

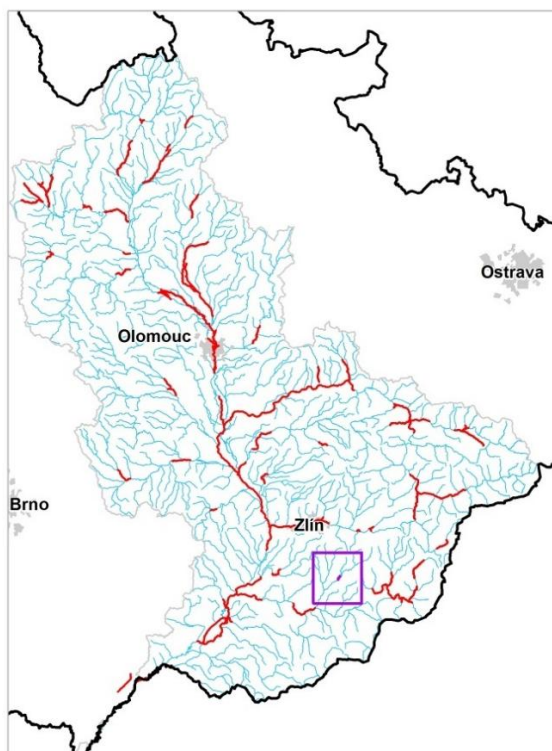


ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

LUHAČOVICKÝ POTOK – 10100218_1 (MOV_07-01) – Ř. KM 11,833 – 12,872



ZÁŘÍ 2019





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

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

LUHAČOVICKÝ POTOK – 10100218_1 (MOV_07-01) – Ř. KM 11,833 – 12,872

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	7
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	8
3	Přehled podkladů	9
3.1	Soupis zpráv a dokumentů	9
3.2	Související předpisy	9
3.3	Topologická data	10
3.3.1	Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu	10
3.3.2	Mapové podklady	10
3.3.3	Geodetické podklady	10
3.4	Hydrologická data	10
3.5	Místní šetření	12
3.6	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady	12
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů	12
4	Popis koncepčního modelu	14
4.1	Schematizace řešeného problému	14
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	14
4.3	Způsob zadávání OP a PP	14
5	Popis numerického modelu	15
5.1	Použité programové vybavení	15
5.2	Vstupní data numerického modelu	15
5.2.1	Morfologie vodního toku a inundačních území	15
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	16
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	16
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	16
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	16
5.3	Popis kalibrace modelu	16
6	Výsledky	17
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	17
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	18
6.2.1	Rozlivy pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	18
6.2.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	18
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	19

6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	19
-----	---	----

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

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

Tab. č. 1 Seznam zkratek a symbolů

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

1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí pro úsek na vodním toku Luhačovický potok – 10100218_1 (MOV_07-01) – ř. km 11,833 – 12,872 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;
- zpracování výsledků numerického modelování a vytvoření map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí).

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

1.3 Postup zpracování a metoda řešení

Postup zpracování a metoda řešení byly:

- Získání, soustředění a studium dostupných podkladů a jejich doplnění místním šetřením
- Kontrola a případná aktualizace hydrodynamického modelu, zpracování DMR 5G [1].
- Hydraulické výpočty proudění v toku včetně objektů a inundačního území převzaty z podkladu [11] a [17].
Výpočty se prováděly 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. [11] a také výstupy z 1. plánovacího cyklu zpracované firmou Pöyry Environment a.s. v r. 2013 [17].

2 Popis zájmového území

Předmětem řešeného území je úsek na toku Luhačovický potok v km 11,833 – 12,872 (Obr. č. 1)*. V řešeném úseku je provedena pouze aktualizace map nebezpečí, ohrožení a rizika (Výstupy z modelu převzaty z [17].

Tab. č. 2 Základní informace o řešeném úseku

ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10100218_1	MOV_07-01	Luhačovický potok	11,833 – 12,872	4-13-01-105

*) Komentář k používané kilometrži toku

V celém projektu bude používána kilometráž, která vychází z již zpracované studie Povodí Moravy, s.p. [7].

