



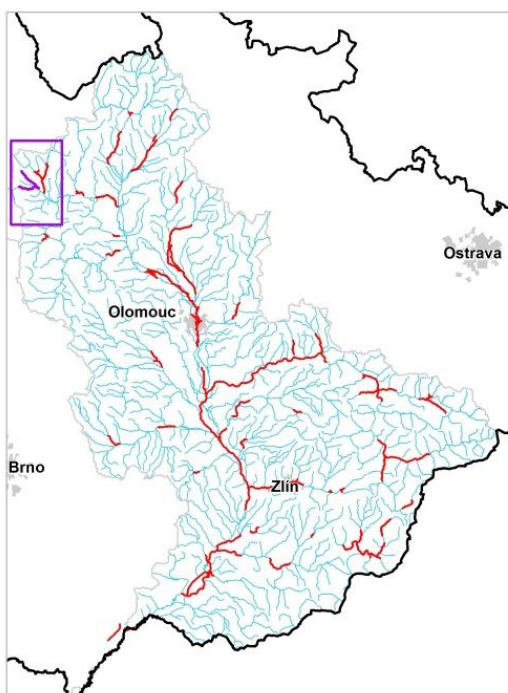
ANALÝZA OBLASTÍ S VÝZNAMNÝM POVODŇOVÝM RIZIKEM V ÚZEMNÍ PŮSOBNOSTI STÁTNÍHO PODNIKU POVODÍ MORAVY VČETNĚ NÁVRHŮ MOŽNÝCH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ (PODKLAD K PLÁNU PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ DUNAJE)

DÍLČÍ POVODÍ MORAVY A PŘÍTOKŮ VÁHU

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

LUKOVSKÝ P. – 10188986_1 (MOV_29-01) - Ř. KM 1,980 – 8,750

LUKÁVKA – 10191438_1 (MOV_29-02) – Ř. KM 0,000 – 7,130



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

LUKOVSKÝ P. – 10188986_1 (MOV_29-01) - Ř. KM 1,980 – 8,750

LUKÁVKA – 10191438_1 (MOV_29-02) – Ř. KM 0,000 – 7,130

Pořizovatel:



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

Zhotovitel:



Revital
Srncí 9
158 00 Praha 5 - Jinonice

Zpracovatel posudku:



Výzkumný ústav vodohospodářský
T. G. Masaryka, v.v.i.
Mojmírovo náměstí 16
612 00 Brno

Obsah:

1	Základní údaje	5
1.1	Seznam zkratk a symbolů.....	5
1.2	Cíle prací.....	5
1.3	Postup zpracování a metoda řešení	6
2	Popis zájmového území	6
2.1	Všeobecné údaje.....	8
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	9
3	Přehled podkladů	11
3.1	Soupis zpráva a dokumentů	11
3.2	Související předpisy	11
3.3	Topologická data	12
3.3.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	12
3.3.2	Mapové podklady.....	12
3.3.3	Geodetické podklady	12
3.4	Hydrologická data.....	12
3.5	Místní šetření	13
3.6	Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady.....	13
3.7	Vyhodnocení a příprava podkladů.....	13
4	Popis koncepčního modelu	14
4.1	Schematizace řešeného problému.....	14
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	16
4.3	Způsob zadávání OP a PP	17
5	Popis numerického modelu.....	18
5.1	Použité programové vybavení	18
5.2	Vstupní data numerického modelu.....	18
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	18
5.2.2	Drsnosti koryta a inundačních území	20
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek.....	21
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	22
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	22
5.3	Popis kalibrace modelu	23
6	Výsledky.....	24
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	24
6.2	Mapy povodňového nebezpečí.....	24
6.2.1	Rozlivy pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	24
6.2.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	25
6.2.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	25

6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	25
-----	---	----

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
2D	dvourozměrný
3D	trojrozměrný
ČHMÚ	český hydrometeorologický ústav
ČHP	číslo hydrologického pořadí
ČSN	česká technická norma
ČÚZK	český úřad zeměměřičský a katastrální
DMR 5G	digitální model reliéfu páté generace
DMT	digitální model terénu
DOP	dolní okrajová podmínka
HOP	horní okrajová podmínka
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center – River Analysis System
LB	levý břeh/levobřežní
LG	limnigraf (vodočet)
MŽP	ministerstvo životního prostředí
OP	okrajová podmínka
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 Lukovský potok – 10188986_1 (MOV_29-01) – ř. km 1,980 – 8,750 a Lukávka – 10191438_1 (MOV_29-02) – ř. km 0,000 – 7,130 na základě stanovení následujících charakteristik průběhu povodně:

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

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

Kroky nezbytné k dosažení cíle:

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

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

Vymezené úseky Lukovského potoka a Lukávky jsou nově vymezenými oblastmi s významným povodňovým rizikem pro zpracování 2. plánovacího cyklu.

1.3 Postup zpracování a metoda řešení

Postup zpracování a metoda řešení byly:

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

2 Popis zájmového území

Předmětem řešeného území je úsek na toku Lukovský potok v km 1,980 – 8,750 a Lukávka v km 0,000 – 7,130* (Obr. č. 1).

