

Předklášteří, Tišnov, Březina – aktualizace záplavového území

Brno, duben 2024

GEOtest, a.s.tel.: **548 125 111****Šmahova 1244/112, 627 00 Brno**fax: **545 217 979**IČ: **46344942** DIČ: **CZ46344942**e-mail: **info@geotest.cz**

Geologické a sanační práce pro ochranu životního prostředí, geotechnický a hydrogeologický průzkum

Číslo a název zakázky: **24 0042 Předklášteří, Tišnov, Březina – aktualizace AZZÚ**

Objednatel: Obec Předklášteří
nám. 5 května 1390,
666 02 Předklášteří

Evidenční číslo ČGS: Neevidováno

Předklášteří, Tišnov, Březina – aktualizace záplavového území

Průvodní zpráva

Odpovědný řešitel: Ing. Stanislav Kotaška Ph.D.

Zpracoval: Ing. Stanislav Kotaška Ph.D.

Mgr. Jan Oprchal

Prověřil: **Ing. Jaroslav Gric****Ing. Iva Jelínková (Povodí Moravy, s.p.)**

RNDr. Lubomír Klímek, MBA

Předseda představenstva

Brno, duben 2024**Výtisk č.**

	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Prověřil
	Ing. Stanislav Kotaška Ph.D.	Ing. Stanislav Kotaška Ph.D.	-	Ing. Jaroslav Gric
Objednatel:	Obec Předklášteří, nám. 5 května 1390, 666 02 Předklášteří			
Název zakázky:	Předklášteří, Tišnov, Březina – aktualizace AZZÚ	Datum	duben 2024	
		Číslo zakázky	24 0042	
		Měřítko	-	
Název přílohy:	Průvodní zpráva	Číslo přílohy	1	
		Číslo výtisku		

ROZDĚLOVNÍK

Výtisk č. 1–2: Objednatel, Obec Předklášteří
3: Archiv GEOtest, a. s.

OBSAH

Rozdělovník.....	3
Obsah.....	3
Seznam příloh	1
Úvodní část.....	1
1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	2
1.1. Investor	2
1.2. Zhotovitel	2
1.3. Základní údaje charakterizující akci.....	2
2. VSTUPNÍ PODKLADY	2
2.1. Použité podklady	2
2.2. Mapové a geodetické podklady	4
3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE	5
3.1. Cíle práce.....	5
3.2. Vymezení zájmového území	5
3.3. Popis zájmového území toku Svratky (Štěpánovice, Předklášteří, Tišnov a Březina)...	7
3.3.1. Popis toků a objektů v řešeném území	8
3.3.2. Správci vodních toků.....	12
3.3.3. Problematická místa na tocích.....	12
3.3.4. Riziková území při přívalových srážkách	12
3.4. Historické povodňové události	13
4. HYDROLOGICKÁ DATA.....	14
4.1.1. Rybníky a vodní nádrže.....	16
4.1.2. Hydrologické údaje pro řešený úsek	16
5. POPIS HYDROTECHNICKÝCH VÝPOČTŮ	18
5.1. Matematický aparát	19
5.2. Použité programové vybavení	20
5.3. Vstupní data numerického modelu	20
5.3.1. Geometrická data a DMT	20
5.3.2. Digitální model terénu a geodetické podklady	20
5.4. Tvorba výpočetní sítě	21

5.5. Modelování objektů.....	21
5.6. Odpor povrchu.....	22
5.7. Řešení soutokových oblastí	23
5.8. Okrajové podmínky	23
5.9. Nejistoty modelu	26
5.9.1. Výpočet HEC-RAS	26
5.9.2. Výpočetní síť (velikost buňky).....	26
5.9.3. Bodové pole.....	26
5.9.4. Součinitel drsnosti	26
5.9.5. Stav koryta a inundačního území	26
5.9.6. Přesnost hydrologických dat	26
5.10. Popis kalibrace modelu.....	27
6. MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ.....	29
6.1. Rozlivy pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	29
6.2. Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	29
6.3. Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	29
6.4. Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	30
7. MAPY POVODŇOVÉHO OHROŽENÍ.....	30
7.1. Výpočet intenzity povodně.....	30
7.2. Stanovení povodňového ohrožení	30
8. AKTIVNÍ ZÓNA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ (AZZÚ)	31
9. ROZSAH A POPIS POVODŇOVÉHO OHROŽENÍ	32
9.1. Svratka.....	32
9.1.1. Svratka Q_5	32
9.1.2. Svratka Q_{20}	32
9.1.3. Svratka Q_{100}	33
9.1.4. Svratka Q_{500}	33
9.2. Loučka (Bobrůvka).....	35
9.2.1. Loučka Q_5	35
9.2.2. Loučka Q_{20}	35
9.2.3. Loučka Q_{100}	35
9.2.4. Loučka Q_{500}	36
9.3. Besének.....	36
9.4. Závistka	37

SEZNAM PŘÍLOH

A.1 Textová část

1 Průvodní zpráva

A.2 Grafická část

1.1 Situace širších vztahů

2 Mapy povodňového nebezpečí

2.0 Situace s mapou rozlivu Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

2.0a Mapa hladin Q_5

2.0b Mapa hladin Q_5

2.0c Mapa hladin Q_5

2.0d Mapa hladin Q_5

2.1 Mapy hladin Q_5

2.1a Mapa hladin Q_5

2.1b Mapa hladin Q_5

2.1c Mapa hladin Q_5

2.1d Mapa hladin Q_5

2.2 Mapy hloubek Q_5

2.2a Mapa hloubek Q_5

2.2b Mapa hloubek Q_5

2.2c Mapa hloubek Q_5

2.2d Mapa hloubek Q_5

2.3 Mapy rychlostí Q_5

2.3a Mapa rychlostí Q_5

2.3b Mapa rychlostí Q_5

2.3c Mapa rychlostí Q_5

2.3d Mapa rychlostí Q_5

2.4 Mapy hladin Q_{20}

2.4a Mapa hladin Q_{20}

2.4b Mapa hladin Q_{20}

2.4c Mapa hladin Q_{20}

2.4d Mapa hladin Q_{20}

2.5 Mapy hloubek Q_{20}

2.5a Mapa hloubek Q_{20}

2.5b Mapa hloubek Q_{20}

- 2.5c Mapa hloubek Q_{20}
- 2.5d Mapa hloubek Q_{20}
- 2.6 Mapy rychlostí Q_{20}
 - 2.6a Mapa rychlostí Q_{20}
 - 2.6b Mapa rychlostí Q_{20}
 - 2.6c Mapa rychlostí Q_{20}
 - 2.6d Mapa rychlostí Q_{20}
- 2.7 Mapy hladin Q_{100}
 - 2.7a Mapa hladin Q_{100}
 - 2.7b Mapa hladin Q_{100}
 - 2.7c Mapa hladin Q_{100}
 - 2.7d Mapa hladin Q_{100}
- 2.8 Mapy hloubek Q_{100}
 - 2.8a Mapa hloubek Q_{100}
 - 2.8b Mapa hloubek Q_{100}
 - 2.8c Mapa hloubek Q_{100}
 - 2.8d Mapa hloubek Q_{100}
- 2.9 Mapy rychlostí Q_{100}
 - 2.9a Mapa rychlostí Q_{100}
 - 2.9b Mapa rychlostí Q_{100}
 - 2.9c Mapa rychlostí Q_{100}
 - 2.9d Mapa rychlostí Q_{100}
- 2.10 Mapy hladin Q_{500}
 - 2.10a Mapa hladin Q_{500}
 - 2.10b Mapa hladin Q_{500}
 - 2.10c Mapa hladin Q_{500}
 - 2.10d Mapa hladin Q_{500}
- 2.11 Mapy hloubek Q_{500}
 - 2.11a Mapa hloubek Q_{500}
 - 2.11b Mapa hloubek Q_{500}
 - 2.11c Mapa hloubek Q_{500}
 - 2.11d Mapa hloubek Q_{500}
- 2.12 Mapy rychlostí Q_{500}
 - 2.12a Mapa rychlostí Q_{500}
 - 2.12b Mapa rychlostí Q_{500}
 - 2.12c Mapa rychlostí Q_{500}

2.12d Mapa rychlostí Q_{500}

3 Mapy povodňového ohrožení

3.a Mapa povodňového ohrožení

3.b Mapa povodňového ohrožení

3.c Mapa povodňového ohrožení

3.d Mapa povodňového ohrožení

3.1 Mapy navržené protipovodňové ochrany (PPO)

3.1a Mapa navrženého PPO

3.1b Mapa navrženého PPO

3.1c Mapa navrženého PPO

3.1d Mapa navrženého PPO

A.3 Přílohová část

4. Hydrologické údaje

5. Fotodokumentace

ÚVODNÍ ČÁST

Předmětem dokumentace je dílo „Aktualizace záplavového území v Předklášteří, Tišnově a Březině, včetně aktualizace aktivní zóny záplavového území (AZZÚ)“.

Území obcí Předklášteří, Tišnova a Březiny bývá postihováno povodňovými událostmi, které jsou způsobené spadem významnějších srážkových úhrnů do povodí toků Svratky, Loučky a Besénku. Povodňové události byly v minulosti také způsobované zamrzáním řeky Svratky a následným uvolňováním ledových ker, které tvoří bariéru protékající vodě a způsobují zpětné vzdouvání toku.

Dosud nejvýznamnější povodeň zasáhla v roce 2004 soutok Svratky a Loučky v Předklášteří, v roce 2006 zasáhla povodeň v Tišnově na řece Svatce u ČSAD a v roce 2012 došlo k vystoupení hladiny vody do prostoru průmyslové zóny v jihovýchodní části Tišnova.

V povodí Svratky a jejích přítoků Besénku a Loučky (Bobrůvky) není v současné době mnoho protipovodňových opatření stavebního charakteru, které by ochránily obyvatelstvo před nepříznivým účinkem povodní. Nachází se zde pouze úpravy prováděné v rámci údržby vodního toku, či dílčí nespojitá řešení navýšení břehové hrany.

Předkládaná práce si klade za cíl aktualizovat stávající stav rozsahu stanovení aktivní zóny záplavového území s využitím nejnovějších výpočetních modelů a aktuálních dat. Původně vymezené rozlivy již neodpovídají aktuální zastavěnosti, ani aktuálním hydrologickým datům a srážkovým úhrnům vztahujícím se k řešenému území. Zpráva bude tvořit výchozí podklad k aktualizaci záplavového území a aktivních zón záplavového území.

Níže v dokumentu následuje souhrnná technická zpráva, tvořící výchozí teoretický i praktický podklad pro výpočet 2D matematického hydraulického modelu proudění vody v řešeném zájmovém území, stanovené za účelem redefinice rozsahu ZÚ a AZZÚ na základě aktuálních informací o území a aktuálních vstupních datech k dubnu 2024. Je popsáno jak samotné sestavení modelu, tak jednotlivá vstupní data i použité metody a koeficienty, výpočetní síť i nejistoty představeného výsledného modelu.

Zpráva popisuje a hodnotí provedený matematický hydraulický model. Je podkladem pro vynesené grafické přílohy aktualizovaných map povodňového nebezpečí a map povodňového ohrožení.

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1. Investor

Obec Předklášteří

Sídlo: nám. 5 května 1390, 666 02 Předklášteří
IČO: 00365416
DIČ: CZ00365416
Zastoupený: MgA. Petra Bendová, starostka
Tel: 724 183 496

1.2. Zhotovitel

GEOtest, a. s.

Sídlo: Šmahova 1244/112, 627 00 Brno
IČ: 46344942
DIČ: CZ46344942
Zastoupený: Mgr. Lubomír Procházka
Kontaktní osoba: Mgr. Romana Jurnečková
Tel: 602 491 959
E: mail: jurneckova@geotest.cz
Odborný řešitel: Ing. Stanislav Kotaška Ph.D., Mgr. Jan Oprchal

1.3. Základní údaje charakterizující akci

Název akce: Předklášteří, Tišnov, Březina – aktualizace AZZÚ
Lokalizace záměru:
Kraj: Jihomoravský
ORP: Tišnov
Obec: Předklášteří
Katastrální území: Štěpánovice, Předklášteří, Tišnov, Březina (okres Brno-venkov)
Povodí: ČHP 4-15-01-1170-0-00 Svratka

2. VSTUPNÍ PODKLADY

2.1. Použité podklady

- Burda, P. – Vylamová, P. (1998): Tišnov, Vírský oblastní vodovod – hydrogeologický posudek. – Geotest. Brno.
- Demek, J. et al. (1987): Zeměpisný lexikon ČSR – Hory a nížiny. – Academia. Praha.
- Lacina, J a kol. (2001): Scénář naučné stezky Květnice. – Tišnov.

- Lacina, J. – Štolfa, V. (1999): Květnice a příroda Tišnovska. – SURSUM. Tišnov.
- Povodí Moravy (2018): Významné řeky. – Online:
<http://www.pmo.cz/cz/uzitecne/vyznamne-vodni-toky/>, 6.4.1018

Směrnice ES

- Směrnice evropského parlamentu a rady 2007/60/ES ze dne 27. října 2007 vyhodnocování a zvládání povodňových rizik.
- Směrnice evropského parlamentu a rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.

Zákonné předpisy ČR (ve znění pozdějších předpisů)

- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), Oblast úpravy: plány pro zvládání povodňových rizik, povodňová opatření, záplavová území, stupně povodňové aktivity, povodňové plány, povodňové prohlídky, předpovědní a hlásná povodňová služba, povodňové záchranné a zabezpečovací práce, dokumentace a vyhodnocení povodní, povodňové orgány, náklady na opatření na ochranu před povodněmi.
- Usnesení vlády České republiky ze dne 29. července 2015 č. 620 k přípravě realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody
- Vyhláška č. 393/2010 Sb., o oblastech povodí
- Vyhláška č. 24/2011 Sb., o plánech povodí a plánech pro zvládání povodňových rizik
- Vyhláška č. 79/2018, Sb. o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území a jejich dokumentace ze dne 30. dubna 2018. MŽP.

Koncepce a strategie

- Strategie ochrany před povodněmi na území ČR (2000)
- Koncepce řešení problematiky ochrany před povodněmi v České republice s využitím technických a přírodně blízkých opatření (2010)
- Národní plán povodí Dunaje (2015)
- Plán dílčího povodí Dyje (2015)
- Studie protipovodňových opatření na území Jihomoravského kraje (2006)
- Generel území chráněných pro akumulaci povrchových vod (2011)
- Strategie ochrany před negativními dopady povodní a erozními jevy přírodně blízkými opatřeními v České republice (2015)
- Plán pro zvládání povodňových rizik v povodí Dunaje (zpracovaný podle ustanovení § 25 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) pro období 2021–2027). Český hydrometeorologický ústav, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Povodí Moravy, s. p., 12/2020.