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

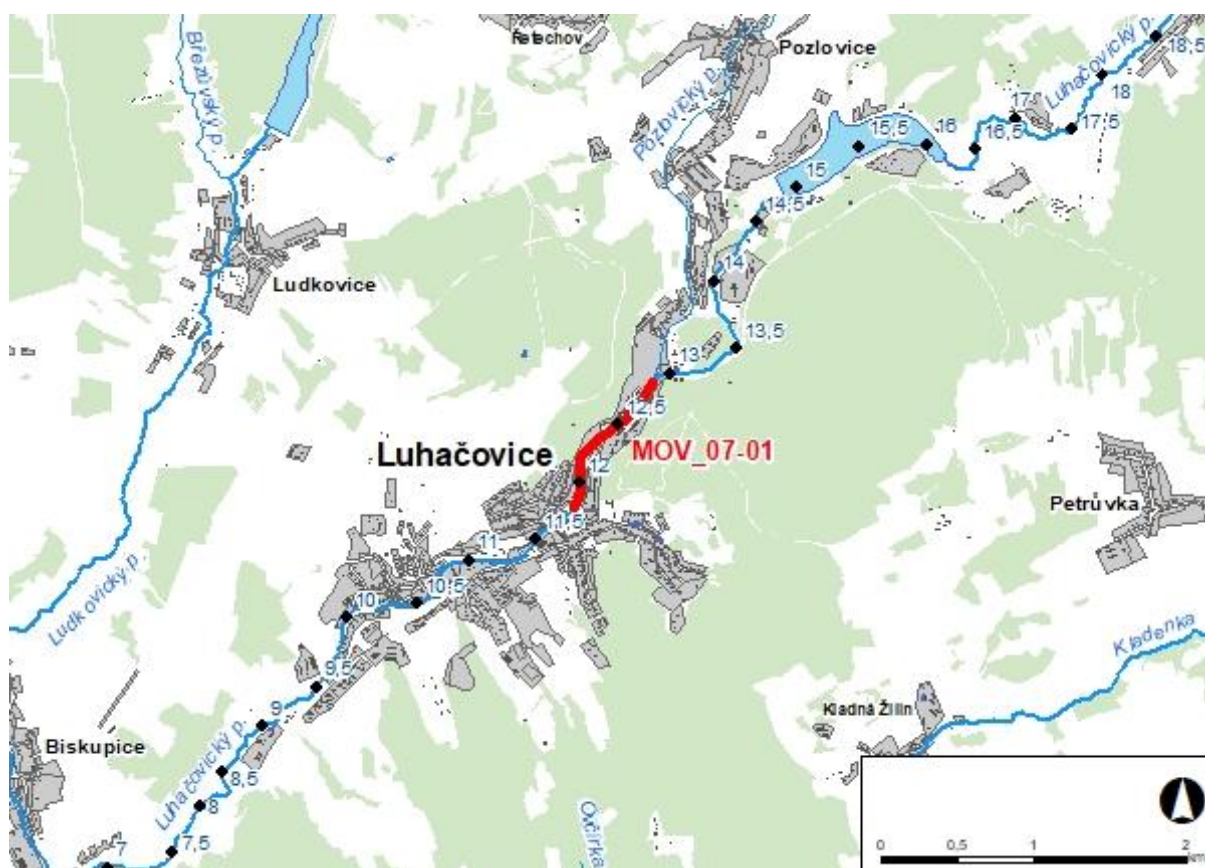
Tab. č. 3 Srovnání staničení

Tok	Staničení dle PVPR	Staničení používané v projektu
Luhačovický potok	11,760 – 12,796	11,833 – 12,872

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

Vodní díla: na Luhačovickém potoce je cca 2 km nad začátkem zájmového úseku MOR_07-01 vybudováno VD Luhačovice. Dalších cca 10 km proti toku leží malá vodní nádrž Křešov.

Přítoky Luhačovického potoka: Ludkovický potok a Oborka (pod úsekem MOV_07-01), Pozlovický potok (na začátku MOV_07-01), Petrůvka, Olše, Hájový potok a Horní Olšava (nad MOV_07-01).