Tab. č. 2 Základní informace o řešeném úseku

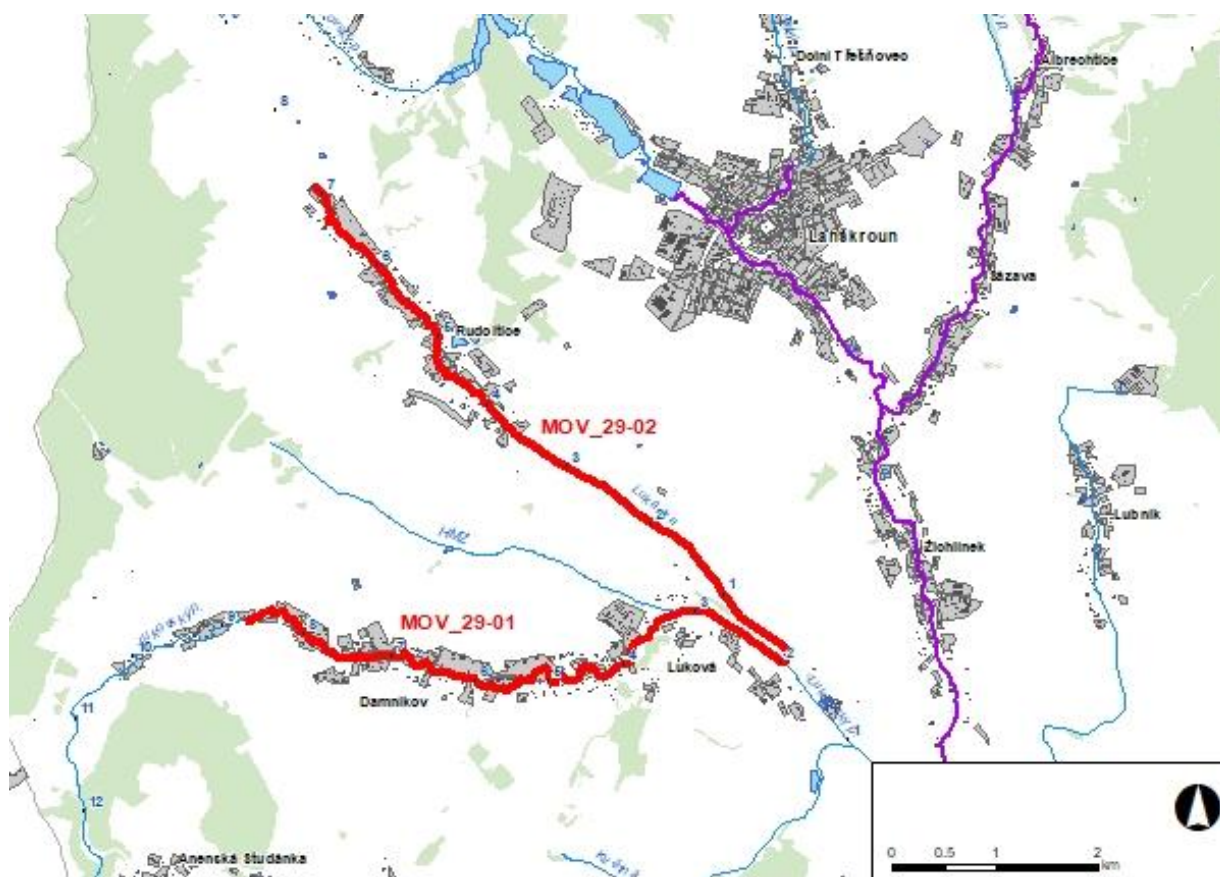
ID úseku	Pracovní číslo úseku	Tok	Říční km, začátek - konec	ČHP
10188986_1	MOV_29-01	Lukovský potok	1,980 – 8,750	4-10-02-012 4-10-02-0141
10191438_1	MOV_29-02	Lukávka	0,000 – 7,130	4-10-02-0142

*) Komentář k používané kilometrácii toku

V celém projektu je používána kilometráž, která vychází z již zpracovaných studií Povodí Moravy, s.p. [9]. Kilometráž Lukávky a Lukovského potoka, používaná při zpracování map povodňového nebezpečí a rizik, vychází z geodetického zaměření koryta, které provedla firma OGIS spol.s.r.o. v roce 2018 [6].

V povodí Lukovského potoka a Lukávky nejsou zbudovaná žádná významná vodní díla.

V zájmovém úseku ne nenachází žádné významné přítoky Lukávky. Tak je levostranným přítokem Lukovského potoku.



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

2.1 Všeobecné údaje

Lukovský potok

Lukovský potok je říční tok na Lanškrounsku v Pardubickém kraji, na pomezí Svitavské pahorkatiny a Podorlické pahorkatiny. Pramení v nadmořské výšce 528 m n.m. v severní části Hřebečského hřbetu. Tvoří pravostranný přítok řeky MOřavská Sázava, která se dále vlévá do Moravy. Délka toku činí 16,7 km. Plocha povodí měří 63,5 km². Povodí se nachází na hlavním evropském rozvodí Labe – Dunaj. Vyskytuje se zde i nejnižší bod tohoto rozvodí, a to ve výšce 434 m n.m. v Třebovickém sedle.

Lukovský potok je neupraveným vodním tokem s vějířovitým povodím s řadou dominantních oboustranných přítoků velkých mezipovodí, většina území je intenzivně zemědělsky obhospodařována, kdy v současném povodí chybí přirozené retenční prostory pro zmírnění kulminačních průtoků. Samotné koryto se vyznačuje v důsledku absence historických úprav různými podélnými sklony v jednotlivých úsecích a rovněž tak různými tvary příčných profilů, které jsou z minulosti buď přirozeného vývoje včetně vegetačního pokryvu zasahujícího do průtočného profilu koryta a zároveň účelově pomístně svázané v místech přimknutých k zástavbě. Totéž platí o úsecích navazujících na větší objekty přemostění. Tok jako takový ve své centrální části prochází obcemi s rozptýlenou zástavbou situovanou po obou březích, takže jsou přes něj vedena přemostění různého provedení, stáří i kapacity. Kapacita potoka jak je nejlépe patrné z přílohové části je odvislá od jednotlivých úseků, které svoji kapacitou odpovídají cca Q_5 i méně, v Helvíkově je řada úseků s kapacitou i Q_1 . Úseky toku ve střední části a především oddálené zástavbě jsou kapacity $Q_{10} \approx Q_{20}$. Jednotlivá přemostění pak s touto kapacitou korespondují či spíše jsou o stupeň menší.

Lukávka

Lukávka pramení nad obcí Ostrov v nadmořské výšce cca 420 m n.m.. Délka toku činí 9,7 km. Plocha povodí měří 21,06 km². Tok Lukávka je opět neupraveným vodním tokem povodí tvaru protáhlého, od střední části obce Rudoltic výše pak můžeme hovořit o povodí vějířovitém. Většina přítoků přichází z pravých obhospodařovaných svahů, které jsou ve střední a horní části povodí delší plošší a vodnatější než levá strana povodí, níže po toku pak dominantní vodoteče přicházejí z levé strany. Dolní úsek potoka až pod obec Rudoltice v délce cca 3,5 km prochází zemědělsky využívanou oblastí zcela bez zástavby. Od tohoto úseku výše až po km 6,9 pak tok prochází jako neupravený zástavbou obce Rudoltice, která je situována po obou březích koryta s poměrně hustším výskytem objektů, nejedná se tak o rozptýlenou zástavbu vesnického charakteru. Kapacita toku je ovlivněna historickým vývojem, kdy tento potok není upraven v důsledku čehož se v jednotlivých úsecích vyskytují příčné profily různých kapacit ovlivněných jako u předchozího potoka jak vzrostlou vegetací zasahující do průtočného profilu, tak činností člověka v důsledku historické zástavby situované na samotný břeh vodoteče a do jejich inundací. Jelikož zástavba je umístěna na obou březích potoka, tak tento je křížen řadou komunikací a sjezdů, kde tato přemostění jsou různého stáří, provedení a kapacity. Kapacita koryta jak je opět nejlépe patrné ze přiložených výkresů a výpočtů závisí na určitém úseku a pohybuje se v rozmezí $Q_2 - Q_{20}$. Tomuto rozptýlu prakticky odpovídá i kapacita přemostění, i když některé přejezdy k nemovitostem jsou kapacity i menších.

