



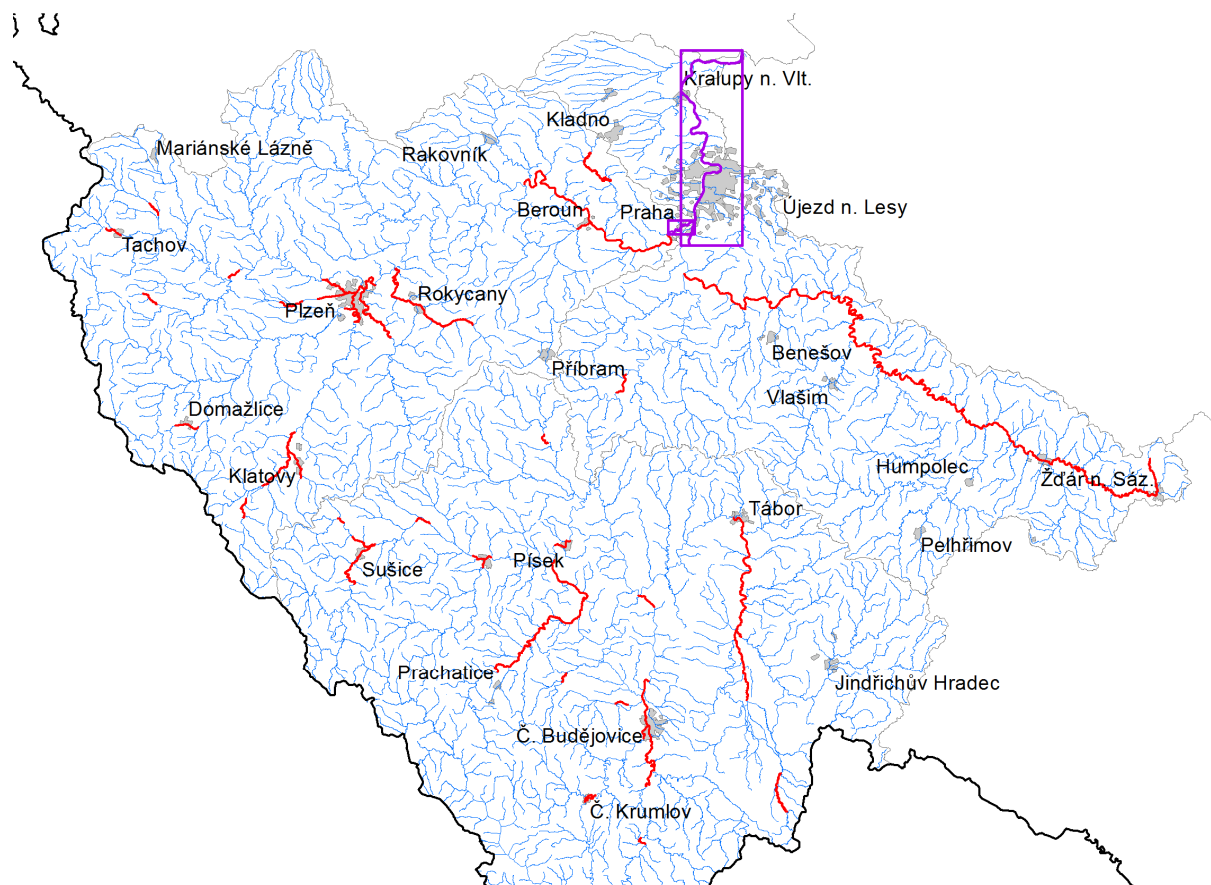
ZPRACOVÁNÍ MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ VLTAVY

DÍLČÍ POVODÍ DOLNÍ VLTAVY A DÍLČÍ POVODÍ BEROUNKY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

VLTAVA -10100001_1 - Ř.KM 0,00 – 69,8 (PV-1-1)

BEROUNKA -10100011_1 - Ř.KM 0,00 – 8,0 (PV-4-1)



DUBEN 2013



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

ZPRACOVÁNÍ MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK – PILOTNÍ PROJEKT V SOUTOKOVÝCH OBLASTECH

DÍLČÍ POVODÍ DOLNÍ VLTAVY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

VLTAVA - 10100001_1, Ř. KM 0,0 – 69,8 (PV-1-1)

BEROUNKA - 10100011_1, Ř. KM 0,0 – 8,0 (PV-4-1)

Pořizovatel:



Povodí Vltavy, státní podnik

Holečkova 8

Praha 5

150 24

Zhotovitel:



DHI a.s.