Dokumenty obsahující údaje pro zabezpečení přípravných opatření a operativně prováděných opatření při nebezpečí povodně a za povodně pro konkrétní územní obvod

- Povodňový plán České republiky (digitální verze 2015)

Metodiky

- Metodika Ministerstva životního prostředí, která stanovuje postup komplexního řešení protipovodňové a protierozní ochrany pomocí přírodně blízkých opatření (Věstník, 2008).
- Metodika pro stanovení N-letých průtoků ovlivněných protipovodňovými opatřeními (Kašpárek, L. a Hanel, M. (2011))

Studie a projekty

- Zprávy o povodních, Tišnov
- Studie odtokových poměrů v Tišnově a Předklášteří včetně návrhu možných protipovodňových opatření, GEOtest, a.s., 2018.
- 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). Povodí Moravy, s. p., Aquatis, a.s. 2019.
- Studie protipovodňových opatření na území jihomoravského kraje - 4. shrnutí a stanovení priorit, Pöyry Environment a.s., květen 2007, 105 str.

2.2. Mapové a geodetické podklady

- Kolářová, D. (1996): Generel lokálního územního systému ekologické stability města Tišnov. Brno.
- Povodňový informační systém POVIS, Ministerstvo životního prostředí, Vršovická 1442/65, 100 10 Praha 10, verze 3.0.0: 21. 01. 2021
- ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘIČSKÝ A KATASTRÁLNÍ. *Digitální model terénu 5. Generace[xyz]*.
- Prohlížeč služba WMS – Katastrální mapy, mapová služba WMS, Český úřad zeměměřický a katastrální [online]. Dostupné z: <http://services.cuzk.cz/wms/wms.asp>
- Prohlížeč služba WMS – ZM50, Základní mapa ČR 1:10 000, mapová služba WMS, Český úřad zeměměřický a katastrální [online]. Dostupné z: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM10_PUB/WMSService.aspx
- Prohlížeč služba WMS – ZM10, Základní mapa ČR 1:200 000, mapová služba WMS, Český úřad zeměměřický a katastrální [online]. Dostupné z: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM200_PUB/WMSService.aspx
- Prohlížeč služba WMS ORTOFOTO, rastrová mapa ČR, mapová služba WMS, Český úřad zeměměřický a katastrální [online]. Dostupné z: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSService.aspx
- Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje. Brno, 2019.
- Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED). Český úřad zeměměřický a katastrální [online]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/opendata/>
- Ministerstvo životního prostředí: Mapy povodňového nebezpečí, ohrožení a povodňových rizik. Ministerstvo životního prostředí: Mapy povodňového nebezpečí, ohrožení a povodňových rizik [online]. Dostupné z: <https://cds.mzp.cz/about/>
- ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Hydrologické údaje povrchových vod (N-leté průtoky) pro vodní tok Svratka, Bobrůvka, Besének a Závistka, 2024.
- Zaměření toku Svratky, Bobrůvky v k.ú Předklášteří, k.ú Tišnov a k.ú Březina u Tišnova, 11/2022, Povodí Moravy ř.s.p., útvar hydroinformatiky a geodet. informací.

3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

3.1. Cíle práce

Cílem prací je aktualizace záplavového území, včetně stanovení aktivní zóny pro úsek na vodním toku Svratka ř. km 73,556 – 82,297 na základě stanovení následujících charakteristik průběhu povodně:

- hranice rozlivů
- hladiny v záplavovém území
- 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 hladin, hloubek rychlostí a ohrožení. Kroky nezbytné k dosažení cíle byly:

- zajištění a vyhodnocení potřebných podkladů – stávající i nové (dodatečné zaměření profilů, objektů atd.)
- sestavení (aktualizace) hydrodynamických modelů a příslušné simulace
- aktualizace stávajícího stavu záplavového území v obci Štěpánovice, Předklášteří, Tišnov a Březina
- zpracování výsledků numerického modelování, stanovení AZZÚ a vytvoření map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí) a ohrožení
- závěrečnou zprávu, doporučení

Postup zpracování a metoda řešení:

- zajištění, rozbor podkladů (o vodních tocích a objektech na nich, hydrologických, technických atd.) a jejich doplnění
- místní šetření v lokalitě
- popis lokality, vodních toků a objektů na nich, zhodnocení inundačního území
- Příprava dat pro model, převedení geometrie toku do modelového SW, kalibrace modelu
- variantní modelové výpočty. Výpočty se provádí pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}
- výpočet ohrožení a stanovení AZZÚ
- výsledky výpočtů jsou následně prezentovány v podobě map povodňového nebezpečí
- sestavení textové a přílohové části

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. a také výstupy z 1. a 2. plánovacího cyklu zpracované firmou Pöyry Environment a.s. (Aquatis a.s.) v r. 2012 a 2019. Dále byla použita Studie odtokových poměrů pro Tišnov a Předklášteří vyhotovená firmou GEOtest, a.s. v roce 2018.

3.2. Vymezení zájmového území

Zájmové území se nachází v Jihomoravském kraji v Boskovické brázdě, v okrese Brno-venkov, přibližně 20 km severozápadně od krajského města Brna. Zasahuje do katastrálních území Štěpánovice u Tišnova, Tišnov, Předklášteří a Březina u Tišnova. Vyjmenovaná k. ú. sousedí s katastrálními územími obcí: Železné, Lomnička u Tišnova, Hradčany u Tišnova, Drásov, Dolní Loučky, Nelepeč, Žernůvka, Vohančice a Heroltice u Tišnova.

Z hlediska geomorfologického členění řadíme zájmové území k provincii Česká vysočina, soustavě Česko-moravská soustava, podsoustavě Brněnská vrchovina, celku Boskovická brázda, podcelku Oslavanská brázda a okrsku Tišnovská kotlina. Tišnovská kotlina je vyplněna permokarbonskými, miocenními a čtvrtohorními usazeninami (Demek et al., 1987). Tato plochá sníženina spolu s navazující Šerkovickou kotlinou tvoří záliv Boskovické brázdy do východního okraje rozsáhlé geomorfologické soustavy Českomoravské vrchoviny. Ze tří stran je tedy Tišnovská kotlina obklopena kopci Českomoravské vrchoviny, ze strany východní až jihovýchodní je uzavřena Brněnskou vrchovinou. Západním okrajem Tišnovské kotliny protéká řeka Svatka, která zde vytváří zde širokou nivu. Z okrajů Tišnovské kotliny vystupují strmými svahy dva výrazné kopce Květnice (470 m n. m.) a Klucanina (415 m n. m.).

Studovanou oblast odvodňuje řeka Svatka, která protéká zájmovým územím směrem od severozápadu k jihovýchodu. Největším pravostranným přítokem je říčka Loučka (Bobruvka) a největším levostranným přítokem je Besének.

Řeka Svatka je nejvýznamnějším přítokem Dyje, do které se vlévá skrze nádrž Nové Mlýny v nadmořské výšce 162,94 m n. m. Pramení na úbočí Křivého javoru a Žákovy hory ve Žďárských vrších, druhý významný pramen vzniká u hájovny Blatky (někdy značen jako Břimovka) v nadmořské výšce 771,93 m n. m. Celková délka toku je 173,9 km. Největším přítokem je Jihlava. Povodí Svatky náleží v daném úseku k hydrologickému pořadí 4-15-01-001. Tok je z větší části upravený, a to zejména v intravilánech měst a obcí. V řešeném úseku protéká Svatka k.ú. Štěpánovice, Tišnov, Předklášteří a Březina.

Správní zařazení k. ú. Předklášteří:

obec (LAU 2)	Předklášteří
pověřený obecní úřad	Předklášteří
obec s rozšířenou působností	Tišnov
okres (LAU 1)	Brno-venkov
kraj (NUTS 3)	Jihomoravský

Správní zařazení k. ú. Tišnov:

obec (LAU 2)	Tišnov
pověřený obecní úřad	Tišnov
obec s rozšířenou působností	Tišnov
okres (LAU 1)	Brno-venkov
kraj (NUTS 3)	Jihomoravský

Správní zařazení k. ú. Březina u Tišnova:

obec (LAU 2)	Březina
pověřený obecní úřad	Březina
obec s rozšířenou působností	Tišnov
okres (LAU 1)	Brno-venkov
kraj (NUTS 3)	Jihomoravský

Správní zařazení k. ú. Štěpánovice:

obec (LAU 2)	Štěpánovice
pověřený obecní úřad	Štěpánovice
obec s rozšířenou působností	Tišnov
okres (LAU 1)	Brno-venkov
kraj (NUTS 3)	Jihomoravský

3.3. Popis zájmového území toku Svratky (Štěpánovice, Předklášteří, Tišnov a Březina)

Řeka Svratka protéká v řešeném zájmovém území katastrálním územím Štěpánovice u Tišnova, Tišnov, Předklášteří a Březina.

Obec Štěpánovice leží na pravém i levém břehu toku Svratka. V této části je Svratka typickým nížinným tokem, kdy z levé strany je tok omezen železniční tratí a pravý břeh je omezen silnicí III. třídy č. 387 Štěpánovská. Na začátku obce se nachází kamenný jez spolu s divergenčním kanálem sloužícím pro elektrárnu. Přes tok vede silnice IV. třídy spojující levý a pravý břeh obce Štěpánovice. Pod tímto mostem se nachází kamenný práh snižující sklon dna toku Svratky.

Obec Předklášteří leží na upravené části toku Svratky v úseku cca 2 km nad městem Tišnov. Nad obcí protéká Svratka mezi železniční tratí na levém břehu a silniční komunikací na pravém břehu. Na pravém břehu v km 78,862 je v horním konci zástavby obce zaústěn do řeky Svratky větší přítok – říčka Loučka (Bobrůvka). Nad Loučkou se železniční trať na pravém břehu oddaluje od řeky Svratky. Níže po toku na levém břehu, v km 78,800, zaústíuje do řeky Svratky potok Besének. Pod Besénkem se průtočný profil mezi železničními náspy zmenšuje až ke stávajícímu širokému pevnému jezu v obci Předklášteří.

Pevný srubokamenný jez v Předklášteří má v podjezí vysoké svislé kamenobetonové opěrné zdi, které navazují na podpěrné nábrežní pilíře železničního mostu o jednom poli. Jez se šikmou betonovou přelivnou plochou délky cca 44 m a kótou přelivu 252,18 m n.m. byl vybudován v roce 1918 a sloužil ke vzdouvání vody do městského náhonu v Tišnově na levém břehu za tratí ČD. Přelivná plocha jezu je zpevněna betonovou deskou. Podjezí je opevněno záhozem z lomového kamene. Při levém břehu je hrazený vtok do náhonu, který je v současné době využíván k nátoku vzdušné vody do nové soukromé příjezové malé vodní elektrárny, která je umístěna prakticky v patě železničního náspu. Odpad od savky turbíny je vyústěn pod vysokou nábrežní zdí do řeky Svratky v podjezí. Mezi pevným přelivem a náhonem je šterková propust šířky 1,50 m a je hrazená tabulovým uzávěrem. Pevný jez v Předklášteří je kapacitní a v dobrém stavu. Náhon však nelze využít k převádění vyšších průtoků, než umožní maximální hltnost instalované turbíny.

Pod jezem s příjezovou malou vodní elektrárnou umístěnou na levém břehu koryta Svratky se kříží hlavní trať v místě ocelového železničního mostu s příhradovou konstrukcí o jednom poli. Profilem železničního mostu a rovněž profilem pevného jezu v Předklášteří protéká ve zúženém profilu mezi železničními tělesy na obou březích veškerá voda toku Svratky. Objekty byly pečlivě zmapovány. Tvoří limitující faktor pro průtoky při zvýšeném stavu hladiny toku.

Níže po toku je pod železničním mostem na pravém břehu situován oplocený areál papíren. Na levém břehu Svratky je rozliv vod omezen náspem železniční trati. Níže po toku je údolí Svratky přepaženo příčnou vedlejší silniční komunikací s mostem. Silniční most je z ocelové příhradové konstrukce typu BB a je podepřen dvěma dělicími betonovými pilíři. Pod ním pak

je opět koryto lemováno na levém břehu železničním náspem a na pravém břehu je mezi řekou a silnicí situována zástavba rodinných domů se zahradami. Tyto pozemky a zástavba jsou stoletými průtoky zaplavovány.

V úseku nad zmíněným pevným jezem v Tišnově je průtočný profil koryta Svratky a i celý průtočný profil přilehlého inundačního území v údolí řeky Svratky omezen na levém břehu železničním náspem a na pravém břehu silničním náspem hlavní silnice.

Dalším objektem řešeného území je pevný kamenný šikmý jez ve správě Povodí Moravy, s.p., provoz Brno. Na obou březích jsou kamenobetonové nábrežní zdi, které jsou zavázané do zvýšeného terénu. Dříve jez vzdouval vodu do náhonu na pravém břehu řeky v lokalitě Červený mlýn. V současné době je náhon zrušen a jez plní funkci stabilizačního a spádového stupně, jehož vzduť je využito rovněž k výrobě elektrické energie v příbřežní malé vodní elektrárně. Objekt elektrárny je umístěn při pravé nábrežní zdi jezu tak, že vtok na MVE využívá původní konstrukci vtokového objektu do původního náhonu s hradíci stavidlovými uzávěry a odpad od savky turbíny je vyveden hned pod jez otevřeným úzkým korytem.

Stav pevného jezu je dobrý. Do podjezí jsou vyústěny dva poměrně velké kanalizační odpady, které pravděpodobně podcházejí i železniční trať a nejsou v korytě hrazeny proti zpětnému vzduť. Koryto nad jezem je na obou březích neohrázované a pravděpodobně je jez při větších průtocích obtékán z obou stran. Na pravém břehu vedle jezu jsou oplocené soukromé zahrady a nad nimi za příjezdovou cestou je areál s průmyslovými objekty. V trase dále proti toku je omezen průtočný profil v pravobřežní inundaci zvýšeným náspem hlavní silnice na Štěpánovice a Doubravník.

Níže po toku pod stávajícím pevným jezem je přes koryto Svratky vybudován silniční železobetonový most o třech polích, který je poměrně široký, avšak není zřejmé, zda podhled mostní konstrukce splňuje požadavek normy ČSN o převýšení podhledu mostovky o 0,5 m nad hladinou stoletého průtoku – ověří se výpočtem.

Koryto Svratky je v Tišnově upravené a stabilizované, podél břhů nejsou vybudovány ochranné hráze, neboť je tok poměrně kapacitní. Asi 250 m pod zmíněným silničním mostem je přes koryto Svratky veden příhradový most s potrubím plynovodu. Mostní konstrukce nijak nezasahuje do průtočného profilu širokého a hlubokého koryta řeky.

Asi 200 m pod příhradovým potrubním mostem je koryto Svratky překlenuto dostatečně kapacitním silničním železobetonovým mostem o třech polích. Pod silničním mostem probíhá na levém břehu místní polní cesta, která je lemována při okraji polních pozemků hromadami vyvezené hlíny, které zde tvoří jakousi hráz v délce cca 300 m. Tato hráz zabraňuje odlehčování povodňových průtoků do levobřežního inundačního území s polními pozemky. Na pravém břehu je podél místní zástavby vybudována hrázka a cca 400 m pod silničním mostem je do Svratky zaústěn pravobřežní přítok – Závistka v místě původního vyústění odpadu od náhonu, který procházel pod silničními komunikacemi od pevného jezu v lokalitě U Červeného mlýna.