Úsek 10188986_1 (MOV_29-01), Lukovský potok

V řešeném úseku protéká Lukovský potok katastrálním územím Damníkov a Luková. Začátek úseku je pod silničním mostem mezi obcemi Opatov a Rudoltice. Konec úseku je vymezen zaústěním levobřežního přítoku Lukávky v obci Luková. Koryto má tvar jednoduchého lichoběžníku bez opevnění, je značně zarostlé. Úsek Lukovského potoka je v zájmovém území ve správě Povodí Moravy, s.p..

Úsek 10191438_1 (MOV_29-02), Lukávka

V řešeném úseku protéká Lukávka katastrálním územím Rudoltice a Luková. Začátek úseku je na konci zástavby obce Rudoltice a konec je vymezen zaústěním do Lukovského potoka v obci Luková. Koryto má tvar jednoduchého lichoběžníku bez opevnění, je značně zarostlé. Úsek Lukávky je v zájmovém území ve správě Povodí Moravy, s.p..



Obr. č. 2 Přehledná mapa povodí Moravy a přítoků Váhu dle [10]

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Největší zaznamenaná povodeň je zaznamenaná z roku 1997. V obci Luková po několikadenních deštích se 6. června Lukovský potok rozlil po cestách i zahradách. Kulminace byla 7. července ve večerních hodinách, kdy v obci bylo nejvíc vody za více než sto let. Výška vody na zahradách dosahovala přes jeden metr, hladina vody v Lukovském potoce stoupla nejméně o 2,5 metru.

Novoroční povodeň na začátku roku 2003, kdy vydatně pršelo a 3.1. došlo k vylití vody z koryta. Stav vody byl o půl metra nižší než v r. 1997.

Povodeň se opět projevila v roce 2006, kdy došlo k zaplavení komunikací a zahrad.

V neděli 3. srpna 2014 se po několika desítkách minut prudkých dešťových srážek rozvodnil vodní tok Lukávka. V 16 hodin dosáhla hladina toku II. SPA a v 18 hodin dokonce již III. SPA.



Obr. č. 3 Povodeň v obci Luková v r. 1997



Obr. č. 4 Povodeň v obci Luková v r. 1997



Obr. č. 5 Povodeň v obci Luková v r. 1997



Obr. č. 6 Povodeň v r. 2014 z přívalových srážek



Obr. č. 7 Povodeň v r. 2014 z přívalových srážek

3 Přehled podkladů

3.1 Soupis zpráva a dokumentů

- [1] Digitální model reliéfu zájmové oblasti. DMR 5G. ČÚZK, Praha, 2017.
- [2] Rastrová základní mapa 1:10 000 (RZM 10. ČÚZK, mapové listy č.: 10800588, 10800590, 10800592, 10800594, 10820588, 10820590, 10820592, 10820594, 10840588, 10840590, 10840592, 10840594, 10860588, 10860590, 10860592, 10860594, Praha, 2017.
- [3] Ortofotomapy zájmového území. ČÚZK, Praha, 2018.
- [4] Základní báze geografických dat ZABAGED – polohopis, ČÚZK, Praha, 2017.
- [5] Základní báze geografických dat ZABAGED – výškopis, ČÚZK, Praha, 2017.
- [6] Geodetické zaměření koryta Lukovského potoka a Lukávky, OGIS s.r.o., Rosice, 11/2018
- [7] Hydrologická data – N-leté průtoky, ČHMÚ, 11/2018.
- [8] Místní šetření v zájmové lokalitě v průběhu dubna 2019, A. Havlík, Praha.
- [9] Studie odtokových poměrů pro povodí Lukávky, Lukovského potoka a přítoku, Agropojekce Litomyšl spol. s.r.o., 11/2008.
- [10] Plán dílčího povodí Moravy a přítoků Váhu, AQUATIS a.s., 2016.
- [11] Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, díl III, Hydrometeorologický ústav, 1970.
- [12] www.pmo.cz, Stavy a průtoky na vodních tocích, březen 2019.
- [13] HEC-RAS 5.0 River Analysis System – User's Manual, US Army Corps of Engineers, 02/2016.
- [14] Fotodokumentace, A. Havlík, Praha, 2019.
- [15] www.rudoltice.cz
- [16] www.lukova.cz

3.2 Související předpisy

- [I] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie.
- [II] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [III] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [IV] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [V] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [VI] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [VII] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [VIII] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [IX] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [X] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [XI] Vyhláška MŽP 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [XII] Vyhláška č. 178/2012 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [XIII] Nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení §27 odst. 8 a §28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
- [XIV] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., 03/2012.
- [XV] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 04/2011.
- [XVI] Předběžné vyhodnocení povodňových rizik v České republice 2011. Implementace směrnice 2007/60/ES o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik (verze 5.0). Ministerstvo životního prostředí ČR (poslední aktualizace dne 16. 3. 2012). Praha. 12/2011.
- [XVII] Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VÚV T.G.M. v.v.i., aktualizace 18. 8. 2019.
- [XVIII] Standardizační minimum pro zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik, VRV a.s., 07/2019.

[XIX] Standardizovaná struktura uložení dat, CDS2, 09/2019.

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

3.3 Topologická data

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

3.3.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

Digitální model terénu (DMT) byl vytvořen s použitím programů ESRI Arc GIS Version 10.5 (nastavba 3D Analyst), AutoCAD 2012 a AutoCAD CIVIL 3D. Model pokrývá celé zájmové území na předpokládaný rozliv Q_{500} s dostatečným přesahem. Výsledný DMT je zpracován z DMR 5G [1], který je doplněn o geodetické zaměření koryta [6]. 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 provedla firma OGIS s.r.o. na konci roku 2018. Byla zaměřena koryta Lukovského potoka a Lukávky ve vymezených zájmových úsecích včetně objektů na toku (spádové objekty, mosty, propustky, zídky...). Měření proběhlo formou příčných profilů po 15ti až 50ti metrech podle terénu. 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. 3 jsou uvedena hydrologická data. Vzhledem k tomu, že nebyla k dispozici žádná předchozí data, byla zakoupena nová u ČHMÚ koncem roku 2018.

