

Zpracování podkladu pro návrh záplavových území Vltavy v ř.km 0 - 40 dle vyhlášky č.79/2018 Sb.

PRŮVODNÍ ZPRÁVA

Objednatel:



Povodí Vltavy, státní podnik
Holečkova 8
Praha 5
150 24

Zpracovatel:



DHI, a.s.
Na Vrších 1490/5
Praha 10
100 00

V Praze, prosinec 2019

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

NÁZEV AKCE DLE SoD	„Zpracování podkladu pro návrh záplavových území Vltavy v ř.km 0 - 38,98 dle vyhlášky č.79/2018 Sb.“
PŘEDMĚT DÍLA	Studie vymezí záplavové území včetně aktivní zóny podél vodního toku Vltavy (IDVT10100001_1) v úseku daném říční kilometrů <i>ř. km 0 -38,8</i> . Dokumentace je zpracována v souladu a rozsahu dle požadavků příslušné vyhlášky MŽP č. 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území včetně aktivní zóny záplavového území a jejich dokumentace.
DOTČENÉ OBCE	Roztoky, Úholičky, Libčice nad Vltavou, Kralupy nad Vltavou, Nelahozeves, Nová Ves, Vraňany, Lužec nad Vltavou, Hořín, Býkev, Zdiby, Klecany, Husinec, Větrušice, Máslovice, Zlončice, Chvatěruby, Kralupy nad Vltavou, Veltrusy, Všestudy, Vojkovice, Hostín u Vojkovic, Zálezlice, Kly, Tuháň
OBCE S ROZŠÍŘENOU PŮSOBNOSTÍ	Černošice, Kralupy nad Vltavou, Mělník, Brandýs nad Labem – Stará Boleslav, Neratovice
KRAJ	Středočeský
VODOPRÁVNÍ ÚŘAD PŘÍSLUŠNÝ KE STANOVENÍ ZÚ	Středočeský kraj, odbor životního prostředí
VODNÍ TOK (IDVT)	10100001
SPRÁVCE VODNÍHO TOKU	Povodí Vltavy, státní podnik
ČHP	1-12-02-009, 1-12-02-014, 1-12-02-015, 1-12-02-016, 1-12-02-017, 1-12-02-018, 1-12-02-019, 1-12-02-020, 1-12-02-021, 1-12-02-045, 1-12-02-046, 1-12-02-040, 1-12-02-047/1, 1-12-02-048/1, 1-12-02-047/2, 1-12-02-093, 1-12-02-094, 1-12-02-095, 1-12-02-096, 1-12-02-097, 1-12-03-002, 1-05-04-056 1-05-04-061, 1-05-04-062 1-05-04-063, 1-05-04-064, 1-05-04-065, 1-05-04-066, 1-12-03-001, 1-12-03-002, 1-12-03-017
OBJEDNATEL	Povodí Vltavy, státní podnik Holečkova 8 150 24 Praha 5
ČÍSLO SMLOUVY OBJEDNATELE	689/2019-SML
ZPRACOVATEL	DHI, a.s. Na Vrších 1490/5 100 00 Praha 10
VYPRACOVAL	Ing. Petr Sklenář Ing. Eva Ingeduldová PROSINEC 2019

SEZNAM DOTČENÝCH OBCÍ PO SMĚRU TOKU

Tok	Břeh	Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
Vltava	L	2105	Černošice	539627	Roztoky
Vltava	L	2105	Černošice	571351	Úholičky
Vltava	L	2105	Černošice	539414	Libčice nad Vltavou
Vltava	L	2111	Kralupy nad Vltavou	534951	Kralupy nad Vltavou
Vltava	L	2111	Kralupy nad Vltavou	535079	Nelahozeves
Vltava	L	2111	Kralupy nad Vltavou	535117	Nová Ves
Vltava	L	2114	Mělník	535303	Vraňany
Vltava	L	2114	Mělník	535028	Lužec nad Vltavou
Vltava	L	2114	Mělník	534803	Hořín
Vltava	L	2114	Mělník	534714	Býkev
Vltava	P	1220	Brandýs nad Labem – Stará Boleslav	539058	Zdiby
Vltava	P	1220	Brandýs nad Labem – Stará Boleslav	538311	Klecany
Vltava	P	1220	Brandýs nad Labem – Stará Boleslav	538256	Husinec
Vltava	P	1220	Brandýs nad Labem – Stará Boleslav	538990	Větrušice
Vltava	P	1220	Brandýs nad Labem – Stará Boleslav	538469	Máslovice
Vltava	P	2111	Kralupy nad Vltavou	531511	Zlončice
Vltava	P	2111	Kralupy nad Vltavou	534846	Chvatěruby
Vltava	P	2111	Kralupy nad Vltavou	534951	Kralupy nad Vltavou
Vltava	P	2111	Kralupy nad Vltavou	535273	Veltrusy
Vltava	P	2111	Kralupy nad Vltavou	535311	Všestudy
Vltava	P	2111	Kralupy nad Vltavou	535290	Vojkovice
Vltava	P	2111	Kralupy nad Vltavou	531928	Hostín u Vojkovic
Vltava	P	2117	Neratovice	535354	Zálezlice
Vltava	P	2114	Mělník	534897	Kly
Vltava	P	2114	Mělník	531561	Tuháň

OBSAH:

1. ZADÁNÍ – VYMEZENÍ PLNĚNÍ ZAKÁZKY	5
1.1. CÍL PRACÍ	5
1.2. PŘEDMĚT PRACÍ	5
1.1. SEZNAM ZKRATEK	6
2. POUŽITÉ PODKLADY.....	7
2.1. TOPOLOGICKÉ PODKLADY:	7
2.1.1. DMT Klecany - Mělník	7
2.1.2. Nové geodetické podklady, získané v rámci zpracování studie, resp. aktualizace modelů pro druhý cyklus Map povodňových rizik:	8
2.1.3. Mapové podklady	8
2.2. HYDROLOGICKÉ PODKLADY	9
2.3. DALŠÍ PODKLADY:	9
2.3.1. Technicko provozní evidence (TPE), Manipulační řady (MŘ)	9
2.3.2. Místní šetření	9
3. VÝZNAMNÉ HISTORICKÉ POVODNĚ	10
4. POPIS TOKU	11
4.1. VLTAVA	11
4.2. OBJEKTY NA TOCÍCH	12
5. MATEMATICKÝ MODEL – HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY.....	12
5.1. SCHEMATIZACE ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ – MATEMATICKÝ MODEL.....	12
5.2. METODIKA VÝPOČTU A POUŽITÉ PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ.....	13
5.3. OKRAJOVÉ PODMÍNKY (OP).....	15
5.4. DRSNOSTI HLAVNÍHO KORYTA A INUNDAČNÍCH ÚZEMÍ	15
TAB. 5.2 – MANNINGOVY SOUČINITELE DRSNOSTI PRO MODEL „KLECANY – MĚLNÍK	16
6. KALIBRACE MODELU	17
6.1. ZÁKLADNÍ POZNATKY A PŘÍSTUPY, PLYNOUCÍ Z ANALÝZY V RÁMCI STUDIE „DOLNÍ VLTAVA – PODKLADY PRO OPTIMALIZACI ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK A OCHRANY PŘED POVODNĚMI (DHI 2015)“	17
6.1.1. Teorie pohyblivého dna.....	17
6.1.2. Vliv vegetačních období	18
6.1.3. Plynulá interpolace součinitelů hydraulických drsností podle průtoku	18
6.2. KALIBRACE MODELU KLECANY - MĚLNÍK.....	18
7. ZPŮSOB VYMEZENÍ ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ A AKTIVNÍ ZÓNY	26
7.1. ZÁPLAVOVÉ ÚZEMÍ.....	26
7.2. AKTIVNÍ ZÓNA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ – AZZÚ	26
7.2.1. Zpracování návrhu AZZÚ.....	26
7.2.2. Stanovení AZZÚ.....	26
8. VÝSTUPY	27
8.1. ZÁPLAVOVÉ ÚZEMÍ PRO PRŮTOKY Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}	27
8.2. HLOUBKY PRO PRŮTOKY Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}	28
8.3. SVISLICOVÉ RYCHLOSTI PROUDĚNÍ PRO PRŮTOKY Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}	28
8.4. POVODŇOVÉ OHROŽENÍ.....	28
8.4.1. Výpočet intenzity povodně.....	28
8.4.2. Stanovení povodňového ohrožení.....	28
9. NEJISTOTY VE VÝSLEDČÍCH VÝPOČTU.....	30
10. TIŠTĚNÉ VÝSTUPY	31
11. DIGITÁLNÍ VÝSTUPY	32

1. ZADÁNÍ – VYMEZENÍ PLNĚNÍ ZAKÁZKY

Úkolem této studie je stanovení záplavového území řeky Vltavy na základě detailních výpočtů dvourozměrným matematickým modelem nad aktuálním digitálním modelem terénu, které stanoví podrobné charakteristiky proudění v korytech řek a v inundačním území v úseku Vltavy od ř. km 0,0 na soutoku s Labem v Mělníku po ř.km 40 (Roztoky-Brnky). Jedná se především o určení průběhů hladin, výpočet hloubek vody a vyšetření rozdělení rychlostí a měrných průtoků v celé zájmové oblasti pro návrhové povodňové průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} jejich následné zpracování do map rozlivů, hloubek a rychlostí. Znalosti těchto uvedených hydraulických charakteristik jsou podkladem ke stanovení aktivní zóny záplavového území, k vytvoření Map záplavového území, Map povodňového nebezpečí a Map povodňového ohrožení.

1.1. Cíl prací

je určit pro povodňové průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} :

- kóty hladin v záplavovém
- hloubky vody v záplavovém území,
- rychlosti proudění vody v záplavovém území,

a na jejich základě stanovit a navrhnout:

- záplavovou čáru hranice rozlivů,
- záplavové území,
- aktivní zónu záplavového území,
- povodňové ohrožení.

1.2. Předmět prací

Předmět práce zahrnuje tyto činnosti:

- zajištění a zpracování vstupních podkladů,
- sestavení hydrodynamického modelu a simulace příslušných průtokových stavů,
- zpracování výsledků matematického modelování do výstupů dle vyhlášky MŽP č. 79/2018 Sb. a dle podrobné specifikace objednatele smlouvy o dílo.

1.1. Seznam zkratek

Tab. 1.1. – Seznam použitých zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a kartografický
DSPS	Dokumentace skutečného provedení stavby
DHI	Dánský Hydraulický Institut
DMR5G	Digitální model reliéfu České republiky 5. generace
DMT	Digitální model terénu
ATLAS DMT	Software pro zpracování digitálního modelu terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
GIS	Geografický informační systém
HOP	Horní okrajová podmínka
LB	Levý břeh koryta toku
M21C	Matematický model Mike21C (2D model – curvilinear), ver. 2019
MPN VLTAVA	Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v povodí Vltavy a podklady k Plánu pro zvládnání povodňových rizik v povodí Labe“, etapa A
MZERO	Mike ZERO, software DHI, ver. 2019
MŘ	Manipulační řády jezů
MZE	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OrtoFoto	ORTOFOTO České republiky
PB	Pravý břeh koryta toku
PVL	Povodí Vltavy, státní podnik
RD	Rodinné domy
S_JTSK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
SM	Silniční most
SZÚ	Studie záplavového území
VHM-50	Základní vodohospodářská mapa 1 : 50 000
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
ZABAGED®	Základní báze geografických dat – digitální topografický model
ZM-10	Základní mapa České republiky 1 : 10 000
ZÚ	Záplavová území
ŽM	Železniční most

2. POUŽITÉ PODKLADY

2.1. Topologické podklady:

2.1.1. DMT Klecany - Mělník

Pro stavbu tohoto modelu byl použit digitální model terénu (DMT), vytvořený v rámci studie studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládnání povodňových rizik a ochrany před povodněmi (DHI 2015)“ sloučením šesti základních zdrojů topologických dat – zaměření koryta Vltavy, zaměření koryta Labe, DMR 5G a nového DMT území hl. města Prahy dodaný ÚRM MHMP, který pokrývá i část úseku Klecany - Mělník až pod meandr Řež a příčné profily starého koryta Vltavy od Vraňan po soutok. Dále byly použity dodané výkresy a zaměření objektů na toku z TPE (technicko provozní evidence) správce toku, projekty nedávno provedených úprav koryta a projekty nebo dokumentace skutečného provedení protipovodňových opatření obcí na toku.