Koryto Svratky pod městem Tišnov je prakticky stabilizováno v přirozeném stavu a nejsou zde zjevné velké nátrže a poruchy břhů. Koryto je relativně mělké a velké vody pravděpodobně vybřežují do sníženého levobřežního terénu s polními pozemky.

3.3.1. Popis toků a objektů v řešeném území

Studovanou oblast odvodňuje řeka Svratka, která protéká zájmovým územím směrem od severozápadu k jihovýchodu. Největším pravostranným přítokem je říčka Loučka (Bobrůvka)

a největším levostranným přítokem je Besének. Z hydrologického hlediska spadá lokalita do povodí Svratky. Náleží do níže vyjmenovaných dílčích povodí:

- Povodí 1. řádu: 4 povodí Dunaje
- Povodí 2. řádu: 4-15 Svratka po Jihlavu
- Povodí 3. řádu: 4-15-01 Svratka po Svitavu
- Povodí 4. řádu: 4-15-01-0750-0-00 Svratka
- Povodí 4. řádu: 4-15-01-1170-0-00 Svratka
- Povodí 4. řádu: 4-15-01-1100-0-00 Loučka (Bobrůvka)
- Povodí 4. řádu: 4-15-01-1160-0-00 Besének

Charakteristika toku Svratky:

Řeka Svratka je největším levostranným přítokem Dyje. Pramení u obce Cikháň severně od města Žďár nad Sázavou ve výšce 823 m n. m. Odtud teče nejprve severovýchodním směrem k obci Borovnice, dále pokračuje jihovýchodním směrem k Brnu. Až po Veverskou Bítýšku protéká většinou úzkým údolím s vysokými úbočími, kde údolní dno nepřesahuje šířku několika set metrů. Pod Brnem vtéká do nížinné oblasti Dyjsko-svrateckého úvalu. Jsou na ní postavené dvě z důležitých přehradních nádrží: Vírská a Brněnská. Plocha povodí má při ústí do Dyje 4 115 km².

Svratka v úseku k.ú. Štěpánovice:

Nad Kalským potokem koryto řeky Svratky, mezi silničním náspem na pravém břehu a železničním náspem na levém břehu meandruje. Vlastní koryto je poměrně stabilizované a vhodně doplněné balvany pro umožnění úkrytů pro ryby. V ř. km 81,754 je do Svratky zaústěn na pravém břehu Kalský potok, tj. asi 150 m nad balvanitým jezem v Nových Štěpánovicích, ř. km balvanitého jezu je 81,716. Na pravém břehu je zde umístěn hrazený vtok do původního náhonu ($2x D = 600$). Náhon nelze využít k převádění povodňových průtoků. Jez a zařízení na něm je ve správě Obecního úřadu Štěpánovice.

Nad silničním mostem ve Štěpánovicích, ř. km 81,063, je koryto Svratky na levém břehu omezené náspem železniční trati a na pravém břehu je těsně u toku zástavba rodinných domů. Na tomto silničním mostě jsou na vzdušné straně mostu osazeny značky označující stupně povodňové aktivity. Pod silničním mostem je v km 81,000 vyskládán z kamenů nízký příčný práh.

Mezi obcemi Štěpánovice a Předklášteří, cca 1 km, probíhá na levém břehu násep železniční tratě Tišnov – Nedvědice a na pravém břehu je pod obcí Štěpánovice nízká zemní hrázka a za ní směrem k obci Předklášteří se nachází zemědělské pozemky, které jsou ohraničeny dále od toku silničním tělesem st. silnice II/385. V ř. km 78,820 na pravém břehu Svratky pravobřežní přítok Loučky (Bobrůvky). V ř. km 78,780 zaústí na levém břehu do Svratky levobřežní přítok potok Besének. V ř. km 78,400 se na toku Svratce nachází šikmý srubo-kamenný pevný jez s odběrným zařízením na MVE a do městského náhonu.

Svratka v úseku k.ú. Předklášteří:

Svratka protéká na k.ú. obce Předklášteří přibližně od severozápadu směrem od hranice s k.ú. Štěpánovice - ř. km 80,000 (naproti výrobnímu podniku ZETOR) po benzínovou stanici v Tišnově - ř. km cca 76,800. Od říčního km cca 76,900 proti toku směrem k Předklášteří je průtočný profil na levém břehu Svratky omezen přilehlým náspem železniční tratě a rozřadovacího nádraží ČD v Tišnově a zvýšeným terénem pod obcí Předklášteří. Na pravém břehu jsou nad Tišnovem mezi řekou a silničním náspem polní pozemky a pod obcí Předklášteří oplocené zahrady rodinných domků (část obce Víška). V ř. km 77,980 se nachází silniční most z ocelové příhradové konstrukce se dvěma dělicími betonovými pilíři. Nad

silničním mostem je levý břeh Svratky omezen přilehlým náspem železniční tratě a na pravém břehu se nachází za oplocením z plných betonových desek výrobní areál Brněnských papíren.

V ř. km 78,250 přechází levobřežní železniční násep po rozdělení železniční tratě na pravý břeh (šikmý železniční most z příhradové konstrukce) a tvoří přirozenou hráz až k soutoku s Loučkou. V ř. km 78,400 se na toku Svratce nachází šikmý srubokamenný pevný jez s odběrným zařízením na MVE a do městského náhonu. Nad pevným jezem Předklášteří protékají povodňové průtoky jednak korytem řeky Svratky, jejíž levý břeh navazuje přímo na svah železničního náspu tratě Tišnov – Nedvědice a jednak úzkým inundačním územím na pravém břehu, které je omezeno železničním náspem tratě Tišnov – Havlíčkův Brod. V ř. km 78,780 zaústí na levém břehu do Svratky levobřežní přítok potok Besének. V ř. km 78,820 na pravém břehu Svratky pravobřežní přítok Bobrůvky (Loučky). Nad zaústěním Loučky (Bobrůvky) v délce cca 1 km je Svratka z levé strany omezena náspem železniční tratě Tišnov – Nedvědice, z pravé strany nízkou zemní hrázkou a dále od toku silničním tělesem st. silnice II/385 ve směru na Štěpánovice.

Svratka v úseku k.ú. Tišnova:

Největším tokem, který protéká správním obvodem obce s rozšířenou působností je řeka Svratka. Svratka protéká tímto územím přibližně od severozápadu, od k.ú. Štěpánovice – ř. km 83,100 přes k.ú. Předklášteří, k.ú. Tišnov a dále přes k.ú. obcí Hradčany, Březina a Heroltice, a opouští území správního obvodu ORP Tišnov v cca ř. km 69,750, tj. cca po 13,3 kilometrech říčního toku. Katastrální území města Tišnova probíhá od cca ř. km 78,630 po levém břehu řeky Svratky, (na pravém břehu se nachází k.ú. Předklášteří) až po ř. km cca 77,000. Od ř. km 77,000 až po ř. km 74,900 se Tišnov rozkládá po obou stranách Svratky.

Nad pevným jezem Předklášteří protékají povodňové průtoky jednak korytem řeky Svratky, jejíž levý břeh navazuje přímo na svah železničního náspu tratě Tišnov – Nedvědice a jednak úzkým inundačním územím na pravém břehu, které je omezeno železničním náspem tratě Tišnov – Havlíčkův Brod. V ř. km 78,270 přechází levobřežní železniční násep po rozdělení železniční tratě na pravý břeh (šikmý železniční most z příhradové konstrukce) a tvoří přirozenou hráz až k soutoku s Loučkou. V ř. km 78,280 se nachází železniční most. V ř. km 77,990 se nachází silniční most z ocelové příhradové konstrukce se dvěma dělicími betonovými pilíři. Nad silničním mostem je levý břeh Svratky omezen přilehlým náspem železniční tratě a na pravém břehu, za oplocením z plných betonových desek, se nachází výrobní areál Brněnských papíren.

Pod silničním mostem v ř. km 77,990 až po jez v ř. km 76,900 jsou na pravém břehu mezi řekou a silničním náspem oplocené zahrady rodinných domů (místní část Víška) a dále polní pozemky. Na levém břehu je průtočný profil Svratky omezen přilehlým náspem železniční tratě a rozřaďovacím nádražím ČD v Tišnově. Mezi řekou Svratkou a železničním náspem se nacházejí areály firem, např. areál pily se skládkami kmenů stromů.

V ř. km 76,900 se nachází kamenný šikmý jez, který dříve vzdouval vodu do náhonu na pravém břehu v lokalitě Červený mlýn. Na pravém břehu jezu je umístěna malá vodní elektrárna. Na pravém břehu vedle jezu jsou oplocené soukromé zahrady a nad nimi oplocený areál s průmyslovými objekty. Pod tímto jezem se nachází v ř. km 76,710 silniční most o třech polích. Na vzdušné straně mostu je umístěna na pilíři vodočetná lať. V ř. km 76,465 je příhradový most s potrubím plynovodu.

Pod Tišnovem je průtočný profil koryta řeky, a případného přilehlého inundačního území v údolí řeky Svratky, omezován na levém břehu železničním náspem a na pravém břehu

silničním náspem hlavní silnice. V ř. km 76,320 se nachází silniční most o třech polích a v ř.km 76,000 zaústí na pravém břehu potok Závistka. Koryto je stabilizováno v přirozeném stavu, na obou březích se nacházejí pozemky zemědělsky obhospodařované.

Svratka v úseku k.ú. Březina:

V ř.km 74,465 je v obci Březina betonový jez s hrazeným vtokem do náhonu na pravém břehu. Jez vzdouvá vodu do náhonu na malou vodní elektrárnu. Na obou březích je jez opatřen svislými nábrežními zdmi zavázanými do okolního terénu. Náhon neslouží pro převádění povodňových průtoků. Pod jezem cca 200 m, tj. v ř. km 74,290 se nachází silniční třípolový most, kde je širší údolí přehrazeno silničním náspem st. silnice z Hradčan. V ř. km 73,500 zaústí na levém břehu potok Lubě.

Charakteristika toku Loučky (Bobrůvky)

Pramení mezi Rokytňem a Vlachovicemi v nadmořské výšce 725 m, v horním toku nese jméno Loučka (Bobrůvka). Je dlouhá cca 60 km a v Předklášteří ústí do Svratky v nadmořské výšce 252 m. V Dolních Loučkách se stéká s Libochovkou.

Loučka (Bobrůvka) v úseku k.ú. Předklášteří:

Bobrůvka (Loučka) protéká na k.ú. Předklášteří otevřenou krajinou, přibližně jihovýchodním směrem od jezu kamenolomu Lomy, s.r.o.

Na levém břehu, cca v říčním km 1,000 je ochranné pásmo I. a II. stupně podzemního zdroje pitné vody.

Na pravém břehu, naproti ochrannému pásmu I. stupně, začíná v těsné blízkosti toku zástavba obce – část Trávníky a Ve dvoře.

V ř. km 0,249 před zaústěním Loučky (Bobrůvky) do Svratky je Loučka (Bobrůvka) přemostěna silničním mostem státní silnice II/385. Po levé straně před mostem jsou objekty firem MERTASTAV, s.r.o. a UNIVERS, s.r.o.

V ř. km 0,032 je Loučka (Bobrůvka) přemostěna železničním mostem.

Charakteristika toku Besének:

Besének pramení v Sýkořské hornatině necelé 2 km severně od Bedřichova, v nadmořské výšce 660 m. Délka toku je 17 km a ústí zleva do Svratky pod Květnicí v nadmořské výšce 260 m n. m. Průměrný roční průtok u ústí je pouze 0,17 m³/s. Besének se svými přítoky odvodňuje území o rozloze 70 km² (Lacina et al., 2001).

Besének v úseku k. ú. Předklášteří

Besének protéká od hranice s k.ú. Lomnická k soutoku se Svratkou (cca 1 km) zčásti volnou krajinou, z části je zaříznut do svahu Květnice. V záplavovém území se nachází především komunikace do kamenolomu Rosa, s.r.o., částečně zahrádky při pravém břehu nad zaústěním toku.

Charakteristika toku Závistky:

Tok Závistka je v zájmovém území dlouhý cca 1 km. Proběhla u něj revitalizace a zkapacitnění toku. V ř. km 0,790 dále v ř. km 0,665 a 0,580 je tok přemostěn betonovou lávkou pro pěší. Z levé strany je Závistka omezena silnicí Za Mlýnem. V ř. km 0,470 je tok Závistky přemostěn jednopólovým silničním mostem silnice IV. třídy.

3.3.2. Správci vodních toků

Povodí Moravy, s. p. Brno spravuje řeku Svratku a Loučku (Bobrůvku). Lesy České republiky, s. p. spravují tok Besének.

Tabulka 1.: Správci vodních toků

ID toku	Název vodního toku	Správce toku	Délka toku
10100010	Svratka	Povodí Moravy, s. p.	0,0000 – 168,0060
10100048	Loučka (Bobrůvka)	Povodí Moravy, s. p.	0,0000 – 62,4790
10200190	Besének	Lesy České republiky, s. p.	0,0000 – 17,6690
10185753	Závistka	Lesy České republiky, s.p.	0,0000 – 6,5000

3.3.3. Problematická místa na tocích

Ve Štěpánovicích je problematickým místem kamenný jez spolu s náhonem na elektrárnu, kde dochází k pravobřežnímu vylévání Svratky do obce. Na levém břehu jsou kritické propustky skrze železniční násyp, které nesmí být dle požadavku SŽDC zahrazeny. Skrze tyto propustky dochází ke vzdouvání vody a zaplavování přilehlých pozemků za železničním násypem v k. ú. Štěpánovice.