Na Vrších 1490/5

Praha 10

100 00



Sweco Hydroprojekt a.s.

Táborská 31

Praha 4

140 16



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Řešitel:



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

V PRAZE, DUBEN 2013



Obsah:

1	Základní údaje	7
1.1	Seznam zkratk a symbolů	7
1.2	Cíle prací	7
1.3	Předmět práce	7
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	8
1.4.1	Hydrologická data	8
1.4.2	Topologická data	8
1.4.3	Hydrodynamický model	8
1.4.4	Výsledky výpočtů	9
2	Popis zájmového území	9
2.1	Všeobecné údaje	9
2.2	Průběhy historických povodní (největší známé povodně)	12
3	Přehled podkladů	13
3.1	Topologická data	13
3.1.1	Mapové podklady	13
3.1.2	Geodetické podklady	14
3.2	Hydrologická data	14
3.3	Místní šetření	14
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	15
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	15
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	15
4	Popis koncepčního modelu	16
4.1	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	16
4.2	Způsob zadávání OP a PP	17
4.2.1	Model Praha	17
4.2.2	Model Roztoky-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 záplavových území	19
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	21
Tab. 3 – Manningovy drsnostní součinitele pro model Praha		21
Tab.4.– Manningovy drsnostní součinitele pro model Roztoky-Mělník		22
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	23
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	23
5.2.5	Kalibrace a verifikace modelu	24
6	Výstupy z modelu	37



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

6.1	Záplavové čáry (rozlivy) pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	37
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	39
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	39
6.4	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů.....	40

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka 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 / MIKE21	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:

- 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-kvantitativní metodou uvedenou v „Metodice tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik“.

1.3 Předmět práce

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).

1.4 Postup zpracování a metoda řešení

1.4.1 Hydrologická data:

Pro účel studie byla zajištěna aktuální hydrologická data ČHMÚ (N-leté průtoky). Dále byly ke kalibračním účelům použita data ČHMÚ z povodně 2002, 2006 a neoficiální data z povodně 2013, a povodňové značky, poskytnuté Povodím Vltavy, s.p. a Povodím Labe, s.p.

1.4.2 Topologická data:

Zájmový úsek Vltavy byl modelován ve dvou úsecích, které se lišily mimo jiné dostupnými topologickými daty:

Model Praha

Úsek pokrývá toky Vltavy a Berounky na území hl.m. Prahy. Magistrát hl.m. Prahy (MHMP) má pro potřeby svého územního rozvoje útvar, zabývající se mimo jiné udržováním aktuálních prostorových dat (ÚRM), tudíž dostupnost aktuálních topologických dat pro stavbu hydrodynamického modelu je velmi dobrá. Pro potřeby 2D matematického modelu byl tedy využit digitální model terénu (DMT) zájmového území, který zpracovatel průběžně aktualizuje pro použití v hydrodynamickém modelování pro hlavní město Prahu. Tento model vznikl sloučením dvou základních zdrojů topologických dat – zaměření koryta Vltavy a DMT území Prahy, který byl naposledy použit pro studii „Doplnění Operačních map rozlivu 2011“, nyní pouze aktualizovaný o některé menší terénní změny v záplavovém území využitím nejnovější aktualizace zpracovaného DMT Prahy (Geodis a.s., 2011). Samotný model terénu je sestaven kombinací leteckých ortofotogrammetrických dat a podrobného pozemního zaměření.