Tab. č. 3 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
Lukávka (Rudoltská) ústí	16. 11. 2018	0,1	12	18,8	26,7	40	III.
Lukávka (Rudoltská) nad Rybníčním p.	16. 11. 2018	5,1	7,57	12,2	18,2	30	IV.
Lukovský p. nad Lukávkou	16. 11. 2018	2,1	21,1	33,9	49,9	75	III.
Lukovský p. nad Anenským p.	16. 11. 2018	7,1	11,6	18,8	27,9	40	III.

3.5 Místní šetření

Fotodokumentace byla pořízena v rámci terénního průzkumu, který provedl A. Havlík v dubnu 2019 [8]. Byly pořizovány fotografie vodního toku, technických objektů na toku, inundačního území a citlivých objektů v možném záplavovém území Q_{500} . Při terénním průzkumu byla prověřována aktuálnost geodetického zaměření, ověřovány hydraulické parametry ovlivňující proudění vody v korytě a inundaci a zjišťován rozsah historických povodní u místních obyvatel. V rámci terénní pochůzky nebyly zjištěny zásadní změny tvaru koryta, inundačního území a technických objektů na toku oproti geodetickému zaměření a DMT použitých pro tvorbu modelu u žádného z posuzovaných úseků. Rozsah historických povodní uvedených v kap. 2.2 nebylo možno konfrontovat s aktuální situací z důvodů nedostupnosti relevantních podkladů.

3.6 Stávající hydrodynamický model a kalibrační podklady

V době zpracování nebyl k dispozici žádný stávající hydrodynamický model.

3.7 Vyhodnocení a příprava podkladů

DMT vytvořený z DMR 5G [1] a ze zaměření koryta toku [6] 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. Geodetické zaměření provedla v roce 2018 firma OGIS spol. s r.o.. Zaměřeny jsou veškeré objekty na toku – stupně, jezy, mosty, lávky. V inundačním území jsou dále zaměřeny liniové stavby podélné i příčné. Zaměření je v polohopisném systému S-JTSK a výškopisném systému Balt po vyrovnání.

Hydrologická data použitá ve stávajícím výpočtu byla pořízena u ČHMÚ [7].

Terénní průzkum byl proveden v dubnu 2019 A. Havlíkem [8]. Byla prověřena aktuálnost geodetického zaměření.

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

Podkladová kalibrační data nejsou v řešeném úseku k dispozici.

4 Popis koncepčního modelu

Výpočty pro oba potoky byly rozděleny na 2 nenavazující úseky:

Modelované dílčí úseky:

- Lukovský potok (MOV_29-01), ř.km 1,980 až 8,750;
- Lukávka (MOV_29-02), ř.km 0,000 až 7,130.

Pro výpočet byl použit dvourozměrný (2D) model neustáleného proudění. Výsledky simulace popisují stav ustáleného proudění při požadovaných *N*-letých průtocích v celé zájmové oblasti. Model vymezených úseků byl sestaven firmou doc. Ing. Aleš Havlík, CSc. – Revital v roce 2019.

Vzhledem k důležitosti toku a na dostupná zejména geodetická data byl zvolen přístup 2D schematizace. Výhodou 2D modelu proudění oproti 1D, 1D+ a kombinaci 1D a 2D modelu je přesnější popis proudění v území, snadná vizuální kontrola výsledků a možnost přímého vygenerování výstupů pro vyhotovení map povodňového nebezpečí. Kombinací DMR 5G a podrobného DMT koryta je možné vytvořit velmi detailní výpočetní síť. V případě složitější topografie dna a břehů toku umožňuje 2D schematizace přesnější popis rozložení rychlostí v korytě a nabízí individuální volbu součinitelů drsnosti pro každou výpočetní buňku (prvek).

Pro řešení byl použit softwarový prostředek HEC-RAS.

2D modelem bylo popsáno proudění vlastním korytem obou potoků, částí jejich přítoků, související inundační území a veškeré objekty na toku. Do modelu nejsou zahrnuty malé přítoky z povodí z hlediska jejich bezvýznamnosti.

4.1 Schematizace řešeného problému

Lukovský potok (MOV_29-01)

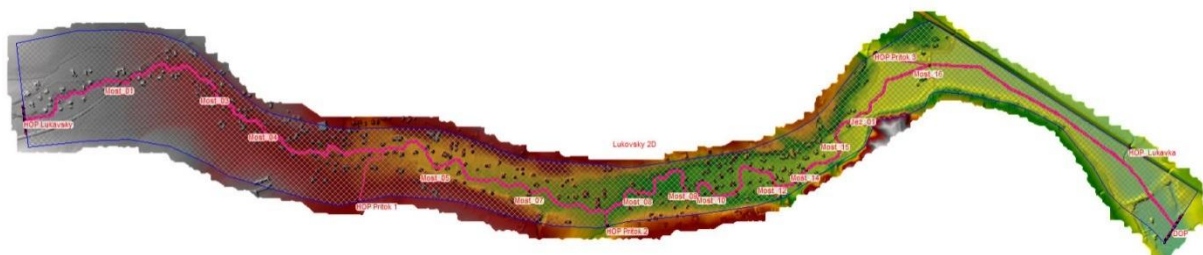
V rámci vytváření 2D modelu pro úsek Lukovského potoka (MOV_29-01) byla provedena schematizace náhradní oblasti pomocí nepravidelné mnohoúhelníkové výpočetní sítě (Obr. č. 8). Výpočetní síť byla uzpůsobena velmi malým rozměrům koryta na základě následující koncepce: v pásu širokém 4 metry podél osy potoka byla vytvořena výpočetní síť čtyřúhelníkových prvků o velikosti 0,4 x 0,4 m s hranami, které byly více méně paralelní s osou, v dalších 2 pásách u šířky 4 m po obou stranách byly vytvořeny buňky o rozměrech 1,0 x 1,0 m, na zbývajících ploše potom výpočetní síť tvořily buňky s velikostí prvku 4,0 m x 4,0 m, doplňkově pak byla výpočetní síť ještě přizpůsobena povinnými hranami v místě objektů, hrází a dalších liniových prvků apod. V případě mostních objektů byly břehové opěry podrobně vymodelovány v DMT, velikost rastrové sítě DMT byla následně použita velmi malá hodnotou 40 cm.

