty $C = 2$. Výchozí časový krok odpovídal 1 s, minimální uvažovaný časový krok pak 0,5 s. Maximální počet iterací byl ponechán na hodnotě 20. Přípustná odchylka pro vypočtené výšky hladiny a objemy (přepočtené na výšky hladiny) byla uvažována na úrovni 3 mm.

5.2.1 Morfologie vodního toku a inundačních území

Do výpočtových modelů jsou zahrnuty veškeré objekty na toku (Tab. č. 8 až 11). Objekty jsou řešeny různými přístupy.

V případě mostů byly použity dva přístupy. V případě, že úroveň hladiny nedosahovala dolní hrany mostovky, byl mostní objekt zadán úpravou geometrie koryta v profilu mostu zahrnutím mostních pilířů. Mostovka v takovém případě uvažována nebyla. V případě, že úroveň hladiny byla výš než úroveň dolní hrany mostovky, bylo proudění (přepad) přes mostovku řešeno 2D (úroveň povrchu terénu odpovídala úrovni povrchu mostovky) a proudění mostním profilem 1D pomocí propustku s vhodně zvoleným tvarem v témže místě. V takovém případě se dbalo na to, aby se geometrické parametry propustku co nejvíce blížily skutečnému mostnímu otvoru. Součinitele drsnosti pro dolní část omočeného obvodu propustku byly zpravidla voleny ve shodě s odhadovanými drsnostmi v okolním korytě. V horní části omočeného obvodu propustku byly obvykle voleny drsnosti odpovídající betonu. Popsaný

postup kombinující obě metody schematizace mostních objektů znamená opakované provedení výpočtu na základě úpravy výchozí geometrie objektů.

Jezy a další příčné objekty byly modelovány 1D jako přelivy. Součinitel přepadu byl volen individuálně na základě vlastností daného objektu.

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

Tab. č. 8 Objekty vstupující do modelu Svitavy (DYJ_07-01), ř. km 23,084 – 26,411

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
23,961	lávka		Adamov
24,047	průmyslová lávka		Adamov
24,742	bet. vlečkový most	24,382	Adamov
24,973	lávka	24,597	Adamov
25,163	Křtinský potok		Adamov
25,189	silniční most	24,829	Adamov
25,349	potrubní mostek		Adamov
25,358	pěší lávka	24,991	Adamov
26,411	jez Adamov	26,082	Adamov

Tab. č. 9 Objekty vstupující do modelu Svitavy (DYJ_07-02), ř. km 33,011 – 36,285

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
33,011	Punkva	33,907	Blansko
33,021	silniční most	33,974	Blansko – ul. Nádražní
33,028	železniční most	33,981	Blansko
33,520	pohyblivý jez Paulinka	33,525	Blansko
33,625	silniční most	33,625	Blansko – ul. Nádražní
34,650	silniční most	34,638	Blansko – ul. Rožmitálova
34,965	lávka	34,965	Blansko
35,128	silniční most	35,131	Blansko
35,762	lávka		Blansko
35,788	Sloupečník		Blansko
35,895	Salmův jez	35,879	Blansko
36,285	silniční most		Blansko

Tab. č. 10 Objekty vstupující do modelu Svitavy (DYJ_07-03) - ř. km 59,932 – 66,938

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
60,004	silniční most	60,200	Letovice
60,209	stupeň	60,350	Letovice
60,266	stavidlový jez Tylex	-	Letovice
60,275	mostek	-	Letovice
61,191	silniční most	-	Letovice

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
61,532	lávka	-	Letovice
61,562	silniční most	61,639	Letovice
61,762	lávka pro pěší	61,846	Letovice
62,327	stavidlový jez Jeřábkův, Lávka	62,326	Letovice
62,692	stavidlový jez Synkův	62,763	Letovice
63,133	stavidlový jez (Contex)	63,160	Letovice
63,159	silniční most	63,182	Letovice
64,174	most	64,150	Meziříčko u Letovic
64,235	odbočení náhonu	64,193	Meziříčko u Letovic
66,114	železniční most	66,040	Skrchov
66,201	zaústění náhonu	66,108	Skrchov
66,569	most	66,489	Skrchov
66,717	stavidlový jez - Skrchov TELURIA	66,646	Skrchov
66,720	odbočení náhonu	66,648	Skrchov