K sestavení modelu terénu byly v roce 2015 použity následující podklady:

- DMT inundačních území – DMR 5G (ČZÚK, a.s., 2011-2012)
- DMT území hl. města Prahy (ÚRM MHMP, Povodí Vltavy, státní podnik, DHI, a.s. 2009-2011, aktualizovaný o data GEODIS, spol. s.r.o., 2011)
- zaměření koryta Vltavy vyměřovací lodí Valentýna (Povodí Vltavy, státní podnik, r. 2012.) – v úseku Vraňany – Klecany
- zaměření koryta Labe vyměřovací lodí Střekov (Povodí Labe, státní podnik, r. 2012) – v úseku Mělník – Obříství
- příčné profily koryta staré Vltavy (87 profilů, GEODIS Brno, spol. s.r.o, 2013)
- projekty úprav koryta Vltavy pro lokality: Chvatěruby, Miřejovice, Ouholice
- manipulační řády a výkresy objektů všech zdymadel na Vltavě: VD Vraňany – Hořín, VD Miřejovice, VD Dolany – Dolánky, VD Klecany – Roztoky (Povodí Vltavy, státní podnik, 2006 - 2010)
- ZABAGED - rastrové mapy v digitální podobě (Povodí Vltavy, státní podnik, 2012)
- ORTOFOTO v digitální podobě (ÚRM MHMP, Povodí Vltavy, státní podnik, 2012)
- fotodokumentace a odborné poznatky z terénního šetření (DHI, a.s., 2012 a 2013)
- PPO – projektové dokumentace pro lokalitu Veltrusy (Protipovodňová ochrana města Veltrusy, Vodní cesty a.s., 2012), Zálezlice (Protipovodňová ochrana obce Zálezlice HYDROPROJEKT CZ, 2012), Hořín (Protipovodňová ochrana obce Hořín, OHL ŽS, a.s. 2010) plavební kanál (Protipovodňový uzávěr plavebního kanálu Vraňany – Hořín, Pöry Environment a.s., 2006).
- zaměření skutečného provedení hrází pro stavby: Protipovodňová hráz Roztoky u Prahy; Ochranná hráz Veltrusy – pravý břeh; Ochranná hráz Všestudy – Dušníky; Protipovodňová hráz k.ú. Křivousy, Bukol, Zálezlice; Protipovodňová hráz k.ú. Zálezlice, Úpor; Ochranná hráz Lužec nad Vltavou; Ochranná hráz Zelčín; Ochranná hráz Vrbno; Protipovodňová hráz Hořín (Hausmanova hráz); Protipovodňová hráz k.ú. Hořín.
- zaměření dna Vltavy (včetně koryta tzv. Staré Vltavy od Vraňan po ústí Vltavy do Labe) z období 2002 až 2014
- dokumentace pro provedení prohrábek v plavební dráze ve všech zdržích na Vltavě pod Prahou a dokumentace pro provedení prohrábek (odstranění nánosů) pod jezy
- dokumentace pro odstranění nánosů v korytě Staré Vltavy v úseku Vraňany – Mělník „PŠ Vltava, ř.km 0,0 - 11,3 Vraňany - soutok Mělník, nánosy a oprava opevnění“. HG Partner, spol. s r.o., červenec 2014
- geodetické zaměření tvaru Vraňansko-hořínského plavebního kanálu včetně přilehlých hrází. Geodetická kancelář Zlatnická, prosinec 2013
- projektová dokumentaci pro rekonstrukci „Laterálního kanálu Vraňany – Hořín“. Valbek, spol. s r.o., duben 2015

Na pokyn od zadavatele měly být v rámci současné studie do modelu zahrnuty záměry a stavby, jejichž termín realizace se předpokládá do roku 2021. Za účelem zmapování nedávno proběhlých a plánovaných záměrů byli osloveni pracovníci správce toku, odpovídající za jednotlivé úseky, a vodoprávní úřady obcí s rozšířenou působností, z jejichž odpovědí byl následně sestaven seznam změn a záměrů a tento byl předán zadavateli k odsouhlasení a výběru záměrů, jež budou zahrnuty do DMT a do hydrodynamického modelu.

Seznam změn schválených zadavatelem je následující:

- Přístav Bílé břehy – Hořín
- PPO Lužec
- Navážka v prostoru bývalé pískovny Veltrusy
- Lávka Lužec
- Prodloužení hráze Ouholice – geodeticky zaměřeno v rámci projektu
- Dokončení PPO Veltrusy na Q₂₀
- PPO Roztoky – nová zemní hráz

2.1.2. Nové geodetické podklady, získané v rámci zpracování studie, resp. aktualizace modelů pro druhý cyklus Map povodňových rizik:

Výše uvedené změny a záměry byly do DMT Klecany - Mělník zpracovány na základě následujících podkladů:

Zaměření:

1. Zaměření polohopisu a výškopisu Miřejovice – hráz k.ú. Nové Ouholice, Hrdlička spol., s.r.o. 3/2019

Projektové dokumentace:

1. Protipovodňová ochrana obce Lužec nad Vltavou, DUR, HG partner s.r.o., 1/2018
2. Sportovní přístav Bílé Břehy, DSP, M-HYDRO, 9/2017
3. Dokončení PPO ve Veltrusech, DSP, VHS Projekt, s.r.o
4. Vltava – ochranná hráz Roztoky, nová zemní hráz – DPS, Vodní cesty a.s., 12/2016

2.1.3. Mapové podklady

- ZABAGED® (podkladová data copyright © ČÚZK), rastrové mapy v digitální podobě poskytl objednatel
- OrtoFoto ČR (copyright © ČÚZK) v digitální podobě poskytl objednatel
- ZM-10 (copyright © ČÚZK) v digitální podobě (2016)

Při zpracování bylo využito informací ze základní báze geografických dat **ZABAGED®**, což je digitální geografický model území České republiky (ČR) na úrovni podrobnosti Základní mapy ČR 1:10 000 (ZM 10). ZABAGED® je součástí informačního systému zeměměřičtví a patří mezi informační systémy veřejné správy. Je vedena v podobě bezešvé databáze pro celé území ČR v centralizovaném informačním systému spravovaném Zeměměřičtím úřadem. Polohopisná část ZABAGED® obsahuje dvourozměrně vedené (2D) prostorové informace a popisné informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci a povrchu, terénním reliéfu.

Nedílnou součástí při konstruování výpočetní sítě byly aktuální **ORTOFOTO ČR** – listy 2,5 x 2,0 km ve formátu tif, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Kromě grafického umístovacího souboru je dodáván textový umístovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Krovak EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umístovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají velikost 10000x8000 pixel, rozlišení 72x72 DPI, hloubku barev 24 bit/pixel.

Výsledky studie jsou prezentovány nad mapovým dílem **Základní mapa České republiky 1:10 000**.

Jedná se o nejpodrobnější základní mapu středního měřítka.

ZM10 obsahuje polohopis, výškopis a popis. Předmětem polohopisu jsou sídla a jednotlivé objekty, komunikace, vodstvo, hranice správních jednotek a katastrálních území (včetně územně technických jednotek), hranice chráněných území, body polohového a výškového bodového pole, porost a povrch půdy. Předmětem výškopisu je terénní reliéf zobrazený vrstevnicemi a terénními stupni. Popis mapy sestává z druhového označení objektů, standardizovaného

geografického názvosloví, kót vrstevnic, výškových kót, rámových a mimorámových údajů. Obsahem mapových listů je i rovinná pravoúhlá souřadnicová síť a zeměpisná síť.

Tvorbu a aktualizaci ZM-10 zajišťuje Zeměměřický úřad.

ZM-10 je distribuována ve formátu TIF po segmentech bežešvé mapy – čtvercích 2x2 km, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Kromě grafického umístovacího souboru je dodáván textový umístovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Krovak EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umístovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají velikost 6300x6300, rozlišení 800 x 800 DPI, hloubku barev 24 bit/pixel.

Všechny souřadnice DMT jsou v polohopisném systému S-JTSK a výškovém Bpv.

2.2. HYDROLOGICKÉ PODKLADY

Hydrologická data vypracoval ČHMÚ v roce 2012 a 28.2. 2017 byla ověřena jejich platnost. Ověřovací dopis je v příloze **Hydrologicka_data**.

Tab. 2.1. – N-leté průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$

Hydrologický profil	Datum pořízení	Q ₂	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Třída přesnosti
Vltava nad Zákolanským p.	27.2.2019	1230	1785	2750	4060	5550	II
Vltava ústí	27.2.2019	1240	1800	2770	4080	5300	II
Labe nad ústím Vltavy	19.12.2012	586	772	1064	1420	1800	II
Labe pod ústím Vltavy	5.9.2012	1490	2060	2990	4150	5410	II

2.3. Další podklady:

2.3.1. Technicko provozní evidence (TPE), Manipulační řády (MŘ)

Pro zpracování modelů byla využita TPE příslušného úseku Vltavy a platné MŘ objektů, poskytnuté zadavatelem

2.3.2. Místní šetření

Terénní šetření v rámci současné studie byla provedena v několika pochůzkách od listopadu 2018 do října 2019. V rámci těchto šetření byla vytvořena fotodokumentace, jež je součástí pracovních dat zpracovatele. Fotografie mají v sobě uloženy GPS souřadnice a směr pohledu a jsou k nim připojeny soubory ve formátu pointshapefile, které obsahují pole „Direction“, pomocí kterého lze v GIS prostředcích zobrazit umístění fotografie a směr pohledu.

V rámci těchto point shapefiles byly opraveny souřadnice některých fotografií, které byly díky chybě či nepřesnosti GPS fotoaparátu posunuty do chybných souřadnic.

3. VÝZNAMNÉ HISTORICKÉ POVODNĚ

Z historie známe tyto významné povodně, u nichž lze stanovit nebo přibližně stanovit kulminační průtok:

Rok	Profil Praha	Profil Beroun	Profil Mělník
03/1845	4500 m ³ /s	1840 m ³ /s	4670 m ³ /s
05/1872	3300 m ³ /s	2500 m ³ /s	
09/1890	3975 m ³ /s	1347 m ³ /s	4300 m ³ /s
03/1940	3245 m ³ /s	3500 m ³ /s	3500 m ³ /s

V novodobé historii se jednalo o tyto větší povodně:

Rok	Profil Praha	Profil Beroun	Profil Mělník
07/1954	2265 m ³ /s	754 m ³ /s	2290 m ³ /s
07/1981	1680 m ³ /s	889 m ³ /s	2080 m ³ /s
08/2002	5160 m ³ /s	2170 m ³ /s	5300 m ³ /s
04/2006	1429 m ³ /s	332 m ³ /s	2490 m ³ /s
06/2013	3040 m ³ /s*	960 m ³ /s*	3640 m ³ /s*

*oficiální hodnoty ČHMÚ, při podrobné analýze na matematických modelech provedené v rámci projektu „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládnutí povodňových rizik a ochrany před povodněmi -2015“ byly tyto hodnoty pro účely kalibrace modelu korigovány na 3215 m³/s v profilu Praha, 1080 m³/s v profilu Mokropsy, výsledný kalibrační průtok v profilu Mělník vyšel 3701 m³/s

4. POPIS TOKU

4.1. Vltava

Název Toků:	VLTAVA
ID úseku IDVT CEVT:	10100001_1
Číslo hydrologického pořadí toku:	1-09-04-013, 1-12-01-005, 1-12-02-021, 1-12-02-097
Říční kilometry začátku a konce úseku:	ř.km 0 - 38,98
Významná vodní díla – zdymadla:	VD Klecany – PK Roztoky VD Dolany – PK Dolánky VD Miřejovice VD Vraňany – Hořínský laterální plavební kanál-PK Hořín
Významné přítoky:	Zákolanský potok

Celý zájmový úsek toku je zařazen MŽP do databáze toků v oblastech s významným povodňovým rizikem (2009, I. Etapa)

Vltava je se 430 km (433 km) nejdelší řeka v České republice. Pramení na Šumavě, protéká mimo jiné Českým Krumlovem, Českými Budějovicemi a Prahou a ústí zleva do Labe v Mělníku. Povodí Vltavy s přítoky Malší, Lužnicí, Otavou, Sázavou a Berouňkou pokrývá jižní polovinu Čech a spolu s Labem, jehož přítokem Vltava je, vytváří systém odvodňující téměř celé Čechy. Povodí řeky je 28 090 km² (z toho 27 006,70 km² v Česku).

Tato studie se zabývá úsekem dolní Vltavy na území hl.m. Prahy, tj. od ř.km 70,06 pod přívozem ve Vraném nad Vltavou po ř.km 0,00 – soutok s Labem v Mělníce.

Tato část řeky je plně splavněna a pražský úsek je hojně využíván zejména pro rekreační účely malými i velkými loděmi plavbou od Prahy do Mělníka, a dále po Labi.

Bezprostředně pod Prahou řeka prochází relativně sevřeným údolím s úzkými inundacemi a výrazným meandrem v Řeži, aby se za Chvatěruby nad Kralupy znovu postupně rozšířila do velmi široké, ploché nivy a oblasti lužního lesa na soutoku s Labem, která se při větších povodních mění v několik kilometrů široké jezero. Nad posledním jezem Vraňany z Vltavy odbočuje laterální hořínský plavební kanál, vedoucí k historickému zdymadlu Hořín se dvěma plavebními komorami. Takřka 10 km dlouhý kanál obchází nesplavný úsek Vltavy nad ústím do Labe a pod dolní rejdou zdymadla ústí do Labe bezprostředně pod ústím Vltavy.

4.2. Objekty na tocích

Přehled objektů na obou zpracovávaných tocích

tok	Název profilu	ř.km	vyhrazení / zahrazení Jez / PK
Labe	Mělník - Brozánky, silnice, nový most	835,745	
Labe	Mělník - Brozánky, silnice	836,655	
Labe	jez Obříství (sektorový), MVE, PK	843,504	Jez vyhrazen, PK uzavřena při všech Q_N
Labe	sil. most - Obříství	845,296	
Vltava	Most potrubní Zátvor-Zelčín	5,06	
Vltava	Jez Vraňany (klapkový), MVE, PK Hořín	11,55	Jez vyhrazen, PK uzavřena při všech Q_N
Vltava	Most silniční Vepřek, dálnice D8	14,10	
Vltava	Most potrubní Miřejovice	16,54	
Vltava	Most silniční Miřejovice	17,55	
Vltava	Jez Miřejovice(válcový), most pro pěší, 2xPK, MVE, vorová propust	18,00	Jez vyhrazen, PK uzavřeny při všech Q_N
Vltava	Most potrubní Nelahozeves	19,28	
Vltava	Lávka pro pěší Kralupy n. V.	22,05	
Vltava	Most silniční TG Masaryka, Kralupy n. V.	22,12	
Vltava	Most potrubní, Kralupy n. V.	22,89	
Vltava	Most železniční zrušený	23,50	
Vltava	Most železniční Chvatěruby	23,98	
Vltava	Jez Dolany (klapkový), MVE, PK Dolánky	27,37	Jez vyhrazen při všech Q_n , PK otevřena
Vltava	Lávka pro pěší, Řež	32,22	
Vltava	Jez Klecany, MVE, PK Roztoky	37,08	Jez vyhrazen při všech Q_n , PK otevřena

5. MATEMATICKÝ MODEL – HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

5.1. Schematizace řešeného území – Matematický model

Modelované území je poměrně rozsáhlé jak délkou toků, tak plošným rozlivem, charakter části území (rozlivová kotlina soutoku velkých řek) vyžaduje použití plně dynamického 2D modelu, který svým typem a principem zvládne výpočet ve velké výpočetní síti a zároveň umožňuje tuto síť co nejlépe adaptovat na modelované území, aby nebyl absolutní počet výpočetních prvků příliš velký.