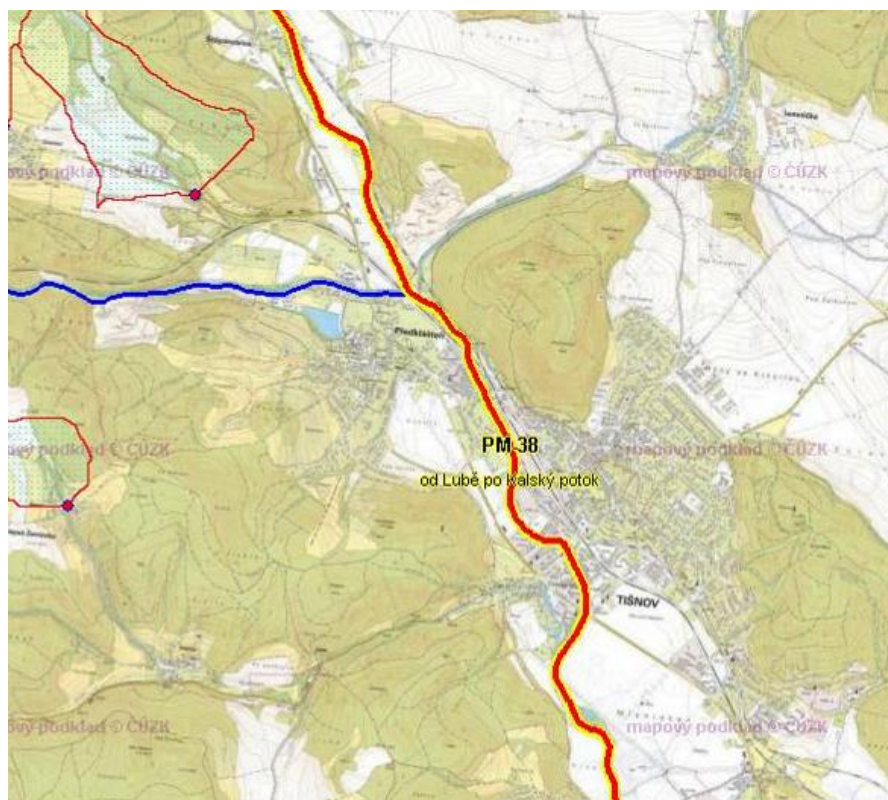
V Tišnově patří do ohrožených lokalit ulice Ostrovec, kde se propustí pod železniční tratí (pod železnicí ul Cáhlovská a prostup pod hřištěm) může voda dostat až na ulici Nádražní a Cáhlovskou. V rámci protipovodňového plánu je počítáno se zahrazením propustí pomocí mobilního hrazení. Další ohrožení je také na ulici Karasova, U střelnice, Klášterská, Červený mlýn a U Svratky, kde se nachází průmyslová zóna města Tišnova.

V obci Předklášteří se jedná o ulici Trávníky a Ve dvoře, kde dochází k vtékání Loučky do Svratky, dále v ulici Víška.

V obci Březina omezuje odtokové poměry nekapacitní most u č.p. 55 (ř. k. 74,29).

3.3.4. Riziková území při přívalových srážkách

V zájmovém území byla vymezena riziková území v souvislosti s přívalovými srážkami tzv. kritické body. Vrstva kritických bodů a jejich přispívajících ploch je dostupná na www.povis.cz. Analýzou zájmového území a vrstvy kritických bodů bylo zjištěno, že v zájmovém území se nachází jedno rizikové území při přívalových srážkách (viz Obr. 1).



Obr. 1.: Vymezení rizikových území při přívalových srážkách

3.4. Historické povodňové události

Významné povodňové události v tomto tisíciletí se v zájmovém území vyskytly v letech 1938, 1977, 1981, 1985, 1986, 2004, 2006 a 2010. Počet ohrožených obyvatel a objektů byl v roce 2010 následující:

- Předklášteří – ulice Víška celkově 69 obyvatel, ul. Komenského 2 osoby, celkem 71 osob
- Tišnov – celkově 39 firem a objektů, 64 osob (8 ulice U Střelnice, 16 Karasova, 20 Cáhlovská, 6 Červený Mlýn, 4 Ostrovec a 10 Klášterská)

Přibližný rozsah škod: nebyl vyčíslen

Přibližný počet zaplavených domů: nebyl vyčíslen

V dávnější historii byly v rámci řešeného úseku zaznamenány povodně v březnu roku 1830. V Předklášteří bylo pobořeno 17 domů. V lednu 1920 Svratka v Předklášteří pobořila dělnickou kolonii a mnoho rodin zůstalo bez přístřeší. V Tišnově byly zaplaveny továrny, papírna, lihovar a čtvrť za Červeným mlýnem. V okolí Tišnova se vytvořilo rozsáhlé jezero.



Obr. 2.: Povodeň 2006 – Svratka, Tišnov

4. HYDROLOGICKÁ DATA

Hlásné profily:

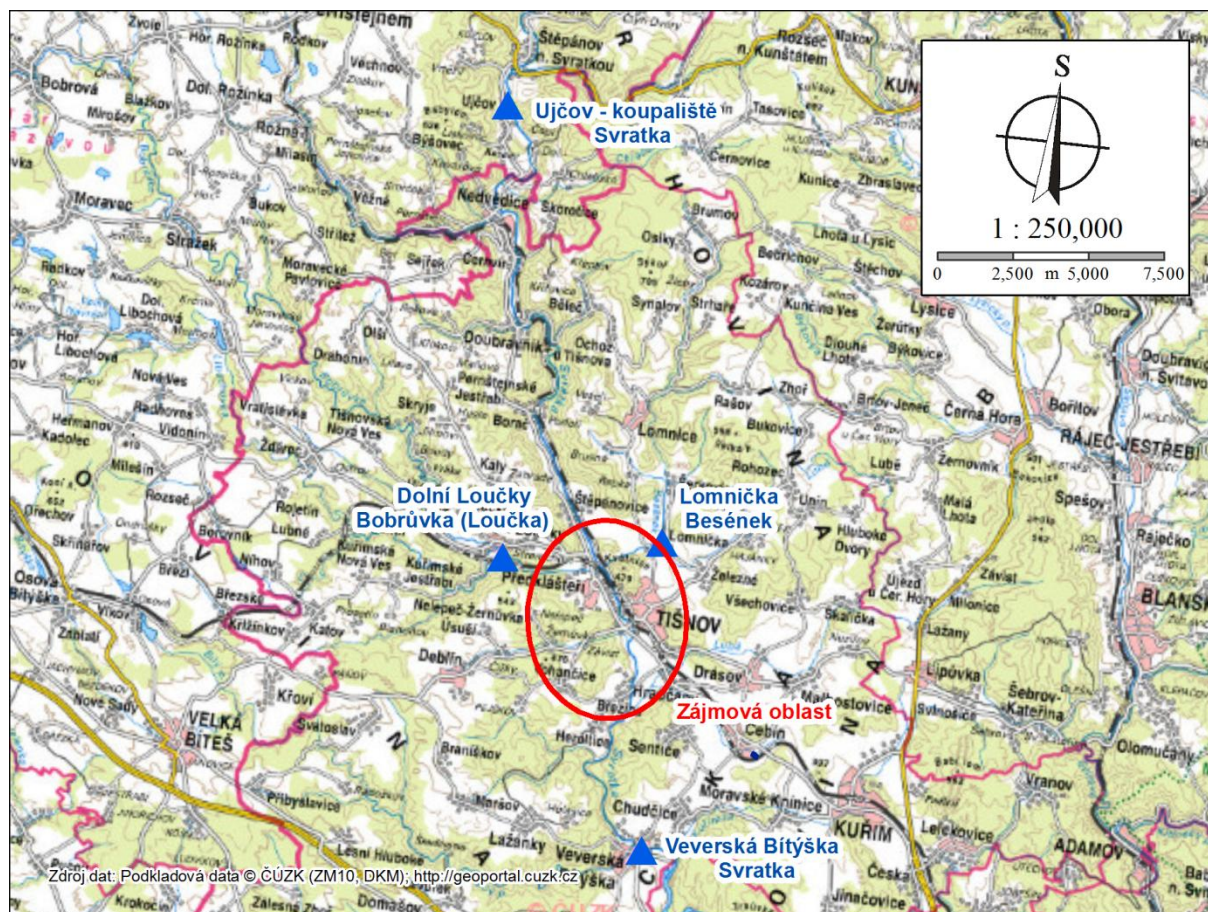
Hlásné profily jsou na vodních tocích rozděleny do tří kategorií:

- Kategorie A – základní hlásné profily, jejichž provozovatel ČHMÚ nebo Povodí,
- Kategorie B – doplňkové hlásné profily, provozované obcemi,
- Kategorie C – pomocné hlásné profily, provozované účelově obcemi nebo vlastníky ohrožených nemovitostí.

Hlásné profily kategorie A a B tvoří celostátní systém hlásné služby. Profily kategorie C mají lokální význam a mohou spolu s profily kategorie B tvořit základ místních varovných systémů pracujících na různé technické úrovni (manuálně nebo automaticky) a poskytovat varování obyvatelstvu, zejména při přívalových povodních na malých tocích. Tyto místní systémy lze doplňovat také hlásnými stanicemi pro sledování srážek.

Tabulka 2.: Přehled hlásných profilů

Tok	Hlásný profil	Stanice	Kategorie	Umístění
Svratka	4-15-01-037	VD Vír p.v.n.	A	100 m pod výtokem z turbíny vyrovnávací nádrže, pravý břeh (profil je na území kraje Vysočina)
Svratka	4-15-01-059	Nedvědice	C	cestní most v km 95,588
Svratka	4-15-01-069	Černvír	C	silniční most v km 93,300
Svratka	4-15-01-071	Doubravník	C	silniční most v km 90,180
Svratka	4-15-01-073	Borač	C	silniční most v km 84,883
Svratka	4-15-01-075	Štěpánovice	C	silniční most v km 81,063
Loučka (Bobruvka)	4-15-01-110	Dolní Loučky	A	v dolní části obce Dolní Loučka, levý břeh
Svratka	4-15-01-117	Předklášteří	C	jez Předklášteří v km 78,313
Svratka	4-15-01-117	Tišnov	C	silniční most v km 76,700
Svratka	4-15-01-119	Březina	C	silniční most v km 74,350
Besének	4-15-01-114	Lomnička na Besénku	C	Lomnička na Besénku



Obr. 3.: Hlásné profily s aktuálním měřením

Tabulka 3.: Průtoky velkých vod ve Svatce v profilu Veverská Bítýška Q [m^3/s]

Profil	řiční km	Q_a	Q_1	Q_5	Q_{10}	Q_{50}	Q_{100}
Veverská Bítýška	66,7	8,28	60	120	155	240	280

(Zdroj: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfdyn.php?seq=307150)Tabulka 4.: Průtoky velkých vod v Bobrůvce (Loučka) v profilu Dolní Loučka Q [m^3/s]

Profil	řiční km	Q_a	Q_1	Q_5	Q_{10}	Q_{50}	Q_{100}
Dolní Loučka	3,80	2,09	22	45	58	91	110

(Zdroj: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfdyn.php?seq=306984)**Ostatní data z limnigrafických stanic:**

- Hydrologické údaje k.ú. Předklášteří

Tabulka 5.: Základní hydrologické údaje – k.ú. Předklášteří

Tok	Svatka	Svatka	Loučka	Besének
Profil	Nad Loučkou	Pod Loučkou	Limnigraf Dolní Loučky	Limnigraf Loučka u Tišnova
Dlouhodobý průměrný roční průtok Q_a	5,055 m^3/s	7,18 m^3/s	2,12 m^3/s	0,135 m^3/s
Dlouhodobý průměrný roční úhrn srážek	694 mm	694 mm	626 mm	654 mm

Specifický odtok q_a	6,562 l/s/km ²	6,19 l/s/ km ²	5,48 l/s/km ²	2,64 l/s/km ²
Plocha povodí P	770,4 km ²	1160,25 km ²	386,63 km ²	51,2 km ²
Č. hydrologického pořadí	4-15-01-075	4-15-01-117	4-15-01-110	4-15-01-116

- Hydrologické údaje k.ú. Tišnov

Tabulka 6.: Hydrologické údaje - k.ú. Tišnov

Název toku	Hlásný profil	Staničení	Plocha povodí [km ²]	Průměrný dlouhodobý roční průtok Q_a [m ³ /s]
Svratka	nad Loučkou	78,862	770,4	5,055
Svratka	pod Loučkou	78,862	1160,25	7,18
Loučka	limnigraf Dolní Loučky	3,800	385,88	2,12
Besének	limnigraf Lomnička u Tišnova		51,2	0,135

4.1.1. Rybníky a vodní nádrže

Na katastrálním území města Tišnova a obce Březiny se na vodních tocích nenachází žádné rybníky ani vodní nádrže. Pouze v severní části obce Předklášteří je situován rybník, který je dotován bočním přítokem z řeky Loučky (Bobrůvky) a zpět je do této řeky odvodňován.

Aktualizace záplavového území pracuje se základními hydrologickými údaji povrchových vod podle ČSN 75 1400 poskytnutými Českým hydrometeorologickým ústavem.

- Svratka – nad soutokem s Loučkou (Bobrůvkou)
- Svratka – Březina
- Loučka
- Besének
- Závistka

N-leté průtoky byly odvozeny z dat staniční sítě ČHMÚ za maximální období pozorování podle reálného režimu odtoku v povodí. Odpovídají současnému stavu poznatků o režimu povodní v povodích.

4.1.2. Hydrologické údaje pro řešený úsek

Od Českého hydrometeorologického ústavu byly v roce 2024 obdrženy základní hydrologické údaje povrchových vod podle ČSN 75 1400 pro následující úseky:

Svratka – 1320 m nad soutokem s Loučkou (Bobrůvkou):

Číslo hydrologického pořadí: 4-15-01-0750

Profil: 1320 m nad soutokem s Loučkou,
k. ú. Štěpánovice u Tišnova

Plocha povodí: 767,09 km²

Souřadnice S-JTSK X= -611478 m, Y= -1140182 m

Tabulka 7.: N-leté průtoky Q_N [m³/s] Svratka – 1320 m nad soutokem s Loučkou (Bohr.)

N-leté průtoky Q_N [m ³ /s]								
1	2	5	10	20	50	100	500	třída
41	56	78	97	117	145	168	226	II-III

Svratka – Březina:

Číslo hydrologického pořadí: 4-15-01-1190

Profil: Most silnice Březina-Hradčany u Tišnova,
170 m pod jezem, k. ú. Březina u Tišnova

Plocha povodí: 1251,83 km²

Souřadnice S-JTSK X= -609718 m, Y= -1145061 m

Tabulka 8.: N-leté průtoky Q_N [m³/s] Svratka – Březina

N-leté průtoky Q_N [m ³ /s]								
1	2	5	10	20	50	100	500	třída
55	77	110	139	169	213	250	344	II

Loučka:

Číslo hydrologického pořadí: 4-15-01-1100-0-00-90

Profil: 90 m pod žel. viaduktem tratě Dolní Loučky-Tišnov,
k. ú. Dolní Loučky

Plocha povodí: 386,36 km²

Souřadnice S-JTSK X= -613509 m, Y= -1141241 m

Tabulka 9.: N-leté průtoky Q_N [m³/s] Loučka

N-leté průtoky Q_N [m ³ /s]								
1	2	5	10	20	50	100	500	třída
22	31	45	58	71	91	108	153	I-II

Besének:

Číslo hydrologického pořadí: 4-15-01-1160

Profil: 600 m nad ústím do Svratky, k. ú. Lomnička u Tišnova

Plocha povodí: 69,16 km²

Souřadnice S-JTSK X= -610558 m, Y= -1140843 m

Tabulka 10.: N-leté průtoky Q_N [m³/s] Besének

N-leté průtoky Q_N [m ³ /s]								
1	2	5	10	20	50	100	500	třída
7,5	11	18	25	34	49	63	107	II

Závistka:

Číslo hydrologického pořadí: 4-15-01-1180-0-00
 Profil: nad ústím do Svratky, k. ú. Tišnov
 Plocha povodí: 13,43 km²
 Souřadnice S-JTSK X= -609985 m, Y= -1143596 m

Tabulka 11.: N-leté průtoky Q_N [m³/s] Závistka

N-leté průtoky Q_N [m ³ /s]								
1	2	5	10	20	50	100	500	třída
2,3	3,7	6,5	9,3	12,8	18,6	24	40,5*	III

- N-leté průtoky jsou odvozeny z dat staniční sítě ČHMÚ za maximální období pozorování podle reálného režimu odtoku v povodí. Tyto průtoky odpovídají současnému stavu poznatků o režimu povodní v povodích.
- * Průtok pro Závistku Q_{500} byl stanoven extrapolací po schválení PMO (Ing. Jelínková).

