



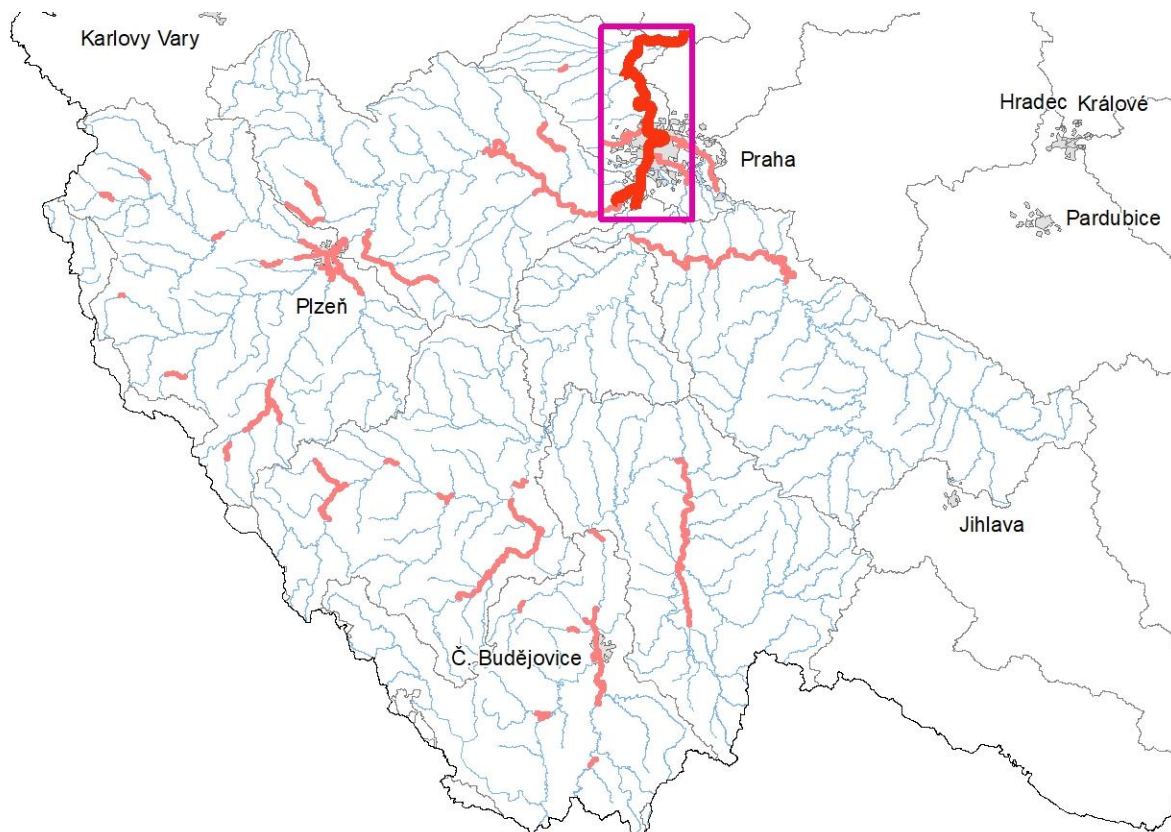
Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v povodí Vltavy a podklady k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe

DÍLČÍ POVODÍ DOLNÍ VLTAVY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

VLTAVA –DVL 01-01 - Ř. KM 0,000 – 69,800

BEROUNKA –DVL 01-03 - Ř. KM 0,000 – 8,000



prosinec 2019

Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v povodí Vltavy a podklady k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe

DÍLČÍ POVODÍ DOLNÍ VLTAVY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

VLTAVA –DVL 01-01 - Ř. KM 0,000 – 69,800
BEROUNKA –DVL 01-03 - Ř. KM 0,000 – 8,000

Pořizovatel:



Povodí Vltavy, státní podnik
Holečkova 3178/8
Praha 5 - Smíchov
150 00

Zhotovitel: Společnost „SHDP+DHI+VRV“, jejímiž společníky jsou



Sweco Hydroprojekt a.s.
Táborská 31
Praha 4
140 16



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



Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.
Nábřeží 90/4
Praha 5
150 56

Řešitel:



Sweco Hydroprojekt a.s.
Táborská 31
Praha 4
140 16



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

V Praze, prosinec 2019

Obsah:

1	Základní údaje	6
1.1	Seznam zkratk a symbolů	6
1.2	Cíle prací	6
1.3	Postup zpracování a metoda řešení	6
2	Popis zájmového území	7
2.1	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	9
3	Přehled podkladů	10
3.1	Topologická data	10
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	10
3.1.2	Mapové podklady	12
3.1.3	Geodetické podklady	12
3.2	Hydrologická data	13
3.3	Místní šetření	13
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	14
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	14
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	15
4	Popis koncepčního modelu	16
4.1	Schematizace řešeného problému	16
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	17
4.3	Způsob zadávání OP a PP	17
4.3.1	Model Praha:	17
4.3.2	Model Klecany-Mělník	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	19
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	20
Tab. 5.3 – Manningovy součinitele drsností pro model „Roztoky – Mělník“	22	
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	23
5.2.4	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	23
5.3	Popis kalibrace modelu	23
5.3.1	Základní poznatky a přístupy, plynoucí z analýzy v rámci studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládání povodňových rizik a ochrany před povodněmi (DHI 2015)“	24
	Teorie pohyblivého dna	24
	Vliv vegetačních období	25
	Plynulá interpolace součinitelů hydraulických drsností podle průtoku	25
5.3.2	Kalibrace modelu Praha	25
5.3.3	Kalibrace modelu Klecany-Mělník	33
6	Výsledky	40

6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	40
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	64
6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	66
1	Základní údaje	72
1.1	Seznam zkratk a symbolů	72
1.2	Cíle prací	72
1.3	Postup zpracování a metoda řešení	73
1.3.1	Hydrodynamický model	73
1.3.2	Výsledky výpočtů	73
2	Popis zájmového území	74
2.1	Všeobecné údaje	75
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	75
3	Přehled podkladů	76
3.1	Topologická data	76
3.1.1	Vytvoření DMT	76
3.1.2	Mapové podklady	76
3.1.3	Geodetické podklady	77
3.2	Hydrologická data	77
3.3	Místní šetření	78
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	78
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	78
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	79
4	Popis koncepčního modelu	80
4.1	Schematizace řešeného problému	80
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	80
4.3	Způsob zadávání OP a PP	80
5	Popis numerického modelu	81
5.1	Použité programové vybavení	81
5.2	Vstupní data numerického modelu	81
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	82
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	82
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	83
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	83
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	83
5.3	Popis kalibrace modelu	83
6	Výsledky	84
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	84
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	89
6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	89

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka 1.1 – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
1D model	Matematický model jednorozměrného proudění
2D model	Matematický model dvourozměrného proudění
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DMR5G	Digitální model reliéfu České republiky 5. generace
DMT	Digitální model terénu
DMT ATLAS	Software pro zpracování digitálního modelu terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
HOP	Horní okrajová podmínka
LGS	Limnigrafická stanice
M21C /	Matematický model Mike21C (2D model – curvilinear)
MPN	Mapy povodňového nebezpečí
MR	Manipulační řády jezů
MZE	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
PPO	Protipovodňová opatření
PVL, a.s.	Povodí Vltavy, a.s.
S_JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SZÚ	Studie záplavového území
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
ZABAGED®	Základní báze geografických dat – digitální topografický model
ZM-10	Základní mapa 1 : 10 000
ZÚ	Záplavová území

1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí na základě stanovení těchto charakteristik průběhu povodně:

- rozsah zaplavovaného území,
- hloubky vody v zaplavovaném území,
- rychlosti proudění vody v zaplavovaném 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).

1.3 Postup zpracování a metoda řešení

- Získání, soustředění a studium dostupných podkladů a jejich doplnění místním šetřením (Podklady uvedeny v kapitole 3. Přehled podkladů).
- Příprava podkladů pro případné geodetické zaměření a jeho zadání.
- Aktualizace nebo sestavení hydrodynamického modelu.
- Hydraulické výpočty toku včetně objektů a inundačního území. Výpočty budou provedeny pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500}
- Výsledky výpočtů budou prezentovány v podobě map povodňového nebezpečí.

2 Popis zájmového území

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 0,00 – 69,8 (v modelu 0,00 – 70,06)
Významná vodní díla – zdymadla:	VD Modřany Šítkovský jez – PK Smíchov Staroměstský jez- PK Smíchov Helmovský jez – PK Štvanice VDTroja – PK Podbaba VD Klecany – PK Roztoky VD Dolany – PK Dolánky VD Měřejovice VD Vraňany – Hořínský laterální plavební kanál-PK Hořín
Významné přítoky:	Berounka Botič Rokytky Šárecký potok 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 Berounkou 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 **nejspodnějším úsekem dolní Vltavy, tj. od ř.km 70,06 pod přívodem ve Vraném nad Vltavou po soutok s Labem.**

Tato část řeky je plně splavněna (kromě úseku Vraňany – Hořín - Mělník, který je splavněn laterálním plavebním kanálem) a zejména pražský úsek je hojně využíván zejména pro rekreační účely malými i velkými loděmi plavbou po Praze a na jih až k VD Slapy a na sever do Mělníka.

Od VD Vrané Vltava protéká sevřeným údolím až po soutok s Berounkou u Zbraslavi, kde se nalézají široká, plochá údolní štěrkopísková niva, jež je při povodních zalita širokým rozlivem. Poté se údolí Vltavy opět postupně zužuje a prochází zástavbou hlavního města Prahy. V centru Prahy je řeka až na výjimky uzavřena do nábrežních zdí. Na konci výrazného „S“ v Pražské kotlině se dostává do otevřenějšího území Trojské kotliny s Císařským ostrovem, pod Prahou pak přechází opět do sevřeného údolí, aby se nad Kralupy znovu dostala do velmi široké, ploché nivy a oblasti lužního lesa na soutoku s Labem, která se při větších povodních mění v několik kilometrů široké jezero.

Název Toků:	BEROUNKA
ID úseku IDVT CEVT	10100011_1
Číslo hydrologického pořadí toku:	1-11-05-050
Říční kilometry začátku a konce úseku:	ř.km 0,00 – 8,00 (v modelu 0,00 – 9,7)
Významná vodní díla:	Jez Černošice

Významné přítoky: Radotínský potok

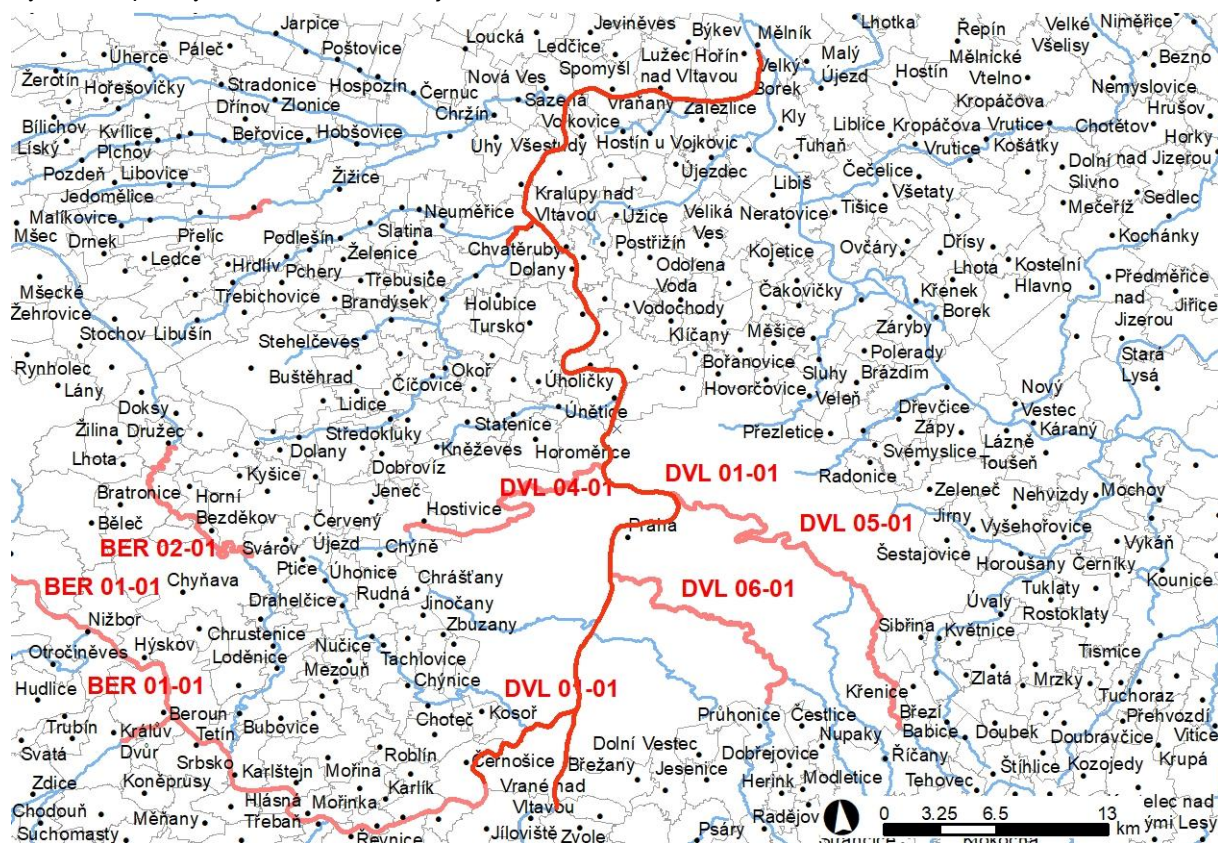
Celý zájmový úsek toku je zařazen MŽP do databáze toků v oblastech s významným povodňovým rizikem (2009, I. Etapa).

Berounka je významný tok v západní části republiky (Plzeňský a Středočeský kraj) a levobřežní přítok Vltavy. Je dlouhá 139,1 km. Povodí má rozlohu 8855,47 km², z čehož se 35,96 km² (29,23 km² Mže a 6,73 km² Úhlava) nachází na území Bavorska. Prameny zdrojnic se nacházejí v pohorích Český les a Šumava.

Tato studie se zabývá krátkým spodním úsekem Berounky od ř.km 0,00 do ř.km 8,00. Počátek úseku leží u skály Kazín v katastru obce Černošice-Mokropsy, za níž se začíná již otevírat široká údolní niva soutoku s Vltavou. V obci Černošice se nachází poslední jez na Berounce, Černošice, který je již při větších vodách obtékán zprava plochým územím průlehem po starém korytě. Poté již následuje plochá soutoková niva, kde se při povodních obě řeky významně ovlivňují a která je hlavním důvodem pro zpracování obou řek jedním 2D modelem.

Podklady:

Název toku	zdroj VÚV TGM, v.v.i.
ID úseku IDVT CEVT	zdroj Ministerstvo zemědělství
Číslo hydrologického pořadí toku	zdroj ČHMÚ
Úsek toku	zdroj Povodí Vltavy, s.p.
Významná vodní díla	zdroj ZM-10
Významné přítoky	zdroj ZM-10



Vymezení řešené oblasti s významným povodňovým rizikem

2.1 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané 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 zvládání 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*

3 Přehled podkladů

3.1 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.

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

Digitální modely terénu pro oba modely Praha i Dolní Vltava byly vytvořeny v software DMT Atlas v polohopisném systému JTSK a výškovém systému Balt po vyrovnání.

Model Praha

Jako hlavní topologický podklad byl použit DMT na území hl. m. Prahy (poskytnutý IPR MHMP ve formátu DMT Atlas. Model vznikl na základě leteckých snímků z roku 2010 doplněných o podrobná měření pro tvorbu 3D technické mapy, která proběhla v některých (především záplavových) územích v letech 2005–2008, poslední aktualizace pak proběhla v roce 2018. Fotogrammetricky byly změřeny podrobné body terénu a povinné terénní hrany. Střední výšková chyba podrobných bodů výsledného modelu v porovnání s přímými měřeními je 0,22m. Výsledný DMT obsahuje body čtvercové sítě v intervalu 30 m doplněné body předpisu povinných spojnic (hrany a paty svahů, hřbetnice, údolnice). Při měření byly ignorovány terénní stupně menší než 1m. Počítačově byl vytvořen hladký trojúhelníkový model terénu respektující zalomení vrstevnic na hranách náspů.

V záplavovém území byla dle vyjádření IPR provedeno přesnější vyhodnocení, při kterém byly ignorovány jen terénní stupně menší než 30 cm a do modelu bylo vloženo 3D měření technické mapy ve 3. třídě přesnosti. Jedná se o KÚ Bubeneč, Holešovice, Troja, Libeň, Karlín, Braník, Radotín. V těchto lokalitách je tedy výsledná přesnost vyšší. Tam, kde model terénu nebyl z různých důvodů aktualizován (chybějící data či projekty v realizaci, které si zadavatel přál zahrnout do modelu), byly do něj zpracovatelem studie dodány terénní úpravy, které jsou mu známy a podařilo se od nich získat buď dokumentaci skutečného provedení stavby, nebo, v případě změn novějších či ještě ve výstavbě, projektovou dokumentaci nižších stupňů (prováděcí dokumentace, dokumentace pro stavební povolení).

Na pokyn od zadavatele měly být 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 jejich 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 - záměrů, schválených zadavatelem je následující:

- Radotín - Šárovo kolo, opatření proti dynamickým účinkům povodně,
- haly pro opravu strojů v areálu Vlk,
- Revitalizace Lipanského potoka + část golfového hřiště Zbraslav - uložení vytěženého materiálu v prostoru hřiště a jeho modelace,
- nová lávka Radotín.
- hornická činnost podle plánu otvírky a dobývání – těžba štěrkopísku v dobývacím prostoru Zbraslav, k.ú. Zbraslav, Lahovice,
- rotipovodňová ochrana zámku Zbraslav,
- projekt Cukrovar Modřany,
- provozovna KFC a prodejna Lidl Malá Chuchle,
- plavební komora Staré město,
- rozšíření a zvýšení protipovodňové ochrany Etapa 0001 pravý břeh,
- Libeňské doky – nová zástavba,
- Rohanský ostrov – úprava terénu dle DUR,
- projekt Prefa Geone,
- nový areál a slalomový kanál Troja,
- NVL ÚČOV,
- projekt Bubenečské papírny,

- nová lávka Troja.

Model Klecany - Mělník

Pro stavbu tohoto modelu byl použit digitální model terénu (DMT), vytvořený v rámci studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládání 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, Pöyry 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 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

3.1.2 Mapové podklady

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 zeměměřictví a patří mezi informační systémy veřejné správy. Je veden v podobě bezešvé databáze pro celé území ČR v centralizovaném informačním systému spravovaném ČÚZK. 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.

Jako hlavní mapový podklad pro tvorbu modelu Praha byly použity jednotná digitální mapa Prahy (JDMP), udržovaná ÚRM MHMP a letecké snímky z roku 2018, taktéž poskytnuté ÚRM MHMP

Dále byly pro zpracování modelu Klecany-Mělník použity letecké snímky, připojené pomocí služby WMS datového portálu ČÚZK.

Všechny souřadnice jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém systému Balt po vyrovnání.

3.1.3 Geodetické podklady

Nové geodetické podklady, získané v rámci aktualizace modelů pro druhý cyklus MR:

Model Praha

Zaměření:

1. DMT území hl.m. Prahy, aktualizace 2018, IPR Praha,
2. plošné zaměření stávajícího dna, Měřený úsek Černošice-Mokropsy - plošné zaměření dna Berounky pomocí vyměřovacího plavidla, provedeného Povodím Vltavy s.p. 29.4 - 6.5.2019,
3. zaměření části uliční sítě Černošic, Kazína a Dolních Černošic – 2018 – obdrženo bez dalších informací PVL závod Berounka,
4. digitální model dna toku Vltavy v lokalitě Troja – plošné zaměření dna Vltavy ř.km 42,8-45,6 pomocí vyměřovacího plavidla, VARS Brno a.s., listopad 2018,
5. zaměření břehů Císařského ostrova – IPR Praha, 2018,
6. Dokumentace skutečného provedení revitalizace Lipanského potoka v k.ú. Lipence, pořizovatel Stavby rybníků s.r.o., zprac. GEOCER plus s.r.o. 23.12.2019.

Projektové dokumentace:

1. Stavba č.4679 Maniny – PPO, snížení nivelety Karlín etapa 0001 a etapa 0002, Aktualizace DZS, SWECO Hydroprojekt a.s., 2/2019,
2. Stavba č. 0012, etapa 007 – Troja, PPO u vyústění tunelu Blanka, RDS, Satra spol s.r.o., 6/2009,
3. Projekt záměru GEONE Marina Project, studie, GEONE Real Estate s.r.o., 7/2017
4. Modelace terénu 3 jamek hřiště Golf Resort Zbraslav napojená na revitalizaci Lipanského potoka, Czech Golf Development s.r.o., 4/2019,
5. Lávka pro pěší, k.ú. Radotín, DÚR, SUDOP Praha a.s., 9/2015,
6. Obnova vodovodního řádu, Výstavba splaškové kanalizace, PPO na ochranu hlm.Prahy, ul. Šárovo kolo v Praze-Radotín, RDS, AQUATIS a.s., 8/2018,
7. Modřanský cukrovar, Studie, AED project a.s., 2018,
8. Lidl + KFC, Praha Strakonická ul., DÚR, 6/2018,
9. Plavební komora Praha - Staré Město, Dispozičně-architektonické řešení, Studie, AQUATIS a.s., 1/2014,
10. Park vodních sportů Praha, Studie, Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s., 6/2018,
11. Nová vodní linka ÚČOV, DSPS, SWECO Hydroprojekt a.s., 9/2018,

12. Revitalizace areálu bubenečských papíren, DÚR, DOS, Headhand architekti, 2016,
13. Stavba č.44115 Obnova trojské lávky, DSJ, Novák & Partner, s.r.o., 7/2018,
14. Výstavba pásových dopravníků, třídírna štěrkopísků a protihlukový val pro I. a II. etapu těžby ložiska u obce Lahovice, Studie, KOOL Trading spol s.r.o., 9/2018.
15. Stavba č. 4124 PPO 2013 – modernizace a rozšíření části PPO – rozšíření PPO pod Zbraslavským zámkem, DSP, Aquatis a.s., 8/2018
16. Stavba č. 0012 "PPO hl. m. Prahy etapa 0001 Staré Město, Josefov navýšení Q 2002 + 30 cm, rozšíření PPO, DUR, Sweco Hydroprojekt a.s., 6/2018

Model Roztoky – Mělník

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.

3.2 Hydrologická data

Tab.3.1 - N-leté průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$

Hydrologický profil	Datum pořízení	Datum ověření	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Vltava nad soutokem s Berouňkou	18. 4. 2006	28.2.2017	1300	1970	2870		II
Berouňka nad soutokem s Vltavou	2012	28.2.2017	649	1040	1580	2270	Neuved.
Vltava pod soutokem s Berouňkou	2006	28.2.2017	1770	2720	4030		II
Vltava LGS Malá Chuchle	2012	28.2.2017	1770	2720	4020		Neuved.
Vltava nad soutokem s Berouňkou	27.6.2011	28.2.2017				3900	Neuved.
Berouňka nad soutokem s Vltavou	27.6.2011	28.2.2017				2270	Neuved.
Vltava pod soutokem s Berouňkou	27.6.2011	28.2.2017				5530	Neuved.
Vltava nad Zákolanským p.	27.2.2019		1785	2750	4060	5550	II
Vltava ústí	27.2.2019		1800	2770	4080	5300	II
Labe nad ústím Vltavy	19.12.2012		772	1064	1420	1800	II
Labe pod ústím Vltavy	5.9.2012		2060	2990	4150	5410	II

Třída přesnosti dle ČSN 75 1400

3.3 Místní šetření

Terénní šetření v rámci současné studie byly provedeny v několika pochůzkách od listopadu 2018 do října 2019. V rámci těchto šetření byla provedena fotodokumentace, jež je součástí odevzdaných digitálních dat. 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 posunuty do chybných souřadnic.

3.4 Doplnující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura

Jako doplňující podklady byly použity:

- Provozně technické podklady:
 - TPE všech úseků Vltavy ř.km 0-70 a Berounky ř. km 0 – 9
 - Manipulační řády všech manipulovatelných objektů na toku, dodané správcí toků, Povodí Vltavy, s.p. a Povodí Labe, s.p.
- Studie SZÚ a podkladů pro jejich stanovení
 - Podklad pro návrh stanovení záplavových území Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a aktivních inundačních zón pro Q_{100} (DHI 2003)
 - Podklad pro aktualizaci záplavových území hl. m. Prahy 2010 (DHI 2010)
 - Podklad pro vyhlášení aktualizace záplavových území Vltavy v úseku Praha Klecany – Mělník (DHI 2013)
- Další dostupné studie v oblasti:
 - Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik; Vltava v úseku ř.km 0,0 až 69,8 (DHI a.s. 2013)
 - Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládání povodňových rizik a ochrany před povodněmi (DHI a.s. 2015)
 - Aktualizace Operačních map rozlivů Vltavy a Berounky na území hl. města Prahy 2016 (DHI a.s. 2016)

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

- [1] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie.
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [4] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [5] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [6] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [7] TNV 75 2910 Manipulační řády vodních děl na vodních tocích.
- [8] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [9] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [10] 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).
- [11] Vyhláška MŽP č. 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [12] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [13] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- [11] Vyhláška MŽP č. 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území a jejich dokumentace.

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

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Poskytnuté topologické a hydrologické podklady plně pokryly zájmové území. Vzhledem k podrobnosti a množství dostupných topologických dat byla nutná poměrně rozsáhlá práce pro jejich integraci do DMT

Přesnost topologických podkladů na území hl. m. Prahy lze prohlásit za nadstandartní, prověřovanou ověřovanou v nedávné minulosti při zpracování předcházejících studií a ověřovanou při různých příležitostech na alternativních podkladech.

Přesnost topologických podkladů, hlavně DMR5G úseku Klecany-Mělník hlavně v rozsáhlých oblastech lužních lesů na soutoku s Labem zatím nelze zcela ověřit, neboť starší modely, získané leteckou fotogrammetrií, měly v oblastech s hustou vegetací problémy s přesností určení kóty terénu a nebyly zcela věrohodné. Kritické terénní prvky - v této oblasti hlavně hrázky – byly proto doplňovány z pozemních zaměření. Na rozdíl od minulého cyklu zpracování Map rizik však je model nyní kvalitně zkalibrován a možnost chyb v důsledku nepřesnosti modelu terénu je do značné míry minimalizována, zvláště v důležitých územích, hlavně zastavěných či určených k zástavbě.

Více o topologických datech a jejich přesnosti viz kap. 3.1. Topologická data.

4 Popis koncepčního modelu

Stanovení záplavového území vychází dle vyhlášky MŽP z výpočtů ustáleného nerovnoměrného proudění, které lze popsat jak 1D, tak 2D modely.