Z těchto důvodů byl použit osvědčený matematický model MIKE 21C, pracující metodou konečných diferencí v křivočaré (pseudo-ortogonální) síti. Tento model je vlastní software vyvíjený společností DHI (Hørsholm, Dánsko) a firma DHI a.s. má s prací s ním bohaté zkušenosti.

Model MIKE 21C pracuje v neekvidistantní křivočaré síti; tzn. že jeho výpočetní síť lze, na rozdíl od pravouhlých (obdélníkových) sítí, přizpůsobit tvaru území a tak omezit počet bodů a tím i velikost výpočetní matice. Neekvidistantní síť dále umožňuje zahuštění výpočetních bodů (tj. zmenšení velikosti výpočetních „buněk“) v oblastech, kde je třeba podrobněji modelovat reliéf terénu (např. objekty na toku), resp. v oblastech, kde požadujeme velmi detailní znalost výsledků.

Křivočará (vnitřně ortogonální) výpočetní síť modelu Klecany - Mělník má rozměry 3639 x 852 bodů, tedy 3 100 428 výpočetních bodů. Promítnutím této sítě na DMT je získán (batymetrický) model terénu ve výpočetní síti modelu MIKE 21C o rozměru 3638 x 851 bodů.

Rozsah modelu Klecany-Mělník je od ř.km 0,0 - soutok s Labem po ř.km 38,98 (hranice katastrálního území Prahy nad obcí Roztoky). Vzhledem k charakteru podstatné části území – soutoková kotlina dvou velkých řek - bylo nutno použít řešení dle metodiky pro tvorbu map povodňového nebezpečí v soutokových oblastech vystřídáním výpočtem Q_N a sloučením dat obálkovou metodou, kterou se vyberou maxima hloubek, resp. hladin a podle nich se protnutím s DMT stanoví obálka (maximální rozsah) záplavových čar. Z uvedených metodických důvodů je součástí modelu úsek Labe od silničního mostu v Mělníku ř.km 835,745 po Štěpánský most nad jezem Obříství v ř.km 845,296.

5.2. Metodika výpočtu a použité programové vybavení

MIKE 21C je dvourozměrný matematický model, který popisuje reliéf toku ve správné topologii a v celé ploše (půdorysné) – zájmová oblast je pokryta sítí výpočetních bodů. Tato dvourozměrná horizontální schematizace předpokládá zjednodušení ve vertikálním směru – uvažuje rozdělení rychlosti po svislici jako konstantní a zanedbává vertikální složky rychlostí. Na druhou stranu 2D model dává reálnou představu o zakřivené ploše hladiny v celém zájmovém území (např. při ustáleném proudění je hladina v neprotékaném inundačním území výše než v korytě) a umožňuje získat velmi detailní popis sledovaných hydraulických charakteristik (např. hloubek či směrů i velikostí rychlostí) včetně jejich plošného rozdělení.

Matematický model **MIKE 21C** je vlastní software vyvíjený společností DHI (DHI Water & Environment & Health, Hørsholm, Dánsko).

Dvourozměrný matematický model neustáleného proudění MIKE 21C je založen na řešení **Saint-Venantových diferenciálních rovnic (rovnice kontinuity a rovnice zachování hybnosti)** metodou konečných diferencí v jednotlivých bodech půdorysné výpočetní sítě. Řídící rovnice modelu MIKE 21C:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp \sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h \tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h \tau_{xy}) \right] - \Omega q - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0$$

Jak již bylo řečeno v předchozí podkapitole, model MIKE 21C pracuje v **neekvidistantní křivočaré síti**; tzn. že jeho výpočetní síť lze, na rozdíl od pravouhlých (obdélníkových) sítí, přizpůsobit tvaru území a tak omezit počet bodů a tím i velikost výpočetní matice. Neekvidistantní síť dále umožňuje zahuštění výpočetních bodů (tj. zmenšení velikosti výpočetních „buněk“) v oblastech, kde je třeba podrobněji modelovat reliéf terénu (např. objekty na toku), resp. v oblastech, kde požadujeme velmi detailní znalost výsledků.

Výstupem modelu MIKE 21C jsou primárně tyto charakteristiky proudění:

- hodnoty hloubek vody
- hodnoty úrovní hladiny vody
- vektory rychlostí (tj. směr a velikost vektorů rychlostí, nebo též možno vyjádřit pomocí velikosti podélné a příčné složky vektorů rychlostí)

ve všech výpočetních bodech zájmové oblasti a pro všechny počítané časové kroky. 2D model tak dává reálnou představu o zakřivené ploše hladiny v celém zájmovém území (např. při ustáleném proudění je hladina v neprotékaném inundačním území výše než v korytě) i o rozdělení rychlostí v celé oblasti.

Charakteristiky proudění ovlivňují především reliéf terénu (tvar koryta, inundačního území, sklonové poměry) a odpory proudění (drsnot a tvarové odpory – zúžení resp. rozšíření průtočného profilu, oblouky, obtékání překážek, proudění

přes objekty, apod.). Velkou pozornost je proto třeba věnovat přípravě souboru s geometrickými daty pro 2D model, neboť tento soubor v sobě obsahuje jak vlastní reliéf terénu tak i veškerá data pro výpočet tvarových odporů.

Podrobná specifikace modelu, detailní popis všech jeho vstupních souborů a jeho použití lze najít v manuálech programu - *M21C_User_Guide.pdf*, *M21C_GridGenerator.pdf*, *MIKE21C_Scientific_documentation.pdf*

Popis a manuály lze nalézt na webu společnosti: http://manuals.mikepoweredbydhi.help/2017/MIKE_21.htm

5.3. Okrajové podmínky (OP)

Horní okrajové podmínky (HOP):

- Vltava, Roztoky-Brnky, ř.km 38,98 – zadávána jako konstantní průtok
- Labe, Štěpánský most, ř.km 845,296 – zadávána jako konstantní průtok

Obě okrajové podmínky byly zadávány jako konstantní průtok

Spodní okrajová podmínka (SOP):

- Labe, profil nového silničního mostu v Mělníku ř.km 835,745 – zadávána jako konstantní hladina, převzatá z výpočtů modelu dolního Labe (PL-1-1).

Tab. 5.1 – Hodnoty okrajových podmínek pro model Klecany – Mělník

Q _N	Q Mělník (m ³ /s)	SOP hladina ř. km 834,9 Mělník – nový sil. most (m n.m. Bpv)	Q _N z Vltavy			Q _N z Labe	
			Q _N Vltava	Q Zákolanský potok	Q Labe	Q _N Labe	Q Vltava
			(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
* Q ₂	1490	158.14	1230	10	250	586	904
Q ₅	2060	158.99	1785	15	260	772	1288
Q ₂₀	2990	160.45	2750	20	220	1064	1926
Q ₁₀₀	4150	162.43	4060	20	70	1420	2730
Q ₅₀₀	5410	163.48	5550	**	110	1800	3610

* Průtok Q₂ není vyžadován vyhláškou a byl počítán pouze pro doplňkové výstupy na přání objednatele

** Přítok ze Zákolanského potoka byl uvažován 0 m³s⁻¹. Vzhledem k tomu, že ČHMÚ udává v profilu Vltava – ústí do Labe Q₅₀₀ = 5300 m³s⁻¹ je ve 2D numerickém modelu v širokém záplavovém území na soutoku Labe s Vltavou Q₅₀₀ postupně snižován o celkových 250 m³s⁻¹.

5.4. Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Systém map součinitelů hydraulických odporů se výrazně změnil po průchodu povodně 6/2013, kdy byla zpracována studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládnutí povodňových rizik a ochrany před povodněmi (DHI 2015)“, v rámci které došel zpracovatel k poznatkům, které výrazně změnily rozdělení drsností v záplavových územích – viz podrobně kapitola 6.2 – popis kalibrace modelu. Drsnosti hlavního koryta se v úsecích, kde bylo možné aplikovat „teorii minimálního dna“ (viz kap 6.1.1) plynule zvyšují s průtokem, jejich meze stejně jako drsnosti v inundačních územích jsou popsány v Tab 5.2

Model Klecany-Mělník, původně sestavený a zkalibrován v rámci studie „Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik; Vltava v úseku ř.km 0,0 až 69,8“, byl v rámci studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládnutí povodňových rizik a ochrany před povodněmi (2015)“ nově zkalibrován na povodňové epizody ze srpna 2002, dubna 2006 a června 2013. V případě povodně z dubna 2006 byl výpočet proveden metodou ustáleného proudění na kulminační průtok ve Vltavě Q_{max} = 1430 m³/s (prakticky konstantní neškodný odtok v Praze a pod Prahou). V případě povodně ze srpna 2002 a června 2013 se jednalo o co nejméně rekonstrukce skutečných povodňových vln metodou neustáleného proudění, přičemž hydrogram průtoku povodně z června 2013 ve stanici Praha – Chuchle byl modifikován dle poznatků získaných simulacemi na modelu „Praha“ – viz kap. 5.3, použité okrajové podmínky.

Jak je v uvedené kapitole o kalibraci popsáno, jsou rozdíly hydraulických drsností vlivem vegetačního období překvapivě vysoké, pro potřeby dalších výpočtů v rámci plnění zadání jednotlivých etap studie byly proto použity

součinitele hydraulické drsnosti získané kalibrací na povodeň 6/2013, tedy nejnepříznivější hodnoty součinitelů hydraulických drsností, odpovídající vrcholnému vegetačnímu období. Tyto hodnoty Manningových součinitelů hydraulických drsností ukazuje Tab.5.2.

Mapa drsností v inundačním území pro potřeby aktuální studie vznikla aktualizací kalibrační mapy, která vznikla v rámci studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládnutí povodňových rizik a ochrany před povodněmi (2015)“.

Aktualizace mapy drsností byla provedena na základě analýzy současného stavu záplavového území, provedené pomocí mapových podkladů (Ortofoto) a výsledků terénního šetření a na základě podkladů o změnách v území, plánovaných do roku 2021.

Tab. 5.2 – Manningovy součinitele drsností pro model „Klečany – Mělník“

Popis povrchu	M	n
Hladké plochy, ulice, volná prostranství	33,3	0,030
Nízká tráva	23,8	0,042
Vyšší tráva	17,4	0,058
Řidší lesní porost	15,6	0,064
Hustý lesní porost	10,3	0,097
Technické stavby	14,3 až 10,0	0,070 až 0,100
Ploty	8,1 až 4,8	0,123 až 0,211
Keřovitý porost	8,4	0,120
Řeka	9,5	0,105
Řeka - kamení	20,0	0,050
Domy, zahrádky	5,4	0,187
Labe:		
Minimální drsnost	42,0	0,024
Maximální drsnost	37,7	0,027
Vltava:		
Minimální drsnost	38,5	0,026
Maximální drsnost	28,5	0,035

6. KALIBRACE MODELU

Model byl po povodni 6/2013 analyzován a nově kalibrován v rámci studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládnání povodňových rizik a ochrany před povodněmi (DHI 2015)“, která byla právě na komplexní kalibraci těchto úseků zaměřena jako na jeden z hlavních cílů. Studie byla svou komplexností a rozsahem unikátní a pomocí dvou existujících 2D hydrodynamických modelů Praha a Klecany-Mělník analyzovala průběh tří největších povodňových epizod z nedávné doby a provedla kalibraci obou modelů na tyto povodně, pokrývající svým rozsahem vlastně celý interval povodňových průtoků.

Protože studie podkladu pro návrh záplavových území je důležitým dokumentem o zpracovávaném úseku toku a zůstává jím většinou na poměrně dlouhý časový úsek, považujeme za důležité uvést zde kompletní popis kalibrace zpracovávaného úseku, provedený v rámci výše jmenované studie v roce 2015.

6.1. Základní poznatky a přístupy, plynoucí z analýzy v rámci studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládnání povodňových rizik a ochrany před povodněmi (DHI 2015)“

6.1.1. Teorie pohyblivého dna

Na základě vyhodnocení batymetrických dat z různých zaměření koryta Vltavy z let 2002 až 2014 a po analýze výsledků prvních kalibračních simulací a jejich porovnání s výsledky historických kalibračních simulací došli řešitelé k poznatku, že při velkých až extrémních povodních dochází k remobilizaci dnových splavenin, a během určitého období těchto povodňových epizod (především v době kulminace) nastává pohyb splavenin. Lze tedy předpokládat, že v okamžiku kulminace je říční dno na podstatně nižší kótě, než dno naposledy zaměřené (v období mimo povodně). Kótu tohoto „nižšího dna“ sice nelze zcela přesně stanovit, ale dá se s jistotou předpokládat, že neobsahuje nánosy, typicky naměřené po každé větší povodni nebo po delší periodě pozvolného usazování. Při tvorbě souboru „batymetrie“ bylo proto použito tzv. „minimální dno“, vytvořené jako obálka minim ze všech dostupných zaměření. Vyhodnocení výsledků kalibračních simulací, při kterých bylo použito „minimální dno“, potvrzuje, že vypočtené charakteristiky proudění (především průběh hladin) lépe odpovídají vyhodnoceným údajům z reálné povodně. Rovněž použité kalibrační parametry (u 2D modelů především prostorově proměnné definice součinitelů drsnosti – tzv. „mapy hydraulických drsností“) vykazují realistické hodnoty, a to v poměrně velkém rozsahu průtoků. V případě použití aktuálně zaměřeného dna, které obsahuje nánosy usazené po povodni, je nutno se součiniteli hydraulických drsností v korytě mnohem více pracovat, aby se kalibrační hladina v modelu dostala na hodnoty, zaměřené při povodni. Výsledkem jsou buď výrazné a nepřírozené změny drsnostního součinitele po úsecích, nebo při zachování plynulých změn součinitele drsností větší rozptyl hladin oproti reálně zaměřeným hodnotám. Při pozdějším použití modelu pro jinou úlohu s použitím nového zaměření dna potom logicky hladiny neodpovídají kalibračním hodnotám i při jinak nezměněném terénu a totožném průtoku.