Celá výpočetní síť měla 476 073 buněk.

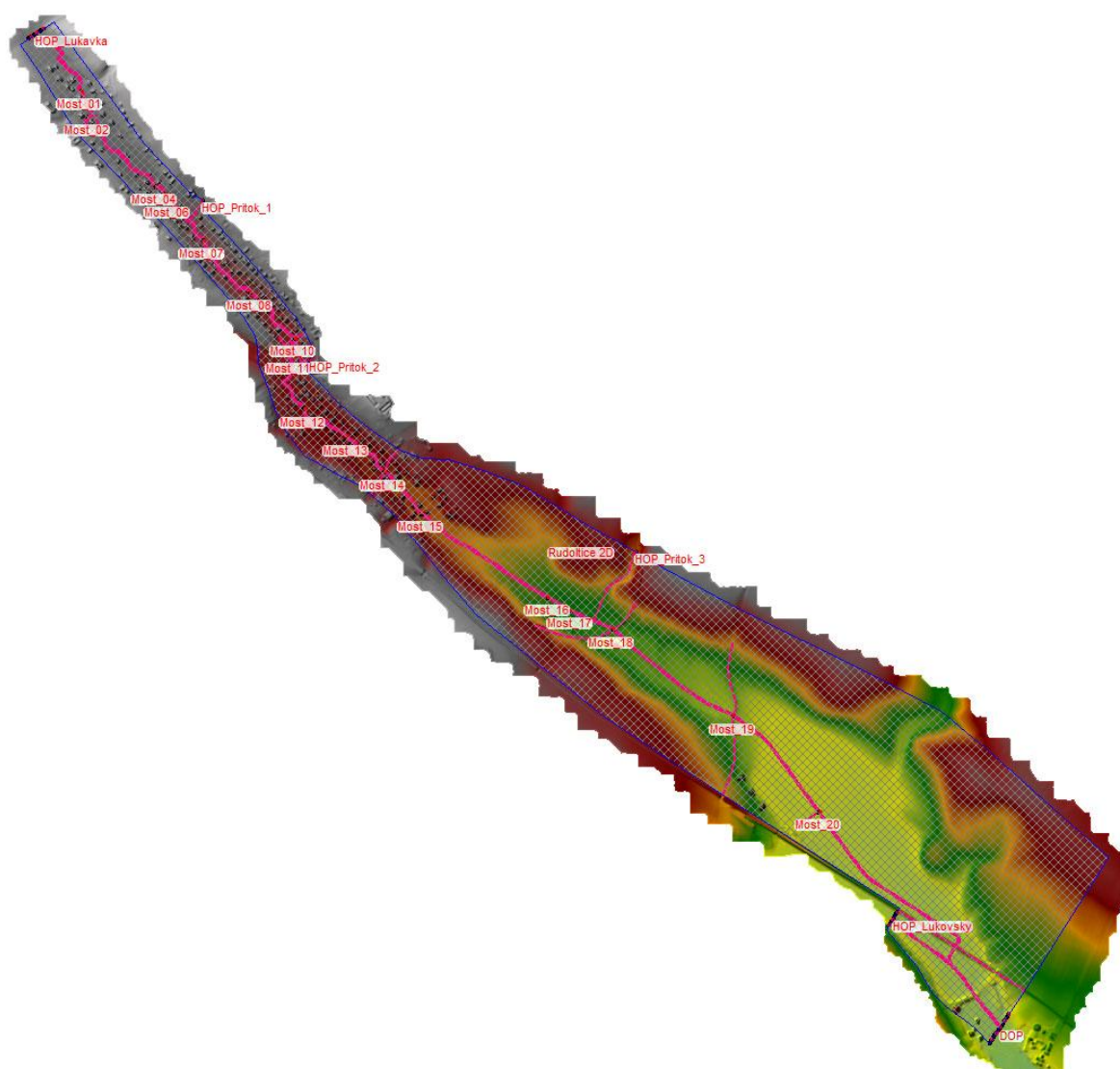
Lukávka potok (MOV_29-02)

V rámci vytváření 2D modelu pro úsek Lukávky (MOV_29-02) byl použit zcela shodný přístup jako v případě Lukovského potoka, schematizace výpočetní sítě na podkladu DMT je zobrazena na Obr. č. 9.

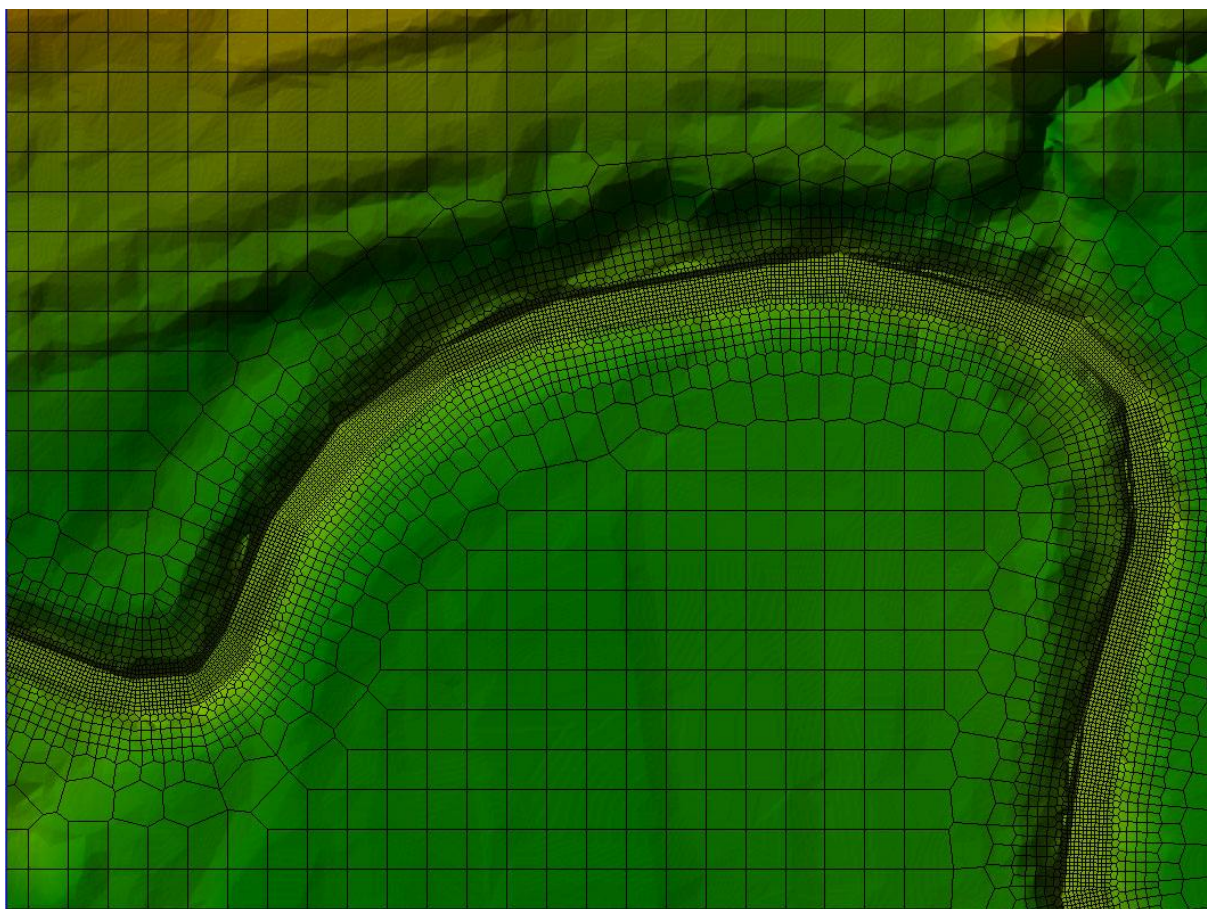
Celá výpočetní síť měla 506 989 buněk.