Území zájmového úseku je poměrně různorodé, tvoří ho kromě průchodů urbanizovanými oblastmi (Praha, Kralupy, Mělník) a úzkých skalnatých úseků (úsek Vrané-Zbraslav nad soutokem s Berouňkou a Troja-Chvatěruby pod Prahou) i rozsáhlá plochá záplavová území hlavně v oblasti obou soutoků Vltava – Berouňka a Vltava – Labe.

Vzhledem k vysoké důležitosti obou hlavních soutokových území bylo nutno použít řešení dle metodiky pro tvorbu map povodňového nebezpečí v soutokových oblastech vystřídáním výpočtem Q_N a sloučením dat obálkovou metodou (popis viz par. 1.4.3 Hydraulický model).

Pro simulaci charakteristik proudění v takto charakterizovaném záplavovém území byl vybrán dvourozměrný matematický model, který popisuje reliéf toku ve správné topologii a v celé ploše (půdorysné) – zájmová oblast je pokryta sítí výpočetních bodů. Území je délkou toku i plošně velmi rozsáhlé, proto nepřipadalo v úvahu v podrobnosti řádu metrů počítat jej jedním modelem. Území bylo proto rozděleno na dvě části, jejichž dělicí profil určil fakt, že pro území hl. m. Prahy byla k dispozici síť 2D povodňového modelu Prahy, provozovaného zpracovatelem již od r. 2001. Tuto síť a velmi přesná data, používaná pro modelování na území hl. m. Prahy, tedy bylo možno s výhodou použít a nově se stavěl pouze velmi rozsáhlý model Klecany-Mělník, do kterého bylo nutno zahrnout i úsek Labe v ploché soutokové nivě, omezený profily, vhodnými pro umístění okrajových podmínek.

Rozdělení území pro modelování bylo tedy provedeno následovně:

- Model **Praha** - model Vltavy od ř.km 38,98 nad obcí Roztoky u Prahy až po ř.km 70,06 na Vltavě pod přívozem ve Vraném nad Vltavou. Součástí tohoto modelu je také úsek Berouňky na soutoku obou řek, jenž patří do katastru Prahy od soutoku pak nad obec Černošice k profilu skály Kazín v ř.km. 9,7.
- Model **Klecany-Mělník** - model Vltavy od ř.km 0,0 - soutok s Labem po ř.km 38,98 (hranice katastrálního území Prahy nad obcí Roztoky). Z výše 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.

4.1 Schematizace řešeného problému

Modelované území je velmi rozsáhlé jak délkou toků, tak plošným rozlivem. Charakter území (dvě velké rozlivové kotliny soutoků velkých řek) determinoval použití plných 2D modelů. I při rozdělení na dvě části bylo nutno k tomuto faktu přihlídnout a použít model, který svým typem a principem zvládne výpočet v extrémně velké výpočetní síti a zároveň umožňuje tuto síť co nejlépe adaptovat na modelované území, aby nebyl absolutní počet výpočetních prvků příliš veliký.

Z těchto důvodů byl zvolen 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 pravoúhlých (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.

Výpočetní síť:

Křivočará (vnitřně ortogonální) výpočetní síť **modelu Praha** má velikost 3218 x 306, tedy 984 708 výpočetních bodů. Promítnutím této sítě na DMT je získán geometrický (batymetrický) model terénu ve výpočetní síti modelu MIKE 21C o rozměru 3217 x 305 bodů.

Výpočetní síť modelu **Klecany-Mělník** má rozměry 3639 x 852 bodů, tedy 3100428 výpočetních bodů. Promítnutím této sítě na DMT je získán (batymetrický) model terénu ve výpočetní síti modelu MIKE 21C o rozměru 3638 x 851 bodů.

Hustota obou sítí (vzdálenost mezi výpočetními body) je proměnlivá - ve městech a v úsecích, kde se nacházejí objekty na toku (mosty, plavební stupně) je výpočetní síť hustší, ve volných říčních tratiích a v širokém záplavovém území je výpočetní síť řidší. Míra schematizace zájmového území je dostatečná pro podrobný popis podstatných prostorových jevů proudění v oblasti

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Použitá metodika výpočtu charakteristik proudění nepočítá s vlivem neustáleného proudění na odtokové poměry (v souladu s Metodikou zpracování SZÚ).

Pokud bychom chtěli tuto otázku vůbec diskutovat, je třeba uvést, že vliv nestacionarity je v daném úseku dolní Vltavy, poměrně významný, hlavně v soutokových oblastech s Berounkou a Labem. V těchto dochází k vyběžování při Q_1 až Q_5 ; při vyšších povodňových průtocích jsou zaplavována na obou soutocích rozsáhlá inundační území, a hlavně kotlina Mělníka má samozřejmě nezanedbatelný vliv na transformaci povodňové vlny.

Výše uvedená úvaha je však vzhledem k řešení úloze irelevantní. Hydrologická data ČHMÚ (N-leté průtoky) jsou výsledkem metod, které se **nezabývají** postupem povodňové vlny daným územím, její transformací. Hydrologické metody pro stanovení N-letých průtoků vycházejí z pravděpodobnostních analýz dlouhodobých řad pozorovaných vodních stavů (a z nich odvozených průtoků) v konkrétních profilech na toku, bez vazby na průběh (nestacionaritu) té které povodňové události v zájmovém území.

Výpočet charakteristik proudění metodou ustáleného proudění zcela odpovídá Metodice zpracování SZÚ, metodice pořizování hydrologických dat (N-letých průtoků) a především požadavkům Směrnice 2007/60/ES.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

4.3.1 Model Praha:

Horní okrajové podmínky:

- Vltava Vrané, ř.km. 70,06
- Berounka Kazín, ř.km 9,7

Obě okrajové podmínky byly zadávány jako konstantní průtok

Spodní okrajová podmínka:

- Roztoky-Brnky, ř.km. 38,98 – zadávána jako hladina, vypočtená z modelu Klecany-Mělník

4.3.2 Model Klecany-Mělník

Horní okrajové podmínky:

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

Spodní okrajová podmínka:

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

Počáteční podmínky:

Volba počátečních podmínek ovlivňuje u 2D modelů ustáleného stavu pouze dobu jejich ustalování. Pro všechny stavy obou modelů byly jako počáteční podmínky pro průtoky Q_5 , Q_{20} a Q_{100} a Q_{500} použity vypočtené hladiny z předchozích studií.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Pro zpracování byl použit osvědčený matematický model **MIKE 21C**, pracující metodou konečných diferencí v křivočaré (pseudo-ortogonální) síti (podrobnější popis viz níže). Tento model je součástí software vyvíjeného společností DHIgroup (Hørsholm, Dánsko) a firma DHI a.s. má s prací s ním bohaté zkušenosti.

Princip modelu:

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 jsou vyjádřeny rovnicí kontinuity a rozšířené pohybové rovnicí:

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

Model MIKE 21C pracuje v **neekvidistantní křivočaré síti**; tzn. že jeho výpočetní síť lze, na rozdíl od pravoúhlých (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.

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

5.2 Vstupní data numerického modelu

Z dostupných podkladů (viz kap. 3.1 Topologické podklady) byl nejprve sestaven digitální model terénu v modelu ATLAS DMT.

Při přípravě modelu v daném úseku byla vytvořena křivočará (vnitřně ortogonální) síť, která vymezuje oblast modelu. Z dostupných podkladů (viz kap. 3.1 Topologická data) byl sestaven digitální model terénu zájmové oblasti v modelu Atlas DMT. Promítnutím této sítě na DMT byl získán geometrický (batymetrický) model terénu ve **výpočetní síti modelu MIKE 21C**. Hustota sítě (vzdálenost mezi výpočetními body) je proměnlivá - v rozsahu cca 1-20 m v obou směrech. Ve městech a v úsecích, kde se nacházejí objekty na toku (mosty, plavební stupně) je výpočetní síť hustší, ve volných říčních tratích a v širokém záplavovém území je výpočetní síť řidší. Pro potřeby studie je míra schematizace zájmového území dostatečně jemná pro podrobný popis prostorových jevů proudění v oblasti. Pilíře mostů a rovněž jezové pilíře a přelivné hrany jezů jsou v geometrickém modelu reprezentovány zvýšeným terénem v místě jejich polohy. Domy a bloky domů byly modelovány pomocí vyvýšeného terénu (nepřelítné překážky); ploty a jiné překážky podobného charakteru byly simulovány pruhy zvýšené drsnosti.

Linie a stavby PPO, pakliže nejsou součástí DMT, byly do batymetrie zadány s kótami horních úrovní PPO konstrukcí (zemní valy, zdi a mobilní hrazení s osazujícími prvky) dle projektové dokumentace.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Charakter toku byl již podrobně popsán v kap. 3.3 Místní šetření

V Tab 5.1 je uveden seznam a zevrubný popis objektů na jednotlivých tocích

Tab 5.1– Přehled objektů na tocích obou modelů

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
Vltava	Lávka pro pěší Troja	44,84	Ve stadiu projektu
Vltava	Jez Troja, klapkový, MVE, 2x PK a MVE Podbaba, vorová propust-slamový kanál	45,70	Jez vyhrazen, PK otevřeny při všech Q_N
Vltava	Most silniční a tramvajový Troja	46,28	
Vltava	Most silniční Barikádníků, Holešovice	46,98	
Vltava	Most železniční Holešovice	47,29	
Vltava	Most silniční a tramvajový Libeňský	48,81	
Vltava	Most železniční – Negrelliho viadukt	50,46	
Vltava	Most silniční a tramvajový Hlávkův	50,73	
Vltava	Jez Helmovský pevný, vorová propust, MVE Štvanice, PK Štvanice 2x, jez pohyblivý u PK, slalomová dráha	50,72	Pohyblivý jez vyhrazen od Q_5 , PK uzavřeny při všech Q_N
Vltava	Most silniční a tramvajový Štefánikův	51,51	
Vltava	Most silniční a tramvajový Čechův	52,24	
Vltava	Most silniční a tramvajový Mánesův	52,72	
Vltava	Most pro pěší Karlův	53,10	
Vltava	Jez Staroměstský, pevný, vorová propust, PK Smíchov	53,30	

tok	Název profilu	ř.km	vyhrazení / zahrazení Jez / PK
Vltava	Most silniční a tramvajový Legii	53,68	
Vltava	Jez Šítkovský, pevný, vorová propust, PK Smíchov (společná se Staroměstským jezem),	54,27	PK uzavřeny při všech Q_N
Vltava	Most silniční Jiráskův	54,33	
Vltava	Most silniční a tramvajový Palackého	54,68	
Vltava	Most železniční Smíchov - Výtoň	55,30	
Vltava	Most silniční Barrandovský	58,52	
Vltava	Most železniční Braník (most Inteligence)	60,06	
Vltava	Jez Modřany klapkový, PK, MVE	62,15	Jez vyhrazen, PK otevřena při všech Q_N
Vltava	Most Závodu míru	66,27	
Berounka	Most silniční Lahovický	0,30	
Berounka	Lávka pro pěší Radotín	3,75	
Berounka	Jez pevný Černošice, MVE	8,14	
Berounka	Lávka pro pěší Černošice	8,28	

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Systém map součinitelů hydraulických odporů, neboli hydraulických drsností v úseku Mělník - Vrané se oproti minulému cyklu zpracování analýzy oblastí s významným povodňovým rizikem v r. 2013 výrazně změnil, neboť po průchodu povodně 6/2013 tímto územím byla zpracována studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládání povodňových rizik a ochrany před povodněmi (DHI 2015)“, v rámci které došel zpracovatel k poznatkům, které výrazně změnil rozdělení drsností v záplavových územích – viz podrobně kapitola 5.3 – popis kalibrace modelu. Drsnosti hlavního koryta se v úsecích, kde bylo možné aplikovat „teorii minimálního dna“ (viz kap 5.3) plynule zvyšují s průtokem, jejich meze v rámci zájmových úseků, stejně jako drsnosti v inundačních územích jsou popsány v následujících podkapitolách.

Model Praha

Doposud používaná sada drsností inundačního území vznikla v roce 2004, v roce 2009 byla v rámci kalibrace na povodeň 4/2006 modifikována pouze co se týče drsnosti v oblasti koryta. Hodnoty použitých součinitelů hydraulických drsností pro oba modely byly získány kalibrací v rámci studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládání povodňových rizik a ochrany před povodněmi (2015)“, popsané v kap. 5.3 Kalibrace modelu. Kalibrace modelu byla provedena pro všechny tři nedávné významné povodně 2002, 2006 a 2013.

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 nejnepríznivější hodnoty součinitelů hydraulických drsností, odpovídající vrcholnému vegetačnímu období. Tyto hodnoty Manningových součinitelů hydraulických drsností ukazuje tabulka Tab.5.2.

Mapa drsností pro kalibrace v rámci studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládání povodňových rizik a ochrany před povodněmi (2015)“ byla již vytvořena s využitím posledních 8 let poznatků o průtočnosti jednotlivých typů území, zástavby a oplocení při velkých povodních. Protože typ zástavby i využití území mimo zástavbu na území města se v období 2002 – 2013, kdy proběhly všechny tři kalibrační povodně, nijak výrazně neměnily, bylo základní rozložení typů drsností použito pro ověřovací kalibrační běhy všech tří povodní, pouze v místech, kde došlo k významným změnám, byla mapa rozložení drsností modifikována. Pro jednotlivé povodňové epizody byly však upraveny hodnoty drsnostních součinitelů vybraných typů porostu dle vegetačního období, ve kterých povodeň proběhla (viz. kap 5.1.2 Vliv vegetačních období).

Mapa drsností v inundačním území pro potřeby aktuální studie vznikla aktualizací této kalibrační mapy, resp. aktualizací mapy drsností ze studie „Aktualizace map rozlivu Vltavy a Berounky na území hl.m. Prahy 2016“, která

navazovala na studii „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládání 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 hydraulické drsnosti pro model Praha

Popis povrchu	M	n
Hladké plochy, ulice, volná prostranství	33,3	0,030
Nízká tráva	25	0,04
Vyšší, nesekaná tráva	16,67	0,06
Řidší lesní porost	14,29	0,060
Hustý lesní porost	12,5	0,08
Technické stavby	13	0,077
Keřovitý porost normální, řidší ploty	10	0,1
Keře husté, husté nepropustné ploty	5,02	0,198
Porosty řepky olejky a podobných silných plodin	13,5	0,074
říční koryta:		
Minimální drsnost	38,56	0,026
Maximální drsnost	30,3	0,033

Model Klecany-Mělník

Model Klecany-Mělník, původně sestavený a zkalibrováný 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 zvládání 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 povodní ze srpna 2002 a června 2013 se jednalo o co nejvěrnější 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 nejnepríznivější hodnoty součinitelů hydraulických drsností, odpovídající vrcholnému vegetačnímu období. Tyto hodnoty Manningových součinitelů hydraulických drsností ukazuje Tab.5.3.

Mapa drsností v inundačním území pro potřeby aktuální studie vznikla aktualizací kalibrační mapy, která vznikla v rámci studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládání 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. 5.3 – Manningovy součinitele drsnosti pro model „Roztoky – 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

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Tab.5.4 - Hodnoty okrajových podmínek, použité pro výpočty Q_N modelem Praha

Q_N	Q Chuchle (m ³ /s)	SOP hladina ř. km 39,0 Roztoky-Brnky (m n.m. Bpv)	Q_N z Vltavy		Q_N z Berounky		Bodové zdroje- přítoky	
			Q_N Vltava	Q Berounka	Q_N Berounka	Q Vltava	Q_N Botič	Q_N Rokytka
			(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Q_5	1770	178.80	1300	470	649	1151	5	10
Q_{20}	2720	180.73	1970	750	1040	1700	15	15
Q_{100}	4020	182.85	2870	1150	1580	2440	20	20
Q_{500}	5530	185.05	3900	1630	2270	3260		

Tab.5.5 - Hodnoty okrajových podmínek, použité pro výpočty Q_N modelem 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_5	2060	159.04	1785	15	260	772	1288
Q_{20}	2990	160.34	2750	20	220	1064	1926
Q_{100}	4150	162.11	4060	20	65	1420	2730
Q_{500}	5410	163.15	5550	*	110	1800	3610

- Při průtoku Q_{500} je třeba již schematizovat transformační vliv rozsáhlého zatopeného plochého území na soutoku, protože přítok z Vltavy a Labe je větší než odtok v Mělnici, pod jezem Vraňany se proto postupně v 5-ti bodech odebírá dohromady celkem 250m³/s (5 x 50 m³/s).

5.2.4 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Nejistoty mohou vstupovat do výpočtů a dále do výsledků v každé dílčí fázi zpracování. Co se týče nejistot dat, jedná se zejména o nejistoty hydrologických a geodetických dat a zpracování digitálního modelu terénu.

Např. vstupní digitální model terénu modelu Praha má deklarovanou střední chybu 0,22 m pro hladké a zarostlé plochy, zkušenost zpracovatele však ukazuje, že v hustě zarostlých oblastech (např. břehy porostlé hustou vegetací) je chyba větší. Sám pořizovatel digitálního modelu terénu pak uvádí, že terénní hrany menší než 30 cm byly ignorovány. Modely DMR5G mají deklarovanou přesnost ještě nižší.

U hydrologických dat je nejistot ještě více, hlavně u kalibračních epizod - vyhodnocených kulminačních průtoků historických povodní. Dá se však říci, že data obecně jsou u obou zpracovávaných úseků na nadstandartní úrovni a kalibrace modelů jsou vzhledem k využití poznatků ze studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládání povodňových rizik a ochrany před povodněmi (DHI 2015)“ pojaty naprosto nadstandartně – v podstatě se jim věnovala většina citované studie.

5.3 Popis kalibrace modelu

Modely Klecany-Mělník i Praha byly od minulého cyklu nově kalibrovány v rámci studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládání 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 analyzovala průběh tří největších povodňových epizod z nedávné doby (včetně povodně 6/2013, která proběhla v době zpracování výsledků minulého cyklu Map rizik a tudíž nemohla být tehdy do kalibrace zahrnuta) a provedla kalibraci obou modelů na tyto povodně, pokrývající svým rozsahem vlastně celý interval povodňových průtoků

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

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 nepřirozené 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 popsány 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.

Vliv vegetačních období

Dalším zásadním poznatkem z ucelené kalibrace obou modelů 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 [8], 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 splávy – 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 zanechá jemným plávkem a stane se zcela neprůtočným do hloubky až několika desítek cm. Pletivé 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.

Plynulá interpolace součinitelů hydraulických drsností podle průtoku

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. 5.1.2). 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 průtoku. 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.

5.3.2 Kalibrace modelu Praha

Model **Praha** byl v minulosti (r. 2004) základně kalibrován na povodeň ze srpna 2002, později (r. 2009) na povodeň z dubna 2006 (v Praze $Q < Q_5$). Při kalibracích na povodně 2006 a 2002 tak byly získány dvě sady hydraulických drsností, ze statistického hlediska pro malou povodeň a pro extrémní povodeň. Kalibrace modelu na povodeň 2013 a vytvoření systému sad součinitelů hydraulických drsností, použitelných pro celý rozsah povodňových průtoků byly proto jedním ze základních cílů studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládání povodňových rizik a ochrany před povodněmi (DHI 2015)“.

Protože z kalibračních pokusů v navazujícím úseku Klecany-Mělník vyplynuly pochybnosti ohledně kulminačního průtoku povodně 2013, odtékajícího z Prahy (bylo velmi obtížné nalézt shodu vypočtených úrovní hladin se zaměřenými značkami při průtoku 3040 m³/s, udávaného jako kulminační průtok v LGS Praha – Chuchle při použití věrohodných hodnot hydraulických drsností), byla kalibrace modelu Praha pojata poněkud širěji i jako ověření kulminačního průtoku. Pro tento účel pro úsporu času byly pokusy provedeny nejprve na výsekových modelech:

Model Šítkovská zdrž model Šítkovské zdrže byl použit pro ověření kulminačního průtoku povodně s tím, že se jedná o úsek, obsahující několik zaměřených kulminačních značek včetně LGS stanice Praha – Chuchle. Postupně zde byly provedeny simulace ustáleného průtoku pro průtokové varianty kulminačního průtoku povodně 6/2013 3040 m³/s (oficiální kulminační průtok v profilu LGS Praha – Chuchle), 3200 m³/s (průtok použitý pro generaci záplavové čáry povodně 6/2013 v úseku Klecany-Mělník v rámci studie „Zpracování map povodňového nebezpečí

a povodňových rizik; Vltava v úseku ř.km 0,0 až 69,8“.(DHI a.s. duben 2013), a 5160 m³/s (kulminačního průtoku povodně 2002). Protože tento model byl také postaven za účelem zkoumání vlivu změn dna v bezprostředním okolí profilu LGS Praha – Chuchle na přesnost měření, proto bylo kromě naposled použitého zaměření dna 2007 použito minimální dna, vytvořené jako obálka minim ze všech dostupných zaměření. V prvních simulacích byla použita sada drsností získaná kalibrací na Q₂₀₀₂, která měla v Šítkovské zdrži v korytě toku ostrý předěl přibližně v úrovni Barrandovského mostu- od jezu po Barrandovský most byl použit Manningův součinitel M= 33.9, od mostu až k LGS Praha – Chuchle pak podstatně vyšší drsnost M=27,03. Důvodem byla evidentně snaha přiblížit se hladině jak značně z povodně 2002 u Barrandovského mostu, tak hladině v profilu LGS Praha – Chuchle. Po sérii simulací, experimentujícími s průtoky pro povodeň 3200 m³/s a 3040 m³/s (6/2013) a 5160 m³/s (8/2002) a dnem toku ze zaměření 2007 a minimálním dnem, bylo jasné, že po odstranění po fyzikální stránce nepřiléhavého logického předělu drsností a použití jednotné drsnosti M=30,3 pro celou zdrž průběh hladin velmi uspokojivě odpovídá zaměřeným značkám pro průtok Q₂₀₀₂ a vyšší průtok Q₂₀₁₃ 3200 m³/s při použití minimálního dna. Ačkoli použití minimálního dna bylo zde zamýšleno spíše pro účely analýzy vlivu nánosů na měření průtoků v LGS Praha – Chuchle, vedl tento výsledek k dvěma základním poznatkům:

- Formulování teorie minimálního dna, použité a ověřené ve všech dalších kalibracích jak modelu Praha, tak Klecany-Mělník, odstraňující do značné míry nutnost nerovnoměrného rozdělení součinitelů hydraulických drsností v korytě toku v podélném směru
- Potvrzení domněnky, že kulminační průtok povodně 6/2013 mohl být o něco vyšší než oficiálních 3040 m³/s, pravděpodobně přibližně 3200 m³/s Pro nižší průtok by nastala nutnost použít vyšší součinitele hydraulických drsností než pro podstatně vyšší průtok Q₂₀₀₂, což je fyzikálně neodůvodnitelné. Dále se ukázalo, že intenzita jevů turbulence, chodu splavenin a vzniku makrodrsností, které zvýšené drsnostní koeficienty nahrazují, se u povodní této velikosti již zřejmě tolik neliší.

Model Praha-soutok: výsekový model soutoku byl použit pro dynamické simulace v rámci studie „Posouzení vlivu inundačních území na soutocích významných toků na transformaci povodňové vlny v červnu 2013“.(DHI a.s., Praha, prosinec 2013) v odpovídající části, posuzující transformační vliv inundačního území kotliny soutoku Vltavy a Berounky na průchod povodně 2013. Jako horní okrajová podmínka Vrané na Vltavě byl použit oficiální hydrogram ČHMÚ v LGS profilu Zbraslav, posunutý o 30 min. jako horní okrajová podmínka Kazín na Berounce byl použit výsledný hydrogram dynamické simulace na modelu Berounky mezi Berounem a Černošicemi. Při použití tohoto hydrogramu se však ukázalo, že v období mezi první (menší) kulminací a druhou (vyšší) kulminací průtoku z Berounky došlo zřejmě vlivem vytrvalého deště v modelované oblasti k výraznému průtoků z mezipovodí a v soutokové kotlině Berounky se nedostává vody jak na hladině, tak na průtoků. V dalších krocích byl jako horní okrajová podmínka Kazín na Berounce použit oficiální hydrogram ČHMÚ v Radotíně, fázově posunutý tak, aby kulminace odpovídala kulminaci výsledného hydrogramu dynamické simulace Beroun-Černošice. Poté již výsledný hydrogram ve spodní okrajové podmínce – LGS profilu Praha – Chuchle dobře odpovídal oficiálnímu hydrogramu v tomto profilu, avšak hladina v kotlině Berounky byla oproti záznamu průběhu hladin povodně 2013 stále výrazně níže. Protože podobná situace nastala i v případě druhé řešené oblasti soutoku Vltavy s Labem, došel řešitelský tým po studiu dat a dokumentace z terénu k závěru, že hlavním důvodem je omezená průtočnost oblastí osázených silnými plodinami (především řepkou), kteréžto oblasti se stávají po zaplavení relativně malými hloubkami a vlivem zanesení vstupních oblastí drobným plávim takřka neprůtočné. Po aplikaci zvýšených drsností v těchto oblastech se sice v profilu Radotín stále nepodařilo cca o 30 cm dostat na hladinu zaznamenanou při povodni 2013, simulace v rámci studie „Posouzení vlivu inundačních území na soutocích významných toků na transformaci povodňové vlny v červnu 2013“, prováděné na konci roku 2013, skončily závěrem, že kulminační průtok z Berounky byl pravděpodobně o něco vyšší než oficiální hodnota.

V rámci studie „Dolní Vltava – podklady pro optimalizaci zvládání povodňových rizik a ochrany před povodněmi (2015)“ bylo na modelu Soutok navázáno na výpočty v rámci studie „Posouzení vlivu inundačních území na soutocích významných toků na transformaci povodňové vlny v červnu 2013“ několika experimenty, při kterých byl nejprve v několika krocích zvyšován průtok z Berounky v souladu s poznatkem, získaným simulacemi na modelu Šítkovské zdrže a simulacemi na modelu Klecany-Mělník, že kulminační průtok odtékající z Prahy byl pravděpodobně vyšší než oficiální. V tomto bodě byly předběžně pokusné dynamické simulace na výsekovém modelu Soutok ukončeny a byla provedena porovnávací ustálená simulace, používající jako horní okrajové podmínky kulminační průtoky v profilech Kazín a Vrané a jako spodní okrajovou podmínku kulminační hladinu v profilu Praha – Chuchle. Účelem této simulace bylo ověřit možnost provést kalibraci modelu na nově stanovené

drsnosti inundačního území jako ustálený výpočet. Výsledkem bylo zjištění, rozdíly v kótách hladin při mezi dynamickou a ustálenou simulací jsou zanedbatelné a další pokusy byly tudíž prováděny jako ustálené.