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

2.1 Všeobecné údaje

Luhačovický potok (Štávnice) pramení na jihovýchodních svazích Vizovických vrchů pod obcí Loučka. Protéká jihozápadním směrem obcemi Slopné, Sehradice, Dolní Loučka, Luhačovice, Polichno a u obce Újezdec se vlévá jako pravostranný přítok do toku Olšava.

V úseku od pramene do Luhačovic, dlouhém něco přes 10 km, přibírá několik drobných přítoků bystřinného charakteru. I když je jeho povodí značně zalesněné, přesto se místní povodně vyznačují rychlým odtokem, typickým pro toky ve flyšovém pásmu, kam Luhačovický potok také patří.

Vodní dílo Luhačovice umožňuje zachování minimálního průtoku pod hrází ve výši $0,04 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Významné je také rekreační využití nádrže, zejména v letním období, provozování vodních sportů a rybářství.

Úsek 10100218_1 (MOV_07-01), Luhačovický potok

V řešeném úseku protéká Luhačovický potok katastrálním územím Luhačovice. V zájmovém území je jeden most, pět lávek, jeden stupeň a jeden jez. Tvar příčného profilu koryta je lichoběžník se svahy opevněnými travním drnem, místy kamennou dlažbou. Na hraně břehu je z keřů vysázen „živý plot“. Tok prochází intravilánem a profil je pravidelně udržován. Úsek Luhačovického potoka v zájmovém území je ve správě Povodí Moravy, s.p.



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

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Novodobější povodeň je známa z podkladu [16], kde 2. 6. 2010 byl vyhlášen druhý stupeň povodňové aktivity na řece Štávnici. Přímo v Luhačovicích bylo již zatopeno několik sklepů. Podle slov starosty města Františka Hubáčka byla nejhorší situace v místní části Polichno, kde byly již zatopeny některé sklepy. Přímo na místě byla organizována protipovodňová opatření, chystaly se pytle s pískem pro zastavení pohybu vody. V pohotovosti byli hasiči, policie, technické služby a další dobrovolníci, zasedala povodňová komise. Odtok z přehrady byl regulován na $22 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což by ani při přítoku $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, nemuselo podle jednání protipovodňové komise představovat výrazné nebezpečí [20].

Historická povodeň ze září 1910, kdy lázně Luhačovice postihla velká povodeň, při níž bylo zaplaveno celé údolí Luhačovického potoka a která zanechala značné škody nejen na městských budovách, ale i silnici a železnici. Tato povodeň se stala významným impulsem ke stavbě přehrady. Místo bylo vybráno nad Luhačovicemi u obce Pozlovice, kde má Luhačovický potok plochu povodí skoro 45 km^2 a dlouhodobý průměrný průtok dosahuje zhruba $0,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

3 Přehled podkladů

3.1 Soupis zpráv a dokumentů

- [1] Digitální model reliéfu zájmové oblasti. DMR 5G. ČÚZK, Praha, 2018.
- [2] Rastrová základní mapa 1:10 000 (RZM 10. ČÚZK, mapové listy č.: 11760512, 11760514, 11760516, 11760518, 11780512, 11780514, 11780516, 11780518, 11800512, 11800514, 11800516, 11800518. 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 Luhačovického potoka, Agropojekt PSO s.r.o., 2003.
- [7] Hydrologická data – N-leté průtoky, ČHMÚ, 12/2018.
- [8] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu září 2012. Pöyry Environment a.s., Brno.
- [9] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu března 2019. AQUATIS a.s., Brno
- [10] Technicko provozní evidence toků – TPE Luhačovický potok, Povodí Moravy, s.p., Brno,
- [11] Studie záplavového území toku Luhačovický potok, Povodí Moravy, s.p., 2011.
- [12] Aktualizace záplavového území Olšavy km 0,000 – 36,382, Povodí Moravy, s.p., 04/2010.
- [13] Studie ochrany před povodněmi na území Zlínského kraje, Hydroprojekt CZ a.s., 08/2007.
- [14] Plán dílčího povodí Moravy a přítoků Váhu, AQUATIS a.s., 2016.
- [15] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970.
- [16] www.pmo.cz, Stavy a průtoky na vodních tocích, březen 2019.
- [17] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Moravy a v oblasti povodí Dyje, Pöyry Environment a.s., Brno, 07/2013.
- [18] Numerický 1D+ model Luhačovického potoka v programu MIKE 11, Povodí Moravy, s.p., 2011.
- [19] MIKE 11, A Modelling System for Rivers and Channels, Reference Manual DHI, 2009.
- [20] <http://www.luhacovice.cz/144478n-vyhlaseni-druheho-stupne-povodnove-aktivity>