Přístup pomocí použití minimálního dna samozřejmě neřeší nastíněný problém zcela dokonale: nelze změřit skutečnou úroveň dna v řece v průběhu povodně, a také okamžik remobilizace splavenin se jistě bude lišit místně po úsecích a pravděpodobně i v čase dle velikosti povodně, která splaveniny transportovala. Výsledky jsou ale i s minimálním dnem, vytvořeným pouze z dostupných zaměření, velmi uspokojivé. V běžné praxi se samozřejmě na modelovaných tocích vždy budou vyskytovat úseky, kde bude použití této metody nemožné, třeba jednoduše pro nedostupnost více zaměření (typicky např. nesplavné úseky). Zde je nutno uvést, že v praxi při kalibraci modelu slouží základní kalibrační parametr 2D modelu, tedy součinitel hydraulického odporu dna, k náhradě vlivu celé řady jevů, které buď není možno modelem tohoto typu postihnout, nebo je prostě neznáme: kromě skutečného hydraulického odporu také např. k náhradě zvýšeného turbulentního odporu, zvýšeného odporu vlivem nesených splavenin (dvoufázová směs), atd. Mezi tyto vlivy patří též vliv změny dna, a protože bez použití teorie minimálního dna již tak jako tak při kalibraci na reálnou epizodu musíme nižší hloubku v modelu oproti skutečnosti kompenzovat sníženým součinitelem odporu. Pro úseky bez možnosti použití minimálního dna bude nutno tedy postupovat touto původní cestou. I s popsányými omezeními však metoda použití minimálního dna eliminuje značnou část problematických míst s velkým pohybem dna a značně usnadňuje aplikaci modelu na širší pásmo povodňových průtoků

Při porovnání současných kalibrací s historickými a po diskusích s provozními pracovníky Povodí Vltavy, státní podnik, došli řešitelé k názoru, že pohyb dna nastal již i při nejnižší kalibrační povodni 2006, s kulminačním průtokem cca 1450-1500 m³/s ve Vltavě pod soutokem s Berounkou. Tento průtok bude pravděpodobně blízko průtokového limitu pro počátek pohybu splavenin ve zkoumaných úsecích.

Pro zkoumaný úsek se zdá, že pro (z hlediska protipovodňové ochrany a prevence) zajímavý interval průtoků (od cca 1200-1500 m³/s až do výše extrémních povodní) použití minimálního dna výrazně usnadňuje kalibraci na všechny tři

historické povodně a taktéž usnadňuje použití systému plynulé změny kalibračních parametrů v celém pásmu povodňových průtoků. Podmínkou použití v budoucnosti je, aby se pro jakékoli další použití používalo toto minimální dno, byť případně v delším výhledu korigované dle dalších zaměření.

6.1.2. Vliv vegetačních období

Dalším zásadním poznatkem z ucelené kalibrace modelů Praha i Klecany-Mělník na tři reálné povodně 2002, 2006 a 2013 je překvapivě velký vliv vegetačních období na součinitele hydraulických drsností v inundační oblasti mimo urbanizované území. Při kalibrování modelu se vždy vychází z posouzení využití území pomocí map využití území či z leteckých snímků a rekognoskace v terénu, a dle typu vegetačního porostu či typu pěstovaných plodin se na začátku kalibrace stanoví totožné či podobné hodnoty Manningových součinitelů drsnosti pro určitý druh vegetace. Tak tomu bylo i u kalibrací na povodňové epizody ze srpna 2002, dubna 2006 a června 2013, Vzhledem k rozdílným vegetačním obdobím všech tří kalibračních povodní však byly tyto hodnoty významně upravovány. Tento přístup vychází především ze zkušeností, získaných při řešení studie studie „Posouzení vlivu inundačních území na soutocích významných toků na transformaci povodňové vlny v červnu 2013“ (DHI a.s., Praha, prosinec 2013), která prokázala, jak relativně velký hydraulický odpor může klást svěží vegetace s pevnými lodyhami na začátku léta (prakticky neprůtočná pole řepky a podobných plodin při povodni v červnu 2013). Kromě přímého působení rozbujelé vegetace je také charakteristické její působení nepřímé formou ucpávání hlavně pletivových plotů zvýšeným množstvím splávi – trávy, bylin, listů apod. Při zaplavení pole, osázeného hustě silnou plodinou – do určitého poměru výšky záplavy k výšce rostliny – lodyhy vydrží nápor vody, pole se na straně nátoky zanesou jemným plávilím a stane se zcela neprůtočným do hloubky až několika desítek cm. Pletivové ploty, zanesené např. trávou, jsou schopné se změnit v prakticky nepropustné stěny, hradící až do okamžiku jejich destrukce – do výšky v řádu metrů. Tyto fenomény jsou velmi náročné na odhalení a vyžadují velmi pečlivý průzkum zájmového území.

Vegetace v polovině srpna 2002 (na polích již často sklizená) kladla hydraulický odpor o poznání nižší a povodeň z dubna 2006 (začátek jara) je charakteristická relativně nízkými hydraulickými odpory inundačního území i břehové vegetace.

Ačkoli tedy z jednotlivých kalibrací vyplynuly příslušné hodnoty součinitelů hydraulických drsností, definitivní sady, použité pro finální výpočty (a po dohodě se správcem toku i pro výpočty v rámci návazných studií), používají nejnejpříznivější hodnoty součinitelů hydraulických drsností, odpovídající vrcholnému vegetačnímu období.

6.1.3. Plynulá interpolace součinitelů hydraulických drsností podle průtoků

Již výše bylo uvedeno, že součinitel hydraulické drsnosti jako hlavní kalibrační parametr slouží k náhradě vlivu celé řady jevů, které buď není možno modelem tohoto typu postihnout (zvýšená turbulence proudu při vysokých průtocích, pohyb dnových splavenin, makrodrsnost, neznámé změny dna). Se zvyšujícím se průtokem se tedy součinitele hydraulické drsnosti v místech s vysokým specifickým průtokem a svislicovými rychlostmi typicky zvyšují. Sady drsností, získané kalibrací, proto zpravidla mají zvyšující se součinitel hydraulické drsnosti v korytě toku, zatímco v inundačním území používají hydraulickou drsnost pro nejnejpříznivější vegetační období (viz. Kap 6.1.2). Protože 2D hydrodynamický model neumožňuje zadat plynule měnitelnou mapu hydraulických drsností, byl pro výpočty použit systém interpolace hodnot hydraulických součinitelů v korytě toku podle hodnoty průtoků. Tento systém je zcela vyhovující pro výpočty ustálených průtoků, v případě dynamických simulací je nutno interpolované sady drsností měnit ve více krocích a i tak jsou zpravidla na výstupních hydrogramech i průbězích hladin většinou patrné kroky, ve kterých se sady drsnostních součinitelů mění.

6.2. Kalibrace modelu Klecany - Mělník

Model, původně sestavený a zkalibrován v rámci studie „Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik; Vltava v úseku ř.km 0,0 až 69,8“, byl v rámci studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládnutí povodňových rizik a ochrany před povodněmi (2015) nově zkalibrován na povodňové epizody ze srpna 2002, dubna 2006 a června 2013. V případě povodně z dubna 2006 byl výpočet proveden metodou ustáleného proudění na kulminační průtok ve Vltavě $Q_{\max} = 1430 \text{ m}^3/\text{s}$ (prakticky konstantní neškodný odtok v Praze a pod Prahou). V případě povodni ze srpna 2002 a června 2013 se jednalo o co nejméně rekonstrukce skutečných povodňových vln metodou neustáleného proudění, přičemž hydrogram průtoků povodně z června 2013 ve stanici Praha – Chuchle byl modifikován dle poznatků získaných simulacemi na modelu „Praha“.

Při této (dosud poslední) kalibraci modelu zpracovatel při opakovaných kalibračních výpočtech dospěl k hypotéze „minimální úrovně dna“ při průchodu významné povodňové vlny – viz výše v kap. 6.3.1. Finální kalibrační výpočty byly

proto provedeny s bathymetrií reprezentující minimální úroveň dna v korytě Vltavy ze všech dostupných zaměření z let 2002 až 2014. Schematizace inundačního území měla u všech kalibračních epizod shodný základ – DMR 5G (2011); tento reliéf terénu byl však s ohledem na období povodňové epizody upravován – např. stav např. stav hrází odpovídající té době, úpravy břehů, ostrovů, apod.

Kalibrace modelu byla provedena pomocí série kalibračních výpočtů, při kterých byly upravovány hodnoty součinitelů drsnosti v jednotlivých úsecích koryta a oblastech inundačního území (dle způsobu využití území, převažující vegetace a vegetačního období té které povodně) a další kalibrační parametry (turbulentní viskozita) tak, aby při kulminačních průtocích bylo dosaženo uspokojivé shody mezi vypočtenými průběhy hladin a zaměřenými značkami pozorované kulminační hladiny.

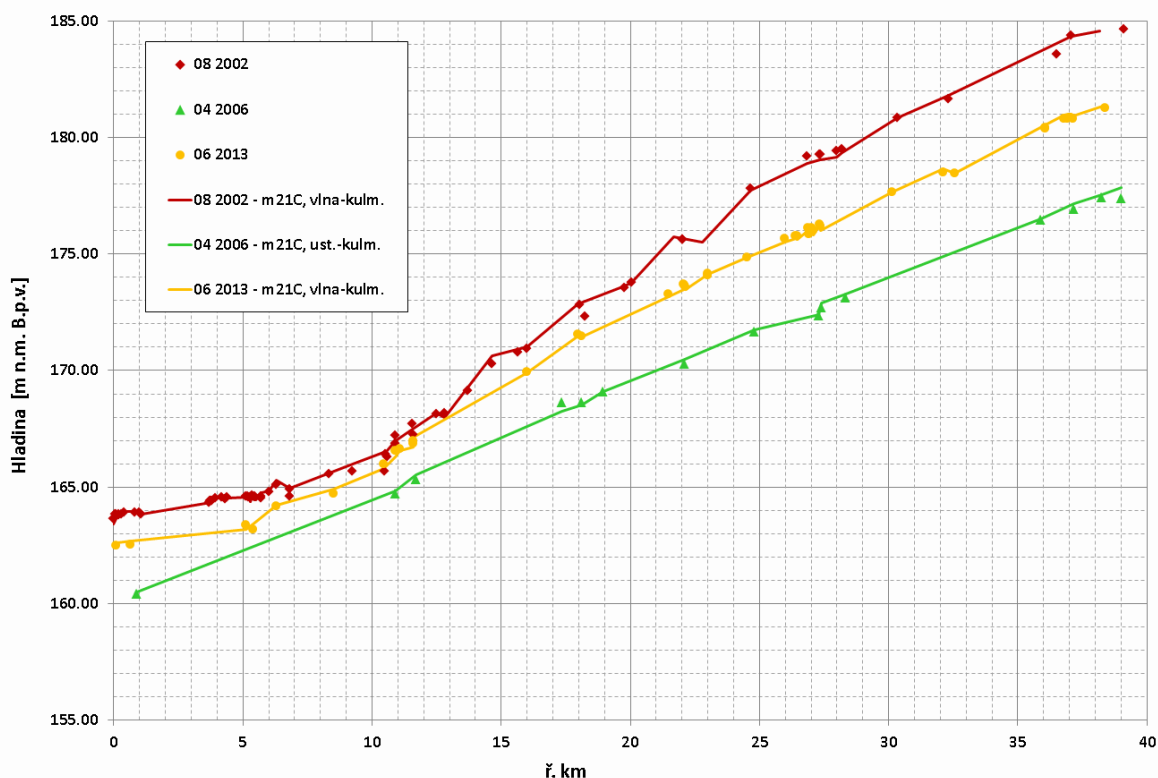
U všech tří povodňových epizod se pro stejné využití území a pro stejný typ plodin vycházelo z totožných Manningových součinitelů drsnosti – vzhledem k rozdílným vegetačním obdobím všech tří kalibračních povodní však byly tyto hodnoty postupně upravovány. Vycházeli jsme především ze zkušeností, získaných při řešení studie „Posouzení vlivu inundačních území na soutocích významných toků na transformaci povodňové vlny v červnu 2013. DHI a.s. 2013,“ která prokázala, jak relativně velký hydraulický odpor může klást svěží vegetace s pevnými lodyhami na začátku léta (prakticky neprůtočná pole řepky a podobných plodin při povodni v červnu 2013). Vegetace v polovině srpna 2002 (na polích již často sklizená) kladla hydraulický odpor o poznání nižší a povodeň z dubna 2006 (začátek jara) je charakteristická relativně nízkými hydraulickými odpory inundačního území i břehové vegetace.

Přestože finální kalibrační výpočty pro všechny 3 povodňové epizody byly provedeny s totožnou bathymetrií dna Vltavy (tzv. hypotéza „minimální úroveň říčního dna“ při středních a velkých povodních – viz výše), nejsou definice hydraulických drsností dna Vltavy pro všechny tři kalibrační epizody shodné. Zkušenosti z mnoha předchozích projektů (simulací velkých historických povodní – z července 1997 na Moravě, resp. ze srpna 2002, dubna 2006 a června 2013 v české kotlině) prokázaly, že pro takové povodně je třeba zvýšit součinitele drsnosti, a to jak v korytě, tak v inundačním území. Jsou pro to následující fyzikální důvody:

- v říčním korytě nastává při velkých povodních pohyb dnových splavenin, v určité vrstvě u dna se pohybuje dvoufázová směs vody a sedimentu, vytvářejí se proměnlivé dnové útvary (makrodrsnost); navíc významně roste vnitřní turbulence rychlého proudu v korytě ... to všechno zvyšuje hydraulické odpory proudění, které lze víceméně vyjádřit jen zvýšením drsnosti
- v inundačním území se za velkých povodní pohybuje spousta splávi – seno, větve, celé kmeny, chaty, které se zachycuje na vegetaci (čím hustší vegetace, tím lépe se zachycuje) ... a klade zvýšené hydraulické odpory proudění. Opět je vyjadřujeme zvýšením drsnosti.