Další simulace byly prováděny také již po aktualizaci modelu na nová data: nového DMT a nově vyhodnocených map drsností dle ortofotografií z let 2013 a 2014 (viz kap 5.2.1 a 5.2.3). Ortofotogrammetrický nálet pro nový DMT Prahy od společnosti Geodis (2011), poskytnutý IPR MHMP, vykázal právě v některých oblastech soutoku Vltavy a Berounky poměrně velké rozdíly v kótě terénu. Kontrolní pozemní GPS měření provedená zpracovatelem poté prokázaly v drtivé většině případů větší přesnost nového DMT. Nový DMT byl poté zpracován do batymetrie hydrodynamického 2D modelu a protože v novém modelu mají celé oblasti polí v oblasti Radotína a mezi Radotínem a Velkou Chuchlí výrazně vyšší kótu terénu, podařilo se pomocí série kalibračních běhů, kdy byla taktéž použita teorie minimálního dna a nová mapa drsnostních součinitelů, dosáhnout dobré shody.

Model byl poté znovu sloučen s již separátně kalibrovaným modelem spodního úseku Praha-Město a finální kalibrační simulace byly prováděny na celé výpočetní síti modelu Praha.

Model Praha-Město: výsekový model Praha-Město (od ř.km 38,98 Roztoky po LGS Praha – Chuchle) byl použit pro simulace v rámci kalibrace na povodeň 2013 ustálenými průtoky z časových důvodů. Protože úsek vnitřního města je pro 2D modelování vždy problematický z důvodů velkého množství objektů (hlavně jezů a při extrémních průtocích i mostů s větším odporem mostní konstrukce), u kterých je třeba najít vhodný způsob schematizace a ten potom podle potřeby jemně doladit, aby dolní a horní hladiny na objektech souhlasily se zaznamenanými hodnotami a při nižších průtocích s daty uvedenými v manipulačních řádcích. Schematizace jezů ve 2D hydrodynamických modelech je všeobecně komplikovaná a nesnadná – konkrétně u použitého modelu MIKE 21C jsou dvě možnosti: vložením zjednodušeného hydraulického objektu nebo zadáním zvýšené kóty dna do souboru „Batymetrie“ a zpřesněním požadovaného spádu na jezu pruhem zvýšené hydraulické drsnosti. Při použití prvního způsobu jsou ve specifikované linii objektu nahrazeny Saint-Venantovy rovnice rovnicí objektu, u které je třeba nastavit v setupu pro správnou funkci jezové koeficienty. Výhodou je, že by pak rovnice měla pracovat správně pro širší pásmo průtoků. Nevýhodou je, že při výpočtu rovnic přes linii objektu se ztrácí rychlost proudu a rychlost v buňkách pod jezem se počítá dle profilu a sklonu hladiny pod jezem. Ukázalo se, že při vyšších hodnotách koeficientu zatopení přepadu již přestává funkce objektu (jezu) pracovat korektně a přestává již být použitelná. Navíc některé specifické jezové konstrukce jsou pro tuto zjednodušenou funkci obtížně zpracovatelné a jsou problematické i v pásmu průtoků, kdy přepad není ještě zcela zatopený.

Po sérii kalibračních výpočtů pro všechny tři povodně byl nakonec vyvinut systém, kdy byl pomocí vložené funkce objektu schematizován pouze Helmovský jez, a to do průtoku cca 3200 m³/s, který odpovídá zhruba kulminačnímu průtoku povodně 6/2013, zbylé pražské jezy a od uvedeného průtoku výše i Helmovský jez byly potom schematizovány terénem zvýšeným na hodnotu kóty přelivné hrany. Při použití vlny extrémní povodně pak musí být použito několik typů simulací dle schematizace jezů a mostů, které jsou použity pro posouzení v těch pásmech průtoků, pro které byly shledány jednotlivé schematizace jako korektní.

Definitivní kalibrace na celém modelu Praha

Finální ověřovací kalibrace na všechny **povodňové epizody ze srpna 2002, dubna 2006 a června 2013** proběhly již na kompletní výpočetní síti modelu Praha. Pro všechny epizody byly ověřovací kalibrace provedeny jako ustálený výpočet – pro povodně 8/2002 a 4/2006 byla korektnost takového postupu ověřena již v rámci minulých kalibrací, u povodně 6/2013 byla korektnost ověřena samostatným porovnáním na výsekovém modelu Soutok-viz výše.

Batymetrie: pro kalibrace 2006 a 2013 byla použita totožná batymetrie, vytvořená z aktuálních (2014) podkladů, pro oblast soutoku byl terén generován z nejnovějšího DMT 2011, v oblasti vnitřní Prahy byl ponechán původní model (používající většinou identická pozemní zaměření jednotlivých městských částí), vloženy byly pouze některé známé změny terénu. Pro kalibrační simulace na povodeň 2002 byl pro velkou odlišnost terénu použit původní terén, na kterém byla prováděna kalibrace v roce 2004. Pro všechny tři kalibrace pak bylo použito hypotézy „minimální úroveň dna“ při průchodu významné povodně, finální kalibrační simulace byly proto provedeny s batymetrií koryta reprezentující minimální úroveň dna v korytě Vltavy ze všech dostupných zaměření z let 2002 až 2014.

Hydraulická drsnost a místní zvýšené odpory proudění jsou pro model MIKE 21C zadávány pro každý bod výpočetní sítě. V rámci této studie byly vytvořeny zcela nové základní „mapy drsností“ **inundačního území** (podrobný popis viz kap 5.2.2 a Tab. 2). Pro jednotlivé kalibrace byly součinitele hydraulických drsností vybraných typů porostu upraveny dle vegetačního období, ve kterém jednotlivé povodňové epizody proběhly (viz kap 5.3.1).

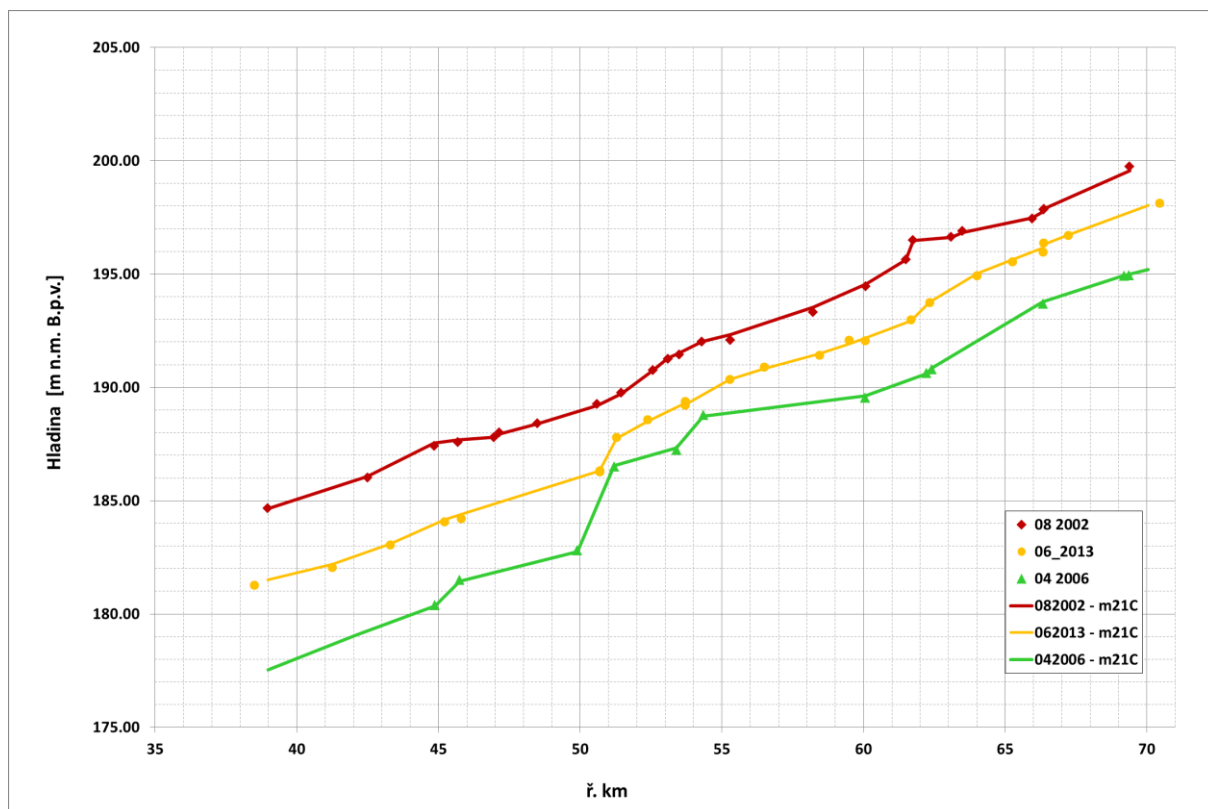
Hydraulické drsnosti **v korytě toku** by se dle zkušeností teoreticky měly zvyšovat s průtokem, neboť jsou proto reálné fyzikální důvody: V říčním korytě nastává při velkých povodních pohyb dnových splavenin, v určité vrstvě u dna se pohybuje dvoufázová směs vody a sedimentu, vytvářejí se proměnlivé 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. Protože ale hydraulické drsnosti jako vlastně jediný významný hydraulický parametr 2D modelu slouží 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, atd.) a rovněž i pravděpodobně změn dna, které neznáme (i když použití minimálního dna tento vliv do značné míry eliminuje), nemusí být tento trend vždy jednoznačný.

V případě kalibrací na povodně 4/2006, 6/2013 a 8/2002 se trend růstu hydraulických drsností projevil pouze mezi povodněmi 4/2006 a 6/2013 – v úseku Štvanice – VD Modřany je nárůst drsnosti cca 8%, v úseku VD Modřany – Zbraslav, (resp. Radotín na Berounce) pak cca 14%. V úseku Roztoky-Štvanice a v úsecích Vrané-Zbraslav a Černošice-Radotín naopak zůstávají hydraulické drsnosti pro všechny kalibrační epizody stejné. Z kalibrací povodní 6/2013 a 8/2002 tedy vyplynuly stejné hydraulické drsnosti koryta, pro povodeň 8/2002 byly pouze přidány pruhy zvýšené drsnosti v profilech vybraných mostů, které svou konstrukcí a nižší výškou mostovky působí při hladině povodně 8/2002 zvýšený odpor.

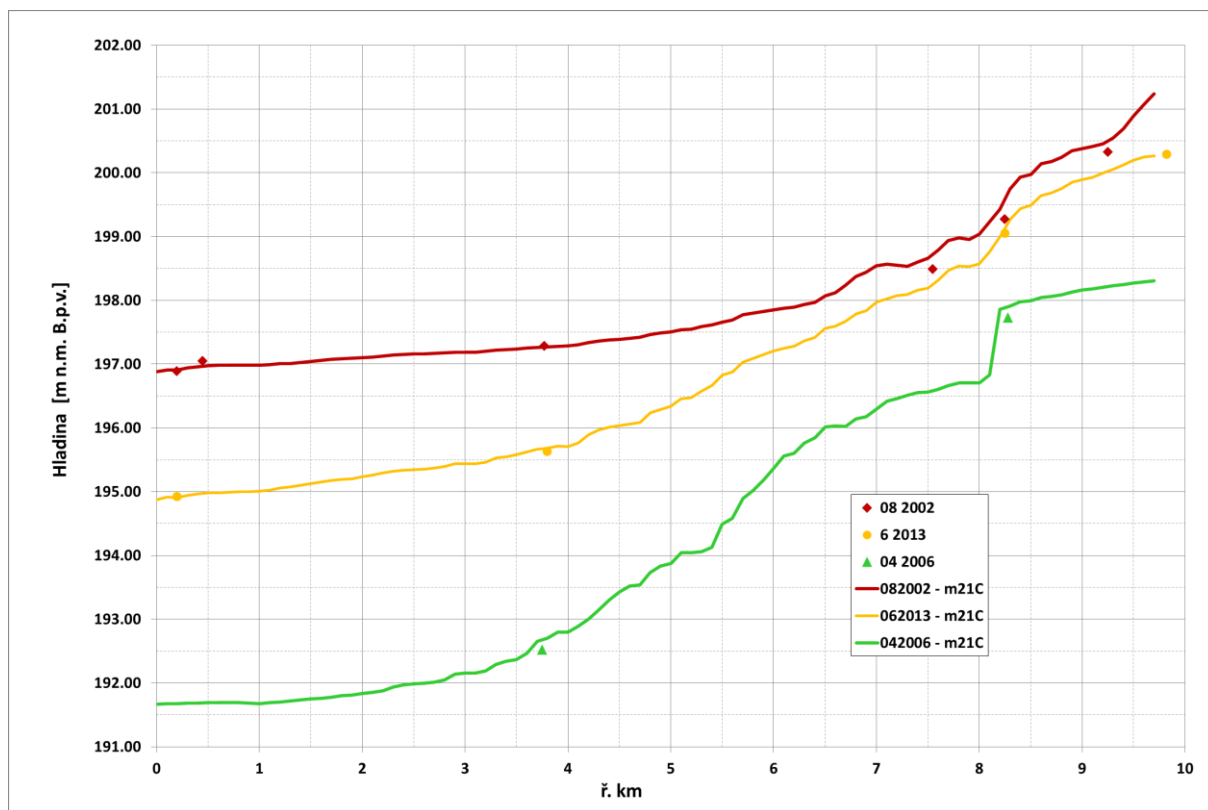
Kalibrační průtoky: kalibrace všech tří epizod byly, jak již bylo vysvětleno dříve, provedeny metodou ustáleného průtoku.

- Pro kalibraci 8/2002 byl použit kalibrační průtok 5160 m³/s v profilu LGS Praha – Chuchle (3000 m³/s Vltava, 2160 m³/s Berounka), tedy oficiální průtok uváděný ČHMÚ.
- Pro kalibraci 6/2013 byly použity mírně korigované kulminační průtoky z Vltavy (2135 m³/s) a Berounky (1080 m³/s), které vyplynuly z dynamické analýzy výsekového modelu Soutok. Kulminační průtok v profilu LGS Praha – Chuchle je tedy 3215 m³/s, tedy nepatrně vyšší průtok, než vychází z dynamické simulace (3183 m³/s). Úspora času při kalibraci na ustálený průtok však tuto drobnou nepřesnost ospravedlňuje, v dynamické variantě výpočtu navíc přítoky z Botiče a Rokytky tento rozdíl na odtoku z Prahy vyrovnají.
- Pro kalibraci 4/2006 byl použit taktéž mírně modifikovaný průtok: v průběhu povodně 4/2006 došlo ke korekci měrné křivky LGS Praha – Chuchle, kterou se měl odstranit nesoulad mezi průtoky, které vycházely z měrných křivek LGS Praha – Chuchle a LGS Vraňany. Výsledky prvních kalibračních pokusů naznačovaly, že zvýšení průtoku na původní úroveň by odpovídalo lépe, proto byl použit korigovaný průtok 1480 m³/s ve stanici Praha – Chuchle (Vltava 1230 m³/s, Berounka 250 m³/s) oproti oficiálnímu průtoku 1430 m³/s (1205 m³/s Vltava, 225 m³/s Berounka). Po dokončení kalibrace byla ještě provedena citlivostní analýza na původní průtok 1430 m³/s, po které bylo konstatováno, že rozdíly nejsou vzhledem k nepřesnostem metod vyhodnocení povodňových průtoků významné: zatímco pro vyšší průtok vycházejí hladiny v úseku Praha spíše v horní kalibrační toleranci, pro nižší průtok vycházejí v toleranci nižší.

Výsledek kalibrace modelu (průběh hladin podél zaměřených značek) pro všechny 3 kalibrační epizody je vykreslen v grafech podélných profilů Vltavy (obr. 5.1) a Berounky (obr. 5.2). Z grafů 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. Pouze hladiny povodní 4/2006 a 8/2002 v úseku Berounky zůstaly při kalibraci zvláště v horním úseku Radotín – Černošice konstantně nepatrně nad hodnotami zaměřenými při obou povodních. Dalším snižováním hydraulických drsností ploch osetých zemědělskými plodinami by se tento rozdíl ještě dal eliminovat, protože však v této fázi prací bylo již rozhodnuto, že pro další výpočty se použijí hodnoty hydraulických drsností, odpovídajících nejnepříznivějšímu vegetačnímu období, po dosažení horní kalibrační tolerance cca +15 cm byly kalibrace ukončeny s tím, že hydraulické drsnosti v korytě toku byly již ověřeny a účelu kalibrace bylo tím dosaženo.



Obr. 5.1 – Kalibrace modelu Praha – průběh hladin Vltavy podél zaměřených značek



Obr. 5.2 – Kalibrace modelu Praha v úseku Berounka - průběh hladin podél zaměřených značek

Tab.5.6 – Data využitá při kalibraci modelu Praha na povodeň 2002 na Vltavě

Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
38.98	Vltava	Roztoky	Roztoky-Brnky	184.65	184.65	0,00
42.5	Vltava	Troja	Troja.dům č.p.270/3 ul.Podhoří	186.01	186.08	0.07
44.85	Vltava	Troja	Nad lávkou v Troji - zeď zámku	187.4	187.53	0.13
45.69	Vltava	Troja	Velín jezu Trója	187.58	187.68	0.1
46.96	Vltava	Holešovice	Pilíř viaduktu pod mostem Barikádníků	187.79	187.8	0.01
47.15	Vltava	Holešovice	Nad žel. mostem - Varhulíkové č.p.2	188	187.95	-0.05
48.5	Vltava	Libeň	Chocholoušková PRA_P_009	188.4	188.4	0
50.6	Vltava	Holešovice	Stanice Vltavská PRA_L_013	189.27	189.2	-0.07
51.46	Vltava	Malá strana	Štefáníkův most	189.76	189.72	-0.04
52.57	Vltava	Malá strana	Klárov PRA_L_018	190.76	190.74	-0.02
53.1	Vltava	Malá strana	Kampa nábreží nad Karl.m. PRA_L_021	191.25	191.29	0.04
53.5	Vltava	Malá strana	Kampa Říční PRA_L_023	191.43	191.53	0.1
54.3	Vltava	Smíchov	Nad Jiráskovým mostem-Loděnice RODOP	192	192.02	0.02
55.31	Vltava	Smíchov	Pod Železničním mostem-Výtoň	192.09	192.32	0.23
58.23	Vltava	Hlubočepy	Pod Barandovským mostem	193.31	193.53	0.22
60.08	Vltava	M,Chuchle	Limnigraf Chuchle	194.46	194.56	0.1
61.5	Vltava	Chuchle	Velká Chuchle. U skály 8	195.64	195.63	-0.01
61.75	Vltava	Chuchle	Velká Chuchle. pokladny závoďště	196.5	196.48	-0.02
63.1	Vltava	Modřany	U spořitelny69, VL3_P_021	196.63	196.63	0
63.5	Vltava	Lahovičky	Lahovičky čp.121	196.89	196.83	-0.06
65.95	Vltava	Zbraslav	Zbraslav. ulice Opata Konráda č.p.1196.	197.44	197.48	0.04
66.35	Vltava	Zbraslav	Zbraslav pod mostem, Závist 128 VL3_P_019	197.85	197.75	-0.1
66.37	Vltava	Zbraslav	Schody pod Zbrasl. most na návodní straně	197.86	197.88	0.02
69.4	Vltava	Strnady	VL3_P_006 Strnady	199.75	199.57	-0.18

Tab.5.7 – Data využitá při kalibraci modelu Praha na povodeň 2002 na Berounce

Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
0.2	Berounka	Lahovičky	Lahovičky čp.121	196.89	196.82	-0.07
0.45	Berounka	Lahovice	Lahovice. stodola na proti ulici K Novým domům.	197.05	197	-0.05
3.77	Berounka	Radotín	Vodočet Radotín	197.28	197.27	-0.01
7.55	Berounka	Černošice	Černošice.čp 38	198.49	198.66	0.17
8.1	Berounka	Černošice	MVE Černošice	199.27	199.46	0.19
9.35	Berounka	Mokropsy	Černošice Mokropsy, M05_2002_09	200.32	200.52	0.2

Tab.5.8 – Data využitá při kalibraci modelu na povodeň 2006 na Vltavě

Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
42.06	Vltava	Bubeneč	DV PK Podbaba	178.99	179.06	0.07
44.88	Vltava	Troja	Vodočet Trojská lávka	180.4	180.35	-0.05
45.75	Vltava	Troja	VD Troja HV	181.51	181.45	-0.06
49.9	Vltava	Holešovice	DV Štvanice	182.8	182.75	-0.05
51.2	Vltava	Holešovice	VD Štvanice HV	186.52	186.55	0.03
53.4	Vltava	Staré město	VD Smíchov DV	187.24	187.33	0.09
54.35	Vltava	Staré město	VD Smíchov HV	188.78	188.73	-0.05
60.07	Vltava	M. Chuchle	LGS Chuchle	189.54	189.62	0.08
62.22	Vltava	Modřany	Pod Modřanským jezem	190.63	190.6	-0.03
62.42	Vltava	Modřany	Nad Modřanským jezem	190.79	190.87	0.08
66.33	Vltava	Zbraslav	Zbraslav vodočet	193.7	193.77	0.07
69.2	Vltava	Zbraslav	Jarov, branka u domu	194.92	194.95	0.03
69.37	Vltava	Zbraslav	Strnady,	194.941	194.99	0.05

Tab.5.9 – Data využitá při kalibraci modelu Praha na povodeň 2006 na Berounce

Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
3.75	Berounka	Radotín	Pod lávkou Radotín	192.52	192.71	0.19
8.28	Berounka	Černošice	Lávka Černošice	197.73	197.85	0.12

Tab.5.10 – Data využitá při kalibraci modelu Praha na povodeň 2013 na Vltavě

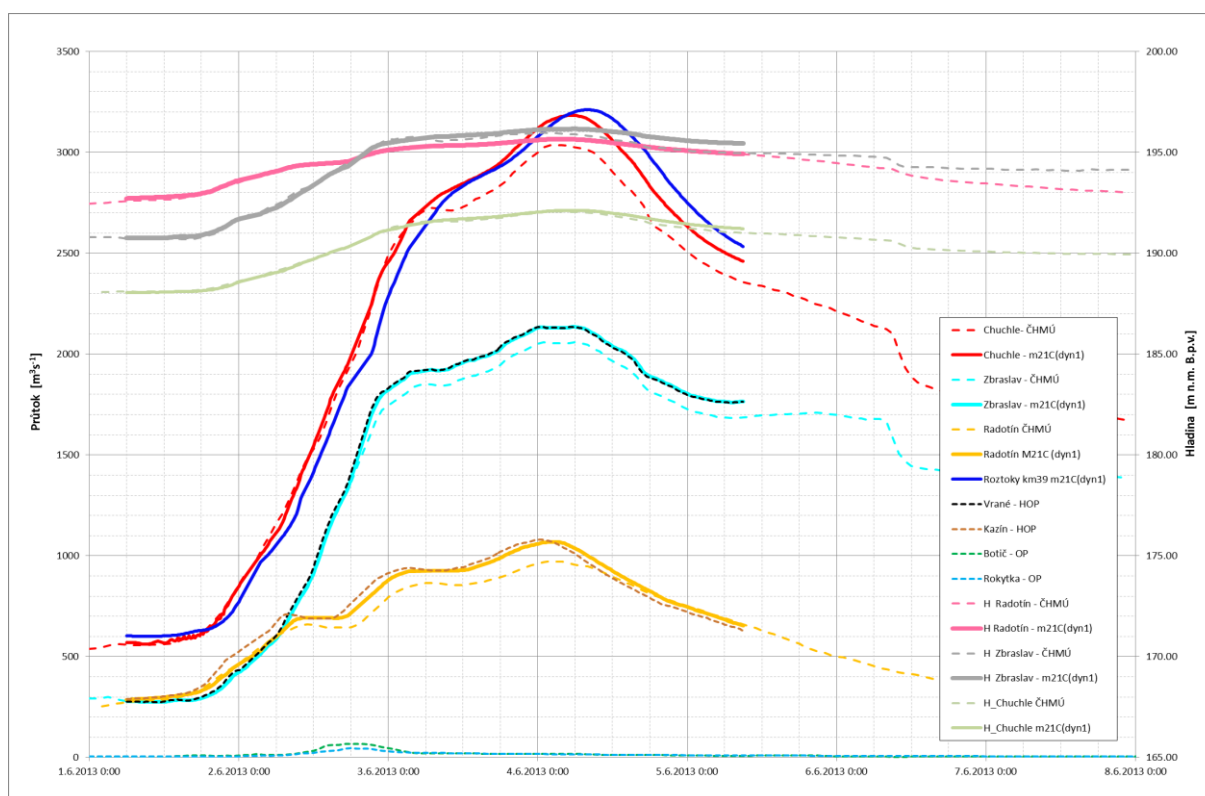
Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
41.24	Vltava	D. Sedlec	Sedlec	182.06	182.195	0.13
43.3	Vltava	Bubeneč	výtok ÚČOV	183.05	183.1	0.05
45.21	Vltava	Bubeneč	zeď vchod čp 1078	184.07	184.16	0.09
45.8	Vltava	Bubeneč	MVE Troja	184.2	184.4	0.20
50.7	Vltava	Holešovice	pod Hlávkovým mostem	186.28	186.32	0.04
50.7	Vltava	Holešovice	nad Hlávkovým mostem	186.31	186.34	0.03
51.28	Vltava	Holešovice	Hlávkův most pilíř	187.78	187.74	-0.04
52.38	Vltava	Holešovice	Strakovka schody k řece	188.58	188.51	-0.07
53.7	Vltava	Smíchov	provozní budova PK Smíchov	189.38	189.3	-0.08
53.7	Vltava	Smíchov	velín PK Smíchov	189.22	189.23	0.01
55.28	Vltava	Nové město	Výtoň	190.36	190.34	-0.02
56.5	Vltava	Podolí	CERE	190.9	190.83	-0.07
58.44	Vltava	Hlubočepy	pod Barrandovským mostem	191.42	191.5	0.08
59.5	Vltava	Braník	loděnice Kotva Bráník	192.07	191.91	-0.16
60.07	Vltava	M.Chuchle	LGS Malá Chuchle	192.05	192.17	0.12
61.67	Vltava	Modřany	port 62	192.99	192.94	-0.05
62.33	Vltava	Modřany	PK Modřany - zeď domu čp.105/5	193.73	193.77	0.04
64	Vltava	Komořany	Komořany	194.92	195.01	0.09
65.25	Vltava	Komořany	soutok před křižovatkou LB	195.54	195.63	0.09
66.33	Vltava	Zbraslav	LGS Zbraslav	195.97	196.17	0.20
66.35	Vltava	Zbraslav	Nad mostem Zbraslav	196.37	196.3	-0.07
67.23	Vltava	Jarov	Jarov	196.7	196.72	0.02

Tab 5.11 – Data využitá při kalibraci modelu Praha na povodeň 2013 na Berounce

Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
0.2	Vltava	Komořany		194.92	195.01	0.09
3.8	Berounka	Radotín	Lávka Radotín	195.63	195.7	0.07
8.25	Berounka	Černošice	MVE Černošice	199.05	199.06	0.01

Dynamická rekonstrukce povodně v rámci celého modelu Praha

Jako poslední kalibrační výpočet byla provedena dynamická rekonstrukce povodně 6/2013 na modelu Praha. Z hlediska kalibrace se jednalo, vzhledem k tomu že proběhly již kromě ustálených i dynamické kalibrace na modelu Soutok a ustálená kalibrace na modelu Praha-Město, pouze o finální ověření výsledků předchozích kalibrací dle hydrogramů a průběhů hladin v profilech Zbraslav, Radotín a Malá Chuchle. Porovnání výsledků simulací s oficiálními daty v těchto profilech je možno vidět na Obr 5.3.