3.2 Související předpisy

- [I] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie.
- [II] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [III] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [IV] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [V] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [VI] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [VII] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [VIII] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [IX] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [X] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [XI] Vyhláška MŽP 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [XII] Vyhláška č. 178/2012 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [XIII] Nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení §27 odst. 8 a §28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
- [XIV] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012.
- [XV] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011.
- [XVI] Předběžné vyhodnocení povodňových rizik v České republice 2011. Implementace směrnice 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik (verze 5.0). Ministerstvo životního prostředí ČR (poslední aktualizace dne 16. 3. 2012). Praha. 12/2011.
- [XVII] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., aktualizace 18. 8. 2019.

- [XVIII] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 07/2019
- [XIX] Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik – pilotní projekt v soutokových oblastech, DHI a.s., 07/2011.
- [XX] Standardizovaná struktura uložení dat, CDS2, 09/2019.

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

3.3 Topologická data

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

3.3.1 Vytvoření (aktualizace) digitálního modelu terénu

Digitální model terénu (DMT) byl aktualizován s použitím programů ESRI Arc GIS Version 10.5 (nastavba 3D Analyst), AutoCAD 2012 a AutoCAD CIVIL 3D. Model pokrývá celé zájmové území na předpokládaný rozliv Q_{500} s dostatečným přesahem. Výsledný DMT je zpracován z DMR 5G [1], který je doplněn o geodetické zaměření koryta [6]. 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, v celém zájmovém území příčné profily koryta po cca 60 m, v úseku od soutoku s Olšavou po LB přítok nad obcí Slopné provedla firma Agroprojekt PSO s.r.o., v roce 2003. Zaměření je v polohopisném systému S-JTSK, výškopisném systému Balt po vyrovnání. Výkresová dokumentace je k dispozici u zhotovitele.

3.4 Hydrologická data

V Tab. č. 4 jsou uvedena hydrologická data. Data byla ověřena u ČHMÚ koncem roku 2018 [7]. Hodnoty průtoků nedoznaly významných změn oproti hodnotám použitým pro výpočet v [17].

Tab. č. 4 Aktuální N-leté průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ [7]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Luhačovický potok – pod Pozlovickým potokem	11.12.2018	12,8	13,8	23,5	48	97,1	III.

Tab. č. 5 Starší hodnoty N-letých průtoků (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$ pořízené pro 1. plánovací cyklus [17]

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Luhačovický potok – pod Pozlovickým potokem	2013	12,8	13,8	23,8	48	94,4	III.

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

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Luhačovický potok – nad přítokem od obce Loučka	2003	25,0	4,4	9,4	18,2	-	
Luhačovický potok – pod Pozlovickým potokem	2003	12,8	17	27	42	-	

3.5 Místní šetření

V rámci zpracování 2. plánovacího cyklu bylo provedeno místní šetření v březnu 2019 [9]. Toto šetření proběhlo na celém řešeném úseku včetně inundačního území. Tímto byla prověřena aktuálnost terénu a koryta zjištěná terénním průzkumem z 1. plánovacího cyklu z roku 2012, které provedla firma Pöyry Environment a.s. [8]. Oproti průzkumu z 1. plánovacího cyklu nebyly zjištěny žádné změny v korytě ani v inundačním území. Byly pořízeny fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území a citlivých objektů v možném záplavovém území Q_{500} . Při terénním průzkumu byla prověřena aktuálnost geodetického zaměření, dále byly ověřeny hydraulické parametry ovlivňující proudění vody v korytě a inundačním území.