Jestliže přisoudíme definičnímu popisu drsností v korytě Vltavy, který je výsledkem kalibrace na epizodu s nejnižším průtokem (z dubna 2006), 100 %, pak pro epizodu z června 2013 vychází zvýšení drsností koryta cca o 4 až 7 % a pro povodeň ze srpna 2002 zvýšení drsností koryta až o 8 až 11 % (v porovnání s povodní 4/2006). V případě epizody ze srpna 2002 byly navíc dodatečně zvýšeny hydraulické drsnosti v inundačním území o 5 % - z důvodu nadměrného množství splávi, které tato povodeň nesla.

Při vyhodnocení kalibračních výpočtů byly použity všechny povodňové značky, shromážděné a doměřené ve spolupráci DHI a.s. a Povodí Vltavy, státní podnik. Výsledek kalibrace modelu (průběh hladin podél zaměřených značek) pro všechny 3 kalibrační epizody je vykreslen na obr. 6.4. Z grafu je patrná dobrá shoda vypočtených úrovní hladin s vyhodnocenou niveletou značek kulminační hladiny – většina rozdílů mezi vypočtenými a pozorovanými hodnotami se pohybuje v rozmezí ± 10 cm, jen v několika ojedinělých případech se vyskytuje odchylka až 20 cm – např. ve zdrži Klecany pro povodeň z dubna 2006 nebo v okolí jezu Dolany při povodni ze srpna 2002. Přesto můžeme konstatovat dobrou shodu ve vypočtených hladinách, a to zejména s uvážením skutečnosti, že byl model úspěšně zkalibrován pro relativně velký rozsah povodňových průtoků – cca 1400 – 5000 m³/s – při použití jednotných součinitelů drsností pro stejné využití území, byť s procentuálními korekcemi – viz výše.



Obr. 6.1 – Kalibrace modelu v úseku Klecany – Mělník – průběh hladin podél zaměřených značek

Tab.6.1 – Data využitá při kalibraci modelu Klecany-Mělník na povodeň 2002

Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
835.77	Labe	Mělník	V areálu České přístavy na 2. pilíři mostu (od břehové hrany) ze strany proti vodě, 45 cm nad terénem	162.90	162.90	0.00
835.83	Labe	Mělník	V ul. Českolipská na domu č.p. 776, na pravém rohu u ocelových vrat, 92 cm nad základem	162.90	162.90	0.00
835.86	Labe	Mělník	Na lampě č. 6 (350 cm nad terénem), nad novým mostem	162.96	162.94	-0.02
836.15	Labe	Brozánky	Na kapliče na návsi vpravo od dveří, 102 cm nad terénem	163.18	163.14	-0.04
836.36	Labe	Mělník	Na vážním domku prodejny vín - vlevo na fasádě, 70 cm nad terénem	163.30	163.12	-0.18
836.66	Labe	Mělník	Na pilíři starého mostu, 535 cm nad bodem státní nivelace	163.36	163.35	-0.01
836.82	Labe	Mělník	Na bet. sloupu el. vedení, 210 cm nad terénem, vedle loděnice (u č.p. 743)	163.59	163.49	-0.10
836.82	Labe	Mělník	Loděnice č.p. 743 - na levém rohu 215 cm nad terénem	163.59	163.49	-0.10
0.00	Vltava	Brozánky		163.65	163.43	-0.22
0.05	Vltava	Hořín	Na Základní škole (u Zámku), vpravo od vchodu, 47 cm nad základem	163.84	163.71	-0.13
0.10	Vltava	Hořín	Hořín č.p.24. Značka mezi okny rodinného domku. Výška 84 cm nad soklem.	163.85	163.84	-0.01
0.20	Vltava	Hořín		163.84	163.87	0.03
0.20	Vltava	Hořín	čp. 76 služební okál Povodí Vltavy s.p	163.80	163.87	0.07
0.30	Vltava	Hořín		163.84	163.87	0.03
0.40	Vltava	Hořín		163.90	163.88	-0.02
0.80	Vltava	Hořín	Plavební komora na laterálním kanále. Žlutě na komunikacích vyznačen okraj zátopy.	163.90	163.88	-0.02

Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
0.98	Vltava	Hořín	Na rozvodné skříni - v místě zdymadla na Hořinském kanálu, 121 cm nad terénem	163.92	163.88	-0.04
1.05	Vltava	Hořín	V ul. Na kopečku, dům č.p. 68, vlevo nahoře na fasádě, 184 cm nad podlahou balkónu	163.84	163.87	0.03
3.68	Vltava	Vrbno	Dům č.p. 38, zadní stěna cihlového plotu (pohled od zahrady), 30 cm nad terénem	164.35	164.23	-0.12
3.72	Vltava	Vrbno	Na LB Staré Vltavy u hráze na sloupu veřej. osvětlení, 280 cm nad terénem	164.41	164.19	-0.22
3.76	Vltava	Vrbno		164.42	164.23	-0.19
3.80	Vltava	Vrbno	Boční stěna garáže, 23 cm nad základem	164.43	164.25	-0.18
3.94	Vltava	Vrbno	Na pomníku obětem 1. sv. války (168 cm nad druhým stupněm základu, na zadní stěně).	164.54	164.39	-0.15
4.18	Vltava	Vrbno	Dům č.p. 57 na fasádě vlevo, 190 cm nad terénem, 150 cm nad soklem	164.55	164.31	-0.24
4.33	Vltava	Vrbno	Na kaplička (u kostela), 97 cm nad terénem	164.49	164.37	-0.13
4.37	Vltava	Vrbno	Na č.p. 3 (u kostela) vlevo, na el. skříni, 125 cm nad terénem	164.55	164.36	-0.19
5.11	Vltava	Zelčín	buňka - analyzátorová stanice laboratoří Povodí Vltavy s.p.	164.60	164.40	-0.20
5.19	Vltava	Zelčín	Dům č.p. 9, čelní stěna - pod dveřmi na půdu, 204 cm nad terénem	164.60	164.40	-0.20
5.20	Vltava	Zelčín	Na sloupu el. vedení vlevo od Ř.p. 11, 298 cm nad terénem	164.57	164.41	-0.16
5.30	Vltava	Zálezlice	Dům č.p. 52, čelní stěna vpravo, 100 cm nad terénem	164.55	164.29	-0.26
5.30	Vltava	Zálezlice	Na levém sloupku vrat domu č.p. 54, po levé straně (od Obříví), 115 cm nad terénem	164.57	164.29	-0.28
5.37	Vltava	Zelčín	Zemědělský objekt, boční stěna, vpravo od dřevěných vrat, 80 cm nad terénem	164.63	164.43	-0.20
5.38	Vltava	Zálezlice	Dům č.p. 1, boční stěna, 111 cm nad bodem státní nivelace	164.60	164.35	-0.25
5.45	Vltava	Zálezlice	Masivní zděný pilíř vstupní brány ke kostelu a hřbitovu, 132 cm od vrchu pilíře	164.59	164.32	-0.27
5.69	Vltava	Zálezlice - Zátvor	Dům č.p. 81, stěna verandy, 34 cm nad terénem	164.53	164.54	0.01
5.70	Vltava	Zálezlice	Zálezlice č.p.78. Rodinný domek po levé straně v ulici. Výška 23 cm nad soklem.	164.59	164.77	0.18
6.00	Vltava	Mezi ob. Zelčín a Chramostek	Na 1. příhradovém sloupu el. vedení za horkovodem, 38 cm nad betonovým základem	164.80	164.63	-0.17
6.29	Vltava	Kozárovce	Kozárovce č.p.9. Značka na vysoké podezdívce plotu na pravém okraji.	165.09	164.85	-0.24
6.80	Vltava	Chramostek	Na pouliční lampě naproti č.p. 7 přes cestu, 70 cm nad bet. základem	164.90	164.73	-0.17
6.80	Vltava	Chramostek	Chramostek č.p.7. Značka na vpravo od dveří zděné garáže. Výška 149 cm nad zemí.	164.59	164.73	0.14
8.34	Vltava	Lužec nad Vlt.	Ulice Mělnická 26. Značka na domě vlevo od vrátek. Výška 76,5 cm nad zemí.	165.58	165.69	0.11
9.25	Vltava	Bukol	Pravý roh rekreačního domku (č.p. 31, vepřovicová stavba). Výška 110 cm nad zemí.	165.68	165.79	0.11
10.50	Vltava	Vojkovice	Vojkovice č.p.71	165.68	165.89	0.21
10.52	Vltava	Křivousy	Křivousy č.p.8. Značka na přístavku vpravo od vstupních vrat vedle elektrické skříně.	166.39	166.43	0.04
10.54	Vltava	Křivousy	Č.p. 15.Vlevo na čelní straně domu	166.41	166.38	-0.03
10.60	Vltava	Vojkovice	Vojkovice č.p.121. Značka na levých vrátech sušičky v areálu ubytovny. Výška 8 cm.	166.28	166.38	0.10
10.90	Vltava	Dědíbaby	Značka umístěna na zastávce autobusu mezi oknem a dveřmi. Výška 180 cm nad zemí.	166.88	166.90	0.02

Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
10.91	Vltava	Vraňany	Vrata do laterálního kanálu, strana po vodě na levém břehu. Značka červeným sprejem.	167.21	167.40	0.19
11.57	Vltava	Vraňany		167.73	167.46	-0.27
11.58	Vltava	Vraňany	Značka na dílně jezného, vpravo od plechových vrat. Výška 63,5 cm nad zemí.	167.25	167.54	0.29
12.50	Vltava	Mlčechvosty	Propustek pod železniční tratí Praha - Děčín (v roklí naproti hospodě), na straně u Vltavy.	168.12	168.21	0.09
12.80	Vltava	Dušníky nad Vltavou	Značka na rodinném domě (č.p. 20) vlevo od okna. Výška 19,5 cm nad soklem.	168.17	168.07	-0.10
13.70	Vltava	Vepřek	Propustek pod železniční tratí Praha - Děčín, levá strana propustku od vody.	169.15	169.27	0.12
14.63	Vltava	Nové Ouholice	První propustek pod železniční tratí Praha - Děčín. Na vzdušné straně od vody	170.27	170.56	0.29
15.64	Vltava	Staré Ouholice	Hospoda, první dům od Miřejovic. Značka na pravém rohu budovy vedle oken.	170.79	170.91	0.12
16.00	Vltava	Všestudy	Rodinný dům, značka uprostřed mezi okny. Výška 56 cm od cihlového soklu.	170.94	171.04	0.10
18.05	Vltava	Miřejovice	Miřejovice č.p.59. Budova obsluhy jezu. Levý roh budovy, 0.30m nad zemí.	172.82	172.76	-0.06
18.26	Vltava	Veltrusy	Ul. Štěpána Bendy 586, značka u vchodu do domu. Výška 0.58m	172.32	172.32	0.00
19.76	Vltava	Nelahozeves	První propustek pod zámkem pod ž. tratí Praha - Děčín. Stř. pilíř, 0.98 m nad značkou z r. 1890.	173.55	173.55	0.00
20.06	Vltava	Nelahozeves	Nelahozeves 1, Dvořákova stezka č.p.64. Značka vedle uzávěru plynu, 0.99 m nad zemí.	173.78	173.71	-0.07
22.02	Vltava	Kralupy nad Vlt.	Roh budovy na křižovatce ulic U cukrovaru a Tyršova. Blízko propustku pod žel. tratí. Výška 1.93 m.	175.64	175.40	-0.24
22.02	Vltava	Kralupy nad Vlt.	Ulice Přemyslova 41/58, vlevo od vstupních dveří obytného domu. 0.77 m pod hranou výklenku dveří.	175.63	175.45	-0.18
24.67	Vltava	Chvatěruby	Značka mezi třetí a čtvrtou garáží v ulici k Vltavě. 1.10m nad zemí.	177.82	177.30	-0.52
26.84	Vltava	Dolánky	Č.p.65. Objekt Správy plavebních komor, levý roh čelní strany domu. Výška 1.26 cm nad soklem	179.18	178.45	-0.73
27.34	Vltava	Dolany		179.27	178.84	-0.43
27.35	Vltava	Dolany		179.27	178.83	-0.44
28.00	Vltava	Libčice nad Vlt.	Propustek pod železniční tratí Praha - Děčín, 0.16 m pod spodní hranou betonové obruby mostu.	179.42	178.86	-0.56
28.19	Vltava	Dolany	Výzkumný ústav včelařský. Značka vlevo na skladu, Výška 0.88m nad zemí, 1.57m pod hranou překladu.	179.52	178.97	-0.55
30.34	Vltava	Libčice nad Vlt.	Ulice Pod zastávkou 383, objekt pod žel. tratí Praha - Děčín, vpravo od zastávky Letky, 0.78m nad zemí.	180.84	180.46	-0.38
32.32	Vltava	Řež	Značka na pravém rohu fasády hotelu Vltava, 0.30m nad hranou omítnutého převisu budovy.	181.65	181.40	-0.25
36.50	Vltava	Roztoky	č. p. 126 u plavební komory Roztoky	183.58	183.56	-0.02
37.07	Vltava	Klečany	Značka na objektu Povodí Vltavy u jezu. Vyznačena v prvním patře na levém okně.	184.38	184.07	-0.31
39.10	Vltava	Praha - Brnky	Brnky, ř.km 39, dřevěná chatka ve stráni, zřetelné stopy na lepenkové střeše	184.65	184.59	-0.06