Model Roztoky-Mělník

Pro potřeby 2D matematického modelu byl sestaven nový digitální model terénu (DMT) zájmového území. Tento model vznikl sloučením pěti základních zdrojů topologických dat – zaměření koryta Vltavy, zaměření koryta Labe, DMR5G a již výše uvedený nový DMT území hl. města Prahy (Geodis, spol.s.r.o. 2011), dodaný ÚRM MHMP, který pokrývá i část navazujícího úseku až pod meandry Řež. 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.

1.4.3 Hydrodynamický model

Hydraulické charakteristiky proudění v zájmové oblasti toku byly simulovány dvourozměrným matematickým modelem MIKE 21C (v. 2011), vyvinutým firmou DHI, Hørsholm (Dánsko). Tento model pracuje s křivočarou výpočetní sítí, kterou bylo možné dobře přizpůsobit tvaru zájmového území (podrobněji viz kap. 5 Popis numerického modelu). Dvourozměrná křivočará výpočetní síť je zkonstruována nad ortofotomapami příslušného území v programovém prostředí MIKE 21C Grid Generator (v. 2011).

Zájmové území je rozděleno na dvě části, modelované samostatně:

- 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 Berounky na soutoku obou řek, jenž patří do katastru Prahy od soutoku nad obcí Černošice k profilu skály Kazín v ř.km. 9,7.
- Model Roztoky-Mělník - model Vltavy od ř.km 0,0 - soutok s Labem po ř.km 38,98 (hranice katastrálního území Prahy nad obcí Roztoky). Z níže 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.

V obou případech byly modely řešeny podle metodiky pro tvorbu map povodňového nebezpečí v soutokových oblastech:

V případě, že matematický model řeší soutok dvou řek, například řeky A a jejího přítoku řeky B, jsou k dispozici údaje o N-letých vodách pro řeku A nad soutokem a pod soutokem s řekou B a pro řeku B nad soutokem. V případě, že součet Q_{100} v řece A a Q_{100} v řece B dá dohromady Q_{100} pod soutokem je vše v pořádku a tento případ lze počítat jednou jedinou simulací. Tento jev se však v praxi v podstatě nevyskytuje: většinou je Q_{100} pod soutokem menší než prostý součet Q_{100} na obou přítocích nad soutokem.

Potom je třeba použít systém dvou vystřídáných výpočtů:

- v prvním výpočtu počítat průtok Q_{100} z řeky A a průtok z řeky B jako doplněk do Q_{100} pod soutokem
- v druhém výpočtu počítat analogicky průtok Q_{100} z řeky B a přítok řekou A počítat jako doplněk do Q_{100} pod soutokem.

Z takto provedených simulací se poté zohledňují vždy vyšší hodnoty, tzv. obálková metoda používaná z důvodu bezpečnosti.

Dělicí profil obou modelů v km 38,98 je určen hranicemi hl. m. Prahy, po které sahá model **Praha**, zpracovaný pro hl. m. Praha a vyvíjený zpracovatelem od roku 2001.

Model **Roztoky-Mělník** je naopak zcela nově postaven pro účely zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik.

Jeho spodní okrajová podmínka je umístěna do profilu nového silničního mostu a hladina na této okrajové podmínce je pro všechny průtokové stavy přebírána z modelu dolního Labe (PL-1-1).

1.4.4 Výsledky výpočtů:

Z výstupů simulací byly pro všechny průtokové stavy Q_N vygenerovány:

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

na základě kterých byly vytvořeny mapy povodňového nebezpečí.

2 Popis zájmového území

2.1 Všeobecné údaje

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 Rostoky
VD Dolany – PK Dolánky
VD Miřejovice
VD Vraňany – Hořínský laterální plavební kanál-PK Hořín

Významné přítoky:

Berounka
Botič
Rokytká
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 přívozem 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 uzavřená 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: Radotinský potok