5. POPIS HYDROTECHNICKÝCH VÝPOČTŮ

Hydrotechnické hodnocení toku vycházelo ze Studie odtokových poměrů vypracované společností GEOtest, a.s. v roce 2018. Výpočty byly vypracovány firmou Vodní díla – TBD a.s., která zpracovávala hydrotechnický model pro Studii odtokových poměrů. Na základě geodetického zaměření provedené pracovníky Povodí Moravy, s.p. (PMO) v říjnu a listopadu 2022, byl aktualizovaný kompletní terén koryta v úseku od lávky nad soutokem s Loučkou po Březinu. Model byl dále doplněn o objekty propustků, odlehčovacích ramen, stavidel apod. Nově aktualizovaný model byl poté kalibrován na průběh hladiny v korytě vypočítaný PMO v roce 2012 na průtok Q_5 . Byly doplněny aktuální údaje o srážkách a průtocích platných k roku 2024.

Na základě předaných geodetických podkladů od PMO pro Svratku, Loučku (Bobrůvku) a Závistku a za pomoci DMR5G byl sestaven dvourozměrný matematický model pro simulaci ustáleného nerovnoměrného proudění v celé zájmové oblasti v programovém prostředí HEC – RAS. Jako programové vybavení byl použit numerický model HEC RAS 6.5, který umožňuje samostatné modelování 1D, 2D a rovněž spřažení 2D a 1D modelů. Výhodou programu je možnost propojení s nástroji GIS, což usnadňuje přípravu vstupních dat modelu i vyhodnocení a následné zpracování výsledků výpočtů. Numerické řešení v rámci 2D modelu je založeno na metodě konečných objemů využívající nepravidelnou výpočtovou síť.

Podrobný popis následující kapitoly je věnován popisu a vytvoření 2D matematického modelu a zpracování podkladů pro jednotlivé části modelu. Součástí kapitoly je popsání přípravy digitálního modelu terénu, průběh vytvoření výpočetní sítě, modelování objektů na toku, určení odporu povrchu v zájmovém území, řešení soutokových oblastí, zadání okrajových podmínek modelu, nejistoty vstupních dat a popis kalibrace modelu.

Výpočtovou metodou je dvou-dimenzionální (2D) model proudění vody, který je schopen postihnout problematiku rozsáhlých záplavových území s přesnými výsledky, umožňuje výpočet rychlosti a hloubky vody v námi definovaných bodech zájmového území. Model proudění vody byl doplněn i klasickým jedno-dimenzionálním (1D) výpočtem, který je

vhodný pro stanovení měrných křivek objektů, které se na tocích nacházejí (mosty, jezy apod.)

V programu HEC-RAS 6.5 probíhal výpočet dvourozměrného proudění vody při průchodu povodně Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} na všech čtyřech tocích.

5.1. Matematický aparát

Pro výpočet a modelování 2D proudění je nutné zmínit základní předpoklady, se kterými program HEC-RAS pracuje. Skutečný povrch terénu, tedy koryta i inundačního území, je schematizován sítí výpočtových bodů s konečnými vzdálenostmi. Každý výpočtový bod je možné popsat souřadnicemi $[X, Y, Z]$. Výchozím předpokladem je zanedbání svislé složky rychlosti. Podmínka použití 2D modelu je, že vektory rychlostí musí mít po celé výšce každé svislice zanedbatelné odchylky ve směru. Model je možné použít v úsecích s prouděním relativně mělké vody.

Základní rovnice, kterými lze popsat neustálené nerovnoměrné proudění v otevřených korytech, jsou rovnice spojitosti, popisující zákon zachování hmoty a diferenciální Navier-Stokesovy pohybové rovnice. Ty vycházejí ze zákona zachování hybnosti. Rovnice jsou zjednodušeny předpoklady uvedenými výše. Po úpravách a zjednodušení je možné tyto rovnice zapsat jako pohybové rovnice. Rovnice (1) ve směru osy x , rovnici (2) ve směru osy y . Tyto rovnice, spolu s rovnicí spojitosti (3), používá výpočetní program HEC-RAS jako rovnice řídicí.

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \cdot \frac{q_x^2}{h} + \frac{1}{2} \cdot g \cdot h^2 \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\beta \cdot \frac{q_x \cdot q_y}{h} \right) + g \cdot h \cdot \frac{\partial z}{\partial x} + \frac{h}{\rho} \cdot \frac{\partial p_a}{\partial x} - \alpha \cdot q_y + \frac{1}{\rho} \cdot \left[\tau_{0x} - \tau_{px} - \frac{\partial(h \cdot \tau_{xx})}{\partial x} - \frac{\partial(h \cdot \tau_{xy})}{\partial y} \right] = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \cdot \frac{q_x^2}{h} + \frac{1}{2} \cdot g \cdot h^2 \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\beta \cdot \frac{q_x \cdot q_y}{h} \right) + g \cdot h \cdot \frac{\partial z}{\partial x} + \frac{h}{\rho} \cdot \frac{\partial p_a}{\partial x} - \alpha \cdot q_y + \frac{1}{\rho} \cdot \left[\tau_{0x} - \tau_{px} - \frac{\partial(h \cdot \tau_{xx})}{\partial x} - \frac{\partial(h \cdot \tau_{xy})}{\partial y} \right] = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

kde h je hloubka vody [m] z je kóta dna [m] ρ je objemová hmotnost vody [kg/m^3] q_x je měrný průtok ve směru osy x [m^2/s] q_y je měrný průtok ve směru osy y [m^2/s] β je Boussinesqovo číslo [-] p_a je atmosférický tlak (k vodní hladině) [Pa] $\tau_{p,x}$, $\tau_{p,y}$ jsou smykové napětí na hladině, ve směru os x, y [Pa] τ_{0x} , τ_{0y} jsou smykové napětí na dně, ve směru os x, y [Pa] τ_{xx} , τ_{yy} , τ_{xy} , τ_{yx} jsou smykové napětí vlivem turbulence [Pa].

Celkem existují tři možnosti numerického řešení: metoda konečných diferencí, metoda konečných objemů a metoda konečných prvků. Pro všechny metody platí společný princip. Základní diferenciální rovnice jsou převedeny a zjednodušeny na rovnice lineární. Řešením těchto rovnic jsou získány hodnoty hledaných veličin. Model je rozdělen dle dané metody na prvky (elementy), které dohromady tvoří výpočetní síť. Mezi sebou jsou jednotlivé prvky spojeny uzly. Metody se liší tvarem výpočetní sítě, tím pádem i dobou trvání a stabilitou výpočtu. Z hlediska použití je metoda konečných diferencí vhodná pro výpočet v rozsáhlých

záplavových územích. Výpočet modelu byl proveden za pomoci rovnic plného momentu, konzervativního, s koeficientem podélné disperze 0,3 a příčné disperze 0,1.

Dále bylo nutné do modelu zadat vstupní hodnoty jako Manningův drsnostní součinitel (drsnost povrchu) a hydraulické objekty na tocích. Výstupy přiložené v této studii zachycují maximální hodnoty počítané v území (kulminace povodně).

5.2. Použité programové vybavení

Pro výpočet požadovaných veličin byl použit program HEC-RAS 6.5. Více informací o programu či jeho výpočetních metodách lze nalézt na internetových stránkách výrobce <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>.

5.3. Vstupní data numerického modelu

5.3.1. Geometrická data a DMT

Geometrický tvar koryta všech čtyř toků vychází z digitálních podkladů ve formátu CAD, které pro zpracování studie poskytlo Povodí Moravy, s. p. Na základě geodetického zaměření provedené firmou GEOtest, a.s. v roce 2017 v rámci studie odtokových poměrů a pracovníky PMO v říjnu a listopadu 2022, byl aktualizovaný kompletní terén koryta v úseku od Štěpánovic po Březinu. Model byl doplněn provedenou terénní rekognoskací a doměřením objektů na toku.

Reliéf terénu, dále DMT-digitální model terénu, byl do programu importován z podkladů ČÚZK. Jednalo se o bodové pole 5. generace s polohovou i výškovou souřadnicí.

Posledním faktorem, který velkou měrou ovlivňoval proudění v modelu, byly budovy a další překážky na toku v inundačním území. Jejich polohopisné umístění vychází z podkladu ZABAGED. Další specifika jednotlivých objektů v záplavovém území vycházejí z detailního terénního průzkumu.

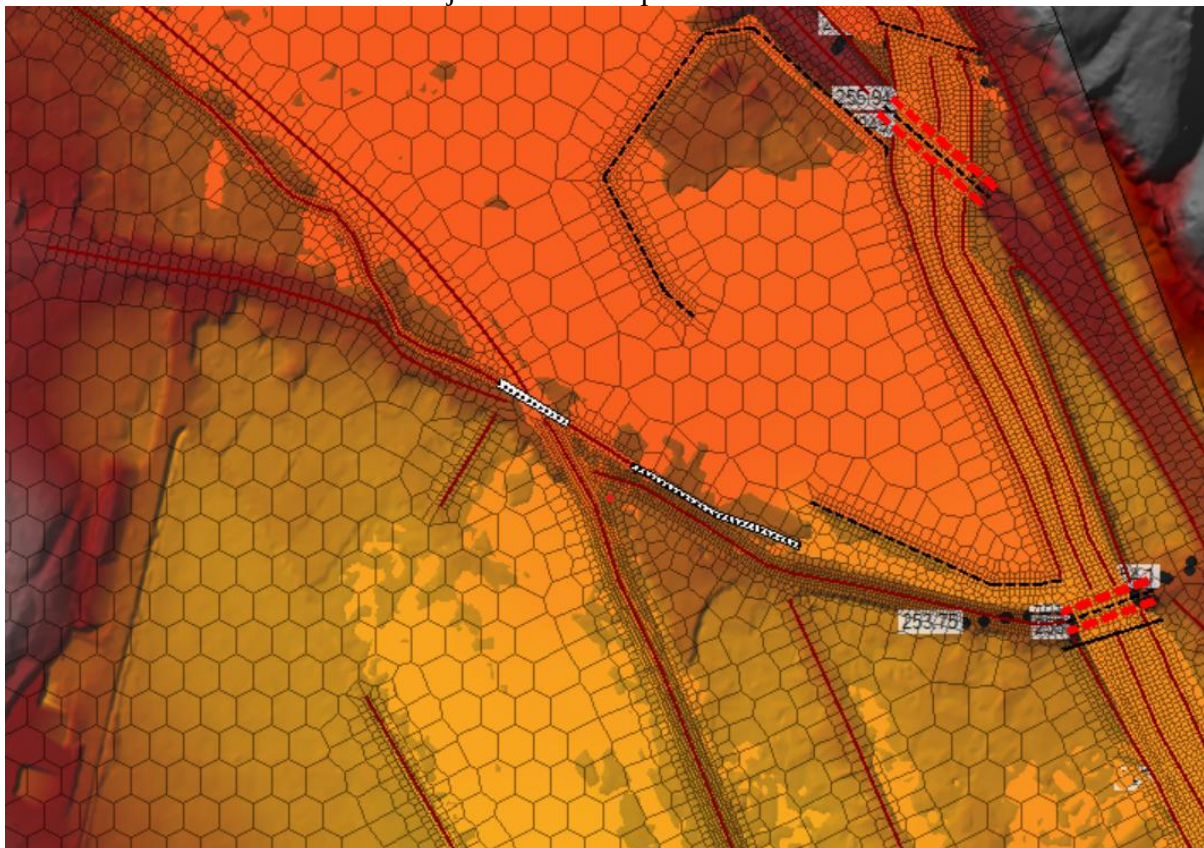
5.3.2. Digitální model terénu a geodetické podklady

Základním prvkem pro vytvoření matematického modelu je digitální model terénu (dále DMT). DMT byl zpracován z bodů digitálního modelu reliéfu páté generace (DMR 5G) a z bodů geodetického zaměření koryta toku a přilehlého okolí. Pro zpracování bodů a tvorbu terénu byl použit software AutoCAD Civil 3D 2021. Model vznikl z dat pořízených metodou leteckého laserového skenování území České republiky. Body modelu v digitální formě obsahují souřadnice $[X, Y, H]$, kde H reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání. Pro vytvoření DMT za účelem výpočtu proudění vody není možné použít pouze body z DMR 5G. Důvodem jsou chyby měření, které mohou zapříčinit například to, že měřící paprsek nepronikne vždy až k zemskému povrchu. To nastává v oblastech s hustou vegetací nebo zástavbou. Obdobně nepronikne paprsek skrze vodní hladinu. Odchyly měření laserového skenování od geodetického zaměření shrnuje Technická zpráva k digitálnímu modelu reliéfu 5. generace. Přesnost DMR 5G závisí na různém povrchu a půdním krytu. Průměrné hodnoty úplné střední chyby a maximální chyby jsou 0,14 m, respektive 0,49 m. Ověřovací zkoušky parametrů přesnosti modelu ukazují, že úplná střední chyba modelu v terénech pokrytých hustou vegetací dosahuje hodnoty 0,3 m. Z výše uvedených důvodů bylo použito geodetické zaměření koryta vodního toku a přilehlého okolí. Body z DMR 5G v blízkosti bodů geodetického zaměření byly ručně zkontrolovány a výškové odchylky byly upraveny na hodnoty zaměření. Některé body byly z modelu

vymazány úplně. Koryto, břehové hrany a jasné terénní lomové linie byly opatřeny prostorovou křivkou.

5.4. Tvorba výpočetní sítě

Vytvořený DMT byl nahrán do softwaru HEC–RAS. Nad vytvořeným terénem byla sestavena výpočetní síť. Jeden element výpočetní sítě má hranu o délce 20 m. V korytě toku, u břehových hran, u silnic a u velkých výškových změn v terénu je síť zhuštěna na 3 m. Výpočetní síť je tvořena zpravidla šestiúhelníky, v přechodech mezi hustší a jemnější částí se nacházejí mnohoúhelníky. Nicméně žádný z prvků sítě nesmí mít více než 8 hran. Výpočetní síť řešeného území celkem obsahuje cca 150 000 prvků.