Obr. 5.3 – Kalibrace modelu Praha v úseku Berounka - průběh hladin podél zaměřených značek

5.3.3 Kalibrace modelu Klecany-Mělník

Model, původně sestavený a zkalibrováný 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 zvládání 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 povodně ze srpna 2002 a června 2013 se jednalo o co nejvěrnější 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. 5.3.1. Finální kalibrační výpočty byly proto provedeny s batymetrií 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 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.

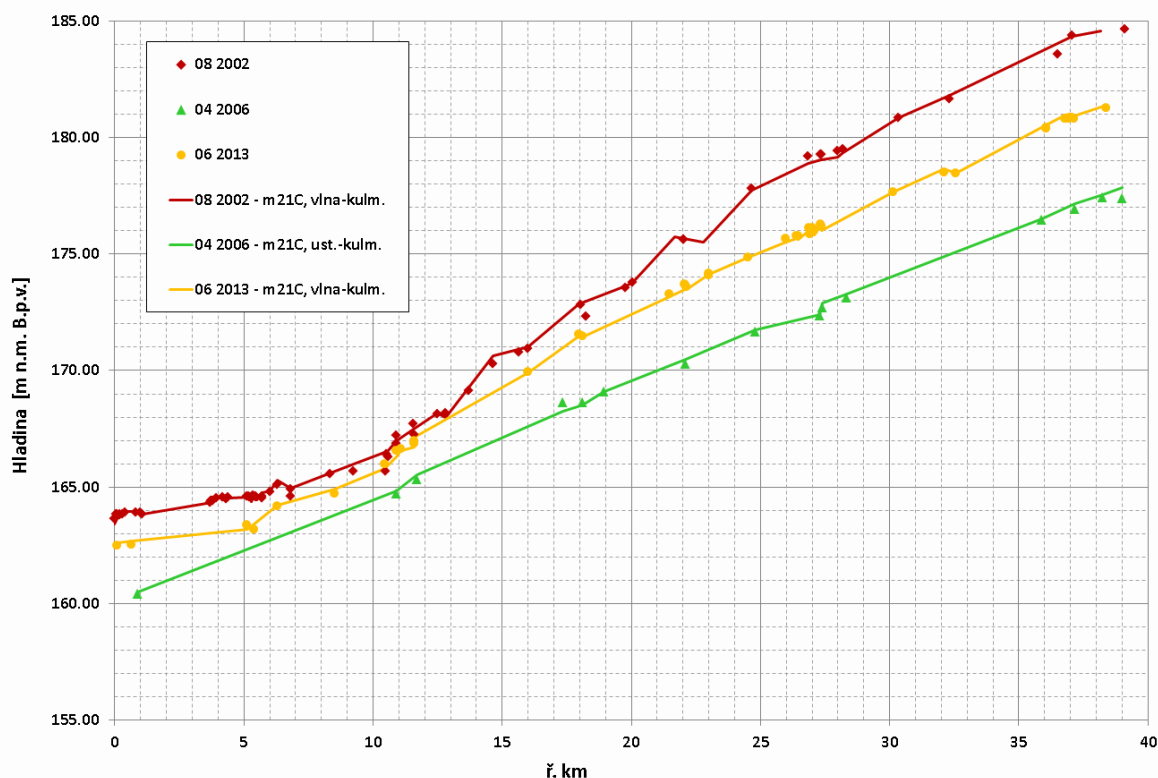
U všech tří povodňových epizod se pro stejné využití území a pro stejný typ plodin vycházelo z totožných Manningových součinitelů drsnosti – vzhledem k rozdílným vegetačním obdobím všech tří kalibračních povodní však byly tyto hodnoty postupně upravovány. Vycházeli jsme především ze zkušeností, získaných 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 batymetrií dna Vltavy (tzv. hypotéza „minimální úrovně 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 drsností, 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 spláví – 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 spláví, 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. 5.4. 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. 5.4 – Kalibrace modelu v úseku Roztoky – Mělník – průběh hladin podél zaměřených značek

V naší studii je 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 (úrovně hladin) a jejich porovnání s měřenými/vyhodnocenými hodnotami jsou vykresleny na samostatných grafických přílohách 2 a 3 etapy A.

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 $3192 \text{ m}^3/\text{s}$ než vyhodnotil ČHMÚ ($Q_{\max} = 3049 \text{ m}^3/\text{s}$) – 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 $Q_{\max} = 5136 \text{ m}^3/\text{s}$ je jen o $56 \text{ m}^3/\text{s}$ vyšší než hodnota kulminačního průtoku vyhodnocená ČHMÚ.

Ve **stanici Mělník** se časový průběh vypočteného hydrogramu velmi dobře shoduje s hydrogramem vyhodnoceným ČHMÚ – 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 hysterezi konzumní křivky. Vypočtený kulminační průtok $Q_{\max} = 3701 \text{ m}^3/\text{s}$ je jen o $42 \text{ m}^3/\text{s}$ 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 $4900 \text{ m}^3/\text{s}$, zatímco ČHMÚ uvádí $Q_{\max} = 5300 \text{ m}^3/\text{s}$. 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.

Tab.5.7 – 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	Brožánky	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	Brožánky		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
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 kapliče (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 půdě, 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

Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
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 Obrůstí), 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	Kozárovice	Kozárovice 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 vratech sušičky v areálu ubytovny. Výška 8 cm.	166.28	166.38	0.10
10.90	Vltava	Dědibaby	Značka umístěna na zastávce autobusu mezi oknem a dveřmi. Výška 180 cm nad zemí.	166.88	166.90	0.02
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 rokli 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 vzdušní 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

Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
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	Klecany	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.5.8 – 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 stěna 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	Mířejovice	Zídka u vstupu do propusti (plus cca 5 cm -těsně pod vodou)	168.67	168.76	0.09
18.94	Vltava	VD Mířejovice	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

Ř, km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
27.40	Vltava	VD Dolany	Horní voda Vodočet	172.70	172.65	-0.05
28.33	Vltava	Libčice přívaz	pata svodidla u přívazu 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.5.9 – 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 za 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	Mířežovice 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

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Základní informací, kterou poskytují výsledky 2D matematického modelu, je **průběh hladin, hloubka** vody a rozložení **vektorů rychlostí** (tj. směrů a velikostí vektorů rychlostí) v celé zájmové oblasti (tj. „v ploše“). Vektory svislicových rychlostí mohou být rozloženy na podélnou a příčnou složku (vzhledem k zakřivené ose výpočetní sítě, resp. jinému souřadnicovému systému). S užitím základních hydraulických vztahů mohou být vyjádřeny další veličiny, např. měrné průtoky (násobky vektorů rychlostí a hloubek).

Psaný podélný profil Vltavy ř.km 0 – 39

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	Poznámka
0.100	152.09	159.72	1800	161.24	2770	163.13	4080	164.19	5300	
0.200	152.11	159.75	1800	161.26	2770	163.16	4080	164.22	5300	
0.300	151.93	159.78	1800	161.29	2770	163.19	4080	164.25	5300	
0.400	151.07	159.83	1800	161.34	2770	163.22	4080	164.29	5300	
0.500	151.15	159.89	1800	161.39	2770	163.26	4080	164.33	5300	
0.600	151.08	159.92	1800	161.42	2770	163.29	4080	164.36	5300	
0.700	151.25	159.97	1800	161.46	2770	163.32	4080	164.39	5300	
0.800	151.36	160.01	1800	161.49	2770	163.35	4080	164.42	5300	
0.900	151.66	160.04	1800	161.53	2770	163.38	4080	164.45	5300	
1.000	152.00	160.07	1800	161.55	2770	163.40	4080	164.47	5300	
1.100	151.73	160.11	1800	161.58	2770	163.42	4080	164.49	5300	
1.200	151.59	160.14	1800	161.61	2770	163.45	4080	164.51	5300	
1.300	151.38	160.17	1800	161.63	2770	163.47	4080	164.53	5300	
1.400	151.39	160.18	1800	161.65	2770	163.48	4080	164.55	5300	
1.500	151.72	160.19	1800	161.67	2770	163.50	4080	164.56	5300	
1.600	151.59	160.21	1800	161.69	2770	163.51	4080	164.58	5300	
1.700	151.54	160.26	1800	161.71	2770	163.52	4080	164.59	5300	
1.800	151.34	160.30	1800	161.73	2770	163.54	4080	164.60	5300	
1.900	151.99	160.33	1800	161.75	2770	163.55	4080	164.61	5300	
2.000	152.47	160.36	1800	161.76	2770	163.56	4080	164.62	5300	
2.100	152.48	160.41	1800	161.78	2770	163.57	4080	164.63	5300	
2.200	152.84	160.47	1800	161.81	2770	163.58	4080	164.64	5300	
2.300	153.26	160.52	1800	161.83	2770	163.59	4080	164.65	5300	
2.400	153.48	160.55	1800	161.84	2770	163.60	4080	164.66	5300	
2.500	153.61	160.57	1800	161.86	2770	163.60	4080	164.66	5300	
2.600	153.82	160.59	1800	161.87	2770	163.61	4080	164.67	5300	
2.700	154.22	160.63	1800	161.88	2770	163.61	4080	164.67	5300	
2.800	154.20	160.68	1800	161.90	2770	163.62	4080	164.68	5300	
2.900	154.09	160.74	1800	161.93	2770	163.62	4080	164.68	5300	
3.000	153.61	160.83	1800	161.96	2770	163.63	4080	164.69	5300	
3.100	153.79	160.90	1800	161.99	2770	163.64	4080	164.69	5300	
3.200	153.77	160.94	1800	162.00	2770	163.64	4080	164.70	5300	
3.300	153.67	161.00	1800	162.03	2770	163.65	4080	164.70	5300	
3.400	153.63	161.08	1800	162.08	2770	163.67	4080	164.71	5300	
3.500	153.83	161.12	1800	162.10	2770	163.68	4080	164.72	5300	
3.600	153.98	161.17	1800	162.12	2770	163.69	4080	164.73	5300	
3.700	154.26	161.22	1800	162.14	2770	163.70	4080	164.73	5300	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
3.800	154.28	161.29	1800	162.17	2770	163.71	4080	164.74	5300	
3.900	154.23	161.32	1800	162.19	2770	163.73	4080	164.74	5300	
4.000	154.11	161.36	1800	162.21	2770	163.75	4080	164.75	5300	
4.100	154.00	161.41	1800	162.23	2770	163.77	4080	164.76	5300	
4.200	153.93	161.47	1800	162.27	2770	163.79	4080	164.77	5300	
4.300	153.93	161.54	1800	162.31	2770	163.81	4080	164.77	5300	
4.400	153.98	161.60	1800	162.34	2770	163.84	4080	164.79	5300	
4.500	154.13	161.65	1800	162.38	2770	163.86	4080	164.81	5300	
4.600	154.29	161.73	1800	162.43	2770	163.88	4080	164.83	5300	
4.700	154.26	161.81	1800	162.47	2770	163.90	4080	164.85	5300	
4.800	153.93	161.88	1800	162.54	2770	163.93	4080	164.86	5300	
4.900	153.83	161.96	1800	162.61	2770	163.97	4080	164.89	5300	
5.000	154.13	162.01	1800	162.67	2770	164.00	4080	164.91	5300	
5.060	154.33	162.05	1800	162.72	2770	164.02	4080	164.93	5300	Potrubní most
5.100	154.23	162.08	1800	162.74	2770	164.03	4080	164.94	5300	
5.200	154.12	162.15	1800	162.82	2770	164.07	4080	164.96	5300	
5.300	154.19	162.23	1800	162.89	2770	164.12	4080	164.99	5300	
5.400	154.55	162.30	1800	162.97	2770	164.16	4080	165.03	5300	
5.500	154.75	162.39	1800	163.06	2770	164.21	4080	165.06	5300	
5.600	154.78	162.44	1800	163.13	2770	164.25	4080	165.09	5300	
5.700	154.62	162.48	1800	163.22	2770	164.34	4080	165.16	5300	
5.800	154.22	162.52	1800	163.27	2770	164.40	4080	165.21	5300	
5.900	154.07	162.58	1800	163.31	2770	164.45	4080	165.25	5300	
6.000	154.22	162.63	1800	163.34	2770	164.49	4080	165.28	5300	
6.100	154.32	162.70	1800	163.39	2770	164.53	4080	165.32	5300	
6.200	154.39	162.78	1800	163.44	2770	164.57	4080	165.37	5300	
6.300	154.39	162.85	1800	163.49	2770	164.63	4080	165.42	5300	
6.400	154.30	162.90	1800	163.54	2770	164.68	4080	165.47	5300	
6.500	154.41	162.95	1800	163.63	2770	164.72	4080	165.50	5300	
6.600	154.96	163.01	1800	163.67	2770	164.75	4080	165.53	5300	
6.700	155.27	163.07	1800	163.69	2770	164.76	4080	165.55	5300	
6.800	155.33	163.14	1800	163.73	2770	164.78	4080	165.59	5300	
6.900	155.29	163.22	1800	163.79	2770	164.87	4080	165.66	5300	
7.000	155.54	163.35	1800	163.91	2770	164.94	4080	165.72	5300	
7.100	156.10	163.42	1800	163.96	2770	164.97	4080	165.75	5300	
7.200	155.59	163.50	1800	164.01	2770	165.01	4080	165.79	5300	
7.300	155.51	163.59	1800	164.07	2770	165.06	4080	165.83	5300	
7.400	155.88	163.69	1800	164.14	2770	165.11	4080	165.88	5300	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	Poznámka
7.500	155.74	163.79	1800	164.22	2770	165.17	4080	165.94	5300	
7.600	155.69	163.86	1800	164.29	2770	165.23	4080	165.99	5300	
7.700	155.99	163.95	1800	164.37	2770	165.29	4080	166.05	5300	
7.800	156.52	164.01	1800	164.41	2770	165.33	4080	166.07	5300	
7.900	156.55	164.08	1800	164.49	2770	165.40	4080	166.15	5300	
8.000	156.72	164.15	1800	164.56	2770	165.46	4080	166.21	5300	
8.100	156.85	164.22	1800	164.63	2770	165.51	4080	166.27	5300	
8.200	156.92	164.29	1800	164.71	2770	165.57	4080	166.33	5300	
8.300	156.46	164.37	1800	164.80	2770	165.65	4080	166.41	5300	
8.400	156.22	164.48	1800	164.92	2770	165.75	4080	166.51	5300	
8.500	156.87	164.53	1800	164.98	2770	165.80	4080	166.56	5300	
8.600	157.05	164.58	1800	165.04	2770	165.85	4080	166.61	5300	
8.700	156.89	164.63	1800	165.09	2770	165.90	4080	166.66	5300	
8.800	156.25	164.68	1800	165.15	2770	165.95	4080	166.70	5300	
8.900	155.17	164.72	1800	165.19	2770	165.99	4080	166.73	5300	
9.000	154.21	164.74	1800	165.22	2770	166.02	4080	166.75	5300	
9.100	154.13	164.75	1800	165.24	2770	166.04	4080	166.76	5300	
9.200	155.03	164.78	1800	165.28	2770	166.08	4080	166.79	5300	
9.300	155.87	164.82	1800	165.33	2770	166.12	4080	166.82	5300	
9.400	156.60	164.87	1800	165.38	2770	166.16	4080	166.85	5300	
9.500	157.17	164.93	1800	165.44	2770	166.21	4080	166.89	5300	
9.600	157.66	164.99	1800	165.50	2770	166.25	4080	166.93	5300	
9.700	158.10	165.02	1800	165.52	2770	166.28	4080	166.94	5300	
9.800	157.85	165.06	1800	165.56	2770	166.31	4080	166.98	5300	
9.900	157.49	165.09	1800	165.59	2770	166.35	4080	167.01	5300	
10.000	157.00	165.13	1800	165.65	2770	166.40	4080	167.06	5300	
10.100	156.72	165.17	1800	165.70	2770	166.45	4080	167.11	5300	
10.200	156.63	165.20	1800	165.75	2770	166.49	4080	167.16	5300	
10.300	156.79	165.23	1800	165.79	2770	166.54	4080	167.20	5300	
10.400	157.42	165.29	1800	165.86	2770	166.59	4080	167.26	5300	
10.500	157.48	165.37	1800	165.95	2770	166.67	4080	167.33	5300	
10.600	156.68	165.42	1800	166.03	2770	166.73	4080	167.39	5300	
10.700	156.54	165.50	1800	166.12	2770	166.82	4080	167.48	5300	
10.800	156.91	165.53	1800	166.18	2770	166.88	4080	167.54	5300	
10.900	156.58	165.61	1800	166.30	2770	166.99	4080	167.65	5300	
11.000	156.19	165.69	1800	166.42	2770	167.12	4080	167.77	5300	
11.100	156.63	165.81	1800	166.58	2770	167.26	4080	167.90	5300	
11.200	156.84	165.97	1800	166.74	2770	167.39	4080	168.01	5300	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
11.300	157.03	166.08	1800	166.83	2770	167.49	4080	168.10	5300	
11.400	157.65	166.10	1800	166.85	2770	167.51	4080	168.13	5300	
11.500	159.09	166.10	1800	166.82	2770	167.49	4080	168.11	5300	
11.561	161.30	166.08	1800	166.82	2770	167.50	4080	168.13	5300	Jez Vraňany
11.600	159.40	166.20	1800	166.98	2770	167.66	4080	168.29	5550	
11.700	159.52	166.28	1800	167.08	2770	167.76	4080	168.40	5550	
11.800	160.11	166.31	1800	167.12	2770	167.81	4080	168.46	5550	
11.900	160.20	166.35	1800	167.17	2770	167.88	4080	168.54	5550	
12.000	160.42	166.39	1800	167.23	2770	167.96	4080	168.63	5550	
12.100	160.57	166.40	1800	167.24	2770	167.98	4080	168.66	5550	
12.200	160.54	166.41	1800	167.25	2770	167.99	4080	168.67	5550	
12.300	161.28	166.44	1800	167.29	2770	168.03	4080	168.72	5550	
12.400	161.11	166.48	1800	167.33	2770	168.07	4080	168.76	5550	
12.500	160.89	166.53	1800	167.41	2770	168.12	4080	168.81	5550	
12.600	160.33	166.57	1800	167.45	2770	168.13	4080	168.82	5550	
12.700	160.07	166.59	1800	167.48	2770	168.13	4080	168.83	5550	
12.800	159.69	166.60	1800	167.48	2770	168.09	4080	168.83	5550	
12.900	158.89	166.61	1800	167.50	2770	168.13	4080	168.87	5550	
13.000	159.94	166.67	1800	167.65	2770	168.35	4080	169.07	5550	
13.100	160.58	166.74	1800	167.76	2770	168.52	4080	169.22	5550	
13.200	160.69	166.76	1800	167.79	2770	168.56	4080	169.25	5550	
13.300	160.31	166.78	1800	167.83	2770	168.61	4080	169.28	5550	
13.400	160.22	166.80	1800	167.87	2770	168.67	4080	169.35	5550	
13.500	159.81	166.88	1800	167.99	2770	168.83	4080	169.52	5550	
13.600	159.89	166.96	1800	168.09	2770	168.94	4080	169.59	5550	
13.700	159.90	167.03	1800	168.16	2770	169.02	4080	169.66	5550	
13.800	161.06	167.01	1800	168.14	2770	169.02	4080	169.67	5550	
13.900	161.08	167.12	1800	168.32	2770	169.25	4080	169.92	5550	
14.000	161.27	167.36	1800	168.64	2770	169.63	4080	170.34	5550	
14.100	160.98	167.45	1800	168.78	2770	169.81	4080	170.58	5550	
14.110	159.77	167.51	1800	168.85	2770	169.88	4080	170.66	5550	Dálniční most D8 Praha - Ústí n. L.
14.200	160.67	167.50	1800	168.86	2770	169.92	4080	170.73	5550	
14.300	160.96	167.57	1800	168.93	2770	170.01	4080	170.84	5550	
14.400	160.55	167.61	1800	168.96	2770	170.05	4080	170.91	5550	
14.500	160.55	167.65	1800	169.00	2770	170.10	4080	170.98	5550	
14.600	160.54	167.69	1800	169.04	2770	170.17	4080	171.05	5550	
14.700	160.37	167.75	1800	169.10	2770	170.23	4080	171.13	5550	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
14.800	160.26	167.79	1800	169.13	2770	170.28	4080	171.19	5550	
14.900	159.67	167.81	1800	169.15	2770	170.32	4080	171.24	5550	
15.000	159.01	167.86	1800	169.20	2770	170.37	4080	171.30	5550	
15.100	158.78	167.91	1800	169.24	2770	170.42	4080	171.34	5550	
15.200	158.67	167.96	1800	169.29	2770	170.47	4080	171.39	5550	
15.300	159.39	168.01	1800	169.35	2770	170.51	4080	171.42	5550	
15.400	159.97	168.10	1800	169.41	2770	170.55	4080	171.47	5550	
15.500	160.20	168.14	1800	169.45	2770	170.58	4080	171.50	5550	
15.600	160.38	168.19	1800	169.48	2770	170.61	4080	171.53	5550	
15.700	161.08	168.19	1800	169.49	2770	170.62	4080	171.55	5550	
15.800	161.02	168.25	1800	169.58	2770	170.68	4080	171.62	5550	
15.900	160.71	168.30	1800	169.64	2770	170.72	4080	171.66	5550	
16.000	160.57	168.39	1800	169.71	2770	170.76	4080	171.70	5550	
16.100	160.84	168.43	1800	169.71	2770	170.76	4080	171.71	5550	
16.200	160.50	168.49	1800	169.77	2770	170.80	4080	171.74	5550	