Tab.6.2 – Data využitá při kalibraci modelu Klecany-Mělník na povodeň 2006

Ř, km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
836.62	Labe	LGS Mělník	čtení limnigrafu	160.01	159.96	-0.05
836.68	Labe	Mělník	č.p.750 garáž pod terasou - 156 cm nad terénem	159.86	160.04	0.18
842.14	Labe	Kly	Štít budovy dílen - 119cm nad terénem	161.17	161.10	-0.07
843.10	Labe	Obříství	čelní stina velínu plavební komory - 130cm nad ter.	161.15	161.15	0.00
843.90	Labe	Obříství	levobřežní pilíř příhradové lávky starého jezu - 62 nad N.B.	161.24	161.20	-0.04
0.90	Vltava	PK Hořín	Dolní voda vodočet	160.43	160.45	0.02
10.89	Vltava	LGS Vraňany	záznam Limnigrafu	164.70	164.70	0.00
11.70	Vltava	VD Vraňany	Horní voda vodočet	165.33	165.43	0.10
18.10	Vltava	Miřejovice	Zídka u vtoku do propusti (plus cc 5 cm -těsně pod vodou)	168.67	168.76	0.09
18.94	Vltava	VD Miřejovice	Horní voda vodočet	169.10	169.14	0.04
22.11	Vltava	Kralupy	Břehový pilíř silničního mostu 17:59	170.28	170.33	0.05
24.80	Vltava	Chvatěruby	pata sloupu vedle poštovních schránek u č.64 18:11	171.67	171.68	0.01
27.31	Vltava	VD Dolany	Dolní voda vodočet-denní, nutno dopřesnit	172.37	172.39	0.02
27.40	Vltava	VD Dolany	Horní voda Vodočet	172.70	172.65	-0.05
28.33	Vltava	Libčice přívoz	pata svodidla u přívozu 17:28	173.13	173.01	-0.12
35.90	Vltava	PK Roztoky	Dolní voda vodočet	176.46	176.32	-0.14
37.16	Vltava	VD Klecany	Horní voda vodočet	176.92	176.94	0.02
38.23	Vltava	Roztoky ČOV	Schůdky u ČOV	177.42	177.48	0.06
39.00	Vltava	Roztoky-Brnky	Spodní okraj cedule ř. km 39	177.50	177.63	0.13

Tab.6.3 – Data využitá při kalibraci modelu Klecany-Mělník na povodeň 2006

Ř. km	Tok	Místo	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
38.45	Vltava	Roztoky křižovatka tratí	181.27	181.27	0.00
32.55	Vltava	Řež fotbalové hřiště	178.45	178.61	0.16
32.15	Vltava	Řež u lávky	178.50	178.42	-0.08
30.15	Vltava	Libčice u fot.hřiště	177.66	177.60	-0.06
24.50	Vltava	Chvatěruby	174.87	174.84	-0.03
23.00	Vltava	Kralupy PB u odběr. objektu	174.10	174.07	-0.03
22.90	Vltava	Kralupy PB u odběr. objektu	174.15	174.03	-0.12
21.48	Vltava	Kralupy LB oblouk	173.27	173.20	-0.07
18.10	Vltava	Miřejovice nad jezem	171.05	171.33	0.28
15.00	Vltava	Hrázka nad náspem dálnice	169.47	169.50	0.03
14.90	Vltava	Hrázka nad náspem u dálnice	169.37	169.28	-0.09
14.00	Vltava	hladina pod náspem dálnice	168.32	168.46	0.14
11.60	Vltava	Nad jezem Vraňany	167.01	166.83	-0.18

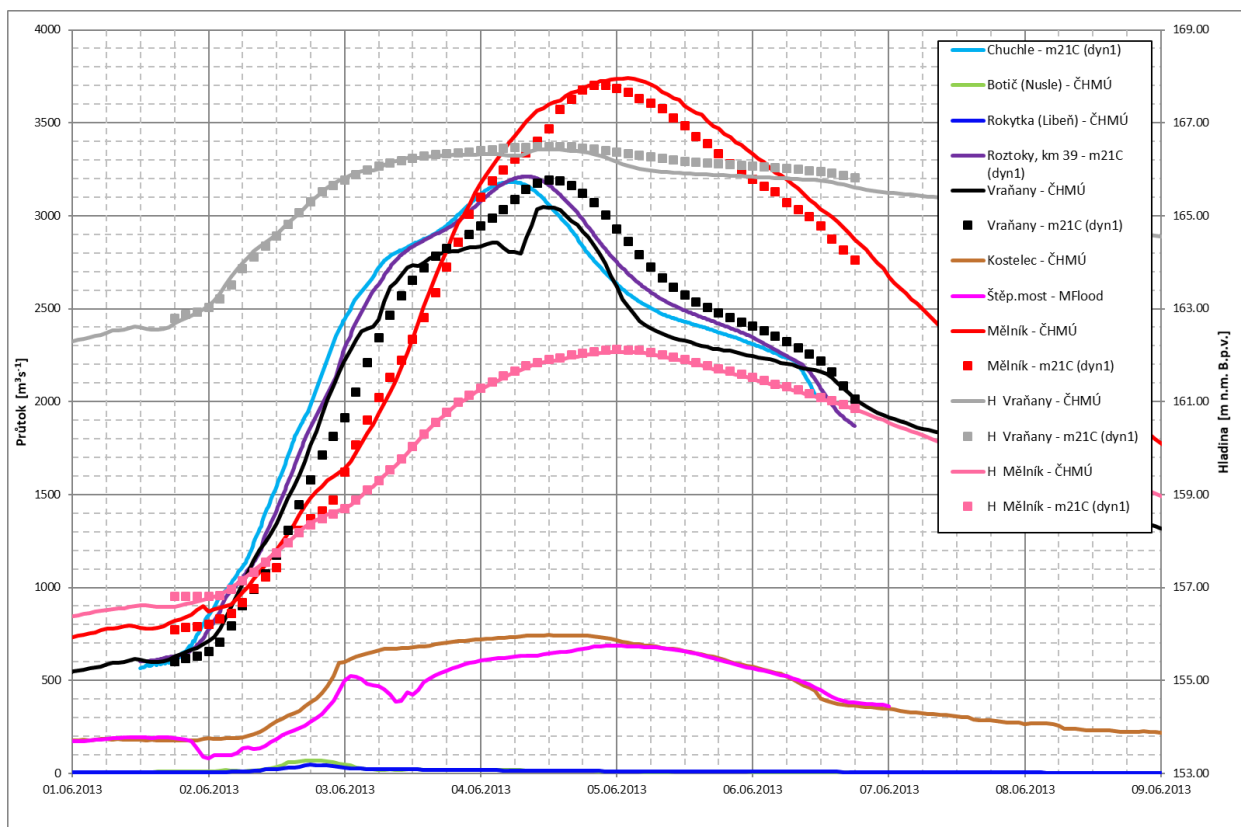
Dynamická rekonstrukce povodní v rámci modelu Klecany - Mělník

Pro kalibraci modelu je také zároveň podstatné, zda a jak se výsledky modelu shodují s realitou také v hydrologických parametrech, jako jsou postupivost a transformace povodňové vlny – měl by být tedy **zkalibrován nejen na průběh hladin, ale současně také na postupivost vlny a velikost kulminačního průtoku** – což je obecně velmi obtížné, často nesplnitelné.

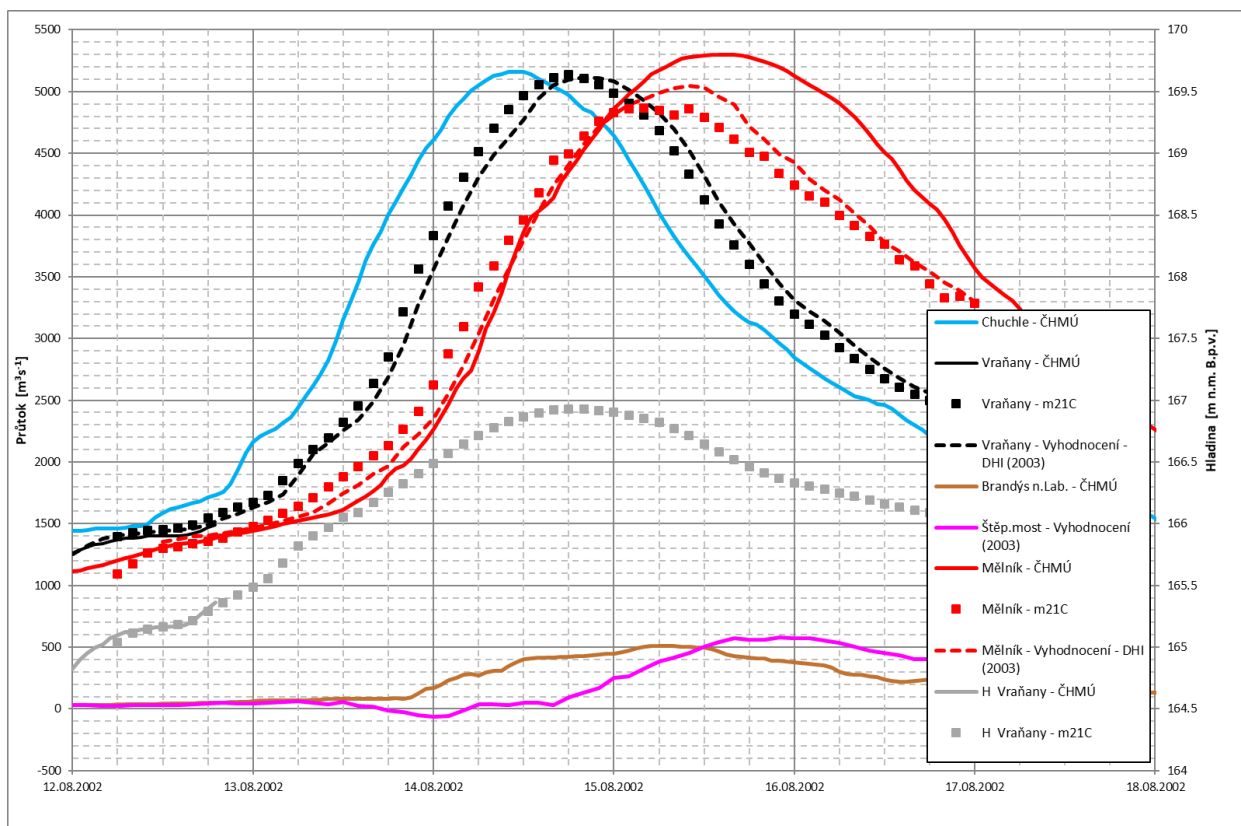
V tomto zájmovém úseku jsou důležitými limnigrafickými stanicemi Vraňany (Vltava; ČHMÚ) a Mělník (Labe, ČHMÚ). Vypočtené časové řady průtoků a vodních stavů (úrovni hladin) a jejich porovnání s měřenými/vyhodnocenými hodnotami jsou vykresleny na *Obr. 6.2* pro povodeň 6/2013 a na *Obr. 6.3* pro povodeň 8/2002.

V profilu **LGS Vraňany** bylo při kalibraci na povodeň 6/2013 dosaženo dobré shody v postupivosti povodňové vlny (naprostá shoda v čase kulminace), model však vypočetl vyšší kulminační průtok 3192 m³/s než vyhodnotil ČHMÚ ($Q_{\max} = 3049$ m³/s) – způsobeno vyšším odtokem z Prahy, což je jeden z výsledků tohoto projektu (viz kap. 5.2). Časový průběh hladiny ve stanici odpovídá během vzestupné větve povodňové vlny velmi dobře, na sestupné větvi jsou vypočtené hladiny vyšší než pozorované. V případě povodně 8/2002 nelze hydrogramy porovnat – během povodně došlo k poškození limnigrafické stanice ČHMÚ – záznam časového průběhu není k dispozici. Vypočtený kulminační průtok $Q_{\max} = 5136$ m³/s je jen o 56 m³/s vyšší než hodnota kulminačního průtoku vyhodnocená ČHMÚ.

Ve **stanici Mělník** se časový průběh vypočteného hydrogramu velmi dobře shoduje s hydrogramem vyhodnoceným ČHMÚ – je v kulminační fázi povodně jsou vypočtené průtoky poněkud nižší. Matematický model vypočetl kulminaci průtoku cca o 5 hodin dříve, než byla vyhodnocena – to ovšem může být reálný výsledek, neboť kulminace průtoku by měla předcházet kulminaci hladiny. Hydrogram průtoku ČHMÚ je odvozen přímo z časového průběhu vodních stavů – neuvažuje tedy žádnou hysterizi konzumční křivky. Vypočtený kulminační průtok $Q_{\max} = 3701$ m³/s je jen o 42 m³/s nižší než průtok vyhodnocený ČHMÚ. Vypočtený průběh hydrogramu povodně 8/2002 časově předbíhá hydrogram ČHMÚ; vypočtený hydrogram vykazuje dva vrcholy (s odstupem cca 8 hodin), přičemž druhý vrchol předbíhá vyhodnocený čas kulminace cca o 6 hodin. Vypočtený kulminační průtok v obou vrcholech dosahuje hodnoty těsně pod 4900 m³/s, zatímco ČHMÚ uvádí $Q_{\max} = 5300$ m³/s. Kromě velkého rozdílu v hodnotě kulminačního průtoku si můžeme povšimnout, že vypočtený hydrogram znázorňuje celkově menší objem vody v povodňové vlně než hydrogram vyhodnocený. Oba rozdíly mohou být ovlivněny skutečností, že v úseku Praha – Mělník není uvažován žádný přítok z mezipovodí a též nepřesnou transformací vyhodnoceného hydrogramu ze stanice Brandýs nad Labem do profilu Štěpánský most (Labe). Přesto však výsledek kalibračního výpočtu pro povodňovou epizodu ze srpna 2002 svádí k domněnce, že je hydrogram průtoku ve stanici Mělník celkově nadhodnocen.



Obr 6.2 – Rekonstrukce povodňové vlny 6/2013, výsledek simulace - model „Klecany – Mělník“



Obr 6.3 – Rekonstrukce povodňové vlny 8/2002, výsledek simulace - model „Klecany – Mělník“

7. ZPŮSOB VYMEZENÍ ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ A AKTIVNÍ ZÓNY

7.1. Záplavové území

Záplavová území byla vygenerována z výsledků 2D matematických modelů a to protnutím digitálních modelů vypočtených hladin a digitálního modelu terénu v software Atlas DMT. Pro finální editaci záplavových čar byl využit software ESRI ArcMap.