Obr. 4.: Schéma výpočetního modelu, HOP a DOP

5.5. Modelování objektů

Objekty na toku, bylo také nutné zanést do modelu, aby mohl proběhnout přesný výpočet. Stupně ve dně byly vymodelovány v rámci přípravy DMT, za použití prostorové křivky. Vliv stupňů na průchod povodně není v této lokalitě významný. Odlišně je tomu u mostních objektů. Do modelu byla zanesena přemostění, která mají na průběh povodně zásadní vliv. Z dostupných podkladů (1D výpočtu záplavového území) bylo uvažováno s předpokladem, že u některých mostů může již při průtoku Q20 docházet k tlakovému proudění. Mosty byly vymodelovány jako 1D ve 2D modelu. Při zahlcení mostu dle podkladu podélného profilu průběhu hladiny od PMO byl výpočet mostů nastaven za předpokladu tlakového proudění.

Tabulka 12.: Objekty na toku Svratka

ř. km	Objekt	Lokalita
73,499	přítok Lubě	Březina
74,293	silniční most	Březina
74,470	betonový jez	Březina

75,929	přítok Závistka	Tišnov
76,329	silniční most	Tišnov
76,47576	potrubní most	Tišnov
76,725	silniční most	Tišnov
76,800	betonový jez s MVE	Tišnov
77,990	silniční most	Předklášteří
77,985	zaústění svodnice	Předklášteří
78,283	železniční most	Předklášteří
78,325	betonový jez s MVE	Předklášteří
78,775	Besének	Předklášteří
78,819	Loučka (Bobrůvka)	Předklášteří
78,906	lávka pro pěší	Předklášteří
79,298	lávka pro pěší	Předklášteří
81,021	kamenný práh	Štěpánovice
81,044	silniční most	Štěpánovice
81,662	kamenný jez, nátok do náhonu	Štěpánovice
81,790	Kalský potok	Štěpánovice

Tabulka 13.: Objekty na toku Loučka (Bobrůvka)

ř. km	Objekt	Lokalita
0,000	zaústění do Svratky	Předklášteří
0,032	železniční most	Předklášteří
0,249	silniční most	Předklášteří

Tabulka 14.: Objekty na toku Besének

ř. km	Objekt	Lokalita
0,000	zaústění do Svratky	Předklášteří
0,045	polní most	Předklášteří
0,110	železniční most	Předklášteří
0,130	ocelová lávka	Předklášteří

Tabulka 15.: Objekty na toku Závistka

ř. km	Objekt	Lokalita
0,000	zaústění do Svratky	Tišnov
0,470	silniční most	Tišnov
0,580	betonová lávka	Tišnov
0,665	betonová lávka	Tišnov
0,790	betonová lávka	Tišnov

5.6. Odpor povrchu

K správnému výpočtu odtokových poměrů bylo nutné stanovit odpory povrchů v zájmovém území. Odpory byly stanoveny za použití Manningova součinitele drsnosti. Území bylo rozděleno za pomoci ortofotografií a OpenStreet map a ZABAGED na polygony se stejným povrchem (silnice – zpevněné plochy, zástavba, louky, les a koryto) a každé ploše byla přidělena hodnota součinitele drsnosti. Hodnoty drsnostního součinitele byly stanoveny na základě zkušeností a odborné literatury. Následuje tabulka povrchů, které byly v modelu uvažovány, spolu s číselným vyjádřením drsnosti (Tab. 16).

Tabulka 16.: Typické hodnoty drsností použité v modelu

Druh povrchu	Orientační hodnoty součinitele drsnosti dle Manninga
Povrch hustě zarostlý náletovými dřevinami	0,100
Ostatní plocha v sídlech	0,045 (0,030)
Budovy (neprůtočné objekty)	1,000
Vzrostlé stromy na březích toků	0,060
Vodní plocha	0,010 (0,025)
Les	0,120 (0,08 – 0,15)
Chmelnice	0,080 (0,085)
Zahrada	0,12
Pole, louka	0,050 - 0,070 (0,06)
Oplocené zahrady	0,150
Zpevněné komunikace	0,015
Vodní toky (zarostlé)	0,056
Oplocený pozemek (průmyslové areály)	0,150

5.7. Řešení soutokových oblastí

Vzhledem k tomu, že ve výpočtovém modelu se nachází celkem 4 toky, které tvoří soutok se Svratkou, byly celkem řešeny 4 scénáře hydrologických situací. Jako okrajové podmínky byly použity ustálené průtoky Q_{100} toku Svratka, Loučka (Bobrůvka), Besének a potoku Závistka. Základním předpokladem řešení je dosažení takového stavu, při kterém je každý bod řešeného území v soutokové oblasti zasažen právě návrhovým průtokem Q_N a ne průtokem vyšším. Toho lze reálně dosáhnout použitím pouze jednoho výpočetního scénáře. Pro každý tok bylo využito více výpočetních scénářů a kombinace jejich výsledků. První scénář (A) zhotovitel vytvoří tak, aby na úseku přítoku nad soutokem tekla příslušný návrhový průtok Q_N . Aby zhotovitel dosáhl pod soutokem také správného příslušejícího návrhového průtoku, musí průtok na úseku recipientu nad soutokem spočítat jako doplněk k návrhovému průtoku pod soutokem. Ve druhém scénáři (B) se situace vymění. Soutok vodních toků zhotovitel tedy počítá pomocí dvou hydrologických scénářů. Uvedený postup zajišťuje, že všechny části vodních toků tvořící soutok jsou zatíženy návrhovým průtokem. Z obou scénářů jsou sestaveny společné mapy, které tvoří vždy vyšší hodnoty pro jednotlivé body rastru hloubek a rychlostí.

5.8. Okrajové podmínky

Důležitým prvkem pro výpočet jsou okrajové podmínky. Jejich definicí a umístěním určujeme, kde a kolik vody do modelu přitéká a odtéká. Horní okrajovou podmínku zpravidla definujeme hydrogramem. Jedná se o časový průběh průtoku. Dolní okrajová podmínka může být definována například záporným hydrogramem, tedy hodnotami průtoků, které mají být z modelu odebrány. Nebo častěji normálovou hloubkou zadanou přímou kótou hladiny, případně zadaným sklonem, z něhož je hladina dopočtena. Horní okrajové podmínky byly definovány za pomoci hydrogramů průtoků. Horní okrajové podmínky jsou umístěny v dostatečné vzdálenosti od řešeného území tak, aby nedocházelo k ovlivnění výsledků. Dále byl u okrajové podmínky stanoven podélný sklon v místě zakreslení HOP do modelu. Sklon ovlivňuje distribuci zadaného průtoku do buněk v okolí okrajové podmínky. Zadaná hodnota

pro HOP se pohybuje v rozmezí 0,005 – 0,008. Dolní okrajová podmínka byla definována podélným sklonem hladiny v místě zadané podmínky. Zadaná hodnota je 0,001.

Tabulka 17.: N-leté průtoky Q_5 uvažované v modelu

	Svratka nad soutokem HOP 1	Loučka nad soutokem HOP 2	Besének nad soutokem HOP 3	Svratka pod soutokem	Závistka HOP 4	Svratka Březina
Var. 1 Svratka Q_5	78	22	7	107	3	110
Var. 2 Loučka Q_5	55	45	7	107	3	110
Var. 3 Besének Q_5	58	31	18	107	3	110
Var. 4 Závistka Q_5	58	33,5	12	103,5	6,5	110

Tabulka 18. : N-leté průtoky Q_{20} uvažované v modelu

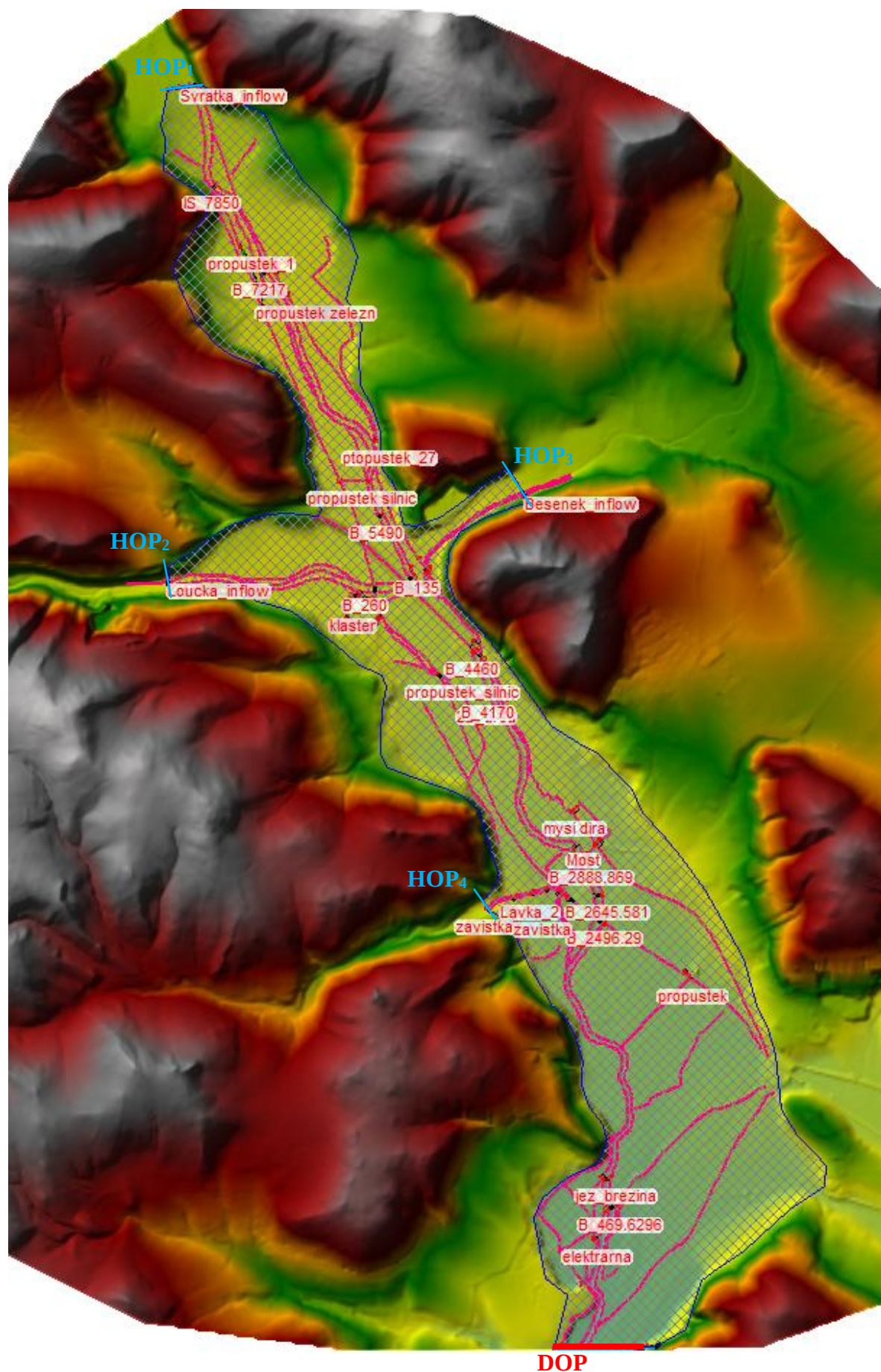
	Svratka nad soutokem HOP 1	Loučka nad soutokem HOP 2	Besének nad soutokem HOP 3	Svratka pod soutokem	Závistka HOP 4	Svratka Březina
Var. 1 Svratka Q_{20}	117	32	15	164	5	169
Var. 2 Loučka Q_{20}	78	71	15	164	5	169
Var. 3 Besének Q_{20}	82	48	34	164	5	169
Var. 4 Závistka Q_{20}	97	32	27,2	156,2	12,8	169

Tabulka 19.: N-leté průtoky Q_{100} uvažované v modelu

	Svratka nad soutokem HOP 1	Loučka nad soutokem HOP 2	Besének nad soutokem HOP 3	Svratka pod soutokem	Závistka HOP 4	Svratka Březina
Var. 1 Svratka Q_{100}	168	56	17	241	9	250
Var. 2 Loučka Q_{100}	117	108	16	241	9	250
Var. 3 Besének Q_{100}	117	61	63	241	9	250
Var. 4 Závistka Q_{100}	117	61	48	226	24	250

Tabulka 20.: N-leté průtoky Q_{500} uvažované v modelu

	Svratka nad soutokem HOP 1	Loučka nad soutokem HOP 2	Besének nad soutokem HOP 3	Svratka pod soutokem	Závistka HOP 4	Svratka Březina
Var. 1 Svratka Q_{500}	226	71	27	324	20	344
Var. 2 Loučka Q_{500}	145	153	26	324	20	344
Var. 3 Besének Q_{500}	145	72	107	324	20	344
Var. 4 Závistka Q_{500}	145	93,5	65	303,5	40,5	344



Obr. 5.: Schéma výpočetního modelu, HOP a DOP

5.9. Nejistoty modelu

Vstupní data, i přes snahu o jejich dokonalé pořízení nebo zpracování, nikdy nemohou dokonale zastupovat řešený problém. Vždy je nutné počítat s určitou mírou nejistot, které do modelu vnášíme zjednodušenou geometrií toků, velikostí výpočtové buňky, hydrologickými údaji a také součinitelem drsnosti. Následuje jednoduchý popis nejistot vyskytujících se v tomto modelu.

5.9.1. Výpočet HEC-RAS

Při zadávání požadavků na výstup z výpočetního programu bylo uvažováno, že dostatečná přesnost pro určení výšky hladiny je s přihlédnutím k ostatním nejistotám 0,01 m. Hloubka vody menší, než tato hodnota nebyla počítána a vynášena do výsledků.

5.9.2. Výpočetní síť (velikost buňky)

Je zřejmé, že čím nižší velikost výpočtové buňky zvolíme, tím lépe pokryjeme danou oblast a tím přesnější výsledky dostaneme. Avšak počet těchto buněk v řešeném území silně ovlivňuje rychlost výpočtu. Velikosti sítě v inundaci byla použita 20 x 20 m a je naprosto dostatečná a dokáže tak vyjádřit změny v reliéfu. Na hranách, silnicích a prudkých přechodech v terénu byly doplněny breaklines s maximální velikostí buňky 5 x 5 m spolu s přechodovými buňkami. Koryto toku bylo diskretizováno velikostí buňky do 3 m tak, aby bylo popsáno nejméně 10 buňkami na šířku. Celkem bylo v modelu cca 150 tisíc buněk. Program HEC-RAS 6.5 umožňuje přesně mapovat výsledky z modelu na digitální model terénu. Výstupem jsou tak velmi přesné hranice rozlivu povodně, které závisí na rozlišení digitálního modelu terénu, jež bylo nastaveno na 0,5 x 0,5 m.

5.9.3. Bodové pole

Na základě předpokladu, že výšky získané z dat ČÚZK mohou vykazovat až 30 cm nepřesnosti, bylo provedeno podrobnější zaměření GPS soupravou s odchylkou výškopisu do cca 5 cm. Pozitivním zjištěním bylo, že data z ČÚZK se s naším doměřením shodují s maximálními odchylkami do 10 cm.