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

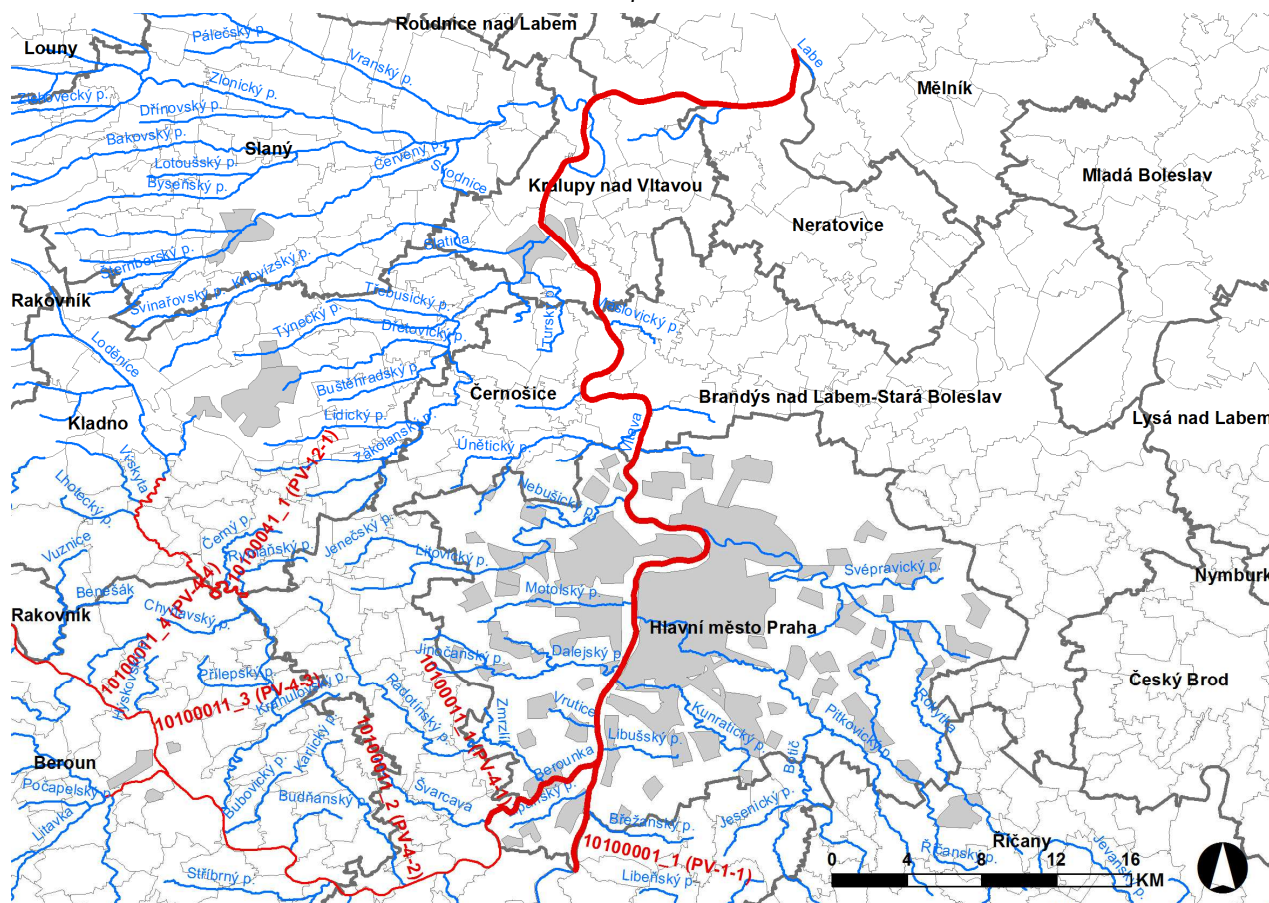
Berounka je významný tok v západní části republiky (Plzeňský a Středočeský kraj) a levobřežní přítok Vltavy. Je dlouhá 139,1 km. Povodí má rozlohu 8855,47 km², z čehož se 35,96 km² (29,23 km² Mže a 6,73 km² Úhlava) nachází na území Bavorska. Prameny zdrojnic se nacházejí v pohořích Český les a Šumava.