Tab. č. 11 Objekty vstupující do modelu Svitavy (DYJ_07-04) - ř. km 74,941 – 77,689

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
74,941	železniční most	74,750	Březová n. Svitavou - Zářečí
75,045	lávka		Březová n. Svitavou - Zářečí
75,101	most	74,950	Březová n. Svitavou - Zářečí
75,422	lávka	75,244	Březová n. Svitavou - Zářečí
75,595	nová lávka na cyklostezce		Březová n. Svitavou - Zářečí
76,049	lávka	75,893	Březová n. Svitavou - Zářečí
76,350	jez	76,225	
76,423	lávka	76,250	Březová n. Svitavou - Zářečí
76,789	most	76,615	Březová n. Svitavou – Česká Dlouhá
76,875	mostek		Březová n. Svitavou – Česká Dlouhá
76,924	mostek		Březová n. Svitavou – Česká Dlouhá
77,263	lávka		Březová n. Svitavou – Česká Dlouhá
77,436	lávka		Březová n. Svitavou – Česká Dlouhá

Objekty vstupující do modelu Svitavy (DYJ_07-05) v Hradci nad Svitavou jsou popsány v podkladu [18].

5.2.2 Drsnosti koryta a inundačních území

Hodnoty součinitelů drsnosti Svitavy a obou přítoků byly zadány na základě pochůzky v terénu [10] a [30] a při nich pořízených dokumentací [22].

Pro zadávání hodnot součinitelů drsnosti je uvažováno letní období se vzrostlou vegetací. Způsob jejich zadávání v objektech byl popsán výše v kapitole 5.2.1. Hodnoty použitých součinitelů drsnosti jsou v Tab. č. 12.

Tab. č. 12 Orientační hodnoty součinitelů drsnosti dle Manninga použité při výpočtu

Povrch	Orientační hodnoty součinitele drsnosti dle Manninga
bažina, močál	0,018
cesta	0,060
hřbitov	0,06 – 0,12
kolejiště	0,038
koryto	0,04 - 0,06
kůlna, skleník, přečerpávací stanice	0,2 – 0,3
les	0,080 - 0,17
louka	0,035 – 0,07
orná půda	0,04 – 0,08
ostatní plocha	0,025 – 0,05
park	0,055 – 0,11
skalní útvary	0,06
skládky	0,05
zvláště chráněné území	0,075
zahrada	0,05 – 0,1
zřízení	0,25
železniční stanice	0,05 – 0,1

Popis drsnostních součinitelů pro úsek DYJ_07-05 je dostupný v podkladu [18].

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Způsob zadávání okrajových podmínek je popsán v kap. 4.4.3. V následujících tabulkách jsou konkrétní hodnoty HOP a DOP zadávané při výpočtech úseků DYJ_07-01 až 04.

Tab. č. 13 Hodnoty HOP modelu DYJ_07-01

*Svitava – Adamov
$Q_5 = 59,63 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{20} = 98,57 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{100} = 174,69 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{500} = 293,76 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Pozn.: *Svitava – Adamov – hodnoty průtoků dopočítány na základě dílčích ploch povodí IV. řádu a hodnot N-letých povodňových průtoků z nejbližšího profilu Svitava – Bílovice vodočet.