5.9.4. Součinitel drsnosti

Součinitel drsnosti, definován jako číslo **n**, je vyjádřen pro různé typy povrchů poměrně širokou škálou hodnot. Je nutné uvést, že součinitel pro např. travní porost může během roku nabývat velice odlišných hodnot. Jedná se o tzv. sezónnost. V modelu jsme se rozhodli použít „průměrné hodnoty“ pro tyto povrchy a vyjádřit tak nejpravděpodobněji nastalou situaci. V tomto místě, by bylo vhodné provádět citlivostní analýzu na změnu součinitele drsnosti, což by ovšem bylo časově velmi náročné.

5.9.5. Stav koryta a inundačního území

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.

5.9.6. Přesnost hydrologických dat

Toky se z hlediska hydrologických dat nacházejí ve 2. třídě přesnosti. Pro tuto třídu přesnosti se hodnota střední kvadratické chyby pohybuje u průtoků $Q_{20} - Q_{100}$ okolo hodnoty **30 %**.

Je tedy nutné brát na zřetel, že stanovené hydrologické hodnoty se mohou značně lišit od skutečnosti.

Na základě výše zmíněných skutečností odhadujeme číselně nejistoty ve stanovení rozlivu a hladiny takto:

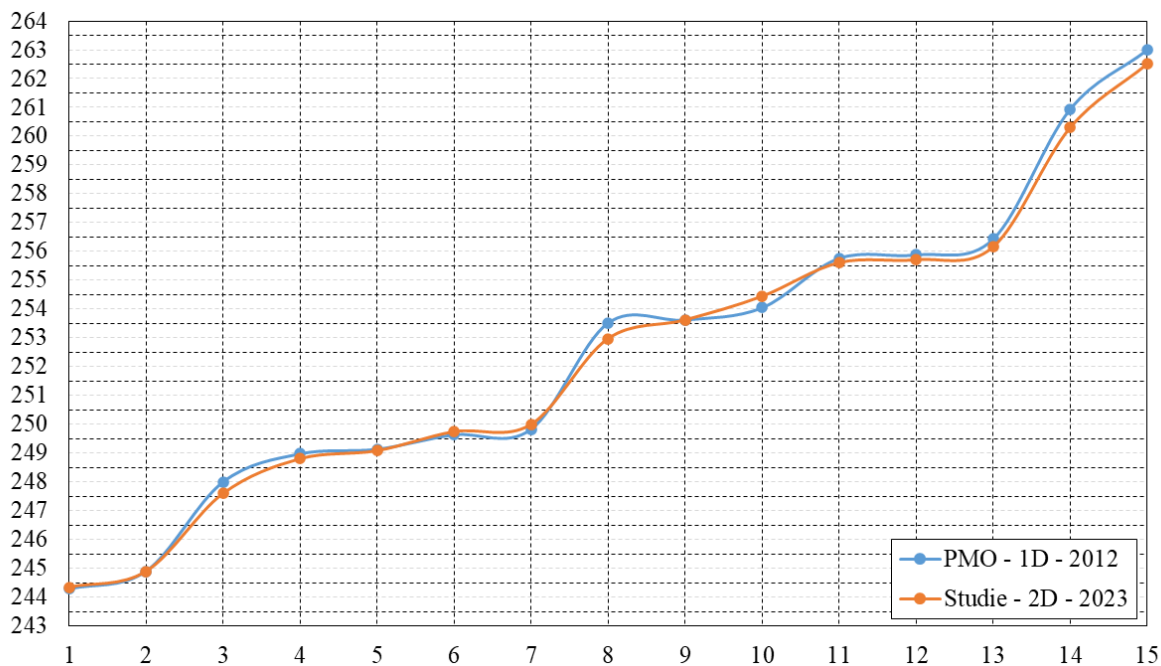
- Polohová nejistota: max. do 10 m.
- Výšková nejistota: max. do 0,2 m.

5.10. Popis kalibrace modelu

Kalibrací se rozumí zjištění a oprava hodnot vstupních parametrů nového numerického modelu ve snaze dosáhnout co možná nejlepší shody mezi výsledky výpočtů provedených kalibrovaným numerickým modelem a podklady.

Pro validaci výsledků bylo nutné kalibrovat geometrická data z hlediska správnosti zadávání do výpočtového modelu. To probíhalo v programu HEC-RAS na geometrii toků a hydraulických objektech na nich. Program vykazoval téměř shodné výsledky výšky hladiny (s rozdílem do 15 cm) při povodňových stavech Q_5 ve srovnání s podklady poskytnutými ze státního podniku Povodí Moravy.

Kalibrace samotného 2D modelu spočívala v kontrole několika startovních výpočtů, na jejichž základě byla provedena úprava reliéfu či drsností, objektů budov a jejich součinitele vlivu na proud. Výsledky počátečních výstupů byly porovnávány s místním šetřením, které spočívalo v doměření a pořízení fotodokumentace. Nový 2D model, aktualizovaný podle zaměření PMO 2022, použitý v této studii, byl kalibrován na úroveň hladin vypočítaných během hydrotechnických výpočtů v roce 2012. 1D model z roku 2012, tak i model úseku DYJ_04-01 a DYJ_04-03 byl verifikován a následně kalibrován změnou hodnot součinitelů drsnosti na úroveň hladin limnigrafické stanice Svratka – Veverská Bítýška. Kalibrace stávajícího modelu z dostupných hodnot podélného profilu je vykreslena na Obr. 6. Model úseku Loučky (Bobruvky), Besénku a Závistky nebyl kalibrován.



Obr. 6 Kalibrace 2D modelu na 1D výsledky stanovené PMO v roce 2012 - průběh hladiny ve Svratce

Z výsledků hydraulických výpočtů kalibrace vyplývají následující hlavní závěry:

Výpočty provedené v roce 2012 na PMO a aktualizované v roce 2018, jsou řešeny pomocí 1D Mike větveného modelu. Model použitý v této studii je 2D model HEC-RAS. Výsledky průběhu hladiny v korytě se liší při Q_{100} v rozmezí 0 – 0,5 m, primárně na objektech na vodním toku a také v závislosti na morfologii terénu. U 1D větveného modelu se musí hlavní průtok přerozdělovat na průtoky v korytě a inundaci, přičemž není známo přesné množství a modelář přerozdělené množství musí odhadnout. Výsledky mohou být tedy značně nepřesné a závislé na úsudku jedince.

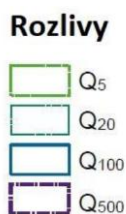
V případě aplikace přesnějšího a datově aktuálnějšího 2D modelu dojde k přerozdělení průtoku výpočtem 2D modelu na základě morfologie terénu. Výpočet pomocí 2D modelu je tedy značně přesnější. Dále došlo k vývoji profilů koryta, kdy byl digitální model terénu 5G aktualizován na základě nového geodetického zaměření toku Svratky, a to firmou GEOTest, a.s. v roce 2017 v rámci studie odtokových poměrů a v roce 2022 geodety Povodí Moravy. Kritické úseky toku byly následně podrobeny průzkumu a doměření v roce 2024. Model byl také v Tišnově doplněn o mobilní hrazení v místech otvorů, kde se propustí pod železniční tratí (pod železnicí ul Cáhlovská a prostup pod hřištěm) může voda dostat až na ulici Nádražní a Cáhlovskou. V rámci protipovodňového plánu je počítáno se zahrazením propustí pomocí mobilního hrazení. Tyto závěry z modelu a výsledky kalibrace byly projednány na jednání v březnu a dubnu 2024 se zodpovědnou osobou podniku Povodí Moravy, s. p, s paní Ing. Jelínkovou.

6. MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q_{500}) v řešeném úseku jsou dotčeny obce Březina, Tišnov, Předklášteří a Štěpánovice. Charakteristiky povodně specifikuji povodňové nebezpečí, jako je 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.

6.1. 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). Rozlivy jsou zobrazeny jako doprovodné informace pro jednotlivé průtoky na RZM v měřítku 1:5 000. V mapách jsou vykresleny jako linie specifikované metodikou tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik – viz Obr. 7.



Obr. 7 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

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

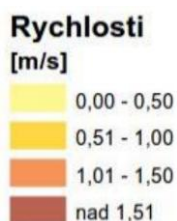
Údaje o hloubkách vody byly zpracovány do georeferencovaného formátu *.tif přímo s použitím programového vybavení HEC-RAS a následně upraveny s použitím nástrojů GIS. Rozlišení rastrů hloubek vody odpovídá požadavkům metodiky tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik tj. 1 m × 1 m. Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik – viz Obr. 8.



Obr. 8 Definice barev a intervalů hloubek

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

Údaje o svislicových rychlostech byly zpracovány do georeferencovaného formátu *.tif přímo s použitím programového vybavení HEC-RAS a následně upraveny s použitím nástrojů GIS. Rozlišení rastrů svislicových rychlostí proudění vody odpovídá požadavkům metodiky tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik tj. 1 m × 1 m. Rozdělení intervalů svislicových rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik – viz Obr. 9.



Obr. 9 Definice barev a intervalů svislicových rychlostí

6.4. Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

Nejistoty v podkladech i v samotném hydraulickém výpočtu byly komentovány v kapitole 5.9. 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, jako jsou protipovodňové ochrany, vodohospodářských staveb na toku a liniových dopravních staveb a mostů, dále charakteru povrchu koryta a inundačního území. V této souvislosti se v budoucnu předpokládá průběžná aktualizace výsledků hydraulických výpočtů.

7. MAPY POVODŇOVÉHO OHROŽENÍ

Povodňové ohrožení se vyjadřuje jako kombinace pravděpodobnosti výskytu nežádoucího jevu (povodně) a nebezpečí. Zásadní rozdíl mezi povodňovým ohrožením a povodňovým rizikem spočívá v tom, že ohrožení není vázáno na konkrétní objekty v záplavovém území (ZÚ) s definovanou zranitelností. Ohrožení je možné vyjádřit plošně pro celé ZÚ bez ohledu na to, jaká aktivita se v něm nachází. V okamžiku, kdy ohrožení vztáhneme ke konkrétnímu objektu v ZÚ s definovanou zranitelností, začíná představovat povodňové riziko. Povodňové ohrožení vyjádřeno jako funkce pravděpodobnosti výskytu daného povodňového scénáře a tzv. intenzity povodně. Podrobný popis postupů vyjádření povodňového ohrožení je uveden v Metodice tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik.

7.1. Výpočet intenzity povodně

Výpočtem intenzity povodně dochází ke kvantifikaci povodňového nebezpečí. Vstupním podkladem jsou mapy hloubek a rychlostí s velikostí pixelu 1 x 1 m vyhotovené pro průtoky v záplavovém území s dobou opakování 5, 20, 100 a 500 let. Výpočet byl proveden pomocí nástrojů programu QGIS s využitím doporučeného vztahu dle platné metodiky tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik. Výsledkem výpočtů jsou rastrová data pro jednotlivé scénáře povodňového nebezpečí o velikosti pixelu 1 x 1 m, kdy každá buňka rastru v sobě nese informaci o intenzitě povodně.

7.2. Stanovení povodňového ohrožení

Ke stanovení povodňového ohrožení byly využity nástroje programu QGIS a vztahy dle platné metodiky tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik. Nejdříve bylo stanoveno povodňové ohrožení pro jednotlivé povodňové scénáře s použitím matice rizika. Vstupním podkladem byly rastry se stanovenou intenzitou povodně o velikosti pixelu 1 x 1 m. Pro každou buňku rastru bylo stanoveno ohrožení, které bylo vyjádřeno hodnotami 4 (vysoké), 3 (střední), 2 (nízké) a 1 (reziduální) dle platné metodiky tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik. Dalším krokem bylo vyhodnocení maximální hodnoty ohrožení z jednotlivých dílčích ohrožení. Výsledkem je rastrová mapa povodňového ohrožení (3 – Mapa povodňového ohrožení) o velikosti pixelu 1 x 1 m obsahující maximální hodnoty

ohrožení zobrazené pomocí barevné škály (4 - červená, 3 - modrá, 2 - oranžová a 1 - žlutá) viz Obr. 10.

Povodňové ohrožení



Obr. č. 10.: Kategorie povodňového ohrožení

8. AKTIVNÍ ZÓNA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ (AZZÚ)

Aktivní zóna záplavového území (AZZÚ), která se zpracovává dle Vyhlášky 79/2018 Sb. zahrnuje následující plochy:

- vlastního koryta vodního toku v šířce definované břehovými čarami,
- všech souvisejících vodních toků, derivačních či jiných kanálů a zaústění přítoků hlavního toku v šířce určené břehovými čarami,
- území mezi břehovými čarami a linií stavby vodního díla na ochranu před povodněmi podél vodního toku,
- další vymezené na mapě povodňového ohrožení jako **vysoké ohrožení**,
- další vymezené na mapě povodňového ohrožení jako **střední ohrožení** v místech, kde je současně pro povodně s dobou opakování 5, 20 nebo 100 let splněna některá z těchto podmínek:
 - hloubka vody je větší nebo rovna 1,5 m,
 - výslednice vektoru rychlosti proudění vody je větší nebo rovna 1,5 m/s, nebo
 - součin hodnoty hloubky vody a výslednice vektoru rychlosti proudění vody je větší nebo roven 0,75 m³/s,
- vyvýšených území vymezených na mapě povodňového ohrožení jako nízké a střední ohrožení uvnitř jednotlivých ploch vymezených podle písmen a) až e).

Dle Vodního zákona **§67 Omezení v záplavových územích odst. 3**, mimo aktivní zónu v záplavovém území, stanoví vodoprávní úřad podle povodňového nebezpečí nebo povodňového ohrožení opatřením obecné povahy omezující podmínky výstavby. Obsah map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, při současném zohlednění cílů pro období platnosti, je základem pro stanovení zásad pro umístování a povolování staveb a činností a při tvorbě územně plánovací dokumentace pro jednotlivé kategorie povodňového ohrožení.

9. ROZSAH A POPIS POVODŇOVÉHO OHROŽENÍ

9.1. Svratka

9.1.1. Svratka Q₅

Kapacitně není koryto řeky Svratky postačující, dochází k vybřežení vody mimo něj. Prvním úsekem je ř. km 82,297-78,900. V horní části úseku, pod kamenným jezem nad obcí Štěpánovice a v obci Štěpánovice, je koryto Svratky a obtoku na elektrárnu již nekapacitní a dochází k rozlivům do obce. Dochází ke vzduť vody skrze propustky železničního násypu na levém břehu toku a zaplavení části katastrálního území Štěpánovic, avšak na pozemcích bez zástavby.

V části okolo soutoku s Loučkou je koryto Svratky také nekapacitní, a to z důvodu soutoku Svratky s Loučkou a Besénkem v kombinaci s nedostatečně kapacitním korytem a efektem zpětného vzduť od jezu pod soutokem v ř. km 78,330.