Obr. č. 8 Schéma výpočetní sítě modelu pro Lukovský potok MOV_29-01



Obr. č. 9 Schéma výpočetní sítě modelu pro Lukávku MOV_29-02



Obr. č. 10 Detail výpočetní sítě pro Lukovský potok s postupně narůstajícími rozměry výpočetních elementů od osy koryta potoka

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Výsledky předkládaných hydraulických výpočtů odráží teoretický stav, při kterém by došlo k ustálenému proudění s hodnotou průtoku Q_N v celém zájmovém úseku i přilehlém inundačním území. Zvolený přístup má za následek vychýlení některých výsledků (rozsah rozlivu, hodnoty hloubek) mírně na stranu bezpečnosti oproti reálnému stavu, především při modelovém průchodu povodňových vln vyšších N -letostí (s kulminačními průtoky Q_{100} a Q_{500}). Důvodem zmíněného nadhodnocení je skutečnost, že reálné povodně se vyznačují neustáleným prouděním, tedy mají nižší objemovou složku (kulminační průtok odpovídající vyšetřované N -letosti se vyskytuje omezenou dobu) a při proudění dojde k jejich transformaci územím. Výsledek proudění při ustáleném stavu vystihuje stav, kdy by nejhorší fáze povodně nastala v celém vyšetřovaném úseku ve stejný okamžik.

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

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Okrajové podmínky jsou zadány následovně:

Horní okrajovou podmínkou (HOP) jsou průtoky. Při ustálení odpovídají hodnotám N -letých průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} ve vodním toku Lukovský potok, respektive Lukávka dodaných ČHMÚ [8]. Nárůst průtoků v podélném profilu byl řešen vložením dalších horních okrajových podmínky do některého z přítoků. U Lukavského potoka to byl Annenský potok a další 2 bezejmenné přítoky, u Lukávky Rybníční potok a také 2 bezejmenné přítoky.

Dolní okrajové podmínky (DOP) byly u obou modelů umístěny do vzdálenosti více než 500 m pod soutokem Lukovského potoka a Lukávky, kde řešený úsek končí. Vzhledem k tomu, že nebyly k dispozici žádné podklady o průběžích hladin na obou potocích, byly jako dolní okrajové podmínky použity konzumní křivky profilu na konci obou modelů stanovené na základě zjednodušeného předpokladu rovnoměrného proudění pro sklon čáry energie $i_e = 0.002$.

Výpočty byly vždy zahájeny na suchém modelu, na začátku simulace pro průtok Q_5 byl uvažován minimální průtok $1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, který byl po dobu 3 hodin plynule zvyšován až na hodnotu Q_5 , která byla v následující době již neměnná. Doba trvání tohoto stavu vyplynula z podmínky, aby došlo k ustálení výpočtu, to znamená, aby i ve výtokovém profilu bylo dosaženo průtoků Q_5 . Obdobný postup platil i pro zbývající N -leté průtoky s tím, že počátečním průtokem byl vždy předchozí N -letý průtok a pro počáteční stav byl použit hotstart file z předchozího výpočtu.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Výpočet proudění byl proveden pomocí programu HEC-RAS 5.0.6 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) vyvinutého US Army Corps of Engineers pro výpočet jednorozměrného a dvourozměrného proudění. HEC-RAS umožňuje komplexní modelové řešení pro simulaci proudění v otevřených korytech a inundačních územích. Výpočtové rovnice jsou uvedeny v manuálu [13]. Pro řešení proudění byla zvolena metoda difuzní vlny (resp. její aproximace). Numerická schematizace se opírá o kombinaci metody konečných diferencí a konečných objemů.

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

Numerickým modelem je popsán průtok vlastním korytem Lukovského potoka, Lukávky, jejích přítoků, včetně souvisejících inundačních území a veškerých objektů.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Vstupními daty numerického modelu jsou data z geodetického pozemního měření [6] v podobě příčných řezů a bodů x , y , z v situaci, z nichž je vygenerován model koryta toku Lukovského potoka, respektive Lukávky a ostatních přítoků. Model povrchu inundačního území je vytvořen na základě DMR 5G [1]. Budovy a bloky budov jsou ve výpočetní síti uvažovány jako neprůtočné plochy s výrazným zvýšením terénu. Digitální povrch terénu použitý ve výpočtu je vytvořen propojením zaměření koryt, digitálního modelu reliéfu a neprůtočných objektů (budov). HOP jsou hodnoty vycházející z N -letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} na Lukovském potoce a Lukávce vždy ve 2 profilech dodaných ČHMÚ [7]. DOP jsou úrovně hladin v korytě Lukovského potoka pod soutokem s Lukávkou. Pro stanovení součinitele drsnosti byly používány ortofotomapy [3] a fotodokumentace [14] pořízená při terénním průzkumu v roce 2019.

Při výpočtu se uvažovalo s konstantním časovým krokem v rozmezí od 0.5 do 1 s. Maximální počet iterací byl zvýšen na hodnotu 30. Přípustná odchylka pro vypočtené výšky hladiny a objemy (přepočtené na výšky hladiny) byla uvažována na úrovni 3 mm.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Do výpočtového modelu jsou zahrnuty veškeré objekty na toku (Tab. č. 4 a 5). V úseku se nenacházejí žádné objekty umožňující manipulaci.