Tab. č. 14 Úrovně hladiny pro DOP modelu DYJ_07-01 v ř. km 22,6610 (železniční most) [18]

DOP	Q_N
234,31 m n. m. (dno koryta)	$Q = 0,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
236,42 m n. m.	$Q_5 = 59,63 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
238,08 m n. m.	$Q_{20} = 98,57 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
239,94 m n. m.	$Q_{100} = 174,69 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
241,72 m n. m.	$Q_{500} = 293,76 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Tab. č. 15 Hodnoty HOP modelu DYJ_07-02

*Svitava	Sloupečník	Dolnohlotský potok
$Q_5 = 41,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 0,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 0,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{20} = 76,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 0,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 0,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{100} = 144,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 1,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{500} = 254,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 2,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 2,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Pozn.: *Svitava – hodnoty průtoků pro profil Svítava – nad Punkvou poníženy o příspěvek z přítoků. Stanovení hodnot průtoků pro Sloupečník a Dolnohlotský potok jsou uvedeny v kap. 4.3.

Tab. č. 16 Úrovně hladiny pro DOP modelu DYJ_07-02 v ř. km 33,7231 [18]

DOP	Q_N
266,35 m n. m. (dno koryta)	$Q = 0,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
268,72 m n. m.	$Q_5 = 42,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
269,23 m n. m.	$Q_{20} = 77,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
270,25 m n. m.	$Q_{100} = 147 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
271,88 m n. m.	$Q_{500} = 259 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Tab. č. 17 Hodnoty HOP modelu DYJ_07-03

Svitava – Rozhraní vodočet	Zavadička	Třebětínka
$Q_5 = 11,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 2,46 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,64 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{20} = 24,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 4,86 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 3,24 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{100} = 56 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 8,22 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 5,48 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{500} = 117 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 10,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 7,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Pozn. Stanovení hodnot průtoků pro Zavadičku a Třebětínku jsou uvedeny v kap. 4.3.

Tab. č. 18 Použité úrovně hladiny pro DOP modelu Svítavy DYJ_07-03 v ř. km 59,805 [18]

DOP	Q_N
321,50 m n. m. (dno koryta)	$Q = 0,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
323,90 m n. m.	$Q_5 = 16 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
324,40 m n. m.	$Q_{20} = 32,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
324,82 m n. m.	$Q_{100} = 69,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
325,10 m n. m.	$Q_{500} = 135 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Tab. č. 19 Hodnoty HOP modelu DYJ_07-04

Svitava – pod Hynčinským potokem
$Q_5 = 12,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{20} = 24,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{100} = 50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{500} = 92,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Tab. č. 20 Použité úrovně hladiny pro DOP modelu Svitavy DYJ_07-04 v ř. km 74,780 [18]

DOP	Q_N
374,41 m n. m. (dno koryta)	$Q = 0,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
376,21 m n. m.	$Q_5 = 12,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
376,66 m n. m.	$Q_{20} = 24,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
377,02 m n. m.	$Q_{100} = 50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
377,43 m n. m.	$Q_{500} = 92,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Hodnoty OP v úseku DYJ_07-05 jsou detailně popsány v podkladu [18].