Dále jde rozliv mezi obcemi Předklášteří a Tišnov v pozemcích severně od ČSAD. Jedná se o ř. km cca 77,450, kde voda vybřežuje z důvodů nízké pravostranné břehové linie. Vybřežení je zde doprovázeno hloubkami vody až 0,5 m v kombinaci s nízkými rychlostmi.

Posledním místem rozlivu je území mezi ř. km 75,976 (soutok se Závistkou) až po zaústění Lubě, ř. km 73,556, což je zároveň konec řešeného úseku. Řeka Svratka je v tomto úseku silně zarostlá vegetací se vzrostlými stromy v březích a s nízkou úrovní těchto břehů. Rozliv je situován do volného prostranství s převážně zemědělským využitím. Jedná se o jediné místo na Svratce s přirozenou transformační schopností bez toho, aniž by došlo k ohrožení objektů. V místě ř. km cca 74,56 je koryto Svratky částečně nekapacitní z důvodu snížené pravobřežní hrany, a dochází zde k pravobřežnímu vybřežování, čímž je částečně ohrožena zástavba asi 6 domů.

9.1.2. Svratka Q₂₀

Úsek toku Svratky v katastrálním území obce Štěpánovice (cca ř. km 82,297-78,900) je v úseku nad obcí již nekapacitní na obou březích. Dochází k větším rozlivům než v případě Q₅. Rozliv na pravém břehu již přelívá silnici III. třídy č. 387 Štěpánovická spojující Štěpánovice a Předklášteří. Na levém břehu dochází ke vzduť vody skrze propustky v železničním násypu, a následný rozliv již zasáhne obytnou zástavbu Štěpánovic.

Situace nad jezem v ř. km 78,290 je obdobná, akorát při dosažení vyšších hladin. Ke změně dochází pod silničním mostem č. 3771-3 mezi Předklášteřím a Tišnovem v ulici Klášterská. Voda se lokálně vylévá z koryta na levé straně směrem k drážnímu násypu, nicméně bez výrazného bezpečnostního rizika. Poté v ř. km 77,90, dojde v pravé části k vylévání vody mimo koryto s ohrožením rodinných domů v této lokalitě. Největší množství vody je díky morfologii terénu situováno v okolí areálu ČSAD, kde může dokonce docházet k přelévání komunikace č. 385 mezi Tišnovem a Předklášteřím a dalším rozlivům směrem k ulici Za Mlýnem a Červený Mlýn. Současně dochází k vylévání vody v levé části řeky Svratky mezi ř. km 77,49-76,93 do hřiště a průmyslového objektu (fotovoltaická elektrárna). Toto je způsobeno nízkou břehovou hranou koryta. Zmíněná část vodního proudu poté pokračuje zástavbou až k ulici Cáhlovská a zasahuje tak další zástavbu na této straně Svratky.

Výše zmíněné je poté doplněno dalším levobřežním rozlivem v ulici U Svratky (ř. km 76,680-76,320) a dojde tak k zaplavení objektů zde situovaných. Část vody je následně akumulována v polích na levé straně komunikace směřující na Brno (část Pod Městem). Pod silničním mostem č. 385-006 (ulice Za Mlýnem) se již Svratka volně rozlévá do polí. V závislosti na průtoku v Závistce, lze uvažovat o zpětném pronikání vody ze Svratky do jejího koryta, kdy dochází k vyplavení průmyslového areálu mezi Závistkou a Svratkou a také areálu koupaliště. Na konci řešeného úseku dochází k pravostrannému vybřežení Svratky směrem do obce

Březina. Zároveň může být přelévána komunikace č. 38522 mezi Březinou a Hradčany zhruba v délce 115 m. ČOV v Březině není těmito průtoky zasažena.

9.1.3. Svratka Q_{100}

Při této povodňové situaci dochází k dalšímu růstu hladin ve Svratce.

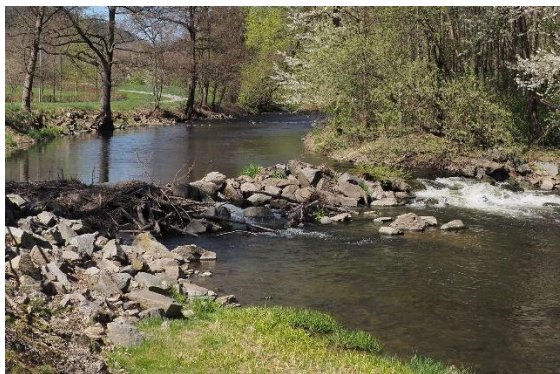
Úsek toku Svratky v katastrálním území obce Štěpánovice (cca ř. km 82,297-78,900) je velmi obdobný povodňové situaci při Q_{20} avšak s vyšším nárustem hladin a celkově větším zasaženým územím rozlivem.

V úseku nad jezem v ř. km 78,290 je Svratka ohraničená železničním tělesem. Pod železničním mostem v ř. km 78,234 již koryto řeky kapacitně nestačí a voda tak proniká současným betonovým plotem do areálu papíren v Předklášteří. V levé části dosahuje také až k železničnímu tělesu. Pod mostem na ulici Klášterská dojde k vybřežení vody jak v levé, tak v pravé části koryta. V levé části dosahuje rozliv k drážnímu tělesu bez jeho ohrožení, a to až k ulici Cáhlovská. Pod železniční tratí však vede podchod směrem k ulici Nádražní, jenž je rizikovým místem, avšak je zde uvažováno s mobilním hrazením v povodňovém plánu, a tedy voda se tudy dál do města Tišnov nedostane. Na pravém břehu Svratky, mezi mosty na ulicích Klášterská a Cáhlovská, je situace obdobná jako u Q_{20} , avšak při dosažení vyšších hladin a rychlostí vody. Hladinou vody je přelévána komunikace směřující do Předklášteří a následně je kompletně zatopena okolní zástavba (areál ČSAD, ČS Benzina, apod.) až po kruhový objezd u čerpací stanice.

Mezi mosty na ulici Cáhlovské a Za Mlýnem dochází k vybřežení vody na obou stranách Svratky a proud tak umocňuje povodňový stav vznikající výše po toku a pronikající do těchto míst. Voda se tudíž nachází ve většině průmyslových areálů nacházejících se mezi ř. km 76,680-76,32 s tím, že bez operativních protipovodňových opatření, s kterými se v modelu uvažuje, proniká pod železniční tratí do násypem separované části města Tišnova. V úseku mezi Tišnovem a Březinou je uskutečňován neřízený rozliv do okolních ploch. Voda může dosahovat až po komunikaci č. 385 vedoucí do Brna. Komunikace mezi obcemi Hradčany a Březina bude přelévána tentokrát v délce 170 m. Voda bude vnikat do Březiny již od ř. km cca 74,624 a bude dosahovat až po místní komunikaci na pravém břehu mlýnského náhonu. ČOV v Březině je těmito průtoky zasažena. Do areálu ČOV dojde k nátoku Q_{100} z horní části příjezdové cesty a areál je již z větší části zaplaven, kdy se lokální hloubky pohybují v hodnotách do 1 m.

9.1.4. Svratka Q_{500}

Mezi rozlivy povodně Q_{100} a Q_{500} již není velký rozdíl. Zásadně se však mění rychlosti a hloubky vody v celém území. Voda již vyplňuje téměř celou údolní nivu. Jediným objektem, který tvoří přirozenou protipovodňovou ochranu pro Tišnov a Předklášteří, je železniční násyp trati Brno-Žďár nad Sázavou. Tento násyp je doplněn o mobilní protipovodňová opatření, s kterými se počítá v povodňovém plánu a dojde tedy k jejich využití. ČOV v Březině je těmito rozlivy celá zasažena.



Obr. 11.: Kamenný jez Štěpánovice



Obr. 12.: Stavidlo náhonu ve Štěpánovicích



Obr. 13.: Mapa Soutok Svatky a Loučky
(Bobruvky)



Obr. 14.: Úsek mezi soutokem a jezem v ř.
km 78,290



Obr. 15.: Pohled na úsek kolem papíren v
Předklášteří



Obr. 16.: Drážní těleso na levém břehu
Svatky



Obr. 17.: Pohled na pravý břeh Svatky v ř.
km cca 77,360



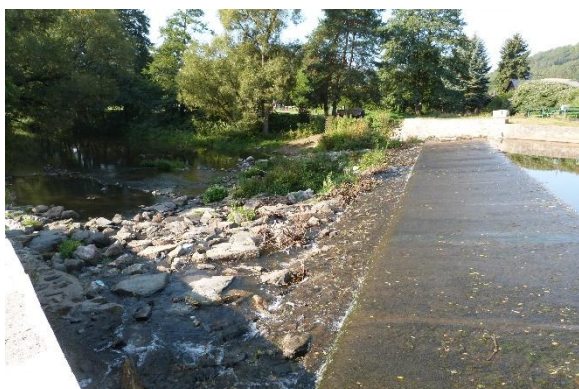
Obr. 18.: Místo pravobřežního rozlivu na
Svatce mezi Předklášteřím a Tišnovem



Obr. 19.: Svratka mezi průmyslovými areály
v ř. km 76,680-76,287



Obr. 20.: Místo přirozeného rozlivu pod
městem Tišnov



Obr. 21.: Jez v Březině v ř. km cca 74,455



Obr. 22.: Místo možného přelévání
komunikace Březina-Hradčany

9.2. Loučka (Bobruvka)

9.2.1. Loučka Q₅

Při průtoku Q₅ bude docházet k rozlivům hlavně v levé části toku, v místech, kde se nachází odsazená hrázka (ř. km 1,036-0,442). Koryto řeky je ale dostatečně kapacitní a nedochází k rozlivům vody mimo ohrázování.

9.2.2. Loučka Q₂₀

Při průtoku Q₂₀ = 71 m³/s bude docházet k rozlivům hlavně v levé části v místech, kde se nachází odsazená hrázka (ř. km 1,036-0,442). V ř. km 0,880-0,655 bude pravděpodobně, z důvodu malé výšky této protipovodňové hráze docházet k přelévání. Zde dojde k ohrožení zemědělského střediska a průmyslového areálu. Na pravé straně dojde ke vzduť vody propustkem pod ulicí Trávníky a dojde k zaplavování části v okolí kláštera Nanebevzetí Panny Marie. Za silničním mostem ř. k 0,249 dojde k pravobřežnímu vybřežování sníženinou v okolí silnice Uhrova a k zaplavení obce Předklášteří, průmyslového areálu papíren a eventuálně skrze silnici Palackého do bývalých pozemků Rybníku, byť při dosažení malých rychlostí.

9.2.3. Loučka Q₁₀₀

V tomto případě dojde ke zhoršení stavu z předchozího bodu. V ř. km 1,165-0,442 dojde k vybřežení vody za ochrannou hráz a k ohrožení objektů, které se za ní nacházejí. V závislosti na výšce terénu může hloubka vody dosahovat až 1,2 m nicméně při malých rychlostech jejího proudění. Při dostatečné délce povodňové události může být lokálně

přelévána komunikace č. 385 vedoucí z Předklášteří do Štěpánovic. Silniční most č. 385-003 na téže komunikaci je pro posuzovaný průtok dostatečně kapacitní. Mezi mosty v ř. km 0,254 (předchozí zmíněný) a 0,039 (železniční viadukt) bude docházet k rozlivům jak v levé části, kde nebudou ohroženy žádné objekty, tak v části pravé, kde bude voda vnikat do obce Předklášteří, byť při dosažení malých rychlostí. Toto místo je značně problematické i při chodu ledové celiny. Voda, dostávající se těmito místy do obce, zaplavuje její značnou část, a to včetně objektu papíren a proniká dále do části Rybníky, nacházející se v jižní části obce.

9.2.4. Loučka Q₅₀₀

Při takovémto povodňovém stavu (průtok 153 m³/s) dochází ke značnému rozšíření rozlivu, který byl popsán a tím pádem i nárůstu hloubky vody a její rychlosti v místech ohrožených objektů. Dále bude nově docházet k rozlivu i v pravobřežní části toku v ř. km 0,400-0,254, kde bude ohrožován klášter a okolní zástavba. V levé části nastane nárůst v délce přelévání komunikace na Štěpánovice, konkrétně se jedná o 125 m její délky. V území mezi obcemi Předklášteří a Tišnov bude docházet ke spojení proudu Loučky (Bobrůvky) a Svratky a tyto se budou vzájemně ovlivňovat.



Obr. 21.: Ohrožené objekty na levém břehu Loučky



Obr. 22.: Levobřežní odsazená hrázka na Loučce



Obr. 23.: Úsek toku Loučky s nedostačující pravobřežní ochrannou hrází



Obr. 24.: Pohled do části Rybníky a směrem k Tišnovu

9.3. Besének

Koryto je zejména ve spodní části toku ř. km 0,000-0,620 méně kapacitní, zanesené plávim a zarostlé vegetací. Již při průtoku $Q_5 = 18 \text{ m}^3/\text{s}$ bude zcela jistě docházet k vybřežování vody, a to zejména v pravé části směrem k lomu. Při zvyšování průtoku směrem ke $Q_{500} = 107 \text{ m}^3/\text{s}$ hladina vody vzrůstá a hrozí zatopení spodní, obslužné části lomu. Od průtoku cca 35 m³/s

(Q_{20}) bude rovněž docházet k přelévání železniční tratě, jelikož mostek, překlenující koryto Besénku, se při tomto průtoku stává nekapacitní a bude tak docházet ke vzdouvání vody před tímto objektem. Celkově může při přelévání docházet ke vzniku velkých rychlostí vody na tělese násypu a tímto jej snadno rozplavovat. Délka přelévaného úseku může při $Q_{100} = 63 \text{ m}^3/\text{s}$ činit až 230 m.



Obr. 25.: Železniční mostek na Besénku

9.4. Závistka

Vodní tok Závistka je v KÚ Tišnov od ř. km. cca 0,900 – 0,000, plně kapacitní na průtok Q_5 a Q_{20} . Při průtoku Q_{20} však dochází k ovlivnění (z levého břehu) průtoku v Závistce rozlivem ze Svratky a Loučky z horní části záplavového území. Na pravém břehu nedochází k rozlivům. V případě průtoku Q_{100} již dochází k zahlcení silničního mostu (ř. km 0,470 křižující tok Závistky spojující pravou a levou stranu ulice Za Mlýnem). Při tomto průtoku dochází již k vyběž ení Závistky na pravý břeh, který se nachází níže než břeh levý. Opět zde dochází k ovlivnění (z levého břehu) průtoku v Závistce rozlivem ze Svratky a Loučky z horní části záplavového území. V dolní části dochází na pravém břehu k zaplavení areálu koupaliště. Dochází zde ke vzduť hladiny Svratky zpěťně do toku Závistky. Při zvyšování průtoku směrem ke $Q_{500} = 41 \text{ m}^3/\text{s}$, hladina vody vzrůstá a dochází ke zvětšení rozlivu na pravém břehu toku Závistky.

V Brně, duben 2024

Vypracovali:

Ing. Stanislav Kotaška Ph.D.
Mgr. Jan Oprchal