V případě mostů byly použity dva přístupy. V případě, že úroveň hladiny nedosahovala dolní hrany mostovky, byl mostní objekt zadán úpravou geometrie koryta v profilu mostu zahrnutím mostních pilířů. Mostovka v takovém případě uvažována nebyla. V případě, že úroveň hladiny byla výš než úroveň dolní hrany mostovky, bylo zvýšení hladiny vlivem tlakového proudění a případného přepadu přes mostovku řešeno pomocí objektu 1D a využitím rovnice přepadu, tak aby vzduší odpovídalo kontrolnímu „ručnímu“ výpočtu 1D přístupem.

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

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

Tab. č. 4 Objekty vstupující do modelu, Lukovský potok (MOV_29-01) km 1,98 – 8,750

Km	Popis objektu	Lokalita
3,143	Silniční most	Luková
3,577	Stupeň	Damníkov
3,587	Stupeň	Damníkov
3,808	Silniční most	Damníkov
4,104	Ocelová lávka	Damníkov
4,188	Silniční most	Damníkov
4,319	Ocelová lávka	Damníkov
4,638	Ocelová lávka	Damníkov
4,770	Ocelová lávka	Damníkov
5,042	Silniční most	Damníkov
5,420	Silniční most	Damníkov
6,115	Cestní most	Damníkov
6,460	Ocelová lávka	Damníkov
6,675	Ocelová lávka	Damníkov
7,194	Silniční most	Damníkov
7,775	Cestní most	Damníkov
8,130	Cestní most	Damníkov
8,690	Silniční most	Damníkov
8,750	Silniční most	Damníkov

Tab. č. 5 Objekty vstupující do modelu, Lukávka (MOV_29-02) km 0,0 – 7,130

Km	Popis objektu	Lokalita
0,088	Železniční most	Luková
1,125	Silniční most	Luková
1,795	Silniční most	Luková
2,565	Železniční most	Rudoltice
2,802	Cestní most	Rudoltice
2,937	Cestní most	Rudoltice
3,738	Cestní most	Rudoltice
4,023	Silniční most	Rudoltice
4,121	Přítok	Rudoltice
4,322	Lávka	Rudoltice
4,613	Silniční most	Rudoltice
4,79	Přítok	Rudoltice

Km	Popis objektu	Lokalita
4,942	Silniční most	Rudoltice
5,018	Přítok	Rudoltice
5,034	Silniční most	Rudoltice
5,324	Lávka	Rudoltice
5,383	Cestní most	Rudoltice
5,902	Přítok	Rudoltice
6,078	Lávka	Rudoltice
6,108	Cestní most	Rudoltice
6,176	Lávka	Rudoltice
6,637	Silniční most	Rudoltice
6,763	Dřevěná lávka	Rudoltice
6,775	Lávka	Rudoltice
6,921	Cestní most	Rudoltice

5.2.2 Drsnosti koryta a inundačních území

Hodnoty součinitelů drsnosti koryt obou potoků a ostatních přítoků byly zadány na základě pochůzky v terénu a při ní pořízené dokumentaci [14]. Vzhledem k rozměrům koryta byly hodnoty stanovovány samostatně pro dno a břehové svahy.

Pro zadávání hodnot součinitelů drsnosti je uvažováno letní období se vzrostlou vegetací. Hodnoty vybraných použitých součinitelů drsnosti jsou v Tab. č. 6.

Tab. č. 6 Orientační hodnoty součinitelů drsnosti dle Manninga použité při výpočtu

Povrch	Orientační hodnoty součinitele drsnosti dle Manninga
dno pravidelné	0,032
dno s nánosy	0,036
koryto	0,04
břeh travnatý	0,032
břeh se stromy	0,04
břeh zarostlý	0,05
silnice	0,015
cesta	0,025
louka	0,04
křoviny	0,08
pole	0,06
strniště	0,05
zahrádky	0,15
zástavba rodinných domů s ploty	0,15

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Lukovský potok (MOV_29-01)

Horní okrajové podmínky vycházely z hodnot N -letých povodňových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} ve dvou profilech dle Tab. č. 3. Vzhledem k jejich velké skokové změně byl nárůst rozdělen do 3 přítoků. Použité hodnoty jsou uvedeny v tabulkách č. 7 až 10. Použité doby pro ustálení byly kontrolovány jednak porovnáním úrovní hladin ve vybraných bodech modelu mezi sousedními časovými kroky, jednak kontrolou velikosti průtoku protékajícím v závěrečném profilu po použité době ustálení.

Tab. č. 7 Hodnoty HOP, PP pro Lukovský potok v ř.km 8,750, doby výpočtu

HOP – Damníkov	PP	Doba zvyšování průtoku	Doba pro ustálení
$Q_5 = 11,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	3:00 hod	3:00 hod
$Q_{20} = 18,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 11,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	3:00 hod	3:00 hod
$Q_{100} = 27,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 18,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	3:00 hod	3:00 hod
$Q_{500} = 40,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 27,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	3:00 hod	3:00 hod

Tab. č. 8 Hodnoty HOP pro přítok v ř.km 7,05

HOP – boční přítok	PP
$Q_5 = 3,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{20} = 5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 3,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{100} = 7,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{500} = 11,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 7,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Tab. č. 9 Hodnoty HOP pro Anneský potok v ř.km 5,65

HOP – boční přítok	PP
$Q_5 = 3,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{20} = 5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 3,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{100} = 7,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 5,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{500} = 11,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 7,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Tab. č. 10 Hodnoty HOP pro přítok v ř.km 3,16

HOP – boční přítok	PP
$Q_5 = 3,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{20} = 5,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 3,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{100} = 8,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 5,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{500} = 13,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 8,01 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Řešený úsek Lukovského potoka končí v místě soutoku s Lukávkou. Význam Lukávky byl zahrnout také jejím přítokem. Protože se neuvažovalo o souběhu N -letostí u obou toků, byl u HOP Lukávky uvažován přítok na úrovni poloviny jejího N -letého průtoku.

Dolní okrajová podmínka je umístěna v ř. km 1,56. Vzhledem k tomu, že nebyly k dispozici žádné hodnověrné údaje o průběžích hladin v tomto úseku Lukovského potoka, byla jako DOP použita hladina za předpokladu úrovně hladiny rovnoměrného proudění ve výtokovém profilu za předpokladu sklonu čáry energie $i_e = 0.002$.