3.6 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

Numerický jednorozměrný síťový (1D+) model Luhačovického potoka v programu MIKE 11 byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2011. Model sloužil pro zpracování Studie záplavového území Luhačovického potoka [11]. Pro tvorbu modelu bylo využito geodetické zaměření [6], DMT a hydrologická data. V rámci modelu byly řešeny povodňové scénáře pro Q_1 - Q_{100} . Výpočet byl proveden pro neustálené nerovnoměrné proudění.

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

V řešeném úseku nebyla k dispozici relevantní data použitelná pro kalibraci.

3.7 Vyhodnocení a příprava podkladů

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

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

Pozemní geodetické zaměření [6] pokrývá celé zájmové území řešeného úseku toku. Příčné profily korytem jsou vedeny kolmo na směr proudění, s hustotou dle charakteru koryta. Zaměřeny jsou veškeré objekty na toku – stupně, jezy, mosty, lávky. V inundaci jsou dále zaměřeny liniové stavby podélné i příčné. Geodetické práce zpracovala firma Agropjekt PSO s.r.o., v roce 2003.

Hydrologická data [7] použitá ve stávajícím výpočtu byla ověřena u ČHMÚ, případně doplněna o nová data. Oproti hodnotám z roku 2013 nedošlo k významným změnám.

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

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

Podkladem pro vyhodnocení byly výsledky ze stávajícího numerického 1D+ modelu Luhačovického potoka [18] zahrnující zájmový úsek v programu MIKE 11, který byl vytvořen na Povodí Moravy, s.p. v roce 2011.

Podkladová kalibrační data nebyla v řešeném úseku k dispozici.

4 Popis koncepčního modelu

Řešený úsek Luhačovického potoka nebyl nově modelován, byla pouze provedena aktualizace DMT pro stávající model provedený v [17] společností Pöyry Environment a.s. ve spolupráci s Povodím Moravy s.p. v roce 2013. Řešený úsek toku byl schematizován 1D+ modelem. Výpočet průběhu hladin byl proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11 [19]. Hydrodynamický model vymezeného úseku byl sestaven v rámci podkladu [17] a to v rozsahu řešeného území.

4.1 Schematizace řešeného problému

Schematizace řešeného úseku Luhačovického potoka je popsána v podkladu [17]. Vzhledem k tomu, že v řešeném úseku nedošlo k významným změnám, které by vedly ke změně výpočtového modelu, nebyl úsek počítán a výstupy z modelu jsou převzaty z předchozího plánovacího cyklu [17].

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Výpočet hladin byl proveden metodou ustáleného nerovnoměrného proudění a ve výpočtu jsou uvažovány konstantní hodnoty kulminačních průtoků dodané ČHMÚ (viz [17]).

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Zadání OP a PP v modelu je popsáno v podkladu [17].

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Výpočet hladin byl proveden výpočtem ustáleného nerovnoměrného proudění pomocí programu MIKE 11, vyvinutým Dánským hydraulickým institutem pro výpočet jednorozměrného proudění ve větvené síti. Výpočet byl proveden v rámci zpracování 1. plánovacího cyklu [17]. MIKE 11 je komplexní jednorozměrný matematický model pro simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích a srážko-odtokových jevů. Výpočtové rovnice matematického modelu jsou uvedeny v manuálu [19], který je k dispozici u zhotovitele.

Matematickým modelem byly popsány průtoky vlastním korytem Luhačovického potoka včetně souvisejících inundačních území a veškerých objektů na toku.

Popis numerického modelu řešeného úseku je dostupný v podkladu [17].

5.2 Vstupní data numerického modelu

Vstupními daty numerického modelu byla data z geodetického pozemního měření [6], které vstupují do modelu jako příčné profily. Tyto příčné profily jsou dle potřeby doplněny dle údajů z DMR 5G [1]. Horní okrajovou podmínkou byly hodnoty N-letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , a Q_{500} v Luhačovickém potoce dodané ČHMÚ pro [17]. Dolní okrajovou podmínkou byly úrovně hladiny Luhačovického potoka v profilu pod řešeným úsekem. Pro stanovení součinitele drsnosti byly používány ortofotomapy [3] a fotodokumentace [8] a [9] pořízené při terénních průzkumech, které proběhly v rámci zpracování 1. plánovacího cyklu v r. 2012 [8] a 2. plánovacího cyklu v r. 2019 [9].