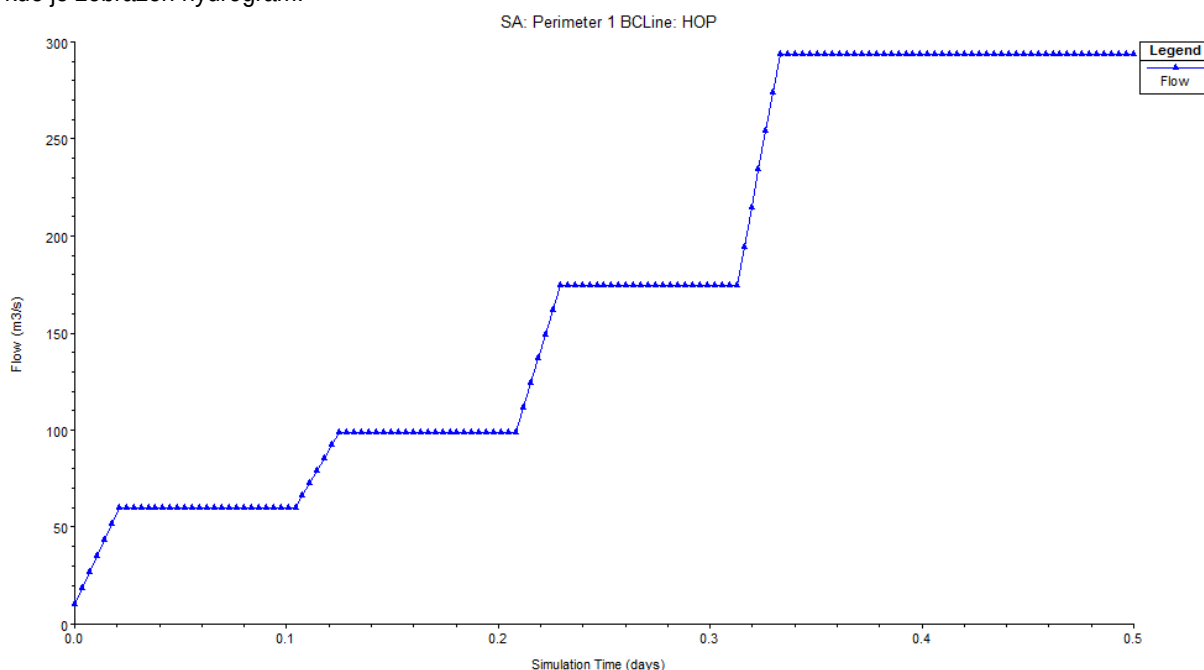
5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Požaduje se výsledek ustáleného proudění. Pro simulaci je však potřeba vycházet ze suchého modelu nebo z výstupů simulace menšího průtoku. PP výpočtu je tedy v tomto případě vždy výstup z předchozí simulace. V Tab. č. 21 je uveden přehled počátečních podmínek a doby výpočtu potřebné pro ustálení v úseku DYJ_07-01. V ostatních úsecích se PP zadávaly stejným způsobem a doby pro ustálení průtoků se lišily v závislosti na délce úseku.

Tab. č. 21 Hodnoty PP, doba zvyšování průtoku a doba výpočtu ve Svitavě (DYJ_07-01)

PP	Doba zvyšování průtoku	Doba pro ustálení
$Q = 10,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:00 hod
$Q_5 = 59,63 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:00 hod
$Q_{20} = 98,57 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	02:00 hod
$Q_{100} = 174,69 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	0:30 hod	04:00 hod

Pozn.: Doba pro ustálení nevyjadřuje minimální dobu nezbytnou pro ustálení, ale zvolenou dobu, u které bylo ověřeno, že postačuje k ustálení průtoku na celém výpočetním úseku. Grafická podoba Tab. č. 21 je na Obr. 18, kde je zobrazen hydrogram.



Obr. č. 18 Hydrogram HOP pro úsek Svitavy DYJ_07-01

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Zhodnocení vstupních dat z hlediska možných nejistot a úplnosti.

Nejistota může být v podrobnosti a přesnosti geodetických dat. Udávaná přesnost DMR 5G je 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu. Provedená schematizace koryta mezi příčnými řezy tak může mít vliv na zkreslení výsledků výpočtů.

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

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

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

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

5.3 Popis kalibrace modelu

Model byl verifikován dle zaznamenaného průběhu povodně 7/1997 a kalibrován na zaměřené maximální hladiny při této povodni.

DYJ_07-01 Svitava v Adamově

Nejvyšší zaznamenaná kulminace v tomto úseku byla $124 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Kalibrace byla provedena úpravou hodnot drsností. V následující Tab. č. 22 jsou porovnány zaměřené hladiny při povodni 07/1997 a hladiny vypočtené.

Tab. č. 22 Kalibrační data pro úsek (DYJ_07-01)

PF	ř. km	Zaměřené hladiny 07/1997	Vypočtené hladiny 2019	Rozdíl hladin
objekt	25,196	243,31	243,36	0,05
144	24,676	242,19	242,05	-0,14
143	24,509	241,86	241,80	-0,06
135	23,765	240,55	240,39	-0,16
133	23,438	239,83	240,00	0,17

DYJ_07-02 Svitava v Blansku

Model nebyl kalibrován z důvodu absence hodnot povodňových průtoků a průběhu povodně v tomto upravovaném úseku. Povodně z roku 1997 proběhly před úpravou úseku.