16.300	160.68	168.50	1800	169.78	2770	170.80	4080	171.74	5550	
16.400	160.66	168.56	1800	169.85	2770	170.85	4080	171.78	5550	
16.500	158.00	168.65	1800	169.97	2770	170.92	4080	171.85	5550	Potrubní lávka
16.600	158.74	168.72	1800	170.07	2770	170.98	4080	171.91	5550	
16.700	159.36	168.74	1800	170.12	2770	171.01	4080	171.93	5550	
16.800	159.67	168.78	1800	170.17	2770	171.04	4080	171.94	5550	
16.900	160.49	168.83	1800	170.23	2770	171.06	4080	171.96	5550	
17.000	160.73	168.92	1800	170.30	2770	171.10	4080	172.00	5550	
17.100	160.65	168.97	1800	170.33	2770	171.12	4080	172.03	5550	
17.200	160.82	169.04	1800	170.39	2770	171.16	4080	172.08	5550	
17.300	160.69	169.09	1800	170.45	2770	171.22	4080	172.14	5550	
17.400	160.63	169.15	1800	170.54	2770	171.33	4080	172.26	5550	
17.500	160.66	169.22	1800	170.66	2770	171.48	4080	172.40	5550	
17.533	160.65	169.24	1800	170.68	2770	171.51	4080	172.44	5550	Silniční most Veltrusy - Nové Ouholice
17.600	160.90	169.32	1800	170.79	2770	171.65	4080	172.60	5550	
17.700	160.50	169.37	1800	170.85	2770	171.73	4080	172.69	5550	
17.800	161.15	169.37	1800	170.84	2770	171.71	4080	172.68	5550	
17.900	161.30	169.37	1800	170.84	2770	171.72	4080	172.68	5550	
18.000	161.30	169.72	1800	171.13	2770	172.06	4080	173.03	5550	
18.100	160.49	169.70	1800	171.12	2770	172.05	4080	173.03	5550	
18.150	162.70	169.44	1800	171.00	2770	171.91	4080	172.88	5550	Jez Most Miřejovice
18.200	165.40	169.76	1800	171.21	2770	172.14	4080	173.12	5550	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
18.300	165.33	169.78	1800	171.25	2770	172.18	4080	173.16	5550	
18.400	164.77	169.79	1800	171.28	2770	172.20	4080	173.18	5550	
18.500	164.63	169.81	1800	171.29	2770	172.22	4080	173.19	5550	
18.600	164.84	169.86	1800	171.33	2770	172.25	4080	173.22	5550	
18.700	164.34	169.83	1800	171.32	2770	172.25	4080	173.23	5550	
18.800	162.95	169.83	1800	171.32	2770	172.22	4080	173.17	5550	
18.900	163.94	169.93	1800	171.41	2770	172.31	4080	173.28	5550	
19.000	163.58	169.97	1800	171.44	2770	172.35	4080	173.31	5550	
19.100	163.70	170.00	1800	171.47	2770	172.39	4080	173.38	5550	
19.200	164.07	170.05	1800	171.53	2770	172.46	4080	173.45	5550	
19.248	163.98	170.08	1800	171.56	2770	172.50	4080	173.49	5550	Lávka Hleděsebe
19.300	164.10	170.10	1800	171.59	2770	172.53	4080	173.53	5550	
19.400	164.53	170.15	1800	171.64	2770	172.60	4080	173.61	5550	
19.500	164.92	170.23	1800	171.71	2770	172.71	4080	173.74	5550	
19.600	164.60	170.25	1800	171.74	2770	172.74	4080	173.77	5550	
19.700	164.07	170.28	1800	171.77	2770	172.78	4080	173.82	5550	
19.800	164.26	170.30	1800	171.80	2770	172.82	4080	173.85	5550	
19.900	163.53	170.32	1800	171.81	2770	172.83	4080	173.86	5550	
20.000	163.07	170.39	1800	171.88	2770	172.91	4080	173.95	5550	
20.100	163.32	170.47	1800	171.96	2770	173.03	4080	174.09	5550	
20.200	165.16	170.49	1800	172.01	2770	173.12	4080	174.21	5550	
20.300	165.54	170.56	1800	172.09	2770	173.21	4080	174.30	5550	
20.400	164.66	170.68	1800	172.19	2770	173.32	4080	174.40	5550	
20.500	163.61	170.74	1800	172.24	2770	173.37	4080	174.46	5550	
20.600	163.02	170.78	1800	172.27	2770	173.40	4080	174.48	5550	
20.700	162.32	170.79	1800	172.28	2770	173.42	4080	174.50	5550	
20.800	161.13	170.80	1800	172.30	2770	173.45	4080	174.54	5550	
20.900	162.19	170.82	1800	172.33	2770	173.51	4080	174.66	5550	
21.000	163.11	170.84	1800	172.37	2770	173.60	4080	174.81	5550	
21.100	163.35	170.90	1800	172.48	2770	173.78	4080	175.06	5550	
21.200	163.22	171.00	1800	172.61	2770	173.98	4080	175.32	5550	
21.300	164.15	171.10	1800	172.73	2770	174.11	4080	175.45	5550	
21.400	164.38	171.14	1800	172.75	2770	174.13	4080	175.47	5550	
21.500	165.21	171.16	1800	172.75	2770	174.12	4080	175.47	5550	
21.600	165.07	171.17	1800	172.75	2770	174.12	4080	175.48	5550	
21.700	164.95	171.18	1800	172.75	2770	174.12	4080	175.48	5550	
21.800	163.86	171.23	1800	172.79	2770	174.17	4080	175.58	5550	
21.900	163.01	171.28	1800	172.86	2770	174.28	4080	175.71	5550	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
22.000	162.96	171.30	1800	172.90	2770	174.35	4080	175.79	5550	
22.045	163.23	171.31	1800	172.91	2770	174.35	4080	175.79	5550	Lávka Kralupy n. Vlt.
22.090	162.62	171.38	1800	172.99	2770	174.47	4080	175.91	5550	Přítok Zákolanský potok
22.095	163.10	171.38	1785	172.99	2750	174.48	4060	175.92	5550	Silniční most Kralupy n. Vlt.
22.100	163.24	171.37	1785	172.99	2750	174.47	4060	175.92	5550	
22.200	162.04	171.45	1785	173.11	2750	174.63	4060	176.08	5550	
22.300	162.31	171.57	1785	173.24	2750	174.75	4060	176.19	5550	
22.400	164.15	171.63	1785	173.28	2750	174.77	4060	176.19	5550	
22.500	164.13	171.67	1785	173.31	2750	174.80	4060	176.20	5550	
22.600	164.17	171.75	1785	173.37	2750	174.85	4060	176.24	5550	
22.700	164.74	171.80	1785	173.42	2750	174.90	4060	176.29	5550	
22.800	164.04	171.86	1785	173.48	2750	174.97	4060	176.37	5550	
22.850	163.62	171.89	1785	173.51	2750	175.01	4060	176.43	5550	Potrubní lávka
22.900	163.34	171.91	1785	173.53	2750	175.05	4060	176.49	5550	
23.000	163.24	171.93	1785	173.58	2750	175.13	4060	176.61	5550	
23.100	163.47	171.98	1785	173.65	2750	175.24	4060	176.73	5550	
23.200	164.09	172.03	1785	173.70	2750	175.30	4060	176.80	5550	
23.300	163.77	172.07	1785	173.76	2750	175.37	4060	176.88	5550	
23.400	164.63	172.09	1785	173.78	2750	175.41	4060	176.93	5550	
23.500	165.21	172.13	1785	173.83	2750	175.49	4060	177.05	5550	
23.600	165.63	172.14	1785	173.85	2750	175.51	4060	177.09	5550	
23.700	165.25	172.14	1785	173.86	2750	175.53	4060	177.11	5550	
23.800	164.68	172.16	1785	173.88	2750	175.54	4060	177.12	5550	
23.900	163.97	172.18	1785	173.90	2750	175.55	4060	177.13	5550	
23.941	164.02	172.20	1785	173.92	2750	175.59	4060	177.20	5550	Železniční most Chvatěruby - Kralupy n. Vlt.
24.000	162.65	172.20	1785	173.92	2750	175.59	4060	177.19	5550	
24.100	162.77	172.22	1785	173.96	2750	175.68	4060	177.34	5550	
24.200	163.32	172.33	1785	174.10	2750	175.89	4060	177.60	5550	
24.300	163.75	172.36	1785	174.15	2750	175.95	4060	177.67	5550	
24.400	163.91	172.39	1785	174.17	2750	175.97	4060	177.68	5550	
24.500	163.81	172.42	1785	174.19	2750	175.98	4060	177.69	5550	
24.600	163.94	172.46	1785	174.23	2750	176.00	4060	177.70	5550	
24.700	164.07	172.49	1785	174.25	2750	176.02	4060	177.73	5550	
24.800	163.95	172.50	1785	174.25	2750	176.03	4060	177.75	5550	
24.900	163.85	172.53	1785	174.30	2750	176.10	4060	177.84	5550	
25.000	163.79	172.57	1785	174.36	2750	176.18	4060	177.95	5550	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
25.100	163.83	172.63	1785	174.44	2750	176.29	4060	178.09	5550	
25.200	163.88	172.67	1785	174.48	2750	176.35	4060	178.15	5550	
25.300	163.85	172.70	1785	174.50	2750	176.36	4060	178.17	5550	
25.400	164.16	172.72	1785	174.51	2750	176.39	4060	178.20	5550	
25.500	164.16	172.72	1785	174.53	2750	176.41	4060	178.22	5550	
25.600	164.19	172.75	1785	174.59	2750	176.47	4060	178.28	5550	
25.700	163.85	172.79	1785	174.65	2750	176.54	4060	178.35	5550	
25.800	163.71	172.83	1785	174.70	2750	176.60	4060	178.41	5550	
25.900	163.73	172.90	1785	174.76	2750	176.67	4060	178.49	5550	
26.000	163.75	172.95	1785	174.82	2750	176.72	4060	178.54	5550	
26.100	163.89	173.02	1785	174.87	2750	176.76	4060	178.58	5550	
26.200	163.89	173.07	1785	174.90	2750	176.78	4060	178.59	5550	
26.300	163.96	173.11	1785	174.92	2750	176.80	4060	178.60	5550	
26.400	164.04	173.14	1785	174.95	2750	176.83	4060	178.65	5550	
26.500	163.02	173.17	1785	175.00	2750	176.90	4060	178.73	5550	
26.600	162.79	173.17	1785	175.00	2750	176.92	4060	178.77	5550	
26.700	163.86	173.19	1785	175.03	2750	176.97	4060	178.84	5550	
26.800	164.35	173.29	1785	175.15	2750	177.11	4060	179.01	5550	
26.900	164.90	173.34	1785	175.22	2750	177.19	4060	179.08	5550	
27.000	165.00	173.37	1785	175.25	2750	177.21	4060	179.10	5550	
27.100	165.00	173.37	1785	175.25	2750	177.22	4060	179.11	5550	
27.200	165.18	173.38	1785	175.28	2750	177.24	4060	179.12	5550	
27.300	165.02	173.39	1785	175.30	2750	177.26	4060	179.16	5550	
27.342	168.80	173.50	1785	175.29	2750	177.23	4060	179.13	5550	Jez Libčice-Dolany
27.400	166.57	173.74	1785	175.48	2750	177.41	4060	179.32	5550	
27.500	167.45	173.77	1785	175.47	2750	177.38	4060	179.25	5550	
27.600	168.05	173.79	1785	175.47	2750	177.35	4060	179.20	5550	
27.700	167.15	173.84	1785	175.50	2750	177.36	4060	179.21	5550	
27.800	166.94	173.89	1785	175.54	2750	177.39	4060	179.24	5550	
27.900	166.45	173.94	1785	175.58	2750	177.44	4060	179.30	5550	
28.000	165.89	173.99	1785	175.63	2750	177.51	4060	179.39	5550	
28.100	166.50	173.97	1785	175.61	2750	177.49	4060	179.38	5550	
28.200	165.45	173.99	1785	175.64	2750	177.51	4060	179.40	5550	
28.300	165.20	174.06	1785	175.74	2750	177.66	4060	179.56	5550	
28.400	165.48	174.04	1785	175.74	2750	177.68	4060	179.59	5550	
28.500	166.14	174.08	1785	175.79	2750	177.71	4060	179.62	5550	
28.600	166.33	174.09	1785	175.81	2750	177.73	4060	179.62	5550	
28.700	165.66	174.25	1785	175.98	2750	177.87	4060	179.76	5550	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
28.800	165.76	174.39	1785	176.13	2750	178.01	4060	179.89	5550	
28.900	165.91	174.47	1785	176.21	2750	178.10	4060	179.97	5550	
29.000	165.79	174.54	1785	176.29	2750	178.19	4060	180.06	5550	
29.100	166.49	174.60	1785	176.36	2750	178.28	4060	180.17	5550	
29.200	167.07	174.62	1785	176.39	2750	178.31	4060	180.21	5550	
29.300	166.02	174.69	1785	176.47	2750	178.41	4060	180.32	5550	
29.400	167.38	174.75	1785	176.55	2750	178.50	4060	180.43	5550	
29.500	167.33	174.78	1785	176.59	2750	178.55	4060	180.47	5550	
29.600	167.18	174.81	1785	176.61	2750	178.57	4060	180.50	5550	
29.700	166.73	174.87	1785	176.69	2750	178.70	4060	180.67	5550	
29.800	166.99	174.96	1785	176.83	2750	178.87	4060	180.87	5550	
29.900	168.11	175.01	1785	176.88	2750	178.93	4060	180.93	5550	
30.000	168.28	175.04	1785	176.91	2750	178.95	4060	180.93	5550	
30.100	167.90	175.06	1785	176.92	2750	178.95	4060	180.92	5550	
30.200	167.33	175.10	1785	176.94	2750	178.95	4060	180.92	5550	
30.300	166.46	175.16	1785	176.99	2750	179.01	4060	181.01	5550	
30.400	166.64	175.21	1785	177.09	2750	179.17	4060	181.20	5550	
30.500	167.44	175.27	1785	177.16	2750	179.26	4060	181.30	5550	
30.600	167.54	175.33	1785	177.23	2750	179.33	4060	181.38	5550	
30.700	167.81	175.37	1785	177.27	2750	179.37	4060	181.42	5550	
30.800	167.86	175.40	1785	177.30	2750	179.40	4060	181.45	5550	
30.900	167.80	175.42	1785	177.32	2750	179.42	4060	181.45	5550	
31.000	167.86	175.45	1785	177.35	2750	179.43	4060	181.47	5550	
31.100	168.07	175.46	1785	177.35	2750	179.44	4060	181.47	5550	
31.200	167.90	175.49	1785	177.38	2750	179.47	4060	181.51	5550	
31.300	167.64	175.52	1785	177.41	2750	179.50	4060	181.56	5550	
31.400	167.59	175.57	1785	177.47	2750	179.55	4060	181.61	5550	
31.500	167.44	175.63	1785	177.52	2750	179.61	4060	181.65	5550	
31.600	167.78	175.67	1785	177.56	2750	179.65	4060	181.68	5550	
31.700	167.99	175.68	1785	177.57	2750	179.66	4060	181.69	5550	
31.800	168.40	175.70	1785	177.59	2750	179.69	4060	181.72	5550	
31.900	168.30	175.73	1785	177.65	2750	179.76	4060	181.80	5550	
32.000	168.73	175.77	1785	177.69	2750	179.81	4060	181.85	5550	
32.100	168.31	175.81	1785	177.73	2750	179.85	4060	181.88	5550	
32.185	167.45	175.85	1785	177.76	2750	179.87	4060	181.90	5550	Lávka Řež
32.200	168.38	175.90	1785	177.79	2750	179.88	4060	181.93	5550	
32.300	168.18	176.00	1785	177.89	2750	179.99	4060	182.07	5550	
32.400	168.79	176.01	1785	177.90	2750	180.01	4060	182.10	5550	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
32.500	168.60	176.06	1785	177.96	2750	180.08	4060	182.20	5550	
32.600	167.92	176.12	1785	178.02	2750	180.17	4060	182.31	5550	
32.700	168.14	176.19	1785	178.12	2750	180.28	4060	182.41	5550	
32.800	167.87	176.24	1785	178.18	2750	180.34	4060	182.45	5550	
32.900	167.25	176.26	1785	178.20	2750	180.36	4060	182.47	5550	
33.000	168.08	176.26	1785	178.19	2750	180.35	4060	182.48	5550	
33.100	168.08	176.33	1785	178.28	2750	180.46	4060	182.62	5550	
33.200	168.04	176.41	1785	178.36	2750	180.57	4060	182.75	5550	
33.300	167.42	176.50	1785	178.47	2750	180.71	4060	182.89	5550	
33.400	166.99	176.57	1785	178.57	2750	180.81	4060	183.00	5550	
33.500	167.59	176.65	1785	178.66	2750	180.91	4060	183.10	5550	
33.600	167.72	176.71	1785	178.72	2750	180.98	4060	183.19	5550	
33.700	168.59	176.72	1785	178.74	2750	181.01	4060	183.22	5550	
33.800	166.63	176.82	1785	178.84	2750	181.10	4060	183.29	5550	
33.900	167.08	176.84	1785	178.85	2750	181.09	4060	183.27	5550	
34.000	167.00	176.85	1785	178.85	2750	181.09	4060	183.28	5550	
34.100	167.45	176.84	1785	178.84	2750	181.08	4060	183.26	5550	
34.200	168.14	176.83	1785	178.84	2750	181.08	4060	183.26	5550	
34.300	167.45	176.84	1785	178.85	2750	181.10	4060	183.30	5550	
34.400	167.73	176.87	1785	178.90	2750	181.17	4060	183.39	5550	
34.500	167.58	176.92	1785	178.96	2750	181.25	4060	183.50	5550	
34.600	168.09	176.93	1785	178.98	2750	181.30	4060	183.57	5550	
34.700	168.39	176.96	1785	179.04	2750	181.38	4060	183.65	5550	
34.800	167.51	177.02	1785	179.12	2750	181.47	4060	183.74	5550	
34.900	167.52	177.04	1785	179.15	2750	181.49	4060	183.77	5550	
35.000	168.27	177.06	1785	179.17	2750	181.53	4060	183.82	5550	
35.100	168.13	177.12	1785	179.23	2750	181.60	4060	183.89	5550	
35.200	168.27	177.15	1785	179.27	2750	181.63	4060	183.93	5550	
35.300	168.07	177.22	1785	179.33	2750	181.69	4060	183.98	5550	
35.400	167.97	177.28	1785	179.38	2750	181.74	4060	184.02	5550	
35.500	168.10	177.31	1785	179.41	2750	181.76	4060	184.06	5550	
35.600	168.46	177.38	1785	179.46	2750	181.80	4060	184.11	5550	
35.700	168.48	177.50	1785	179.56	2750	181.89	4060	184.21	5550	
35.800	169.36	177.54	1785	179.62	2750	181.96	4060	184.27	5550	
35.900	169.15	177.55	1785	179.62	2750	181.96	4060	184.27	5550	
36.000	169.07	177.57	1785	179.65	2750	181.99	4060	184.29	5550	PK Klecany
36.100	169.39	177.60	1785	179.68	2750	182.02	4060	184.32	5550	
36.200	169.21	177.65	1785	179.73	2750	182.07	4060	184.37	5550	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
36.300	169.39	177.70	1785	179.77	2750	182.11	4060	184.41	5550	
36.400	169.63	177.73	1785	179.81	2750	182.15	4060	184.45	5550	
36.500	170.29	177.76	1785	179.85	2750	182.20	4060	184.50	5550	
36.600	170.78	177.80	1785	179.89	2750	182.24	4060	184.55	5550	
36.700	170.53	177.87	1785	179.95	2750	182.29	4060	184.60	5550	
36.800	170.62	177.93	1785	179.99	2750	182.33	4060	184.64	5550	
36.900	170.75	177.99	1785	180.04	2750	182.37	4060	184.67	5550	
37.000	170.14	178.03	1785	180.08	2750	182.41	4060	184.71	5550	
37.053	171.90	178.04	1785	180.08	2750	182.42	4060	184.72	5550	Jez Klecany
37.100	171.64	178.03	1785	180.07	2750	182.41	4060	184.70	5550	
37.200	171.59	178.05	1785	180.09	2750	182.43	4060	184.72	5550	
37.300	171.61	178.08	1785	180.13	2750	182.47	4060	184.77	5550	
37.400	171.75	178.07	1785	180.14	2750	182.48	4060	184.79	5550	
37.500	172.00	178.14	1785	180.21	2750	182.54	4060	184.85	5550	
37.600	171.58	178.23	1785	180.27	2750	182.59	4060	184.89	5550	
37.700	176.68	178.25	1785	180.29	2750	182.59	4060	184.89	5550	
37.800	176.64	178.30	1785	180.31	2750	182.60	4060	184.90	5550	
37.900	176.58	178.34	1785	180.30	2750	182.57	4060	184.89	5550	
38.000	175.09	178.40	1785	180.34	2750	182.60	4060	184.92	5550	
38.100	171.84	178.47	1785	180.41	2750	182.67	4060	184.96	5550	
38.200	170.15	178.50	1785	180.45	2750	182.70	4060	185.00	5550	
38.300	169.17	178.56	1785	180.51	2750	182.78	4060	185.07	5550	
38.400	169.46	178.59	1785	180.55	2750	182.83	4060	185.12	5550	
38.500	169.29	178.61	1785	180.57	2750	182.87	4060	185.16	5550	
38.600	169.95	178.60	1785	180.57	2750	182.89	4060	185.17	5550	
38.700	170.75	178.61	1785	180.60	2750	182.93	4060	185.21	5550	
38.800	170.57	178.67	1785	180.65	2750	182.98	4060	185.26	5550	
38.900	170.52	178.75	1785	180.70	2750	183.03	4060	185.31	5550	