5.2.1 Morfologie vodního toku a inundačních území

Do výpočtového modelu byly zahrnuty veškeré objekty na toku (viz Tab. č. 7). V zájmovém území bylo zaměřeno celkem 18 příčných profilů, které vystihují morfologii koryta, přilehlého inundačního území a veškeré důležité objekty na toku.

Mosty, lávky, stupně a další příčné objekty byly schematizovány obvyklými postupy pro 1D hydrodynamické modely. Příčné řezy objektů respektují údaje ze zaměření. Koeficienty přepadu a další potřebné parametry byly voleny individuálně pro každý konkrétní objekt. Mostní objekty byly řešeny rovnicí energie, přičemž koeficienty kontrakce a expanze byly zpravidla voleny na úrovni hodnoty 0,3 a 0,5.

Tab. č. 7 Objekty vstupující do modelu, úsek MOV_07-01, Luhačovický potok, km 11,833 – 12,872

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
11,768	silniční most	11,695	Luhačovice
11,795	stupeň		Luhačovice
11,845	lávka	11,764	Luhačovice
11,955	lávka	11,880	Luhačovice
12,051	betonový jez	11,990	Luhačovice
12,275	zaústění kanalizace DN 800		Luhačovice
12,275	zaústění kanalizace DN 800		Luhačovice
12,300	lávka		Luhačovice
12,370	zaústění kanalizace DN 400		Luhačovice
12,421	stupeň		Luhačovice
12,427	lávka	12,350	Luhačovice
12,509	výtok ze zatrubnění		Luhačovice

Km	Popis objektu	Km dle TPE (identifikátor objektu)	Lokalita
12,688	vtok do zatrubnění		Luhačovice
12,708	betonový stupeň		Luhačovice
12,748	LB výtok kanalizace		Luhačovice
12,765	LB výtok kanalizace		Luhačovice
12,796	lávka		Luhačovice
12,872	Pozlovický potok	12,783	Luhačovice

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Popis hodnot součinitelů drsnosti pro úsek MOV_07 je dostupný v podkladu [17].

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Hodnoty OP v řešeném úseku jsou detailně popsány v podkladu [17].

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Pro výpočet ustáleného proudění se počáteční podmínky nezadávají.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Nejistota může být v podrobnosti a přesnosti geodetických dat. Udávaná přesnost DMR 5G je 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu. Doplněné pozemní zaměření koryta je provedeno v příčných řezech v průměrné vzájemné vzdálenosti 150 m. Provedená schematizace koryta mezi příčnými řezy tak může mít vliv na zkreslení výsledků výpočtů.

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

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

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

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

5.3 Popis kalibrace modelu

Vzhledem k absenci relevantních kalibračních dat v řešeném úseku toku nebyl model kalibrován.

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Základními výstupy z 1D modelů jsou úrovně hladin a bodové hodnoty průřezových rychlostí v příčných profilech pro jednotlivé povodňové scénáře. Úrovně hladin jsou tabelárně znázorněny v Tab. č. 8.

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

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

Tab. č. 8 Psaný podélný profil pro úsek MOV_07-01, Luhačovický potok km 11,833 – 12,872