DYJ_07-03 Svitava v Letovicích

Model nebyl kalibrován z důvodu absence hodnot povodňových průtoků a průběhu povodně v tomto upravovaném úseku. Povodně z roku 1997 proběhly před úpravou úseku.

DYJ_07-04 Svitava v Březové nad Svitavou

Kulminace povodně byla zaznamenána v Hradci nad Svitavou (238 cm, tj. $22 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) dne 8.7.1997 v 1:00 hod, což odpovídá zhruba 100-leté povodni. Na Limnigrafu Svitava – Rozhraní byla zaznamenána kulminace $46 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ dne 8.7.1997 v 10:00, což odpovídá povodni s dobou opakování 50-100 let. Na základě porovnání hydrologických dat a dílčích ploch povodí se předpokládá, že v úseku DYJ_07-04 byla kulminace $42 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Kalibrace byla provedena úpravou hodnot drsností. V následující Tab. č. 23 jsou porovnány zaměřené hladiny při povodni 07/1997 a hladiny vypočtené.

Tab. č. 23 Kalibrační data pro úsek (DYJ_07-04)

PF	ř. km	Zaměřené hladiny 07/1997	Vypočtené hladiny 2019	Rozdíl hladin
177	76,925	384,36	384,34	-0,02
174	76,789	384,24	384,24	0,00
169	76,530	383,99	383,88	-0.11
168	76,424	383,63	383,67	0,04
165	76,091	383,00	382,94	-0,06

DYJ_07-05 Svitava v Hradci nad Svitavou

Postup kalibrace je popsán v podkladu [18].

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Mezi výsledky výpočtů patřily především údaje o hloubkách vody, rychlostech proudění vody, úrovních hladin a rozlivech. Z programu HEC-RAS byly vygenerovány výstupy v příslušných N-letostech, při kterých došlo k ustálení povodňových průtoků. Jednalo se o polygony rozlivů ve formátu *.shp a rastrové vrstvy hloubek, rychlostí a úrovní hladin ve formátu *.tif. Grafickým výsledkem jsou mapy povodňového nebezpečí, a to mapy rozlivů, hloubek a rychlostí pro jednotlivé řešené kulminační průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} . Pro 1D výpočty jsou rychlosti znázorněny pomocí bodů.

Úrovně hladin pro 1D+ model DYJ_07-05 jsou tabelárně znázorněny v Tab. č. 24.

Tab. č. 24 Psaný podélný profil pro úsek DYJ_07-05, Svitava, km 83,290 – 90,059

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	
236	83,290	410,31	410,68	410,92	411,51	
237	83,437	410,57	410,92	411,20	411,68	
238	83,438	410,60	410,93	411,22	411,71	Stupeň
239	83,452	410,76	411,07	411,38	412,00	
240	83,467	410,81	411,15	411,55	412,35	Most km 83,465
241	83,479	410,84	411,23	411,69	412,63	
242	83,607	410,98	411,40	411,81	412,71	
243	83,682	411,05	411,49	411,93	412,81	
244	83,827	411,27	411,76	412,17	412,90	
245	83,995	411,59	412,12	412,57	413,24	
246	84,011	411,60	412,12	412,57	413,25	Most km 84,008
247	84,022	411,64	412,17	412,61	413,27	
248	84,057	411,70	412,23	412,67	413,33	
249	84,104	411,79	412,33	412,80	413,50	
250	84,260	412,06	412,62	413,06	413,71	
251	84,378	412,30	412,84	413,24	413,84	
252	84,394	412,32	412,85	413,25	413,86	Lávka km 84,392
253	84,405	412,35	412,89	413,32	414,20	
254	84,540	412,59	413,14	413,60	414,42	
255	84,624	412,78	413,39	413,92	414,72	
256	84,770	413,09	413,71	414,16	414,94	
257	84,857	413,22	413,81	414,25	415,02	
258	84,917	413,32	413,90	414,36	415,13	
259	84,933	413,37	413,95	414,40	415,28	Most km 84,931
260	84,943	413,37	413,96	414,41	415,46	
261	85,077	413,75	414,40	414,91	415,78	Lávka
262	85,148	413,96	414,62	415,10	415,90	
263	85,274	414,13	414,71	415,16	415,92	
264	85,442	414,44	415,04	415,46	416,19	
265	85,544	414,65	415,19	415,55	416,20	
266	85,626	414,80	415,33	415,72	416,39	