Lukávka (MOV_29-02)

Obdobný přístup jako u Lukovského potoka byl zvolen u Lukávky. Hodnoty použité v HOP jsou uvedeny postupně v tabulkách č. 11 až 14.

Tab. č. 11 Hodnoty HOP, PP pro Lukávku v ř.km 7,130, doby výpočtu

HOP – Rudoltice	PP	Doba zvyšování průtoku	Doba pro ustálení
$Q_5 = 5,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	3:00 hod	5:00 hod
$Q_{20} = 8,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 5,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	3:00 hod	9:00 hod
$Q_{100} = 13,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 8,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	3:00 hod	9:00 hod
$Q_{500} = 21,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 13,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	3:00 hod	9:00 hod

Tab. č. 12 Hodnoty HOP pro přítok v ř.km 5,90

HOP – boční přítok	PP
$Q_5 = 2,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{20} = 3,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 2,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{100} = 5,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 3,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{500} = 8,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 5,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Tab. č. 13 Hodnoty HOP pro Rybníční potok v ř.km 5,02

HOP – boční přítok	PP
$Q_5 = 2,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{20} = 3,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 2,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{100} = 5,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 3,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{500} = 6,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 5,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Tab. č. 14 Hodnoty HOP pro přítok v ř.km 2,675

HOP – boční přítok	PP
$Q_5 = 2,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q = 0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{20} = 3,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_5 = 2,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{100} = 3,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{20} = 3,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
$Q_{500} = 4,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_{100} = 3,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Řešený úsek Lukávky končí v místě soutoku s Lukovským potokem. Význam Lukovského potoka byl zahrnut také jeho přítokem. Protože se neuvažovalo o souběhu N-letostí u obou toků, byl u HOP Lukovského potoka uvažován přítok na úrovni poloviny jeho N-letého průtoku.

Dolní okrajová podmínka je umístěna v ř. km 1,56 na Lukovském potoce více než 400 m pod jejich soutokem. Protože nebyly k dispozici žádné hodnověrné údaje o průbězích hladin v tomto úseku Lukovského potoka, byla jako DOP použita hladina za předpokladu úrovně hladiny rovnoměrného proudění ve výtokovém profilu za předpokladu sklonu čáry energie $i_e = 0.002$.

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Požaduje se výsledek ustáleného proudění. Pro simulaci je však potřeba vycházet ze suchého modelu nebo z výstupů simulace menšího průtoku. Kormě výpočtů pro průtok Q_5 je PP výpočtu tedy v tomto případě vždy výstup z předchozí simulace.

Přehled PP a dob výpočtů potřebných pro ustálení je součástí tabulek v kapitole 5.2.3.

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 [1]. Zaměřené příčné profily koryta byly doplněny o pomocné interpolované řezy tak, aby jejich průměrná vzájemná vzdálenost byla cca 50 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 koryta 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

Kalibrační data nebyla v průběhu zpracování modelu k dispozici. Model nebyl kalibrován.

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

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

Úsek MOV_29-01, Lukovský potok

V řešeném úseku jsou zaplavovány objekty v obci Damníkovi a Luková.

K rozlivům z koryta dochází už při průtoku Q_5 , kdy voda vybřežuje na obě strany a zaplavuje objekty v bezprostřední blízkosti koryta, především v obci Luková. V obci Damníkovi dochází k zaplavení několika stavení v bezprostřední blízkosti koryta. K významnému plošnému rozlivu při vyšších průtocích nedochází. V obci Luková je mimo několika stavení v okolí koryta zatopeno i kynologické centrum na levém břehu, a to již při průtoku Q_{20} .

Úsek MOV_29-02, Lukávka

V řešeném úseku jsou zaplavovány objekty v obci Rudoltice a Luková.

K rozlivům z koryta dochází už při průtoku Q_5 , kdy voda vybřežuje na obě strany a zaplavuje objekty v bezprostřední blízkosti koryta. Nad obcí Luková jsou zatopeny pole a louky nad železniční tratí. Při Q_{20} dochází k vybřežení podél celého koryta do vzdálenosti 50 metrů na obě strany. při vyšších průtocích se rozšiřuje pás zatopení. K velkému plošnému rozlivu nedochází.

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Maximálním rozlivem (polygon rozlivu Q_{500}) v úseku MOV_29-01 jsou dotčeny obce Damníkovi a Luková. V úseku MOV_29-02 je mimo Lukovou dotčena i obec Rudoltice.

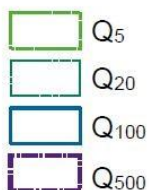
Charakteristiky povodně specifikující povodňové nebezpečí, jako hloubka a rychlost proudu, jsou v mapách povodňového nebezpečí vykresleny pro povodňové scénáře Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , kde hranice rozlivů jsou doprovodnými informacemi pro příslušné scénáře. Hloubky a rychlosti z výpočtů 2D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

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

Rozlivy jsou křivky odpovídající průsečnicím hladin vody se zemským povrchem při zaplavení území povodní. Byly vygenerovány z programu HEC-RAS do vektorového formátu *.shp a následně zpracovány s použitím nástrojů GIS a to na základě vyhodnocení rastrových dat o hloubkách vody (viz kap. 6.2.2).

Rozlivy jsou zobrazeny jako doprovodné informace pro jednotlivé průtoky na RZM v měřítku 1:10 000. V mapách jsou vykresleny jako linie specifikované metodikou [XVII] - viz Obr. č. 11.

Rozlivy

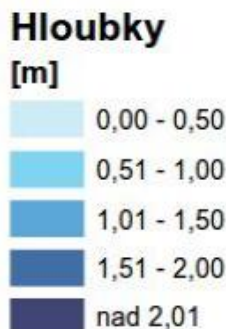


Obr. č. 11 Linie hranic rozlivů pro jednotlivé průtoky

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

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

Rozdělení intervalů hloubek a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. č. 12.

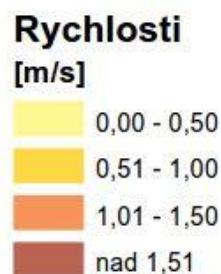


Obr. č. 12 Definice barev a intervalů hloubek

6.2.3 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 [XV], tj. 1 m × 1 m.

Rozdělení intervalů svislicových rychlostí a jejich barevná definice je v mapách vykreslena podle metodiky [XVII] - viz Obr. č. 13.



Obr. č. 13 Definice barev a intervalů svislicových 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.