Formát záplavových čar *.shp – polygon, vektorový formát ESRI
 Formát map hladin *.tif – rastr, georeferencovaný tif velikost pixelu rastru 2x2 m

Záplavové území i aktivní zóna záplavového území byly na přání zadavatele oříznuty v horním profilu na Vltavě hranicí katastrálního území hl. m. Prahy a Středočeského kraje, na soutoku Vltavy a Labe pak byly ZÚ i AZZÚ oříznuty linií určenou zadavatelem Povodím Vltavy s.p. Tato linie vychází z hranice povodí III. a IV. řádu tak, že odděluje dílčí povodí příslušná Labi, v oblasti mezi ústím Vltavy a Hořinského kanálu je pak oddělen úsek Labe jeho osou toku.

7.2. Aktivní zóna záplavového území – AZZÚ

Vyhláška MŽP č. 79/2018 Sb. definuje základní pojmy – Aktivní zónou záplavového území se rozumí administrativně vymezená část záplavového území, kterou stanovuje vodoprávní úřad na návrh správce vodního toku podle nebezpečnosti povodňových průtoků.

7.2.1. Zpracování návrhu AZZÚ

- (1) K návrhu aktivní zóny záplavového území se využívají podklady pro zpracování návrhu záplavových území podle § 4, mapy povodňového nebezpečí a mapa povodňového ohrožení.
- (2) Aktivní zóna záplavového území zahrnuje plochy
 - a) vlastního koryta vodního toku v šířce definované břehovými čarami,
 - b) všech souvisejících vodních toků, derivačních či jiných kanálů a zaústění přítoků hlavního toku v šířce určené břehovými čarami,
 - c) území mezi břehovými čarami a linií stavby vodního díla na ochranu před povodněmi podél vodního toku,
 - d) další vymezené na mapě povodňového ohrožení jako vysoké ohrožení,
 - e) 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:
 1. hloubka vody je větší nebo rovna 1,5 m,
 2. výslednice vektoru rychlosti proudění vody je větší nebo rovna 1,5 m/s, nebo
 3. součin hodnoty hloubky vody a výslednice vektoru rychlosti proudění vody je větší nebo roven 0,75 m²/s,
a
 - f) vyvýšených území vymezených na mapě povodňového ohrožení jako nízké a střední ohrožení uvnitř jednotlivých ploch vymezených podle písmen a) až e).
- (3) Do aktivní zóny záplavového území nejsou zahrnovány izolované plochy vysokého a středního ohrožení a dále území za protipovodňovými zábranami, které se instalují při nebezpečí povodně nebo při povodni v rámci povodňových zabezpečovacích prací podle § 75 odst. 2 písm. g) vodního zákona.
- (4) V odůvodněných případech, například pokud vodní tok protéká údolnicí a inundační území není členité, lze u drobných nebo pramenných úseků vodních toků se souhlasem vodoprávního úřadu navrhnout aktivní zónu záplavového území, jako území vymezené záplavovou čarou povodně s dobou opakování 20 let.

7.2.2. Stanovení AZZÚ

V této studii byla AZZÚ definována přesně dle výše uvedené vyhlášky dle § 6 odst. 1 a 2 na základě znalosti hloubek a svislicových rychlostí ve všech výpočetních bodech matematického modelu pro všechny řešené průtokové stavy Q_N .

Výpočet intenzity povodně, stanovení povodňového ohrožení a definice podmínek hloubky vody, vektoru rychlosti a jejich součinu (pro vymezení AZZÚ nad územím středního ohrožení) byly provedeny v georeferencovaných rastroch hydraulických veličin.

Byly především vymazány osamocené oblasti mimo hlavní polygon AZZÚ, poté byly do území aktivní zóny zahrnuty všechny vnitřní ostrovy s územím v kategorii nízkého a středního ohrožení – dle vyhlášky § 6 odst. 2 bodu f).

Do ZÚ i AZZÚ byl též vložen úsek Zákolanského potoka ř.km 0 – 2,5, který byl přesněji počítán v rámci II. cyklu Map rizik separátním modelem a zahrnut do společných výstupů, a jehož ZÚ lze vzhledem k charakteru oblasti soutoku těžko od ZÚ Vltavy oddělit.

Z podnětu správce toku PVL byly provedeny dílčí úpravy ve výpočtem stanovené oblasti AZZU a následné úpravy záplavového území ve stanovených případech.

Do AZZÚ byly na podnět zadavatele zahrnuty:

- Objekty terénních útvarů v záplavovém území, které nejsou trvalého charakteru a vyskytují se v území bez stavebního povolení – obecně nepovolené navážky a valy, sklady sypkého materiálu apod.
- Předpolí malých mostků a lávek .
- Lokální objekty ohraničené vysokými zdi nebo hrázkami mimo schválené PPO.
- Všechny pilíře mostů, vyjma břehových s návazností na terén (jsou zahrnuty do AZZÚ i ZÚ).
- Ojedinelé drobné ostrůvky v souvisle zaplavených liniových prvcích, vzniklé při simulaci na hranici přesnosti dat.

8. VÝSTUPY

Základní informací, kterou poskytují výsledky 2D matematického modelu, je **průběh hladin a hloubek** vody a rozložení **vektorů rychlostí** (tj. směrů a velikostí vektorů rychlostí) v celé zájmové oblasti (tj. „v ploše“) ve výpočetních bodech zakřivené sítě.

Vektory svislicových rychlostí mohou být rozloženy na podélnou a příčnou složku (vzhledem k zakřivené ose výpočetní sítě, resp. jinému souřadnicovému systému).

Výstupy této studie jsou rozděleny na:

- Povinnou část, kterou vyžaduje vyhláška č.79/2018 Sb., jež ve své příloze definuje formu digitálních i tištěných výstupů, přikládáných k návrhu na stanovení záplavových území. Nejjobsažnějším výstupem této studie jsou rastry vypočtených hydraulických charakteristik - v digitální podobě se jedná o hloubky a rychlosti pro řešené průtokové stavy. V tištěné podobě se jedná o mapy záplavového území, které souvisle pokrývají celou zájmovou oblast na mapových listech 1:10 000. Všechny výsledky jsou zobrazovány dle vyhlášky nad obsahem map ZM -10 (1 : 5 000). Dále se jedná o psaný podélný profil dle formátu, předepsaného vyhláškou.
- Dodatečné výstupy pro praktické využití správce toku, které vyhláška 79/2018 Sb. nevyžaduje – tištěné mapy hloubek, hladin a rychlostí včetně vektorů rychlostí a digitální formu těchto map ve formě usazených rastrů a vektorových vrstev, seskupené do souboru layoutu pro ArcMap - formát *.mxd a taktéž vyexportované do formátu *.pmf pro volně stažitelný prohlížeč ArcReader. Součástí těchto výstupů je rovněž přehledný psaný podélný profil a schematický grafický podélný profil – průběh hladin.

8.1. Záplavové území pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}

Vymezení záplavového území, včetně stanovení AZZU, bylo podrobně popsáno v kapitolách 7.1 a 7.2.

Záplavové čáry vzniknou proložením map hladin pro příslušné povodňové průtoky do DMT, průsečnice definuje záplavovou čáru.

Aktivní zóna záplavového území pro průtok Q_{100} (AZZU) je stanovena nad podklady hydraulických veličin Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} (svislicové rychlosti a hloubky vody) a na podkladě map povodňového ohrožení dle vyhlášky MŽP č. 79/2018 Sb.

Formát záplavových čar *.shp – polygon, vektorový formát ESRI

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

Mapa hloubek vznikne odečtením vypočítané úrovně hladiny a sestaveného digitálního modelu terénu. V barevné škále zobrazuje názorně hloubku vody při povodni v záplavovém území a upozorňuje na rizikové oblasti s vysokými hloubkami vody.

Pomocí softwaru ESRI ArcMap a ATLAS DMT byly z vypočtených hydraulických charakteristik pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} vygenerovány mapy hloubek.

Formát map hloubek *.tif – rastr, georeferencovaný tif velikost pixelu rastru 2 x 2 m

8.3. Svislicové rychlosti proudění pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}

Informace o rychlosti proudění vody v korytě a v inundačním území u dvourozměrného modelu jsou známy ve všech výpočetních bodech.

Pomocí softwaru ESRI ArcMap a ATLAS DMT byly z vypočtených hydraulických charakteristik pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} vygenerovány mapy rychlostí.

Formát map rychlostí *.tif – rastr, georeferencovaný tif velikost pixelu rastru 2x2 m

8.4. Povodňové ohrožení

8.4.1. Výpočet intenzity povodně

Intenzita povodně (IP) je chápána jako měřítko ničivosti povodně a je definována jako funkce hloubky vody h [m] a rychlosti vody v [m/s]. Intenzita povodně se stanovuje podle následujících vztahů:

$$IP = \begin{cases} 0 & h = 0 \text{ m} \\ h & h > 0 \text{ m}, v \leq 1 \text{ m/s} \\ h \cdot v & h > 0 \text{ m}, v > 1 \text{ m/s} \end{cases}.$$

Vstupními údaji pro výpočet intenzity povodně jsou hodnoty hloubek a rychlostí vody pro dané N-leté průtoky v inundačním území.

Výpočet IP byl proveden pro všechny doby opakování (pro 5, 20, 100 a 500 let). Výsledkem výpočtů byla data v každé buňce výpočetní sítě matematického modelu, která obsahovala údaj o intenzitě povodně IP pro jednotlivé doby opakování.

8.4.2. Stanovení povodňového ohrožení

Povodňové ohrožení R_i se pro i -tý povodňový scénář odpovídající kulminačnímu průtoku s dobou opakování N_i let s pravděpodobností překročení p_i stanoví dle vztahu:

$$R_i = (0,3 + 1,35 \cdot IP_i) \cdot p_i$$

kde:

$$p_i = 1 - e^{-\frac{1}{N_i}}, \text{ resp. } p_i \approx \frac{1}{N_i} \text{ pro cca } N \geq 5$$

Stanovení míry ohrožení R_i vycházelo z hodnot intenzity povodně IP pro jednotlivé doby opakování. Pro každou buňku výpočetní sítě vyjadřující intenzitu povodně IP bylo třeba stanovit ohrožení vyjádřené hodnotou v rozmezí 4 (vysoké) až 1 (zbytkové). Hraniční hodnoty jednotlivých kategorií ohrožení jsou uvedeny v tabulce 8.1. Uvedený postup byl opakován pro všechna N .

Tab. 8.1 Klasifikace ohrožení R

Ohrožení R	Kategorie ohrožení
$R \geq 0,1$ nebo $IP \geq 2$	(4) Vysoké (červená barva)
$0,01 \leq R < 0,1$	(3) Střední (modrá barva)
$R < 0,01$	(2) Nizké (oranžová barva)
$P < 0,0033$ (tj. $N > 300$)	(1) Reziduální (žlutá barva)

V dalším kroku se provádí vyhodnocení maximální hodnoty ohrožení R pro jednotlivé dílčí ohrožení R_i odpovídající i -tým scénářům nebezpečí (průchodu N-letého kulminačního průtoku) dle vztahu:

$$R_{(x,y)} = \max_{i=1}^n R_i,$$

kde n značí počet hodnocených (vstupujících) scénářů povodňového nebezpečí.

Výsledkem byl jeden finální soubor v prostředí M21C, který byl uložen do rastru o velikosti 1x1 m obsahující maximální hodnoty ohrožení R, ten byl následně převeden do polygonu s kategoriemi ohrožení (R1 – R4).

9. NEJISTOTY VE VÝSLEDCÍCH VÝPOČTU

Nejistoty mohou vstupovat do výpočtů a dále do výsledků v každé dílčí fázi zpracování. Jedná se zejména o nejistoty hydrologických dat, geodetických dat, zpracování digitálního modelu terénu, schematizace řešeného území hydrodynamickým modelem, přesnost hydrodynamického modelu, drsnosti povrchů, kalibrační značky, kulminační průtoky kalibračních povodní atd.

Např. vstupní digitální model terénu má deklarovanou výškovou přesnost v záplavovém území $\pm 0,22$ m, zkušenost zpracovatele však ukazuje, že v hustě zarostlých oblastech (např. břehy porostlé hustou vegetací) může být chyba větší.

Dalším faktorem, s nímž model nemůže počítat v plném rozsahu, je množství spláví, které postupuje tokem při povodni, ať už se jedná například o antropogenní materiál či dřevní hmotu. Toto spláví, zejména v prostoru objektů, husté vegetace, a hlavně na plotech v záplavovém území může omezit průtočný profil (částečné nebo úplné ucpání), což má zásadní vliv na jeho průtočnou kapacitu a následně na průběh hladin nad místem, ve kterém k tomuto problému došlo.

Na druhou stranu je nutno podotknout, že způsob zpracování studie vycházel z použití nejmodernějších a nejaktuálnějších vstupních podkladů, hydrodynamických modelů, metod zpracování hydrodynamických modelů a prezentace jejich výsledků s cílem minimalizovat nejistoty ve výsledcích výpočtů.

Také kalibrace předmětného úseku byla provedena velice důkladně – 2D povodňový model Prahy byl kalibrován na tři nedávné povodňové epizody 2002, 2006, 2013, které pokrývají celé spektrum povodňových průtoků od malé povodně po povodeň extrémní, jako finální kalibrační epizoda byla použita povodeň 6/2013, která proběhla v nejnepříznivějším vegetačním období a při níž došlo v zájmové oblasti k výše popisovaným jevům ucpávání plávim, v tomto případě zneprůtočnění plotů a hlavně rozsáhlých relativně mělce zaplavených polí, osetých řepkou, která byla schopná zadržet na okraji pole jemné plávy a vytvořit rozsáhlé neprůtočné bariéry. Dá se tedy říci, že finální výpočet je proveden na straně bezpečnosti pro nejnepříznivější zaznamenané odtokové poměry.