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:				
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
267	85,710	414,95	415,48	415,90	416,70	
268	85,721	414,96	415,48	415,90	416,71	Most km 85,719
269	85,733	415,01	415,55	416,01	417,09	
270	85,806	415,13	415,66	416,12	417,17	
271	85,818	415,15	415,68	416,22	417,32	Most km 85,816
272	85,828	415,19	415,73	416,31	417,44	
273	85,855	415,25	415,79	416,37	417,52	
274	85,892	415,37	415,90	416,48	417,61	Žel, most km 85,892
275	85,930	415,46	415,97	416,53	417,63	
276	86,068	415,92	416,44	416,86	417,93	
277	86,100	416,03	416,57	417,00	417,95	
278	86,115	416,17	416,69	417,15	418,02	Most
279	86,123	416,26	416,80	417,26	418,08	
280	86,265	416,55	417,04	417,48	418,27	
281	86,323	416,59	417,06	417,49	418,27	
282	86,332	416,59	417,06	417,49	418,27	
283	86,343	416,61	417,08	417,51	418,31	
284	86,420	416,79	417,23	417,68	418,50	
285	86,504	416,93	417,33	417,76	418,53	
286	86,523	416,95	417,35	417,95	418,74	Most
287	86,530	416,95	417,36	418,14	418,96	
288	86,618	417,17	417,58	418,20	419,04	
289	86,790	417,48	417,84	418,36	419,15	
290	86,816	417,52	417,91	418,49	419,48	Most
291	86,825	417,53	417,92	418,54	419,65	
292	86,927	417,76	418,16	418,70	419,77	
293	87,011	417,90	418,32	418,84	419,82	
294	87,166	418,22	418,67	419,14	419,94	
295	87,331	418,54	418,94	419,38	420,03	
296	87,342	418,58	419,00	419,46	420,18	Most
297	87,351	418,63	419,09	419,61	420,40	
298	87,489	418,94	419,38	419,87	420,55	
299	87,674	419,50	419,98	420,51	421,14	Lávka
300	87,801	419,90	420,39	420,86	421,44	
301	87,815	419,97	420,43	420,90	421,53	Most
302	87,825	420,08	420,53	421,01	421,71	
303	88,022	420,79	421,20	421,77	422,43	Lávka
304	88,196	421,38	421,79	422,33	422,92	
305	88,469	422,32	422,69	423,06	423,52	
306	88,497	422,39	422,74	423,13	423,67	
307	88,596	422,64	423,00	423,46	424,16	
308	88,612	422,64	423,01	423,53	424,23	Most
309	88,621	422,67	423,07	423,62	424,32	

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				
		Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	
310	88,705	422,78	423,17	423,73	424,44	
311	88,922	423,11	423,47	423,95	424,57	
312	88,999	423,30	423,62	424,06	424,68	
313	89,008	423,33	423,66	424,11	424,72	Most
314	89,017	423,35	423,70	424,18	424,78	
315	89,241	423,67	424,05	424,56	425,19	
316	89,262	424,06	424,68	425,06	425,39	
317	89,453	424,45	424,96	425,47	426,18	Most
318	89,456	424,45	424,96	425,50	426,32	
319	89,627	424,89	425,33	425,87	426,63	Lávka
320	89,843	425,50	425,91	426,46	427,11	
321	89,853	425,55	426,09	426,77	427,27	Most
322	89,860	425,59	426,26	427,05	427,42	
323	89,946	425,81	426,44	427,12	427,57	
324	90,050	426,07	426,61	427,20	427,63	
325	90,059	426,08	426,62	427,22	427,74	Most