Psaný podélný profil Vltavy ř.km 39 - 70

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
39.100	171.55	178.84	1785	180.76	2750	183.10	4060	185.36	5530	
39.200	171.62	178.86	1785	180.77	2750	183.10	4060	185.36	5530	
39.300	171.48	178.87	1785	180.78	2750	183.12	4060	185.39	5530	
39.400	173.44	178.85	1785	180.76	2750	183.09	4060	185.36	5530	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
39.500	173.51	178.88	1785	180.78	2750	183.11	4060	185.38	5530	
39.600	173.68	178.91	1785	180.80	2750	183.14	4060	185.40	5530	
39.700	174.10	178.90	1785	180.80	2750	183.14	4060	185.40	5530	
39.800	171.44	179.06	1785	180.95	2750	183.26	4060	185.50	5530	
39.900	170.98	179.12	1785	181.01	2750	183.31	4060	185.53	5530	
40.000	170.77	179.16	1785	181.06	2750	183.35	4060	185.57	5530	
40.100	170.47	179.20	1785	181.11	2750	183.41	4060	185.62	5530	
40.200	171.17	179.24	1785	181.15	2750	183.45	4060	185.63	5530	
40.300	170.57	179.27	1785	181.18	2750	183.46	4060	185.63	5530	
40.400	170.37	179.26	1785	181.16	2750	183.42	4060	185.59	5530	
40.500	169.46	179.27	1785	181.16	2750	183.43	4060	185.61	5530	
40.600	168.29	179.31	1785	181.22	2750	183.51	4060	185.72	5530	
40.700	168.74	179.35	1785	181.28	2750	183.61	4060	185.86	5530	
40.800	168.44	179.39	1785	181.34	2750	183.69	4060	185.95	5530	
40.900	169.44	179.41	1785	181.36	2750	183.71	4060	185.98	5530	
41.000	169.61	179.42	1785	181.37	2750	183.72	4060	185.99	5530	
41.100	169.13	179.41	1785	181.37	2750	183.72	4060	185.98	5530	
41.200	169.95	179.40	1785	181.35	2750	183.70	4060	185.96	5530	
41.300	171.63	179.40	1785	181.35	2750	183.70	4060	185.96	5530	
41.400	172.40	179.39	1785	181.35	2750	183.70	4060	185.96	5530	
41.500	171.77	179.42	1785	181.37	2750	183.72	4060	185.98	5530	
41.600	170.21	179.42	1785	181.39	2750	183.75	4060	186.04	5530	
41.700	170.32	179.46	1785	181.44	2750	183.82	4060	186.12	5530	
41.800	171.74	179.54	1785	181.55	2750	183.95	4060	186.26	5530	
41.900	172.06	179.61	1785	181.64	2750	184.03	4060	186.34	5530	
42.000	172.33	179.65	1785	181.66	2750	184.03	4060	186.34	5530	
42.100	171.35	179.68	1785	181.68	2750	184.06	4060	186.37	5530	
42.200	170.98	179.66	1785	181.66	2750	184.04	4060	186.34	5530	
42.300	171.08	179.72	1785	181.72	2750	184.11	4060	186.42	5530	
42.400	170.92	179.83	1785	181.85	2750	184.25	4060	186.58	5530	
42.500	170.48	179.95	1785	181.99	2750	184.38	4060	186.71	5530	
42.600	169.92	180.01	1785	182.05	2750	184.47	4060	186.79	5530	
42.700	172.35	180.04	1785	182.11	2750	184.54	4060	186.88	5530	
42.800	172.05	180.08	1785	182.16	2750	184.61	4060	186.96	5530	Zaústění Šárky
42.900	172.44	180.09	1785	182.18	2750	184.64	4060	186.99	5530	
43.000	171.93	180.11	1785	182.20	2750	184.66	4060	187.01	5530	
43.100	172.41	180.11	1785	182.19	2750	184.65	4060	187.00	5530	
43.200	172.27	180.14	1785	182.21	2750	184.67	4060	187.02	5530	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
43.300	172.90	180.13	1785	182.20	2750	184.66	4060	187.01	5530	
43.400	173.72	180.13	1785	182.19	2750	184.65	4060	187.00	5530	
43.500	172.84	180.13	1785	182.18	2750	184.66	4060	187.01	5530	
43.600	174.47	180.10	1785	182.16	2750	184.65	4060	187.01	5530	
43.700	173.75	180.15	1785	182.22	2750	184.70	4060	187.07	5530	
43.800	172.89	180.21	1785	182.26	2750	184.74	4060	187.11	5530	
43.900	172.83	180.23	1785	182.27	2750	184.75	4060	187.12	5530	
44.000	172.92	180.25	1785	182.29	2750	184.76	4060	187.15	5530	
44.100	171.83	180.24	1785	182.29	2750	184.77	4060	187.18	5530	
44.200	170.64	180.23	1785	182.28	2750	184.76	4060	187.20	5530	
44.300	170.03	180.21	1785	182.27	2750	184.76	4060	187.21	5530	
44.400	171.82	180.18	1785	182.24	2750	184.75	4060	187.23	5530	
44.500	172.89	180.18	1785	182.28	2750	184.82	4060	187.32	5530	
44.600	173.72	180.24	1785	182.44	2750	184.94	4060	187.44	5530	
44.700	174.53	180.50	1785	182.70	2750	185.12	4060	187.55	5530	
44.800	174.37	180.74	1785	182.92	2750	185.27	4060	187.63	5530	
44.850	174.60	180.87	1785	183.02	2750	185.32	4060	187.65	5530	Pod lávkou v Troji
44.900	172.77	180.99	1785	183.11	2750	185.36	4060	187.70	5530	Nad lávkou v Troji
45.000	175.03	181.17	1785	183.18	2750	185.38	4060	187.71	5530	
45.100	174.94	181.38	1785	183.27	2750	185.44	4060	187.74	5530	
45.200	174.84	181.53	1785	183.36	2750	185.50	4060	187.76	5530	
45.300	174.74	181.70	1785	183.46	2750	185.55	4060	187.77	5530	
45.400	175.78	181.80	1785	183.54	2750	185.59	4060	187.80	5530	
45.500	176.15	181.84	1785	183.56	2750	185.59	4060	187.81	5530	
45.600	175.90	181.89	1785	183.59	2750	185.62	4060	187.84	5530	
45.700	174.85	181.89	1785	183.57	2750	185.65	4060	187.87	5530	Pod jezem Troja
45.770	176.75	181.99	1785	183.60	2750	185.61	4060	187.81	5530	Nad jezem Troja
45.800	176.47	182.00	1785	183.61	2750	185.62	4060	187.83	5530	
45.900	176.87	182.01	1785	183.61	2750	185.63	4060	187.83	5530	
46.000	176.65	182.07	1785	183.66	2750	185.68	4060	187.86	5530	
46.100	176.60	182.13	1785	183.73	2750	185.72	4060	187.87	5530	
46.150	176.14	182.21	1785	183.81	2750	185.79	4060	187.94	5530	Pod tramvajovým mostem
46.200	176.33	182.20	1785	183.79	2750	185.77	4060	187.91	5530	
46.220	175.99	182.22	1785	183.82	2750	185.80	4060	187.94	5530	Nad tramvajovým mostem
46.300	175.76	182.25	1785	183.86	2750	185.83	4060	187.96	5530	
46.400	175.89	182.27	1785	183.88	2750	185.86	4060	187.99	5530	
46.500	175.39	182.31	1785	183.92	2750	185.91	4060	188.03	5530	
46.600	175.70	182.34	1785	183.96	2750	185.95	4060	188.06	5530	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
46.700	176.64	182.34	1785	183.95	2750	185.92	4060	188.03	5530	
46.800	176.44	182.37	1785	183.98	2750	185.95	4060	188.07	5530	
46.900	176.58	182.37	1785	183.98	2750	185.94	4060	188.09	5530	Pod mostem Barikádníků
47.000	174.57	182.48	1785	184.09	2750	186.08	4060	188.24	5530	Nad mostem Barikádníků
47.100	175.54	182.43	1785	184.03	2750	186.03	4060	188.20	5530	
47.200	176.08	182.42	1785	184.03	2750	186.05	4060	188.22	5530	
47.250	176.05	182.43	1785	184.08	2750	186.12	4060	188.27	5530	Pod žel. mostem
47.300	174.82	182.30	1785	183.96	2750	185.98	4060	188.12	5530	
47.350	175.95	182.41	1785	184.15	2750	186.20	4060	188.35	5530	Nad žel. mostem
47.400	175.43	182.43	1785	184.19	2750	186.23	4060	188.37	5530	
47.500	175.57	182.56	1785	184.29	2750	186.32	4060	188.46	5530	
47.600	175.32	182.75	1785	184.42	2750	186.45	4060	188.62	5530	
47.700	175.44	182.77	1785	184.41	2750	186.43	4060	188.62	5530	
47.800	175.62	182.81	1785	184.42	2750	186.42	4060	188.61	5530	
47.900	175.47	182.84	1785	184.45	2750	186.44	4060	188.62	5530	
48.000	175.28	182.87	1785	184.48	2750	186.47	4060	188.64	5530	
48.100	175.75	182.88	1785	184.50	2750	186.51	4060	188.66	5530	
48.200	175.94	182.91	1785	184.53	2750	186.53	4060	188.66	5530	
48.300	176.01	182.93	1785	184.57	2750	186.58	4060	188.68	5530	
48.400	176.18	182.96	1785	184.61	2750	186.62	4060	188.70	5530	
48.500	176.12	182.98	1775	184.62	2735	186.63	4040	188.68	5530	
48.600	175.48	183.00	1775	184.66	2735	186.66	4040	188.70	5530	
48.700	176.33	183.00	1775	184.66	2735	186.67	4040	188.70	5530	
48.750	175.97	183.02	1775	184.68	2735	186.70	4040	188.74	5530	Pod Libeňským mostem
48.800	174.93	183.04	1775	184.68	2735	186.70	4040	188.75	5530	
48.850	175.86	183.07	1775	184.75	2735	186.82	4040	188.92	5530	Nad Libeňským mostem
48.900	176.04	183.08	1775	184.76	2735	186.83	4040	188.92	5530	
49.000	174.61	183.13	1775	184.82	2735	186.89	4040	188.97	5530	
49.100	176.34	183.12	1775	184.81	2735	186.88	4040	188.96	5530	
49.200	176.22	183.16	1775	184.86	2735	186.93	4040	188.99	5530	
49.300	175.01	183.19	1775	184.90	2735	186.97	4040	189.02	5530	
49.400	176.94	183.19	1775	184.89	2735	186.96	4040	189.00	5530	
49.500	177.16	183.22	1775	184.93	2735	187.00	4040	189.04	5530	
49.600	177.54	183.27	1775	184.98	2735	187.05	4040	189.09	5530	
49.700	177.92	183.30	1775	185.03	2735	187.10	4040	189.14	5530	
49.800	178.12	183.35	1775	185.08	2735	187.16	4040	189.22	5530	
49.900	178.23	183.38	1775	185.13	2735	187.22	4040	189.29	5530	
50.000	178.53	183.43	1775	185.18	2735	187.27	4040	189.37	5530	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
50.100	178.72	183.45	1775	185.20	2735	187.30	4040	189.42	5530	
50.200	178.45	183.46	1775	185.21	2735	187.30	4040	189.44	5530	
50.300	178.08	183.54	1775	185.26	2735	187.36	4040	189.51	5530	
50.350	177.91	183.56	1775	185.28	2735	187.38	4040	189.53	5530	Pod Negrelliho viaduktem
50.400	177.70	183.45	1775	185.17	2735	187.24	4040	189.50	5530	
50.450	178.23	183.64	1775	185.35	2735	187.46	4040	189.72	5530	Nad Negrelliho viaduktem
50.500	178.35	183.65	1775	185.36	2735	187.46	4040	189.70	5530	
50.600	178.80	183.69	1775	185.37	2735	187.48	4040	189.71	5530	Pod Hlávkovým mostem
50.700	179.08	183.74	1775	185.41	2735	187.56	4040	189.76	5530	Nad Hlávkovým mostem
50.800	179.26	183.91	1775	185.54	2735	187.71	4040	189.91	5530	
50.900	179.49	184.07	1775	185.70	2735	187.89	4040	190.07	5530	
51.000	178.29	184.28	1775	185.89	2735	188.08	4040	190.22	5530	
51.100	182.29	186.51	1775	187.21	2735	187.61	4040	189.90	5530	Nad Helmovským jezem (10 m)
51.200	180.80	186.52	1775	187.35	2735	188.49	4040	190.40	5530	
51.300	178.88	186.58	1775	187.42	2735	188.58	4040	190.47	5530	
51.350	179.96	186.58	1775	187.42	2735	188.58	4040	190.47	5530	Pod Švermovým mostem
51.400	181.31	186.54	1775	187.37	2735	188.50	4040	190.37	5530	
51.450	180.57	186.59	1775	187.45	2735	188.62	4040	190.51	5530	Nad Švermovým mostem
51.500	181.91	186.55	1775	187.39	2735	188.53	4040	190.40	5530	
51.600	179.42	186.61	1775	187.49	2735	188.66	4040	190.51	5530	
51.700	178.53	186.62	1775	187.50	2735	188.67	4040	190.54	5530	
51.800	179.09	186.64	1775	187.53	2735	188.72	4040	190.59	5530	
51.900	179.68	186.66	1775	187.57	2735	188.76	4040	190.62	5530	
52.000	181.14	186.66	1775	187.56	2735	188.75	4040	190.62	5530	
52.100	179.40	186.69	1775	187.62	2735	188.84	4040	190.71	5530	
52.150	178.58	186.71	1775	187.65	2735	188.88	4040	190.75	5530	Pod Čechovým mostem
52.200	178.59	186.73	1775	187.69	2735	188.93	4040	190.80	5530	Čechův most
52.250	178.79	186.77	1775	187.77	2735	189.06	4040	190.97	5530	Nad Čechovým mostem
52.300	180.05	186.79	1775	187.79	2735	189.10	4040	191.00	5530	
52.400	180.08	186.80	1775	187.82	2735	189.13	4040	191.03	5530	
52.500	180.28	186.83	1775	187.87	2735	189.20	4040	191.11	5530	
52.600	179.18	186.86	1775	187.92	2735	189.28	4040	191.19	5530	
52.650	181.10	186.82	1775	187.87	2735	189.22	4040	191.13	5530	Pod Mánesovým mostem
52.700	179.96	186.86	1775	187.92	2735	189.29	4040	191.21	5530	Mánesův most (pilíř)
52.750	181.41	186.84	1775	187.93	2735	189.32	4040	191.25	5530	Nad Mánesovým mostem
52.800	179.89	186.90	1775	188.01	2735	189.42	4040	191.37	5530	
52.900	180.79	186.90	1775	188.02	2735	189.46	4040	191.43	5530	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
53.000	180.15	186.96	1775	188.11	2735	189.60	4040	191.60	5530	
53.050	182.74	186.90	1775	188.03	2735	189.51	4040	191.52	5530	Pod Karlovým mostem (20 m)
53.100	182.39	187.04	1775	188.25	2735	189.80	4040	191.88	5530	Nad karlovým mostem
53.200	182.31	187.08	1775	188.31	2735	189.85	4040	191.91	5530	
53.250	182.20	187.07	1775	188.27	2735	189.88	4040	191.94	5530	Pod Staroměstským jezem
53.300	184.85	187.35	1775	188.27	2735	189.73	4040	191.82	5530	Nad Staroměstským jezem (5m)
53.330	183.60	187.53	1775	188.54	2735	189.97	4040	191.98	5530	Nad Staroměstským jezem (asi 30m)
53.400	182.54	187.54	1775	188.57	2735	190.02	4040	192.02	5530	
53.500	182.20	187.53	1775	188.57	2735	190.03	4040	192.03	5530	
53.600	183.28	187.50	1775	188.54	2735	190.00	4040	191.99	5530	Pod mostem Legií
53.700	180.45	187.56	1775	188.62	2735	190.09	4040	192.09	5530	Nad Mostem Legií
53.800	180.88	187.56	1775	188.62	2735	190.10	4040	192.12	5530	
53.900	181.77	187.64	1775	188.73	2735	190.29	4040	192.30	5530	
54.000	181.57	187.67	1775	188.78	2735	190.35	4040	192.34	5530	
54.200	182.74	187.69	1775	188.82	2735	190.38	4040	192.37	5530	
54.300	184.94	187.34	1775	188.52	2735	190.17	4040	192.20	5530	Pod Šítkovským jezem
54.330	184.15	188.88	1775	189.58	2735	190.66	4040	192.42	5530	Nad Šítkovským jezem
54.400	183.05	188.98	1775	189.74	2735	190.85	4040	192.58	5530	Pod Jiráskovým mostem
54.500	181.81	188.99	1775	189.76	2735	190.86	4040	192.57	5530	
54.600	180.91	189.00	1775	189.77	2735	190.88	4040	192.57	5530	Pod Palackého mostem
54.700	182.47	189.01	1775	189.80	2735	190.92	4040	192.63	5530	Nad Palackého mostem
54.800	182.39	189.02	1775	189.82	2735	190.95	4040	192.65	5530	
54.900	181.92	189.02	1775	189.83	2735	190.97	4040	192.67	5530	
55.000	182.26	189.03	1775	189.84	2735	190.98	4040	192.68	5530	
55.100	182.40	189.05	1775	189.86	2735	191.02	4040	192.71	5530	
55.200	182.42	189.06	1775	189.89	2735	191.05	4040	192.74	5530	
55.300	182.59	189.08	1775	189.93	2735	191.10	4040	192.79	5530	Pod Železničním mostem Smíchov
55.400	182.02	189.10	1770	189.95	2720	191.13	4040	192.83	5530	Nad Železničním mostem smíchov
55.500	181.28	189.11	1770	189.97	2720	191.16	4040	192.86	5530	
55.600	181.88	189.11	1770	189.98	2720	191.19	4040	192.90	5530	
55.700	181.88	189.12	1770	190.00	2720	191.22	4040	192.94	5530	
55.800	182.55	189.13	1770	190.01	2720	191.23	4040	192.95	5530	
55.900	183.10	189.14	1770	190.03	2720	191.26	4040	192.99	5530	
56.000	182.65	189.15	1770	190.05	2720	191.29	4040	193.03	5530	
56.100	181.38	189.18	1770	190.10	2720	191.37	4040	193.12	5530	
56.200	182.10	189.21	1770	190.16	2720	191.46	4040	193.23	5530	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
56.300	182.71	189.25	1770	190.23	2720	191.57	4040	193.35	5530	
56.400	183.19	189.27	1770	190.26	2720	191.62	4040	193.38	5530	
56.500	183.12	189.28	1770	190.29	2720	191.65	4040	193.40	5530	
56.600	182.75	189.31	1770	190.32	2720	191.68	4040	193.43	5530	
56.700	183.07	189.32	1770	190.35	2720	191.71	4040	193.46	5530	
56.800	182.60	189.34	1770	190.38	2720	191.75	4040	193.50	5530	
56.900	182.58	189.36	1770	190.40	2720	191.78	4040	193.53	5530	
57.000	183.18	189.36	1770	190.41	2720	191.79	4040	193.54	5530	
57.100	182.23	189.39	1770	190.45	2720	191.84	4040	193.58	5530	
57.200	182.38	189.41	1770	190.47	2720	191.85	4040	193.57	5530	
57.300	182.60	189.42	1770	190.48	2720	191.85	4040	193.57	5530	
57.400	182.53	189.44	1770	190.51	2720	191.89	4040	193.59	5530	
57.500	182.67	189.45	1770	190.52	2720	191.90	4040	193.60	5530	
57.600	182.54	189.48	1770	190.56	2720	191.95	4040	193.65	5530	
57.700	182.48	189.50	1770	190.60	2720	192.01	4040	193.71	5530	
57.800	182.11	189.52	1770	190.63	2720	192.05	4040	193.77	5530	
57.900	181.84	189.54	1770	190.67	2720	192.11	4040	193.82	5530	
58.000	181.48	189.57	1770	190.71	2720	192.16	4040	193.88	5530	
58.100	181.37	189.58	1770	190.74	2720	192.20	4040	193.92	5530	
58.200	181.40	189.60	1770	190.77	2720	192.24	4040	193.97	5530	
58.300	181.85	189.62	1770	190.80	2720	192.27	4040	194.01	5530	
58.400	181.29	189.64	1770	190.83	2720	192.33	4040	194.08	5530	
58.500	181.51	189.66	1770	190.87	2720	192.38	4040	194.14	5530	
58.550	181.73	189.67	1770	190.88	2720	192.39	4040	194.15	5530	Pod Barrandovským mostem (50 m)
58.600	181.52	189.67	1770	190.89	2720	192.40	4040	194.16	5530	Barrandovský most (mezi pilíři)
58.670	181.89	189.70	1770	190.93	2720	192.48	4040	194.26	5530	Nad Barrandovským mostem
58.700	182.12	189.71	1770	190.95	2720	192.50	4040	194.28	5530	
58.800	182.09	189.74	1770	190.99	2720	192.55	4040	194.34	5530	
58.900	182.60	189.75	1770	191.01	2720	192.57	4040	194.38	5530	
59.000	181.69	189.76	1770	191.04	2720	192.62	4040	194.43	5530	
59.100	181.98	189.77	1770	191.06	2720	192.65	4040	194.47	5530	
59.200	181.74	189.78	1770	191.07	2720	192.68	4040	194.50	5530	
59.300	180.82	189.81	1770	191.11	2720	192.72	4040	194.55	5530	
59.400	181.21	189.83	1770	191.14	2720	192.77	4040	194.62	5530	
59.500	181.17	189.89	1770	191.22	2720	192.87	4040	194.72	5530	
59.600	181.42	189.90	1770	191.24	2720	192.90	4040	194.76	5530	
59.700	181.67	189.94	1770	191.30	2720	192.97	4040	194.83	5530	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
59.800	181.86	189.97	1770	191.34	2720	193.02	4040	194.88	5530	
59.900	182.33	190.02	1770	191.40	2720	193.09	4040	194.95	5530	
60.000	182.99	190.05	1770	191.43	2720	193.14	4040	195.00	5530	
60.100	183.52	190.04	1770	191.43	2720	193.14	4040	195.01	5530	Pod železničním mostem v Braníku
60.200	183.14	190.10	1770	191.51	2720	193.23	4040	195.11	5530	Nad železničním mostem v Braníku
60.300	183.72	190.12	1770	191.53	2720	193.24	4040	195.10	5530	
60.400	183.94	190.13	1770	191.55	2720	193.26	4040	195.12	5530	
60.500	184.28	190.14	1770	191.56	2720	193.28	4040	195.15	5530	
60.600	184.50	190.17	1770	191.59	2720	193.30	4040	195.17	5530	
60.700	184.63	190.18	1770	191.60	2720	193.30	4040	195.18	5530	
60.800	184.51	190.22	1770	191.64	2720	193.36	4040	195.22	5530	
60.900	184.18	190.27	1770	191.72	2720	193.41	4040	195.24	5530	
61.000	184.04	190.33	1770	191.78	2720	193.45	4040	195.25	5530	
61.100	184.11	190.37	1770	191.81	2720	193.46	4040	195.26	5530	
61.200	183.83	190.38	1770	191.82	2720	193.48	4040	195.29	5530	
61.300	183.23	190.38	1770	191.83	2720	193.50	4040	195.33	5530	
61.400	182.45	190.39	1770	191.86	2720	193.56	4040	195.41	5530	
61.500	181.87	190.40	1770	191.87	2720	193.59	4040	195.49	5530	
61.600	181.86	190.45	1770	191.95	2720	193.75	4040	195.68	5530	
61.700	182.24	190.53	1770	192.09	2720	193.90	4040	195.81	5530	
61.800	183.23	190.62	1770	192.20	2720	194.03	4040	195.95	5530	
61.900	183.66	190.73	1770	192.35	2720	194.21	4040	196.11	5530	
62.000	183.55	190.89	1770	192.57	2720	194.44	4040	196.32	5530	
62.100	183.69	190.99	1770	192.72	2720	194.60	4040	196.48	5530	
62.200	184.90	191.09	1770	192.82	2720	194.74	4040	196.62	5530	
62.300	185.32	191.19	1770	192.85	2720	194.76	4040	196.66	5530	
62.400	184.98	191.39	1770	193.04	2720	194.95	4040	196.83	5530	
62.500	185.29	191.43	1770	193.10	2720	195.03	4040	196.90	5530	
62.600	185.35	191.49	1770	193.18	2720	195.12	4040	196.98	5530	
62.700	184.87	191.55	1770	193.26	2720	195.19	4040	197.03	5530	
62.800	185.18	191.57	1770	193.31	2720	195.24	4040	197.07	5530	
62.900	185.10	191.66	1770	193.38	2720	195.30	4040	197.11	5530	
63.000	186.00	191.75	1770	193.47	2720	195.35	4040	197.14	5530	
63.100	186.27	191.83	1770	193.54	2720	195.41	4040	197.19	5530	
63.200	186.17	191.89	1770	193.61	2720	195.47	4040	197.24	5530	
63.300	186.46	191.96	1770	193.67	2720	195.52	4040	197.27	5530	
63.400	186.99	192.03	1770	193.72	2720	195.55	4040	197.29	5530	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
63.500	186.64	192.06	1770	193.73	2720	195.56	4040	197.31	5530	
63.600	186.11	192.14	1770	193.83	2720	195.62	4040	197.35	5530	
63.700	185.33	192.30	1770	193.97	2720	195.70	4040	197.40	5530	
63.800	184.93	192.43	1770	194.10	2720	195.79	4040	197.46	5530	
63.900	184.77	192.49	1770	194.16	2720	195.85	4040	197.51	5530	Soutok s Berounkou
64.000	185.48	192.65	1300	194.28	1970	195.93	2870	197.55	3900	
64.100	185.66	192.91	1300	194.48	1970	196.03	2870	197.61	3900	
64.200	185.86	192.95	1300	194.51	1970	196.04	2870	197.61	3900	
64.300	186.01	192.98	1300	194.57	1970	196.10	2870	197.64	3900	
64.400	186.41	193.08	1300	194.69	1970	196.19	2870	197.69	3900	
64.500	187.03	193.21	1300	194.81	1970	196.27	2870	197.73	3900	
64.600	187.20	193.26	1300	194.86	1970	196.31	2870	197.75	3900	
64.700	187.15	193.30	1300	194.90	1970	196.34	2870	197.77	3900	
64.800	187.22	193.32	1300	194.93	1970	196.36	2870	197.79	3900	
64.900	186.95	193.38	1300	195.02	1970	196.42	2870	197.83	3900	
65.000	186.93	193.44	1300	195.07	1970	196.45	2870	197.84	3900	
65.100	186.67	193.50	1300	195.11	1970	196.46	2870	197.84	3900	
65.200	186.85	193.61	1300	195.18	1970	196.50	2870	197.85	3900	
65.300	186.59	193.73	1300	195.26	1970	196.55	2870	197.87	3900	
65.400	186.63	193.89	1300	195.37	1970	196.60	2870	197.90	3900	
65.500	187.26	193.96	1300	195.42	1970	196.62	2870	197.91	3900	
65.600	186.97	193.98	1300	195.44	1970	196.62	2870	197.91	3900	
65.700	187.29	194.00	1300	195.46	1970	196.65	2870	197.96	3900	
65.800	186.67	194.05	1300	195.53	1970	196.74	2870	198.06	3900	
65.900	186.77	194.02	1300	195.52	1970	196.76	2870	198.08	3900	
66.000	186.84	194.07	1300	195.58	1970	196.83	2870	198.16	3900	
66.100	186.64	194.17	1300	195.69	1970	196.94	2870	198.26	3900	
66.200	186.72	194.25	1300	195.77	1970	197.04	2870	198.37	3900	
66.300	187.16	194.26	1300	195.79	1970	197.08	2870	198.42	3900	Pod mostem Závodu míru
66.400	187.12	194.34	1300	195.89	1970	197.20	2870	198.56	3900	Nad mostem Závodu míru
66.500	187.31	194.39	1300	195.96	1970	197.28	2870	198.67	3900	
66.600	187.17	194.44	1300	196.01	1970	197.36	2870	198.75	3900	
66.700	186.80	194.49	1300	196.09	1970	197.46	2870	198.87	3900	
66.800	186.22	194.54	1300	196.15	1970	197.54	2870	198.92	3900	
66.900	186.18	194.57	1300	196.19	1970	197.58	2870	198.96	3900	
67.000	186.42	194.60	1300	196.23	1970	197.63	2870	199.02	3900	
67.100	186.09	194.63	1300	196.27	1970	197.68	2870	199.07	3900	
67.200	185.85	194.64	1300	196.28	1970	197.69	2870	199.09	3900	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m³/s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m³/s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m³/s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m³/s]	Poznámka
67.300	185.30	194.64	1300	196.28	1970	197.70	2870	199.09	3900	
67.400	185.59	194.63	1300	196.28	1970	197.70	2870	199.11	3900	
67.500	185.96	194.61	1300	196.25	1970	197.67	2870	199.07	3900	
67.600	185.68	194.63	1300	196.29	1970	197.71	2870	199.13	3900	
67.700	185.95	194.64	1300	196.30	1970	197.74	2870	199.16	3900	
67.800	185.19	194.69	1300	196.37	1970	197.83	2870	199.27	3900	
67.900	185.73	194.72	1300	196.41	1970	197.87	2870	199.33	3900	
68.000	184.44	194.75	1300	196.45	1970	197.92	2870	199.39	3900	
68.100	184.29	194.75	1300	196.45	1970	197.94	2870	199.41	3900	
68.200	184.90	194.77	1300	196.48	1970	197.96	2870	199.44	3900	
68.300	185.54	194.78	1300	196.49	1970	197.98	2870	199.46	3900	
68.400	184.50	194.88	1300	196.58	1970	198.09	2870	199.59	3900	
68.500	185.24	194.95	1300	196.66	1970	198.19	2870	199.71	3900	
68.600	184.24	194.98	1300	196.73	1970	198.30	2870	199.86	3900	
68.700	184.88	195.06	1300	196.86	1970	198.51	2870	200.12	3900	
68.800	185.38	195.17	1300	197.04	1970	198.72	2870	200.35	3900	
68.900	185.11	195.27	1300	197.14	1970	198.83	2870	200.46	3900	
69.000	184.83	195.35	1300	197.22	1970	198.91	2870	200.52	3900	
69.100	185.75	195.39	1300	197.25	1970	198.93	2870	200.53	3900	
69.200	186.07	195.43	1300	197.29	1970	198.95	2870	200.54	3900	
69.300	185.72	195.45	1300	197.30	1970	198.96	2870	200.56	3900	
69.400	186.05	195.45	1300	197.29	1970	198.94	2870	200.55	3900	
69.500	185.05	195.47	1300	197.34	1970	199.02	2870	200.67	3900	
69.600	185.59	195.53	1300	197.42	1970	199.14	2870	200.83	3900	
69.700	185.68	195.58	1300	197.48	1970	199.24	2870	200.96	3900	
69.800	185.61	195.62	1300	197.55	1970	199.33	2870	201.06	3900	
69.900	185.95	195.64	1300	197.58	1970	199.36	2870	201.10	3900	
70.000	186.45	195.66	1300	197.60	1970	199.38	2870	201.11	3900	

Psaný podélný profil Berounka ř.km 0 – 8

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	Poznámka
0.100	186.53	192.52	649	194.20	1040	195.88	1580	197.53	3260	
0.200	186.31	192.51	649	194.19	1040	195.87	1580	197.52	3260	
0.220	186.55	192.54	649	194.22	1040	195.90	1580	197.55	3260	Lahovický most
0.300	186.33	192.55	649	194.23	1040	195.91	1580	197.56	3260	
0.400	186.86	192.55	649	194.25	1040	195.94	1580	197.59	3260	
0.500	187.18	192.56	649	194.27	1040	195.96	1580	197.61	3260	
0.600	186.71	192.56	649	194.28	1040	195.97	1580	197.62	3260	
0.700	187.39	192.55	649	194.28	1040	195.97	1580	197.62	3260	
0.800	187.16	192.55	649	194.28	1040	195.98	1580	197.63	3260	
0.900	187.05	192.55	649	194.29	1040	195.98	1580	197.63	3260	
1.000	186.69	192.53	649	194.29	1040	195.99	1580	197.64	3260	
1.100	186.98	192.57	649	194.33	1040	196.01	1580	197.65	3260	
1.200	187.00	192.61	649	194.38	1040	196.04	1580	197.67	3260	
1.220	187.05	192.63	649	194.38	1040	196.04	1580	197.67	3260	Radotínský most
1.300	187.37	192.67	649	194.41	1040	196.06	1580	197.68	3260	
1.400	187.29	192.71	649	194.44	1040	196.08	1580	197.70	3260	
1.500	187.04	192.76	649	194.48	1040	196.11	1580	197.72	3260	
1.600	187.91	192.82	649	194.52	1040	196.14	1580	197.74	3260	
1.700	187.63	192.89	649	194.56	1040	196.16	1580	197.76	3260	
1.800	188.01	192.95	649	194.59	1040	196.18	1580	197.77	3260	
1.900	188.28	192.97	649	194.61	1040	196.20	1580	197.78	3260	
2.000	187.01	193.02	649	194.66	1040	196.23	1580	197.80	3260	
2.100	187.38	193.07	649	194.69	1040	196.25	1580	197.81	3260	
2.200	187.67	193.14	649	194.74	1040	196.27	1580	197.82	3260	
2.300	188.19	193.27	649	194.79	1040	196.30	1580	197.84	3260	
2.400	188.37	193.34	649	194.82	1040	196.31	1580	197.85	3260	
2.500	188.50	193.36	649	194.84	1040	196.32	1580	197.85	3260	
2.600	188.49	193.37	649	194.85	1040	196.33	1580	197.86	3260	
2.700	188.49	193.41	649	194.88	1040	196.34	1580	197.87	3260	
2.800	188.82	193.49	649	194.93	1040	196.36	1580	197.88	3260	
2.900	188.94	193.65	649	194.99	1040	196.38	1580	197.89	3260	
3.000	188.87	193.65	649	194.99	1040	196.38	1580	197.89	3260	
3.100	188.57	193.65	649	195.00	1040	196.39	1580	197.89	3260	
3.200	188.83	193.72	649	195.04	1040	196.41	1580	197.91	3260	
3.300	188.67	193.89	649	195.13	1040	196.45	1580	197.93	3260	
3.400	189.08	193.97	649	195.15	1040	196.46	1580	197.94	3260	
3.500	189.50	194.06	649	195.20	1040	196.49	1580	197.96	3260	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	Poznámka
3.600	190.38	194.21	649	195.26	1040	196.52	1580	197.97	3260	
3.660	189.53	194.28	649	195.30	1040	196.53	1580	197.98	3260	přítok - Radotínský potok
3.700	188.65	194.33	649	195.32	1040	196.54	1580	197.98	3260	
3.750	189.78	194.39	649	195.35	1040	196.55	1580	197.99	3260	Lávka
3.800	190.62	194.38	649	195.35	1040	196.55	1580	197.99	3260	
3.900	190.15	194.47	649	195.40	1040	196.58	1580	198.00	3260	
4.000	190.15	194.45	649	195.39	1040	196.57	1580	198.01	3260	
4.100	190.03	194.56	649	195.46	1040	196.61	1580	198.03	3260	
4.200	190.14	194.76	649	195.62	1040	196.69	1580	198.07	3260	
4.300	190.49	194.94	649	195.72	1040	196.75	1580	198.10	3260	
4.400	190.74	195.03	649	195.77	1040	196.77	1580	198.11	3260	
4.500	190.98	195.07	649	195.80	1040	196.79	1580	198.12	3260	
4.600	190.79	195.11	649	195.84	1040	196.81	1580	198.14	3260	
4.700	190.43	195.10	649	195.87	1040	196.84	1580	198.15	3260	
4.800	190.20	195.40	649	196.05	1040	196.92	1580	198.19	3260	
4.900	189.84	195.48	649	196.10	1040	196.95	1580	198.21	3260	
5.000	190.27	195.55	649	196.16	1040	196.99	1580	198.23	3260	
5.100	189.13	195.72	649	196.28	1040	197.05	1580	198.25	3260	
5.200	189.39	195.73	649	196.30	1040	197.07	1580	198.27	3260	
5.300	189.88	195.82	649	196.40	1040	197.14	1580	198.30	3260	
5.400	190.63	195.94	649	196.50	1040	197.20	1580	198.33	3260	
5.500	191.33	196.22	649	196.69	1040	197.30	1580	198.36	3260	
5.600	191.77	196.25	649	196.73	1040	197.34	1580	198.39	3260	
5.700	192.11	196.42	649	196.90	1040	197.47	1580	198.46	3260	
5.800	192.08	196.50	649	196.97	1040	197.53	1580	198.49	3260	
5.900	192.44	196.57	649	197.03	1040	197.58	1580	198.51	3260	
6.000	193.18	196.65	649	197.09	1040	197.63	1580	198.54	3260	
6.100	193.70	196.71	649	197.14	1040	197.66	1580	198.56	3260	
6.200	193.39	196.75	649	197.18	1040	197.70	1580	198.58	3260	
6.300	192.97	196.85	649	197.27	1040	197.76	1580	198.62	3260	
6.400	191.91	196.93	649	197.35	1040	197.84	1580	198.66	3260	
6.500	191.67	197.08	649	197.51	1040	197.97	1580	198.74	3260	
6.600	192.15	197.11	649	197.55	1040	198.03	1580	198.78	3260	
6.700	192.34	197.16	649	197.65	1040	198.13	1580	198.86	3260	
6.800	192.54	197.29	649	197.79	1040	198.26	1580	198.95	3260	
6.900	192.50	197.33	649	197.85	1040	198.33	1580	199.01	3260	
7.000	192.45	197.54	649	198.01	1040	198.46	1580	199.10	3260	
7.100	192.53	197.68	649	198.10	1040	198.51	1580	199.13	3260	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	H ₅ [m n. n.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	Poznámka
7.200	192.18	197.73	649	198.13	1040	198.51	1580	199.12	3260	
7.300	192.01	197.75	649	198.14	1040	198.50	1580	199.11	3260	
7.400	191.90	197.81	649	198.19	1040	198.57	1580	199.17	3260	
7.500	191.87	197.82	649	198.22	1040	198.62	1580	199.23	3260	
7.600	191.60	197.90	649	198.33	1040	198.74	1580	199.34	3260	
7.700	192.33	198.04	649	198.49	1040	198.90	1580	199.48	3260	
7.800	192.70	198.12	649	198.54	1040	198.94	1580	199.49	3260	
7.900	192.90	198.11	649	198.53	1040	198.92	1580	199.48	3260	
8.000	193.74	198.13	649	198.56	1040	198.98	1580	199.55	3260	
8.100	193.76	198.32	649	198.77	1040	199.19	1580	199.73	3260	



6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Analýzou průniku maximálního rozlivu (při průtoku Q_{500}) a správních území byly zajištěny informace o následujících dotčených správních územích obcí uvedené v následující tabulce.