Vypracoval:

V Praze, 12.12. 2019

Ing. Petr Sklenář

Ing. Eva Ingeduldová

10. TIŠTĚNÉ VÝSTUPY

Výstupem hydraulického modelu je nepravidelná podrobná síť bodů s hodnotami rychlostí, hloubek a hladin. Podrobný celkový seznam výstupů v digitální a tištěné podobě je uveden na začátku této zprávy, zde se přebírá pouze přehled tištěných výstupů.

- **Výstupy dle požadavků vyhlášky 79/2018 Sb.**

č.p.	název přílohy	měřítko
	PRŮVODNÍ ZPRÁVA	
	MAPA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ pro Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀, Q₅₀₀ a AZZÚ	1 : 10 000
	- list 1 až 23	

- **Rozšířené výstupy dle požadavků zadavatele**

č.p.	název přílohy	měřítko
	PRŮVODNÍ ZPRÁVA	
	PSANÝ PODÉLNÝ PROFIL	
	MAPA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ pro Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀, Q₅₀₀ a AZZÚ	1 : 10 000
	- list 1 až 23	
	MAPA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ pro Q₂ a AZZÚ	1 : 10 000
	- list 1 až 23	
	MAPA HLOUBEK pro Q₂	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₂ Vltava, Q dopočet Labe	
	MAPA HLOUBEK pro Q₅	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₅ Vltava, Q dopočet Labe	
	MAPA HLOUBEK pro Q₂₀	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₂₀ Vltava, Q dopočet Labe	
	MAPA HLOUBEK pro Q₁₀₀	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₁₀₀ Vltava, Q dopočet Labe	
	MAPA HLOUBEK pro Q₅₀₀	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₅₀₀ Vltava, Q dopočet Labe	
	MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₂	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₂ Vltava, Q dopočet Labe	
	MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₅	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₅ Vltava, Q dopočet Labe	
	MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₂₀	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₂₀ Vltava, Q dopočet Labe	
	MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₁₀₀	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₁₀₀ Vltava, Q dopočet Labe	
	MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₅₀₀	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₅₀₀ Vltava, Q dopočet Labe	
	MAPA HLADIN pro Q₂	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₂ Vltava, Q dopočet Labe	
	MAPA HLADIN pro Q₅	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₅ Vltava, Q dopočet Labe	
	MAPA HLADIN pro Q₂₀	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₂₀ Vltava, Q dopočet Labe	
	MAPA HLADIN pro Q₁₀₀	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₁₀₀ Vltava, Q dopočet Labe	
	MAPA HLADIN pro Q₅₀₀	1 : 10 000
	- list 1 až 23: Q ₅₀₀ Vltava, Q dopočet Labe	

11. DIGITÁLNÍ VÝSTUPY

- **Výstupy dle požadavků vyhlášky 79/2018 Sb.**

č.p.	název přílohy	měřítko	formát dat
2	STANDARDNÍ HYDROLOGICKÉ ÚDAJE		pdf + docx
3	PRŮVODNÍ ZPRÁVA		pdf + docx
4	PSANÝ PODÉLNÝ PROFIL		xml + xlsx
5	VÝPOČTOVÉ PROFILY		GIS vrstva
6	ZÁPLAVOVÉ ÚZEMÍ A JEHO AKTIVNÍ ZÓNA		GIS vrstva
7	MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ		GIS vrstva
8	MAPA POVODŇOVÉHO OHROŽENÍ		GIS vrstva
9	MAPA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ pro Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ , Q ₅₀₀ a AZZÚ		pdf
	- list 1 až 23	1 : 10 000	

- **Rozšířené výstupy dle požadavků zadavatele – všechny přílohy ve formátu pdf**

název přílohy

PRŮVODNÍ ZPRÁVA

PSANÝ PODÉLNÝ PROFIL

MAPA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ pro Q₅, Q₂₀, Q₁₀₀, Q₅₀₀ a AZZÚ 1 : 10 000

- list 1 až 23

MAPA ZÁPLAVOVÉHO ÚZEMÍ pro Q₂ a AZZÚ 1 : 10 000

- list 1 až 23

MAPA HLOUBEK pro Q₂ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₂ – obálka maximálních hodnot

MAPA HLOUBEK pro Q₅ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₅ – obálka maximálních hodnot

MAPA HLOUBEK pro Q₂₀ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₂₀ – obálka maximálních hodnot

MAPA HLOUBEK pro Q₁₀₀ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₁₀₀ – obálka maximálních hodnot

MAPA HLOUBEK pro Q₅₀₀ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₅₀₀ – obálka maximálních hodnot

MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₂ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₂ – obálka maximálních hodnot

MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₅ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₅ – obálka maximálních hodnot

MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₂₀ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₂₀ – obálka maximálních hodnot

MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₁₀₀ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₁₀₀ – obálka maximálních hodnot

MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₅₀₀ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₅₀₀ – obálka maximálních hodnot

MAPA HLADIN pro Q₂ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₂ – obálka maximálních hodnot

MAPA HLADIN pro Q₅ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₅ – obálka maximálních hodnot

MAPA HLADIN pro Q₂₀ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₂₀ – obálka maximálních hodnot

MAPA HLADIN pro Q₁₀₀ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₁₀₀ – obálka maximálních hodnot

MAPA HLADIN pro Q₅₀₀ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₅₀₀ – obálka maximálních hodnot

MAPA HLOUBEK pro Q₂ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₂ Vltava, Q dopočet Labe

MAPA HLOUBEK pro Q₅ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₅ Vltava, Q dopočet Labe

MAPA HLOUBEK pro Q₂₀ 1 : 10 000

- list 1 až 23: Q₂₀ Vltava, Q dopočet Labe

MAPA HLOUBEK pro Q₁₀₀	1 : 10 000
- list 1 až 23: Q ₁₀₀ Vltava, Q dopočet Labe	
MAPA HLOUBEK pro Q₅₀₀	1 : 10 000
- list 1 až 23: Q ₅₀₀ Vltava, Q dopočet Labe	
MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₂	1 : 10 000
- list 1 až 23: Q ₂ Vltava, Q dopočet Labe	
MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₅	1 : 10 000
- list 1 až 23: Q ₅ Vltava, Q dopočet Labe	
MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₂₀	1 : 10 000
- list 1 až 23: Q ₂₀ Vltava, Q dopočet Labe	
MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₁₀₀	1 : 10 000
- list 1 až 23: Q ₁₀₀ Vltava, Q dopočet Labe	
MAPA RYCHLOSTÍ pro Q₅₀₀	1 : 10 000
- list 1 až 23: Q ₅₀₀ Vltava, Q dopočet Labe	
MAPA HLADIN pro Q₂	1 : 10 000
- list 1 až 23: Q ₂ Vltava, Q dopočet Labe	
MAPA HLADIN pro Q₅	1 : 10 000
- list 1 až 23: Q ₅ Vltava, Q dopočet Labe	
MAPA HLADIN pro Q₂₀	1 : 10 000
- list 1 až 23: Q ₂₀ Vltava, Q dopočet Labe	
MAPA HLADIN pro Q₁₀₀	1 : 10 000
- list 1 až 23: Q ₁₀₀ Vltava, Q dopočet Labe	
MAPA HLADIN pro Q₅₀₀	1 : 10 000
- list 1 až 23: Q ₅₀₀ Vltava, Q dopočet Labe	
GIS_data	shp / raster

Tab. 11.1- Výstupy dle požadavků vyhlášky 79/2018 Sb. - přehled GIS vrstev

název (popis)	typ	popisy
<i>Profily_Vltava_rkm_0_40.shp</i>	polyline	příčné profily objektů
<i>AZZU_Vltava_rkm_0_40.shp</i> <i>zu_Q5_Vltava_rkm_0_40.shp</i> <i>zu_Q20_Vltava_rkm_0_40.shp</i> <i>zu_Q100_Vltava_rkm_0_40.shp</i> <i>zu_Q500_Vltava_rkm_0_40.shp</i>	polygon	záplavové čáry pro Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀ aktivní zóna záplavového území
<i>AZZU_Vltava_rkm_66-425_69-875_Berounka_rkm_5-625_8-140_Str_Cech.shp</i> <i>zu_Q5_Vltava_rkm_66-425_69-875_Berounka_rkm_5-625_8-140_Str_Cech.shp</i> <i>zu_Q20_Vltava_rkm_66-425_69-875_Berounka_rkm_5-625_8-140_Str_Cech.shp</i> <i>zu_Q100_Vltava_rkm_66-425_69-875_Berounka_rkm_5-625_8-140_Str_Cech.shp</i> <i>zu_500_Vltava_rkm_66-425_69-875_Berounka_rkm_5-625_8-140_Str_Cech.shp</i>	polygon	záplavové čáry pro Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀ aktivní zóna záplavového území doplňk ZU Stř. kraj
<i>RQ5_2D_Vltava_rkm_0_40.tif</i> <i>RQ20_2D_Vltava_rkm_0_40.tif</i> <i>RQ100_2D_Vltava_rkm_0_40.tif</i> <i>RQ500_2D_Vltava_rkm_0_40.tif</i>	Tif	rychlosti proudění v m/s pro Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀
<i>HQ5_2D_Vltava_rkm_0_40.tif</i> <i>HQ20_2D_Vltava_rkm_0_40.tif</i> <i>HQ100_2D_Vltava_rkm_0_40.tif</i> <i>HQ500_2D_Vltava_rkm_0_40.tif</i>	tif	hloubky v m pro Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀
<i>Ohrozeni_Vltava_rkm_0_40.shp</i>	polygon	povodňové ohrožení

Tab. 11.2 - Rozšířené výstupy dle požadavků zadavatele - přehled GIS vrstev

název (popis)	Typ	popis
AZZU_Labe_rkm_836-654_845-295.shp ZU_Q5_Labe_rkm_836-654_845-295.shp ZU_Q20_Labe_rkm_836-654_845-295.shp ZU_Q100_Labe_rkm_836-654_845-295.shp ZU_Q500_Labe_rkm_836-654_845-295.shp	polygon	záplavové čáry pro Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀ aktivní zóna záplavového území doplněk ZU Labe
KlecMel_Q2_HladMax.shp KlecMel_Q5_HladMax.shp KlecMel_Q20_HladMax.shp KlecMel_Q100_HladMax.shp KlecMel_Q500_HladMax.shp	point	Maximální hladiny v m n. m. pro Q ₂ , Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀
KlecMel_Q2V_hlad.shp KlecMel_Q5V_Hlad.shp KlecMel_Q20V_Hlad.shp KlecMel_Q100V_Hlad.shp KlecMel_Q500V_Hlad.shp	point	hladiny v m n. m. pro Q ₂ , Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀ (Q _N Vltava, Q dopočet Labe)
KlecMel_Q2V_hlb.shp KlecMel_Q5V_Hlb.shp KlecMel_Q20V_Hlb.shp KlecMel_Q100V_Hlb.shp KlecMel_Q500V_Hlb.shp	point	hloubky v m pro Q ₂ , Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀ (Q _N Vltava, Q dopočet Labe)
KlecMel_Q2V_vel.shp KlecMel_Q5V_vel.shp KlecMel_Q20V_vel.shp KlecMel_Q100V_vel.shp KlecMel_Q500V_vel.shp	point	rychlosti v m/s pro Q ₂ , Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀ (Q _N Vltava, Q dopočet Labe)
Osa_Labe.shp Osa_Labe2.shp Osa_Vlt_Ber.shp	polyline	osy toku Vltavy a Labe
Kilometraz_Vltava_100m_km0_40.shp	Point	staničení toku po 100 m
LINIE_PPO.shp	Polyline	Protipovodňová opatření
domy_Klecany-Melnik.shp	Polygon	Podkladové vrstvy
HRANICE_PARCEL_L_ALL.shp	Polyline	Katastrální mapy
Hranice_povodi_Vltavy.shp	Polyline	Hranice ořezu dle Povodí Vltavy
Hranice_KU_hlm_Praha.shp	Polygon	Hranice katastru hl. m. Prahy
KlecMel_Q2_HladMAX.tif KlecMel_Q5_HladMAX.tif KlecMel_Q20_HladMAX.tif KlecMel_Q100_HladMAX.tif KlecMel_Q500_HladMAX.tif	Tif	Maximální hladiny v m n. m. pro Q ₂ , Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀

název (popis)	Typ	popis
<i>KlecMel_Q2V_hlad.tif</i> <i>KlecMel_Q5V_hlad.tif</i> <i>KlecMel_Q20V_hlad.tif</i> <i>KlecMel_Q100V_hlad.tif</i> <i>KlecMel_Q500V_hlad.tif</i>	Tif	hladiny v m n. m. pro Q ₂ , Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀ (Q _N Vltava, Q dopočet Labe)
<i>KlecMel_Q2_hlbMAX.tif</i>	Tif	Maximální hloubky v m pro Q ₂
<i>KlecMel_Q2_rychMAX.tif</i>	Tif	Maximální rychlosti v m/s pro Q ₂
<i>KlecMel_Q2V_hlb.tif</i> <i>KlecMel_Q5V_hlb.tif</i> <i>KlecMel_Q20V_hlb.tif</i> <i>KlecMel_Q100V_hlb.tif</i> <i>KlecMel_Q500V_hlb.tif</i>	Tif	hloubky v m pro Q ₂ , Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀ (Q _N Vltava, Q dopočet Labe)
<i>KlecMel_Q2V_rych.tif</i> <i>KlecMel_Q5V_rych.tif</i> <i>KlecMel_Q20V_rych.tif</i> <i>KlecMel_Q100V_rych.tif</i> <i>KlecMel_Q500V_rych.tif</i>	Tif	rychlosti v m/s pro Q ₂ , Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀ (Q _N Vltava, Q dopočet Labe)
<i>Klec_Mel_Q2V_vekt_rych.shp</i> <i>Klec_Mel_Q5V_vekt_rych.shp</i> <i>Klec_Mel_Q20V_vekt_rych.shp</i> <i>Klec_Mel_Q100V_vekt_rych.shp</i> <i>Klec_Mel_Q500V_vekt_rych.shp</i>	polyline	Vektory rychlostí pro Q ₂ , Q ₅ , Q ₂₀ , Q ₁₀₀ a Q ₅₀₀ (Q _N Vltava, Q dopočet Labe)