Úsek 10100024_2 (DYJ_07-01), Svitava, km 23,084 – 26,411

Rozlivy při povodňových průtocích ohrožují zástavbu města Adamov,

Koryto Svitavy je v tomto úseku kapacitní pro průtok Q₅, Při Q₂₀ se voda vylévá do levého břehu (LB) u průmyslového areálu nad soutokem s Křtinským potokem a v dolní části úseku do prostoru mezi náspejem komunikace a korytem, Při Q₁₀₀ jsou zaplaveny objekty na LB nad soutokem s Křtinským potokem, Na PB v dolní části úseku jsou zaplavovány průmyslové objekty, Průtoky Q₅₀₀ postihují průmyslové objekty nad železniční stanicí Adamov, skladovací plochu materiálu na PB a na konci úseku železniční trať,

Úsek 10100024_3 (DYJ_07-02), Svitava, km 33,011 – 36,285

Rozlivy při povodňových průtocích ohrožují zástavbu města Blansko,

Koryto Svitavy v Blansku je kapacitní na Q₅ a částečně Q₂₀, Při Q₂₀ dochází k zaplavení pouze městského parku ve Starém Blansku, Od Q₁₀₀ dochází k vybřežování, kdy na PB v horní části úseku jsou zaplavovány zemědělské pozemky, sportoviště a koupaliště, Pod zaústěním Dolnohotského potoka dochází k rozlivům do LB až za ulici Svitavskou, kde se nachází průmyslové objekty, Autobusové ani vlakové nádraží není při Q₁₀₀ dotčeno, Rozliv Q₅₀₀ zasahuje oba břehy Svitavy, Pod zaústěním Sloupečnicku voda na LB zaplavuje skleníky, garáže, sklady a objekty k bydlení, Na PB je zaplaven celý sportovní areál a hranici rozlivu zde tvoří násep železnice, Pod silničním mostem na ulici Rožmitálova se voda rozlévá až do šíře 260 m na LB, Dochází k zaplavení autobusového nádraží, V dolní části úseku v okolí zaústění Punkvy je zaplaven pravobřežní prostor mezi korytem a železničním náspejem,

Úsek 10100024_4 (DYJ_07-03), Svitava, km 59,934 – 66,938

V řešeném úseku protéká Svitava obcemi Skrchov a Letovice,

V obci Skrchov jsou zaplavována pole, lesy a část průmyslového podniku TELURIA s.r.o, při průtoku Q₅, V Letovicích je koryto Svitavy kapacitní na Q₅, K vylití vody z koryta dochází pouze v dolní části úseku pod ČOV, Voda se zde přelévá přes komunikaci a zaplavuje část Obora, Od průtoku Q₂₀ dochází k rozlivům do obou břehů nad zaústěním Chlumského potoka, Níže po toku voda vybřežuje na louku, Třebětínka se vylévá do PB a zaplavuje několik objektů po ulici Pražskou, K dalším rozlivům dochází v prostoru pod autobusovým nádražím, Při vyšších průtocích (Q₁₀₀ a Q₅₀₀) jsou zaplavovány objekty v blízkosti toku, Na PB je rozliv omezen tělesem železničního náspe, na LB silnicí I/43, Zaplaveny jsou průmyslové objekty, sportoviště, školy a objekty k bydlení, Maximální šíře rozlivu při Q₅₀₀ je cca 420 m,

Úsek 10100024_5 (DYJ_07-04), Svitava, km 74,941 – 77,689

V řešeném úseku protéká Svitava obcemi Česká Dlouhá, Moravská Dlouhá a Březová nad Svitavou, Koryto Svitavy není v tomto úseku dostatečně kapacitní na průtok Q_5 , Zaplavováno je území přilehlého toku v obcích Česká a Moravská Dlouhá, Pod obcemi se voda rozlévá jen do PB, kde zaplavuje domy, sportoviště a školu v Březové nad Svitavou, Pod zaústěním Hynčinského potoka zůstává voda v korytě, Při Q_{20} je rozliv větší zejména ve středu města, kde je zaplavován i LB, Při vyšších průtocích Q_{100} a Q_{500} voda zaplavuje přilehlou část toku ohraničenou na PB náspem železnice a na LB komunikacemi na ulicích Dlouhá a Pražská, Pražská ulice je přelévána od autobusového nádraží, Šířka rozlivu dosahuje až cca 230 m,