Tabulka 6.1 – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem Q_{500}

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
1220	Brandýs nad Labem – Stará Boleslav	539058	Zdiby
1220	Brandýs nad Labem – Stará Boleslav	538311	Klecany
1220	Brandýs nad Labem – Stará Boleslav	538256	Husinec
1220	Brandýs nad Labem – Stará Boleslav	538990	Větrušice
1220	Brandýs nad Labem – Stará Boleslav	538469	Máslovice
2105	Černošice	571351	Úholičky
2105	Černošice	539414	Libčice nad Vltavou
2105	Černošice	539139	Černošice
2105	Černošice	539210	Dolní Břežany
2105	Černošice	539503	Ohrobec
2105	Černošice	539848	Vrané nad Vltavou
2105	Černošice	539902	Zvole
2105	Černošice	539341	Jíloviště
2105	Černošice	539627	Roztoky
2111	Kralupy nad Vltavou	531511	Zlončice
2111	Kralupy nad Vltavou	534846	Chvatěruby
2111	Kralupy nad Vltavou	534951	Kralupy nad Vltavou
2111	Kralupy nad Vltavou	535273	Veltrusy
2111	Kralupy nad Vltavou	535311	Všestudy
2111	Kralupy nad Vltavou	535290	Vojkovice
2111	Kralupy nad Vltavou	531928	Hostín u Vojkovic
2111	Kralupy nad Vltavou	535117	Nová Ves
2111	Kralupy nad Vltavou	535079	Nelahozeves
2111	Kralupy nad Vltavou	539201	Dolany
2114	Mělník	534897	Klý
2114	Mělník	531561	Tuháň
2114	Mělník	534803	Hořín
2114	Mělník	534676	Mělník
2114	Mělník	534765	Dolní Beřkovice



2114	Mělník	534714	Býkev
2114	Mělník	535028	Lužec nad Vltavou
2114	Mělník	535303	Vraňany
2117	Neratovice	535354	Zálezlice
2117	Neratovice	535133	Obříství
2117	Neratovice	571784	Libiš
2117	Neratovice	535087	Neratovice
2117	Neratovice	535222	Tišice
1100	Praha	554782	Praha

Pomocí softwaru Atlas DMT a ESRI ArcMap byly z vypočtených hladin pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} průnikem s DMT vygenerovány záplavové čáry a mapy hladin v zájmové oblasti.

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

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

V oblastech soutoků vznikly rozlivy pro jednotlivé Q_N jako polygonová obálka záplav obou výpočetních stavů, tedy např. Q_N z Vltavy s dopočtem průtoku z Berounky a Q_N z Berounky a dopočet z Vltavy.

Analýzou průniku maximálního rozlivu (při průtoku Q_{500}) a správních území byly zajištěny informace o dotčených správních územích obcí uvedené v tabulce Tab. 6.1.

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. Pro přehledné znázornění hloubek v tištěné podobě je výsledná hloubka vody rozdělena do kategorií s pevně zvoleným rozsahem hloubky (znázorněno v legendě mapového výstupu). Mapa hloubek je zobrazena na podkladě Základní rastrové mapy ČR v měřítku 1:10 000.

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

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

Mapy hloubek vznikly jako rastrová mapa obálky maximálních hodnot hloubek obou výpočetních stavů, tedy např. Q_N z Vltavy s dopočtem průtoku z Berounky a Q_N z Berounky a dopočet z Vltavy. Obálka maximálních hodnot – maximální hloubka v každém bodě výpočetní sítě – byla vytvořena nástrojem pro kombinaci výsledků hydrodynamického modelu přímo v prostředí DHI softwaru.

Informace o rychlosti proudění vody v korytě a v inundačním území u dvourozměrného modelu jsou známy ve všech výpočetních bodech. Výsledné zobrazení rychlostí je součástí mapy rizik, kdy informace o rychlosti spolu s hloubkou vody dávají názornou představu o charakteru nebezpečí při povodni v pozorovaném úseku.

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

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



Mapy rychlostí v oblasti soutoku byly vytvořeny podobně jako mapy hloubek, jako rastrová mapa obálky maximálních hodnot rychlostí obou výpočetních stavů, tedy např. Q_N z Vltavy s dopočtem průtoku z Berounky a Q_N z Berounky a dopočet z Vltavy. Obálku maximálních hodnot v případě rychlostí vytváří skalární hodnoty maximálních rychlostí v každém bodě výpočetní sítě, zkombinované opět nástrojem pro spojení výsledků hydrodynamického modelu přímo v prostředí DHI softwaru.

Výsledkem této metody je tedy pouze skalární matice, resp. mapa rychlostních maxim, u které ovšem nelze vytvořit vzhledem ke kombinaci dvou rychlostních stavů smysluplné vektorové pole.

6.3 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

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 historických povodní atd.

Způsob zpracování 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.

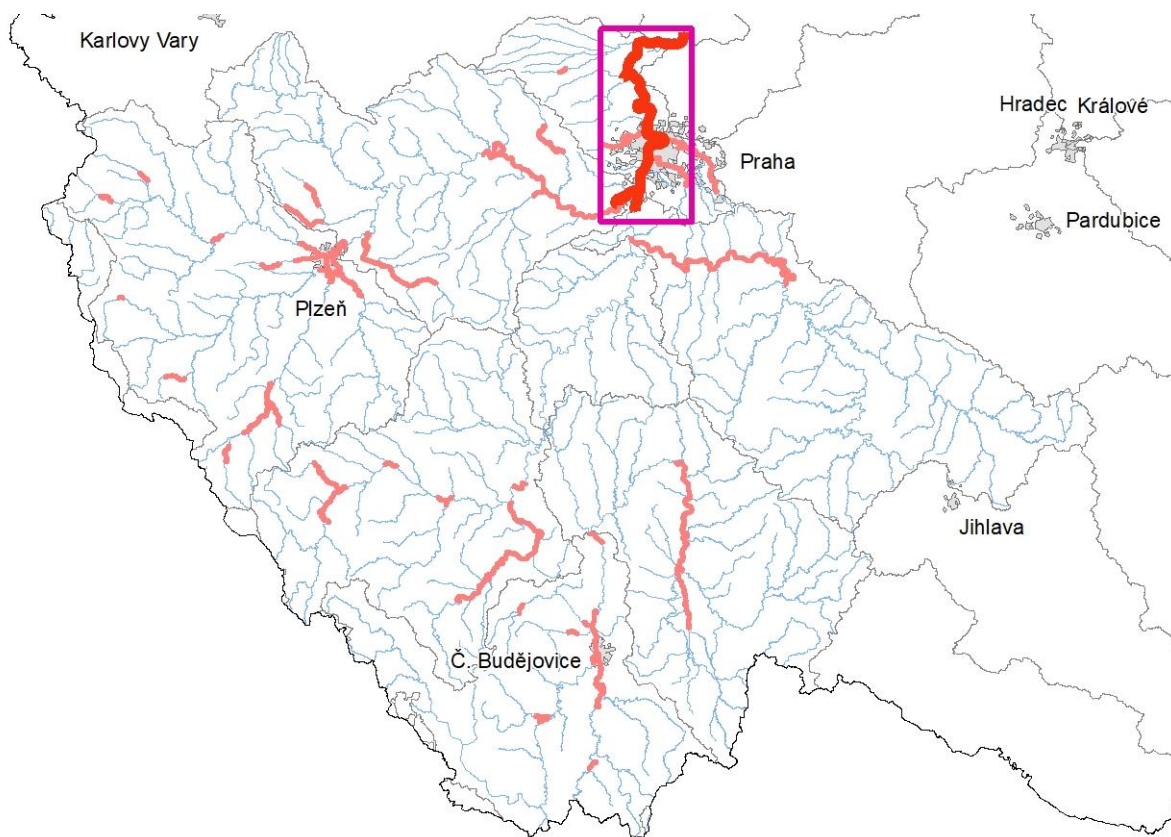


Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v povodí Vltavy a podklady k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe

DÍLČÍ POVODÍ DOLNÍ VLTAVY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

ZÁKOLANSKÝ POTOK – DVL_01-02 - Ř. KM 0,000 - 2,500



prosinec 2019



Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v povodí Vltavy a podklady k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe

DÍLČÍ POVODÍ DOLNÍ VLTAVY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

ZÁKOLANSKÝ POTOK – DVL_01-02 - Ř. KM 0,000 - 2,500

Pořizovatel:



Povodí Vltavy, státní podnik
Holečkova 3178/8
Praha 5 - Smíchov
150 00

Zhotovitel: Společnost „SHDP+DHI+VRV“, jejímiž společníky jsou



Sweco Hydroprojekt a.s.
Táborská 31
Praha 4
140 16



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



Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.
Nábřeží 90/4
Praha 5
150 56

Řešitel:



Sweco Hydroprojekt a.s.

Táborská 31

Praha 4

140 16



DHI a.s.

Na Vrších 1490/5

Praha 10

100 00

V Praze, prosinec 2019

Obsah:

1	Základní údaje	72
1.1	Seznam zkratk a symbolů	72
1.2	Cíle prací.....	72
1.3	Postup zpracování a metoda řešení	73
1.3.1	Hydrodynamický model	73
1.3.2	Výsledky výpočtů	73
2	Popis zájmového území	74
2.1	Všeobecné údaje	75
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	75
3	Přehled podkladů.....	76
3.1	Topologická data	76
3.1.1	Vytvoření DMT	76
3.1.2	Mapové podklady.....	76
3.1.3	Geodetické podklady	77
3.2	Hydrologická data	77
3.3	Místní šetření	78
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	78
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	78
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	79
4	Popis koncepčního modelu	80
4.1	Schematizace řešeného problému.....	80
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění.....	80
4.3	Způsob zadávání OP a PP.....	80
5	Popis numerického modelu.....	81
5.1	Použité programové vybavení.....	81
5.2	Vstupní data numerického modelu.....	81
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území.....	82
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	82
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	83
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	83
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	83
5.3	Popis kalibrace modelu	83
6	Výsledky	84
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	84
6.1.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	Chyba! Záložka není definována.
6.1.1	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	Chyba! Záložka není definována.
6.1.2	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	Chyba! Záložka není definována.
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	89
6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	89

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratk a symbolů

Tabulka 1 – Seznam zkratk a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
1D model	Jednorozměrný matematický model proudění
2D model	Dvourozměrný matematický model proudění
B.p.v.	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DMR 5G	Digitální model reliéfu České republiky 5. generace
DMR 4G	Digitální model reliéfu České republiky 4. generace
DMT	Digitální model terénu
DMT ATLAS	Software pro zpracování digitálního modelu terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
HOP	Horní okrajová podmínka
LGS	Limnigrafická stanice
MIKE 11	Matematický model Mike 11 (1D model)
MIKE 21 FM	Matematický model Mike 21 FM (2D model – flexible mesh)
MPN	Mapy povodňového nebezpečí
MŘ	Manipulační řady
MZE	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
PPO	Protipovodňová opatření
S-JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SZÚ	Studie záplavového území
TPE	Technicko provozní evidence
ZABAGED®	Základní báze geografických dat – digitální topografický model
VE	Vodní elektrárna
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
ZM-10	Základní mapa 1 : 10 000
ZÚ	Záplavová území

1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí na základě stanovení těchto charakteristik průběhu povodně:

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

Podstatou vyjádření povodňového nebezpečí je určení prostorového rozdělení uvedených charakteristik povodně a zpracování těchto údajů do podoby tzv. map povodňového nebezpečí. Ty slouží v dalším kroku jako podklad pro vyjádření povodňového rizika semi-quantitativní metodou uvedenou v „Metodice tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik“.

Předmět práce zahrnuje tyto činnosti:

- Popis postupů souvisejících se zajištěním 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).

1.3 Postup zpracování a metoda řešení

Hydrologická data

Pro účel studie byla objednána a ČHMÚ stanovena aktuální hydrologická data (N-leté průtoky) v následujícím profilu zájmového úseku Zákolanského potoka:

- Zákolanský potok – ústí do Vltavy

Topologická data

Pro potřeby 2D matematického modelu byl využit digitální model terénu (DMT) vytvořený na základě digitálního zaměření reliéfu České republiky pomocí technologie Lidar vyhodnoceného kombinací automatického a manuálního zpracování – model 5. generace (DMR 5G), částečně doplněného automaticky zpracovanými podklady (4. generace – DMR 4G). Do digitálního modelu reliéfu terénu byl vložen digitální model říčního koryta, který byl vytvořen pomocí interpolace zaměřených příčných profilů.

1.3.1 Hydrodynamický model

Hydraulické charakteristiky proudění v zájmové oblasti toku byly vypočteny dvourozměrným matematickým modelem proudění v otevřených korytech.

Použitý dvourozměrný matematický model je MIKE 21FM (v. 2019), vyvinutý firmou DHI, Hørsholm (Dánsko). Tento model je založen na řešení Navier-Stokesových diferenciálních rovnic (rovnice kontinuity a 2 pohybové rovnice v horizontální rovině) metodou konečných objemů v jednotlivých elementech půdorysné výpočetní sítě. Model MIKE 21 FM pracuje v nepravidelné výpočetní síti; tzn. jeho výpočetní síť lze, na rozdíl od pravoúhlých sítí, přizpůsobit tvaru území, a tak omezit počet výpočetních bodů.

Základní postup tvorby hydrodynamického modelu:

Nad ortofoto-mapami příslušného území byla v programovém prostředí Mesh Generator zkonstruována dvourozměrná trojúhelníková výpočetní síť v takové šíři a rozsahu, aby pokryla ZÚ celého zájmového úseku, schematizovaného 2D modelem pro všechny simulované průtoky Q_N . V oblastech, kde by schematizace trojúhelníkovými výpočetními elementy nebyla vhodná (liniové stavby – hráze, násypy komunikací), byly ve výpočetní síti použity buňky obdélníkové. Stejně tak bylo obdélníkovými buňkami vymodelované koryto toku.

Takto vytvořená výpočetní síť 2D modelu a DMT byly použity při generaci batymetrie (reliéf terénu na půdorysu výpočetní sítě – základní řídicí soubor pro výpočet 2D modelu) zájmového území.

Součinitele drsností v ZÚ byly plošně rozděleny na základě klasifikace území v digitálním geografickém modelu ZABAGED®.

V zájmovém úseku Zákolanského potoka je jeden významný přítok – Knovízský potok. Protože byly k dispozici pouze hodnoty návrhových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v profilu „Zákolanský potok – ústí do Vltavy“ byly tyto hodnoty přerozděleny tak, aby místně vystihovaly přírůstek N-letých průtoků tímto přítokem. Souhrn všech návrhových průtoků uvádí tab. 6.

Dolní okrajovou podmínkou modelu je úroveň hladiny ve Vltavě v ř.km 21,850, vypočtená modelem sestaveným pro úsek DVL_01-01 v rámci stejné studie.

1.3.2 Výsledky výpočtů

Z dosažených výsledků byly pro všechny průtokové stavy Q_N vygenerovány:

- záplavové čáry (hranice rozlivů),
- mapy hloubek,
- mapy rychlostí,

na základě kterých budou vytvořeny mapy povodňového nebezpečí.

2 Popis zájmového území

Název toku:	ZÁKOLANSKÝ POTOK
ID úseku IDVT CEVT	10 100 167
Číslo hydrologického pořadí toku:	1-12-02-0460, 1-12-02-0400
Říční kilometry začátku a konce úseku:	ř.km 0,000 - 2,500
Významné přítoky:	Knovízský potok

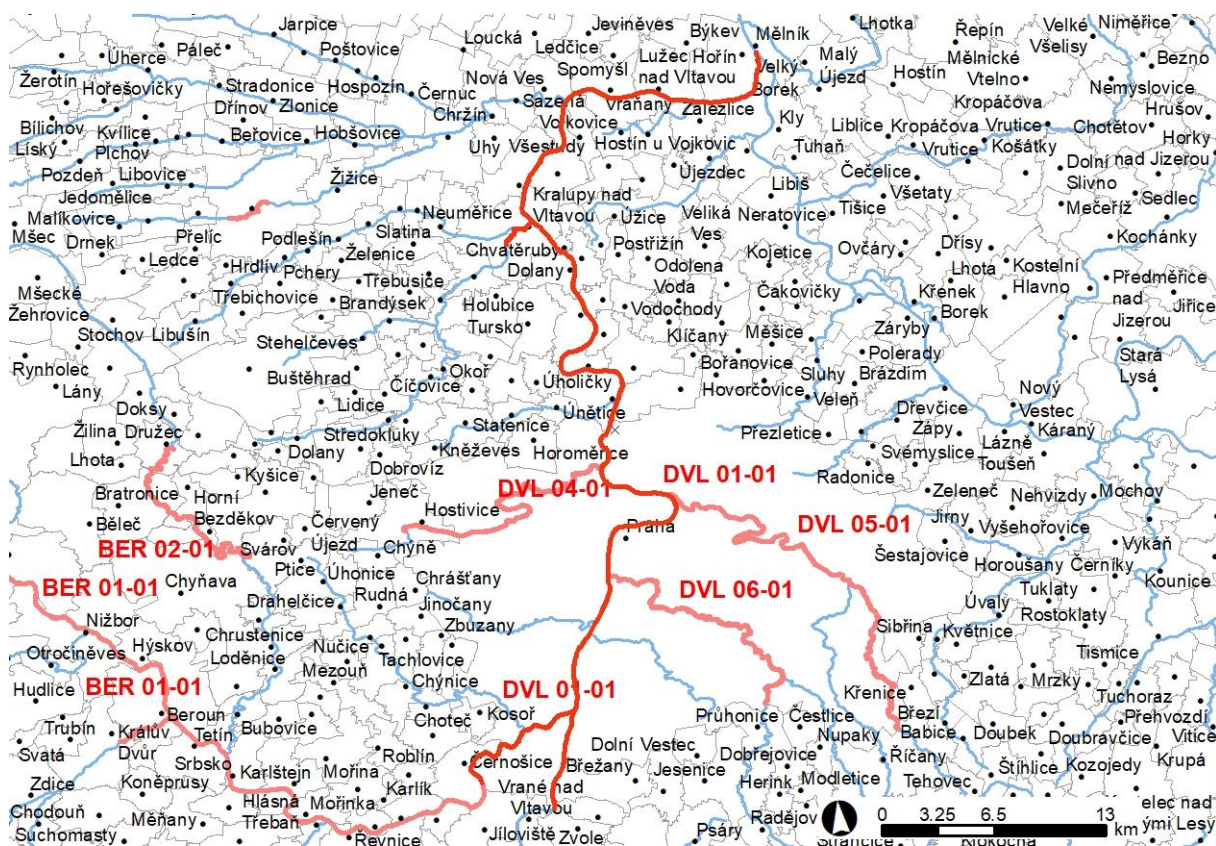
Zájmovým tokem je Zákolanský potok.

Povodí Zákolanského potoka náleží hydrologicky k povodí Vltavy. Zákolanský potok je levostranným přítokem Vltavy v ř.km 22,0. Zákolanský potok pramení severozápadně od obce Pletený Újezd v nadmořské výšce 445,00 m n.m. (pod Kozovou horou). Jediným významným přítokem v řešeném zájmovém území je Knovízský potok v ř. km 1,190.

Zájmový úsek Zákolanského potoka se nachází v katastrálním území obcí Mikovice u Kralup a Kralupy nad Vltavou a lze ho rozdělit na dvě odlišné části. Horní úsek, dlouhý přibližně 1 km (ř. km 1.5 – 2.5) tvoří víceméně přírodní koryto, místy s upravenými břehy rovnanou kameninou. Tok v této části protéká přírodním parkem a řídkou zástavbou. Druhý úsek – od fotbalového stadionu až k ústí do Vltavy – protéká hustou zástavbou upraveným korytem lichoběžníkového a na posledních zhruba 700 m obdélníkového tvaru o kapacitě více než Q_{20} .

Podklady:

Název toku	- zdroj VÚV TGM, v.v.i.
ID úseku IDVT CEVT	- zdroj Ministerstvo zemědělství
Číslo hydrologického pořadí toku	- zdroj VÚV TGM, v.v.i.
Úsek toku	- zdroj Povodí Vltavy, s.p.
Významná vodní díla	- zdroj ZM-10, Povodí Vltavy, s.p.
Významné přítoky	- zdroj ZM-10
Předchozí studie	- „Záplavové území Zákolanského potoka“, SVIP – sdružení projektantů a geodetů, 2006



Obrázek 1 – Vymezení řešené oblasti s významným povodňovým rizikem

2.1 Všeobecné údaje

Sestavení hydrodynamického modelu a map povodňového nebezpečí v 2. cyklu implementace Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES byla zadána pro úsek Zákolanského potoka od ř. km 0,000 do ř. km 2,500 dle kilometráže poskytnuté objednatelem studie a je vymezena zadanými souřadnicemi začátku a konce toku:

ZÁKOLANSKÝ POTOK

Začátek úseku toku:	x = -749579	y = -1026168
Konec úseku toku:	x = -748071	y = -1024662

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Povodí Zákolanského potoka bylo zasaženo povodněmi v červnu 2013, kdy vlivem silných přivalových srážek v horní části povodí zasáhla povodňová vlna několik obcí – Velké a Malé Přítočno, Dolany, Běloky.

Dále po toku již povodňová vlna postupovala bez významnějších přítoků a postupně docházelo k její transformaci, zejména vlivem rozlivů do okolních luk a polí. V řešeném úseku v dolní části povodí Zákolanského potoka – tedy v intravilánu Kralup nad Vltavou měla zásadní význam povodeň na Vltavě.

3 Přehled podkladů

V souladu s vyhláškou č. 236/2002 Sb. byly použity pro zpracování návrhu záplavového území tyto podklady. Pravidla pro citace podkladů se řídí dle ČSN ISO 690 (01 0197).

Hydrologické podklady:

- Hodnoty N-letých průtoků (ČHMÚ, 2019),
- Hydrologické poměry ČSSR III, „modrá kniha“, III. díl (Hydrometeorologický ústav Praha, 1970).

Topologické podklady:

- DMR 5G (ČÚZK, a.s., 2011-2012),
- DMR 4G (ČÚZK, a.s., 2011-2012),
- ORTOFOTO v digitální podobě (geoportál CENIA),
- ZABAGED v digitální podobě (Povodí Vltavy s.p.),
- Zákolanský potok - TPE, (Povodí Vltavy s.p.),
- Zákolanský potok – geodetické zaměření profilů a objektů, (CheckTerra s.r.o., 2019).

Další podklady:

- Říční kilometráž (digitální, Povodí Vltavy s.p.),
- Osa toku (digitální, Povodí Vltavy s.p.),
- Vyhodnocení povodní v červnu 2013, Závěrečná souhrnná zpráva (ČHMÚ, červen 2014),
- Fotodokumentace a odborné poznatky z terénního šetření (DHI a.s., 2019).

3.1 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.

3.1.1 Vytvoření DMT

Pro vytvoření modelu záplavového území byl použit *Digitální model reliéfu ČR 5. generace* (DMR 5G), který představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskrétních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X, Y, H s úplnou střední chybou výšky 0,18 m (ČÚZK, a.s., 2011-12), podrobné body byly předány v ASCII formátu.

Svahy koryta a objekty na toku (jezy, mosty) byly převzaty z již stávající TPE a z nového geodetického doměření z roku 2019.

Zpracovatel studie si DMT převedl pro vlastní potřeby do softwarů Atlas DMT a ArcGIS.

DMT je prostorová plocha, která (podle kvality zadání) kopíruje skutečný (zaměřený) nebo projektovaný terén. Vzniká na základě zadaných 3D bodů. Lze zadat i 3D čáry. Zadanými body plocha prochází, mimo ně se dopočítává podle matematických vzorců tak, aby se blížila skutečnosti – výpočet není založen na lineární interpolaci, ale modeluje hladký „oblý“ terén. Tam, kde je to na závadu, lze doplnit terénní hrany. Hlavními zdroji dat pro vytváření (generování) DMT jsou textové soubory (bodové pořady) z DMR 5G a výkresy ve formátu DXF (body, linie, plochy).

3.1.2 Mapové podklady

Pro účely studie byla využita Základní mapa České republiky 1:10 000 aktualizovaná Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním (dále jen ČÚZK) v roce 2009. Jedná se o nejpodrobnější základní mapu středního měřítko.

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 ČÚZK.