Číslo profilu	Ř. Km	Úrovně hladin (m n. m.) pro scénáře:				Poznámka
		Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	
77	11,839	249,38	249,73	250,46	251,76	
-	11,845	249,43	249,80	250,60	251,97	lávka
78	11,859	249,44	249,82	250,62	252,04	
79	11,945	249,56	249,95	250,75	252,29	
-	11,955	249,59	249,98	250,79	252,49	lávka
80	11,968	249,60	249,99	250,81	252,52	
81	12,036	249,71	250,07	250,89	252,62	
-	12,051	250,88	251,24	252,01	253,19	jez
82	12,059	252,16	252,51	253,23	253,80	
83	12,229	252,34	252,68	253,41	254,27	
-	12,300	252,46	252,83	253,91	254,60	lávka
84	12,306	252,47	252,84	253,93	254,62	
85	12,421	252,79	253,21	254,10	254,84	stupeň
-	12,427	252,86	253,26	254,30	254,94	lávka
86	12,435	252,86	253,28	254,32	254,98	
87	12,503	252,90	253,33	254,32	255,05	
88	12,509	253,14	253,56	254,91	255,77	začátek zatrubnění
89	12,688	253,15	253,57	255,07	256,26	konec zatrubnění
90	12,697	253,15	253,57	255,10	256,29	stupeň
91	12,790	253,57	253,91	255,27	256,43	
-	12,796	253,65	253,99	255,37	256,47	lávka
92	12,802	253,72	254,05	255,44	256,51	
93	12,872	253,82	254,17	255,47	256,56	Pozlovický potok

Úsek MOV_07-01 Luhačovický potok, km 11,833 – 12,872

V řešeném úseku protéká Luhačovický potok lázeňským centrem Luhačovic. V řešeném úseku je cca 180 m dlouhé zaklenutí v blízkosti prameniště Vincentky. Upravené koryto kapacitně převede průtok Q_{20} . Při Q_{100} je zaplavováno inundační území na obou stranách především z důvodu nekapacitního zaklenutí i koryta. Zaplaven je tak prostor

kolonády v šíři cca 70 m, zaplaveny jsou lázeňské areály a sportoviště v blízkosti toku. Rozliv Q_{500} je souvislý podél toku ve větší šíři než Q_{100} .

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q_{500}) je dotčena obec Luhačovice v úseku MOV_07-01.

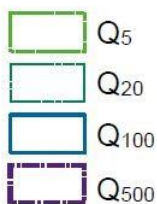
Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a průřezová rychlost proudu, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , kde hranice rozlivů jsou doprovodnými informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky mají podobu rastru, průřezové rychlosti jsou popsány bodovými hodnotami. Charakteristiky jsou podloženy RZM v odstínu šedé a vyobrazená proměnná má velikost pixelu 1 m.

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

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

Rozlivy jsou zobrazeny jako doprovodné informace pro jednotlivé průtoky na RZM v měřítku 1:10 000. V mapách jsou vykresleny jako linie specifikované metodikou [XVII] - viz Obr. 3.

Rozlivy



Obr. č. 3 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

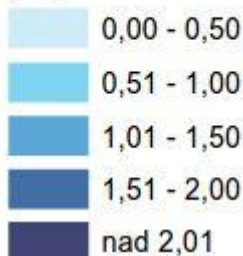
6.2.2 Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

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

Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. 4.

Hloubky

[m]



Obr. č. 4 Definice barev a intervalů hloubek

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

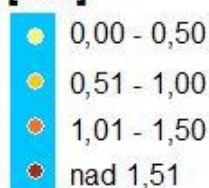
Průřezové rychlosti jsou zobrazeny pro jednotlivé průtoky jako bodové hodnoty, a to vždy pro části profilu tvořené vlastním korytem toku a pravobřežní resp. levobřežní inundací.

Rychlosti v tomto úseku je možno rozdělit na rychlosti v korytě a mimo koryto. V korytě jsou hodnoty průřezových 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 průřezových rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. 5.

Rychlosti

[m/s]



Obr. č. 5 Definice barev a intervalů průřezových rychlostí

6.3 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

Nejistoty v podkladech i v samotném hydraulickém výpočtu byly komentovány v kapitole 5.2.5. Pro další praktické využití výsledků hydraulických výpočtů je vždy nezbytné zohlednit míru nejistoty, kterou jsou tato data nevyhnutelně zatížena. Dále je nutné posoudit aktuálnost výsledků především ve vztahu k případným změnám, ke kterým mohlo dojít od doby realizace výpočtů. Jedná se především o změny:

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

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

Vzhledem k tomu, že v rámci zpracování 2. plánovacího cyklu nebyl v řešeném úseku MOV_07-01 Luhačovický potok měněn hydrodynamický model, není řešen ani posudek hydrodynamického modelu. Ten je platný z roku 2013 v podkladu [17].