Úsek 10100024_6 (DYJ_07-05), Svitava, km 83,290 – 90,059

V řešeném úseku ohrožují rozlivy Svitavy zástavbu města Hradec nad Svitavou, Koryto Svitavy je v posuzovaném úseku kapacitní na Q_5 , Při Q_{20} dochází k zaplavování přilehlých pozemků a zástavby roztroušené podél toku, zejména v dolní části úseku, Od Q_{100} jsou rozlivy rozsáhlejší, maximální šířka rozlivu je však jen do cca 200 m,

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q_{500}) v řešeném úseku jsou dotčena města Adamov, Blansko, Letovice, Březová nad Svitavou, Hradec nad Svitavou, Svitavy-Lány a obce Skrchov, Česká Dlouhá a Moravská Dlouhá,

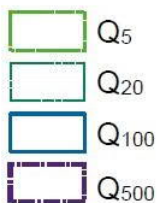
Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a svislicová rychlost proudu, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , kde hranice rozlivů jsou doprovodnými informacemi pro příslušné scénáře, Hloubky a svislicové rychlosti z výpočtů 2D modelů mají podobu rastru, Charakteristiky jsou podloženy RZM v odstínu šedé a vyobrazená proměnná má velikost pixelu 1 m,

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

Rozlivy jsou křivky odpovídající průsečnicím hladin vody se zemským povrchem při zaplavení území povodní, Byly vygenerovány z programu HEC-RAS do vektorového formátu *.shp a následně zpracovány s použitím nástrojů GIS a to na základě vyhodnocení rastrových dat o hloubkách vody (viz kap. 6,2,2),

Rozlivy jsou zobrazeny jako doprovodné informace pro jednotlivé průtoky na RZM v měřítku 1:10 000, V mapách jsou vykresleny jako linie specifikované metodikou [XVII] - viz Obr. č. 19,

Rozlivy

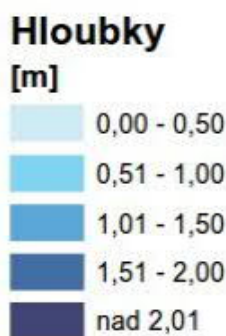


Obr. č. 19 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

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

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

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

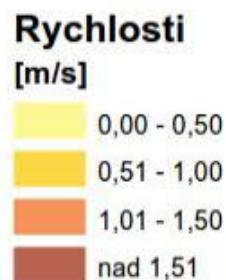


Obr. č. 20 Definice barev a intervalů hloubek

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

Údaje o svislicových rychlostech proudění vody byly pro úseky DYJ_07-01 až DYJ_07-04 zpracovány do georeferencovaného formátu *.tif přímo s použitím programového vybavení HEC-RAS a následně upraveny s použitím nástrojů GIS. Rozlišení rastrů rychlostí proudění vody odpovídá požadavkům [XVIII], tj. $1\text{ m} \times 1\text{ m}$,

Rozdělení intervalů rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr, č, 21,

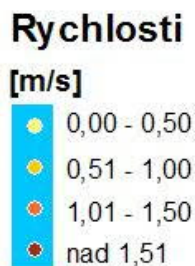


Obr. č. 21 Definice barev a intervalů rychlostí

Průřezové rychlosti jsou pro úsek DYJ_07-05 zobrazeny pro jednotlivé průtoky jako bodové hodnoty, a to vždy pro části profilu tvořené vlastním korytem 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 $1,0 - 2,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, místně až $3\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, Hodnoty rychlostí se v inundaci pohybují do $1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,

Rozdělení intervalů rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr, č, 22,



Obr. č. 22 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,