ZM10 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 / Křovák EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umístovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají velikost 3149x3149, rozlišení 400 x 400 DPI, hloubku barev 4 bit/pixel

Dále 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 zeměměřictví a patří mezi informační systémy veřejné správy. Je vedena v podobě bežešvé databáze pro celé území ČR v centralizovaném informačním systému spravovaném Zeměměřickým 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 v r. 2009 – 2010 aktualizované **ORTOFOTOMAPY ČR** – obdélníky 2,5 x 2,0 km ve formátu TIF, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Předané soubory TIF mají velikost 2500x2000, rozlišení 96 x 96 DPI, hloubku barev 24 bit/pixel.

Dále byla využita mapa na Geoportálu INSPIRE – aktuální ortofotomapa CENIA (což je česká informační služba MŽP). INFrastructure for SPatial InfoRmation in Europe je iniciativou Evropské komise, která si klade za cíl vytvořit evropský legislativní rámec potřebný k vybudování evropské infrastruktury prostorových informací a pravidel zejména k podpoře environmentálních politik a politik, které životní prostředí ovlivňují.

3.1.3 Geodetické podklady

Geodeticky zaměřené příčné profily byly využity k vymodelování DMT koryta a břehových partií toku.

Seznam s popisem použitých geodetických podkladů je uveden v Tabulce 2.

Tabulka 2 – Seznam geodetických podkladů

	Geodetické zaměření	
Druh zaměření	Pozemní zaměření – TPE	Pozemní zaměření
Datum pořízení	Prosinec 2006	Březen 2019
Výškový a polohopisný systém	Balt po vyrovnání, S-JTSK	Balt po vyrovnání, S-JTSK
Rozsah zaměření (ř. km)	0,000 – 16,962	0,000 – 2,500
Pořizovatel zaměření	Povodí Vltavy, s.p.	Sweco Hydroprojekt a.s.

Veškeré podklady i výstupy jsou v polohopisném systému S-JTSK a výškovém systému B.p.v.

3.2 Hydrologická data

Vodní tok: ZÁKOLANSKÝ POTOK
Datum zpracování: 2019
Vydal: ČHMÚ, pobočka České Budějovice

Tabulka 3 – Zákolanský potok, hodnoty N-letých průtoků [m^3s^{-1}]

Tok	Hydrologický profil	Datum pořízení	plocha povodí (km^2)	Třída přesnosti	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
Zákolanský potok	Ústí do Vltavy	27.2.2019	265,63	III.	25.5	50.4	93	159

Třída přesnosti dle ČSN 75 1400

3.3 Místní šetření

V rámci terénního šetření byl zdokumentován řešený úsek Zákolanského potoka včetně přilehlých inundačních území. Terénní průzkum se uskutečnil v listopadu v roce 2018 a v únoru a srpnu v roce 2019.

Během průzkumu byla pořízena aktuální fotodokumentace vybraných objektů na toku, významných částí toku, charakteru a překážek v záplavovém území.

Toto šetření bylo pro zpracovatele důležité rovněž z hlediska stanovení součinitelů drsnosti matematického modelu a dále pro kontrolu významných příčných a podélných hrází, valů a náspů v záplavovém území Zákolanského potoka.

Charakter záplavového území

Zájmové území sestává ze dvou odlišných oblastí:

- horní úsek se nachází z větší části v extravilánu Kralup nad Vltavou – v části Mikovice. Je dlouhý přibližně 1 km (ř. km 1.5 – 2.5) a tvoří víceméně přírodní koryto, místy s upravenými břehy rovnanou kameninou. Tok v této části protéká přírodním parkem a řídkou zástavbou.
- spodní úsek protéká intravilánem Kralup nad Vltavou, a to přibližně od fotbalového stadionu až k ústí do Vltavy – protéká hustou zástavbou upraveným korytem lichoběžníkového a na posledních zhruba 700 m obdélníkového tvaru o kapacitě více než Q_{20} .

Zemědělsky využívané plochy se v zájmové oblasti vyskytují minimálně.

Lesní porosty se nachází v horní úseku a jsou převážně smíšené.

Inundační území v intravilánu je tvořeno budovami a objekty občanského, zemědělského a průmyslového charakteru, v extravilánu jde především o travní a ostatní volné plochy (městský park).

3.4 Doplnující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura

- [i] Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblastech povodí horní Vltavy, Berounky a dolní Vltavy. B. Technická zpráva – hydrodynamické modely a mapy povodňového nebezpečí. Povodí Vltavy, s.p., DHI a.s., srpen 2013
- [ii] Záplavové území Zákolanského potoka. Povodí Vltavy s.p., SVIP – sdružení projektantů a geodetů, prosinec 2006

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

Postupy zpracování studie byly v souladu s níže uvedenými dokumenty v jejich platném znění:

- [1] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie.
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [4] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [5] Vyhláška MŽP 79/2018 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [6] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [7] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

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

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Poskytnuté topologické a hydrologické podklady plně pokryly zájmové území.

Za významné a přesnost ovlivňující výsledky lze považovat nepřesnosti DMR 5G několika lokalit s nepřehledným terénem porostlým hustými křovisky a travinami, kde bylo zjištěno převýšení nad skutečným terénem (zaměřeným geodeticky v příčném profilu) o 0.5 – 1 metr; většinou se však jednalo o území malého rozsahu.

4 Popis koncepčního modelu

Stanovení záplavového území vychází dle vyhlášky MŽP z výpočtů ustáleného nerovnoměrného proudění; k simulacím lze využít jak 1D tak 2D matematické modely.

Použitý software

Pro výpočty hydraulických charakteristik proudění byl použit software **MIKE 21 FM** ver. 2019, vyvinutý DHI Water & Environment & Health, Hørsholm (Dánsko).

Veškerý software, použitý pro výpočet, je komerčně dostupný, má zajištěn servis a pravidelný update.

4.1 Schematizace řešeného problému

Ke schematizaci celého zájmového úseku Zákolanského potoka byl použit dvourozměrný matematický model proudění v otevřeném korytě s inundačním územím MIKE 21 FM (verze 2019). Nepravidelná síť umožňuje zahuštění a zmenšení výpočetních elementů (tj. zvýšit podrobnost popisu zájmového území) v oblastech, kde je třeba podrobněji modelovat reliéf terénu (např. v místech objektů či překážek proudění), resp. v oblastech, kde požadujeme velmi detailní znalost výsledků. Model je založen na numerickém řešení Navier-Stokesových rovnic v explicitním výpočetním schématu metodou konečných objemů.

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Použitá metodika výpočtu charakteristik proudění nepočítá s vlivem neustáleného proudění na odtokové poměry (v souladu s Metodikou zpracování SZÚ).

Výpočet charakteristik proudění metodou ustáleného proudění zcela odpovídá Metodice zpracování SZÚ, metodice pořizování hydrologických dat (N-letých průtoků) a především požadavkům Směrnice 2007/60/ES.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Horní okrajovou podmínkou modelu jsou ustálené průtoky na Zákolanském potoce (ř.km 2,7). Hodnoty průtoků pro jednotlivé okrajové podmínky při různých Q_N uvádí tab. 6.

Dolní okrajovou podmínkou modelu jsou konstantní úrovně hladin, vypočtené modelem DVL_01_01 v ř.km 21,850 pro jednotlivé Q_N .

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Pro simulaci ustáleného nerovnoměrného proudění byl použit dvourozměrný matematický model proudění v otevřeném korytě s inundačním územím MIKE 21FM, verze 2019.

Výstupem modelu MIKE 21FM jsou primárně tyto charakteristiky proudění:

- 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 inundačním území (např. při ustáleném proudění je hladina v neprotékaném inundačním území výše než v korytě) i o rozdělení rychlostí v celé inundační oblasti.

Charakteristiky proudění ovlivňují především reliéf terénu (tvar koryta, inundačního území, sklonové poměry) a odpory proudění (drsnost 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 - *M21FM_User_Guide.pdf*, *M21FM_GridGenerator.pdf*, *MIKE21FM_Scientific_documentation.pdf*

5.2 Vstupní data numerického modelu

Z dostupných podkladů (viz kap. 3.1 Topologická data) byl nejprve sestaven digitální model terénu.

Při přípravě modelu v daném úseku byla vytvořena trojúhelníková síť vymezující oblast modelu, doplněna ve specifických případech výpočetními čtyřúhelníky. Z dostupných podkladů (viz kap. 3.1 Topologická data) byl sestaven digitální model terénu zájmové oblasti. Promítnutím této sítě na DMT byl získán geometrický (batymetrický) model terénu ve **výpočetní síti modelu MIKE 21 FM**. Hustota sítě (vzdálenost mezi výpočetními body) je proměnlivá - v rozsahu cca 2 ÷ 50 m. V intravilánu s hustou zástavbou a v oblastech, kde potřebujeme detailní znalost hydraulických charakteristik, je výpočetní síť hustší, v širokém záplavovém území je výpočetní síť řidší. Pro potřeby studie je míra schematizace zájmového území dostatečně jemná pro podrobný popis prostorových jevů proudění v oblasti. Domy a bloky domů jsou z výpočetní sítě vyňaty (v matematickém modelu jsou tedy „obtékány“); ploty a jiné překážky podobného charakteru byly simulovány pruhy zvýšené drsnosti.

Objekty na toku (mosty, lávky, stupně) jsou v modelu zadány popisem geometrie a příslušných hydraulických parametrů odpovídajícího typu objektu:

- **Weir** – jezová hrana
- **Culvert** – propustek
- **Combined structure** – kombinace „weir“ a „culvert“ schematizující mosty a lávky, které mají přetékanou horní mostovku

Hráze byly do batymetrie zadány kótami odpovídajícími niveletě koruny hráze.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Charakter toku byl již popsán v kap. 2 a 3.

Popis objektů na toku je uváděn po směru proudu; staničení je převzaté z TPE (zdroj Povodí Vltavy, s.p.) a udává kótu návodní strany objektu.

Tabulka 4 – Přehled objektů na toku

řeka	ř.km.	Popis objektu
Zákolanský potok	2.5120	silniční most - ulice Pražská
Zákolanský potok	2.4870	pevný jez Mikovice
Zákolanský potok	2.3535	kamenný stupeň s vývarem
Zákolanský potok	2.3235	ocelová lávka pro pěší
Zákolanský potok	2.2940	kamenný stupeň s vývarem
Zákolanský potok	2.1870	železniční most (Kralupy nad Vltavou – Mikovice)
Zákolanský potok	2.1430	ocelová lávka pro pěší
Zákolanský potok	1.8375	ocelová lávka pro pěší
Zákolanský potok	1.3920	betonová lávka pro pěší
Zákolanský potok	1.2765	silniční most - ulice generála Klapálka
Zákolanský potok	1.2600	betonová lávka pro pěší
Zákolanský potok	1.2155	betonová lávka pro pěší
Zákolanský potok	1.1700	betonová lávka pro pěší - soutok s Knovízským potokem
Zákolanský potok	0.9005	silniční most - ulice Chelčického
Zákolanský potok	0.7250	silniční most - ulice Hennigsdorfská
Zákolanský potok	0.6490	betonová lávka pro pěší
Zákolanský potok	0.5550	betonová lávka pro pěší
Zákolanský potok	0.5470	silniční most - ulice Podřipská
Zákolanský potok	0.5300	kamenný stupeň s vývarem
Zákolanský potok	0.5105	železniční most (Kralupy nad Vltavou centrum)
Zákolanský potok	0.5050	betonová lávka pro pěší
Zákolanský potok	0.4210	betonová lávka pro pěší
Zákolanský potok	0.3150	silniční most - ulice Erbenova
Zákolanský potok	0.1040	betonová lávka pro pěší
Zákolanský potok	0.0790	přemostění (klenbový tunel)
Zákolanský potok	0.0050	betonová lávka nad zaústěním do Vltavy

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Hydraulická drsnost a místní zvýšené odpory proudění jsou pro model MIKE 21FM zadávány pro každý element výpočetní sítě. Základní „mapa drsností“ byla vytvořena zpracováním podrobných ortofotomap a informací ZABAGED® (každý element výpočetní sítě získal drsnost „propíchnutím“ výpočetní sítě s databází klasifikující území) v modelové oblasti; hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“ ukazuje tabulka 5.

Tabulka 5 – Hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“

Popis povrchu	n
hladké plochy, ulice, volná prostranství	0,030
nízká, sekaná tráva	0,035 – 0,042
vyšší, nesekaná tráva, pole	0,053 – 0,065

Popis povrchu	n
řídý lesní porost	0,060 – 0,064
hustý lesní porost	0,087 – 0,106
keře	0,085 ÷ 0,110
technické stavby	0,070 ÷ 0,100
ploty	0,090 ÷ 0,220

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Protože byly k dispozici pouze hodnoty návrhových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} v profilu „Zákolanský potok – ústí do Vltavy“ byly tyto hodnoty přerozděleny tak, aby místně vystihovaly přírůstek N-letých průtoků z Knovízského potoka. Ten byl do modelu zadán jako bodový zdroj a hodnoty průtoků pro jednotlivé N-letosti byly analogicky odvozeny na základě hydrologických dat ze studie „Záplavové území Zákolanského potoka. Povodí Vltavy s.p., SVIP – sdružení projektantů a geodetů, prosinec 2006“ [ii].

Schéma okrajových podmínek ukazuje Tabulka 6.

Tabulka 6 –N-leté průtoky pro simulace [m^3s^{-1}]

	ř.km	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
HOP: Mikovice – nad silničním mostem	2,7	18,7	36,79	67,9	116
Knovízský potok	1,18	6,8	13,61	25,1	43
DOP: Ústí do Vltavy	0,0	25,5	50,4	93	159
úroveň hladiny [m n.m. B.p.v.]		171,36	172,99	174,52	175,97

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Počáteční podmínky – kóty hladin ve všech bodech výpočetní sítě – byly odvozovány z výsledků dříve provedených výpočtů.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Každý výpočetní model je vždy schematizací skutečnosti. Chyba výsledných vypočtených charakteristik proudění (úroveň hladin, hloubky, rychlosti) je dána superpozicí chyb dat a procesů vstupujících do celého systému. Míra nejistoty tak plyne především z chybných vstupních dat (nedostatečně popsáná topologie území a koryta, chyby v zaměření a zpracování geodetických dat, špatný odhad drsnostních charakteristik a hydraulických odporů, chyby/nejistoty v hydrologických datech).

5.3 Popis kalibrace modelu

Kalibrace modelu se provádí pomocí série kalibračních výpočtů, při kterých jsou upravovány hodnoty součinitelů drsnosti v celé ploše modelu (tj. v jednotlivých úsecích koryta a rovněž i v inundačním území dle typu zástavby či využití území) tak, aby při shodných průtocích bylo dosaženo uspokojivé shody mezi vypočtenými a zaměřenými průběhy hladin, resp. značkami hladin.

Při absenci potřebných podkladů (povodňových značek) nebylo možno provést kalibraci modelu a hodnoty součinitelů drsnosti byly specifikovány v souladu s údaji z odborné literatury a na základě zkušeností s modelováním obdobných vodních toků.

6 Výsledky

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Základní informací, kterou poskytují výsledky 2D matematického modelu, je **průběh hladin** a rozložení **vektorů rychlostí** (tj. směrů a velikostí vektorů rychlostí) v celé zájmové oblasti (tj. „v ploše“). Vektory svislicových rychlostí mohou být rozloženy na podélnou a příčnou složku (vzhledem k zakřivené ose výpočetní sítě, resp. jinému souřadnicovému systému). S užitím základních hydraulických vztahů mohou být vyjádřeny další veličiny: **hloubka** vody (rozdíl vypočtené úrovně hladiny a terénu, resp. nivelety dna) a **měrné průtoky** (násobky vektorů rychlostí a hloubek)

Tabulka 7 – Psaný podélný profil Zákolanského potoka

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Levý břeh [m n. n.]	Pravý břeh [m n. n.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n. n.]
2.5240	181.59	183.95	183.09	18.70	183.14	36.79	183.71	67.90	184.74	116.00	185.58
2.5120	silniční most - ulice Pražská										
2.5000	181.50	185.13	183.29	18.70	182.63	36.79	182.99	67.90	183.39	116.00	183.70
2.4870	pevný jez Mikovice										
2.4630	180.18	182.67	182.01	18.70	181.86	36.79	182.46	67.90	183.19	116.00	183.63
2.4000	179.93	182.54	181.63	18.70	181.56	36.79	182.30	67.90	183.16	116.00	183.61
2.3730	179.85	182.70	182.46	18.70	181.46	36.79	182.21	67.90	183.06	116.00	183.48
2.3535	kamenný stupeň s vývarem										
2.3375	179.61	182.03	182.26	18.70	181.26	36.79	181.99	67.90	182.86	116.00	183.28
2.3235	ocelová lávka pro pěší										
2.3000	179.12	181.97	181.64	18.70	180.69	36.79	181.38	67.90	182.05	116.00	182.57
2.2940	kamenný stupeň s vývarem										
2.2710	178.69	181.43	181.43	18.70	180.41	36.79	181.03	67.90	181.44	116.00	181.90
2.2000	178.23	180.62	180.73	18.70	180.05	36.79	180.50	67.90	181.00	116.00	181.63
2.1870	železniční most (Kralupy nad Vltavou – Mikovice)										
2.1590	178.03	180.37	179.26	18.70	179.84	36.79	180.31	67.90	180.59	116.00	180.76
2.1430	ocelová lávka pro pěší										
2.1230	177.83	180.47	180.56	18.70	179.62	36.79	179.98	67.90	180.23	116.00	180.47
2.1000	177.76	179.98	180.02	18.70	179.55	36.79	179.91	67.90	180.12	116.00	180.32
2.0000	177.39	179.14	178.79	18.70	179.12	36.79	179.41	67.90	179.64	116.00	180.00
1.9000	177.15	178.71	178.76	18.70	178.86	36.79	179.22	67.90	179.49	116.00	179.86
1.8540	177.12	178.65	178.51	18.70	178.67	36.79	179.06	67.90	179.37	116.00	179.78
1.8375	ocelová lávka pro pěší										
1.8140	176.91	178.09	179.31	18.70	178.51	36.79	178.83	67.90	179.25	116.00	179.71
1.8000	176.83	178.50	180.07	18.70	178.51	36.79	178.82	67.90	179.23	116.00	179.68

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Levý břeh [m n. n.]	Pravý břeh [m n. n.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n. n.]
1.7000	176.32	177.85	178.40	18.70	178.16	36.79	178.41	67.90	178.61	116.00	178.82
1.6000	175.93	178.41	178.71	18.70	177.50	36.79	177.79	67.90	178.13	116.00	178.32
1.5000	175.43	177.14	177.26	18.70	176.82	36.79	177.32	67.90	177.81	116.00	178.13
1.4100	174.82	176.75	176.71	18.70	176.51	36.79	177.23	67.90	177.74	116.00	178.07
1.4000	174.71	176.78	177.11	18.70	176.45	36.79	177.19	67.90	177.72	116.00	178.05
1.3920	betonová lávka pro pěší										
1.3700	174.64	176.76	176.93	18.70	176.29	36.79	177.13	67.90	177.68	116.00	178.00
1.3000	174.41	176.39	176.47	18.70	176.08	36.79	177.05	67.90	177.61	116.00	177.91
1.2910	174.38	176.63	176.42	18.70	176.02	36.79	177.01	67.90	177.58	116.00	177.87
1.2765	silniční most - ulice generála Klapálka										
1.2650	174.27	177.53	177.55	18.70	175.91	36.79	176.60	67.90	176.97	116.00	177.29
1.2600	betonová lávka pro pěší										
1.2400	174.17	177.23	176.24	18.70	175.78	36.79	176.47	67.90	176.80	116.00	177.12
1.2155	betonová lávka pro pěší										
1.2000	173.91	175.35	176.33	18.70	175.48	36.79	176.19	67.90	176.63	116.00	177.05
1.1890	173.83	174.66	176.30	18.70	175.47	36.79	176.24	67.90	176.64	116.00	177.03
1.1700	betonová lávka pro pěší - soutok s Knovízským potokem										
1.1490	173.51	176.03	176.17	25.50	175.14	50.40	175.83	93.00	176.22	159.00	176.77
1.1000	173.20	175.64	176.46	25.50	174.84	50.40	175.52	93.00	176.02	159.00	176.63
1.0000	172.60	175.23	176.79	25.50	174.02	50.40	174.66	93.00	175.21	159.00	176.30
0.9000	172.07	174.99	175.40	25.50	173.83	50.40	174.58	93.00	175.20	159.00	176.30
0.9005	silniční most - ulice Chelčického										
0.8700	172.00	174.72	174.92	25.50	173.71	50.40	174.45	93.00	175.12	159.00	176.27
0.8000	171.77	174.09	173.99	25.50	173.48	50.40	174.25	93.00	175.00	159.00	176.25
0.7350	171.41	174.43	173.82	25.50	173.24	50.40	174.11	93.00	174.96	159.00	176.23
0.7250	silniční most - ulice Hennigsdorfská										

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Levý břeh [m n. n.]	Pravý břeh [m n. n.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n. n.]
0.7000	171.21	174.24	173.38	25.50	173.01	50.40	173.77	93.00	174.75	159.00	176.21
0.6810	171.03	173.60	173.08	25.50	172.99	50.40	173.84	93.00	174.77	159.00	176.22
0.6610	170.82	173.06	173.16	25.50	172.91	50.40	173.84	93.00	174.79	159.00	176.22
0.6490	betonová lávka pro pěší										
0.6410	170.75	173.31	173.20	25.50	172.83	50.40	173.79	93.00	174.76	159.00	176.22
0.6000	170.39	173.02	172.08	25.50	172.37	50.40	173.67	93.00	174.73	159.00	176.21
0.5700	170.40	173.02	173.23	25.50	172.05	50.40	173.52	93.00	174.69	159.00	176.20
0.5550	betonová lávka pro pěší										
0.5480	170.25	173.26	173.26	25.50	171.92	50.40	173.51	93.00	174.65	159.00	176.15
0.5470	silniční most - ulice Podřipská										
0.5320	170.20	173.16	173.18	25.50	171.90	50.40	173.47	93.00	174.41	159.00	176.16
0.5300	stupeň										
0.5250	169.92	172.37	172.36	25.50	171.83	50.40	173.49	93.00	174.62	159.00	176.16
0.5105	železniční most (Kralupy nad Vltavou centrum)										
0.5000	169.83	172.31	172.35	25.50	171.87	50.40	173.49	93.00	174.61	159.00	176.01
0.5050	betonová lávka pro pěší										
0.4740	169.69	172.51	172.76	25.50	171.68	50.40	173.45	93.00	174.57	159.00	176.03
0.4400	169.43	173.02	173.43	25.50	171.67	50.40	173.35	93.00	174.55	159.00	176.02
0.4210	betonová lávka pro pěší										
0.4000	169.18	173.45	173.54	25.50	171.62	50.40	173.31	93.00	174.53	159.00	175.97
0.3260	169.01	173.28	173.36	25.50	171.55	50.40	173.27	93.00	174.52	159.00	175.97
0.3150	silniční most - ulice Erbenova										
0.3000	168.95	173.31	173.34	25.50	171.50	50.40	173.19	93.00	174.52	159.00	175.97
0.2000	168.41	173.72	174.10	25.50	171.46	50.40	173.16	93.00	174.48	159.00	175.96
0.1220	167.76	173.96	176.89	25.50	171.40	50.40	173.11	93.00	174.44	159.00	175.91
0.1040	betonová lávka pro pěší										

Staničení [km]	Úroveň dna [m n. n.]	Levý břeh [m n. n.]	Pravý břeh [m n. n.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₅ [m n. n.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n. n.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n. n.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n. n.]
0.1000	167.59	174.17	177.71	25.50	171.39	50.40	173.08	93.00	174.43	159.00	175.91
0.0900	167.52	174.29	178.33	25.50	171.39	50.40	173.07	93.00	174.42	159.00	175.91
0.0790	přemostění (klenbový tunel)										
0.0500	167.55	170.35	170.62	25.50	171.36	50.40	173.00	93.00	174.45	159.00	175.92
0.0250	168.33	169.16	170.04	25.50	171.36	50.40	172.99	93.00	174.47	159.00	175.92
0.0050	betonová lávka nad zaústěním do Vltavy										
0.0000	163.90	168.03	168.69	25.50	171.35	50.40	172.96	93.00	174.43	159.00	175.88

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Analýzou průniku maximálního rozlivu (při průtoku Q_{500}) a správních území byly zajištěny informace o následujících dotčených správních územích obcí uvedené v následující tabulce.

Tabulka 9 – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
07271	Kralupy nad Vltavou	534951	Kralupy nad Vltavou

Záplavové čáry tvoří obalovou křivku záplavovému území, resp. mapám hloubek. Zobrazují maximální rozsah povodně pro daný průtok. Jsou zobrazeny v jedné mapě pro všechny povodňové scénáře. Tím je umožněno snadné porovnání rozsahu povodní. Záplavové čáry jsou zobrazeny na podkladě Základní rastrové mapy ČR v měřítku 1:10 000.

Pomocí softwaru ESRI ArcMap a DHI Flood Tool Box byly z vypočtených hydraulických charakteristik pro Q_5 , Q_{20} a Q_{100} a Q_{500} vygenerovány záplavové čáry a mapy hladin v zájmové oblasti.

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

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

Detailní průběh hladin v ose řešeného toku ve formě psaného podélného profilu je uveden v Tabulce 7.

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. Pro přehledné znázornění hloubek v tištěné podobě je výsledná hloubka vody rozdělena do kategorií s pevně zvoleným rozsahem hloubky (znázorněno v legendě mapového výstupu). Mapa hloubek je zobrazena na podkladě Základní rastrové mapy ČR v měřítku 1:10 000.

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

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

Informace o rychlosti proudění vody v korytě a v inundačním území u dvourozměrného modelu jsou známy ve všech výpočetních bodech. Výsledné zobrazení rychlostí je součástí mapy hloubek, kdy informace o rychlosti spolu s hloubkou vody dávají názornou představu o charakteru nebezpečí při povodni v pozorovaném úseku.

Informace o rychlosti proudění vody v korytě a v inundačním území u dvourozměrného modelu jsou známy ve všech výpočetních bodech. Výsledné zobrazení rychlostí je součástí mapy hloubek, kdy informace o rychlosti spolu s hloubkou vody dávají názornou představu o charakteru nebezpečí při povodni v pozorovaném úseku.

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

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

6.3 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

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, kalibrační značky, kulminační průtoky historických povodní atd.

Dalším faktorem, s nímž model nepočítá, je množství plavenin, které postupují tokem při povodni, ať už se jedná například o ledové kry nebo antropogenní materiál či dřevní hmotu. Tyto plaveniny, pak zejména v prostoru objektů, mohou značně pozměnit průtočný profil (částečné nebo úplné ucpání), což má zásadní vliv na jeho průtočnou kapacitu a následně na průběh hladin nad objektem.

Způsob zpracování 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.