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

Obr. 1 - Přehledná mapa řešeného území



2.2 Průběhy historických povodní (největší známé 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	3210 m ³ /s*	1160 m ³ /s*	3956 m ³ /s*

*v době zpracování zprávy byly k dispozici pouze neoficiální hodnoty

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, 2012)

Topologické podklady:

- DMT (ÚRM MHMP, PVL s.p., DHI, a.s. 2009-2011)
- DMR5G (ČZÚK, a.s., 2011 - 2012)
- ORTOFOTO v digitální podobě (ÚRM MHMP, PVL a.s.)
- ZABAGED v digitální podobě (PVL, s.p.)
- Výkresy objektů z TPE
- Projekty úprav koryta Vltavy Miřejovice, Ouholice, Chvatěruby
- Zaměření koryta měřicím plavidlem
- Projekty PPO obcí Veltrusy, Zálezlice, Hořín

Další podklady:

- Říční kilometráž (digitální, PVL, s.p.)
- Osa toku (digitální, PVL, s.p.)
- 2D Povodňový model Prahy (DHI, a.s., 2001- 2010)
- Kalibrační podklady – Q-h křivky měrných profilů (Povodí Vltavy, s.p., ČHMÚ)
- Fotodokumentace a odborné poznatky z terénního šetření (DHI, a. s. 2012-2013)
- MPN Dolního Labe (DHI, a.s., 2011-2012)

3.1 Topologická data

Pro úsek Praha byl jako hlavní topologický podklad použit DMT území Prahy (formát DMT Atlas), jehož základ pochází od ÚRM MHMP, do kterého byla zpracovatelem dodána vodohospodářsky důležitá topologická data (zaměření koryta řek, vodohospodářské objekty) a který je po celou dobu spolupráce společnosti DHI a.s. s MHMP kontinuálně doplňován a aktualizován nově pořizovanými daty v terénu záplavového území, stejně jako v korytech řek, ať již geodetickými či za pomoci vyměřovacích plavidel.

Základ modelu pochází z let 2009-2010, kdy byl použit pro studie „Operační mapy rozlivu Vltavy a Berounky na území hl. města Prahy pro různé povodňové průtoky 2009“ a „Podklad pro aktualizaci záplavových území 2010 Hl. města Prahy 2010. Pro současnou studii do něj byly zaneseny jen některé významnější terénní změny, které byly součástí nového náletu území hl. m. Prahy od firmy Geodis z. r. 2010.

Pro úsek Roztoky-Mělník byl jako hlavní podklad použit DMT, vytvořený ve formátu DMT Atlas z DMR5G od ČZÚK, a.s., jehož jedna deklarovaná chybějící část byla i příčinou reklamace ze strany zadavatele a nutnosti dopracování. Jako další podklad byl použit již zmíněný DMT Atlas širšího území Prahy, pořízený ÚRM MHMP a ortofotogrammetricky zpracovaný firmou Geodis, spol. s r.o. v roce 2011, který zasahuje po řece Vltavě až pod řežský meandr. Do takto zkombinovaného modelu terénu byla posléze přidána zaměření koryta řeky měřicím plavidlem a v úseku Vraňany – Soutok geodetické zaměření příčných profilů, pořízené DHI a.s. a zaměřené firmou Geodis spol. s r.o. na jaře 2013. DMT koryta Labe a přilehlého záplavového území bylo převzato ze studie MPN Dolního Labe.

3.1.1 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 vedena v podobě bezesvé 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.

Dále byly pro model Roztoky-Mělník použity letecké snímky z roku 2012 pořízené ČÚZK, a.s.

Jako hlavní mapový podklad pro tvorbu modelu Praha byly použity jednotná digitální mapa Prahy (JDMP), udržovaná ÚRM MHMP a letecké snímky z roku 2012, taktéž poskytnuté ÚRM MHMP

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

3.1.2 Geodetické podklady

V rámci studie bylo pořízeno zaměření příčných profilů Vltavy po cca 150 m v nesplavném úseku jez Vraňany-soutok s Labem v dubnu 2013 geodety společnosti Geodis, spol. s r.o.

3.2 Hydrologická data

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

Hydrologický profil	Datum pořízení	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Vltava nad soutokem s Berounkou	18. 4. 2006	1300	1970	2870		II
Berounka nad soutokem s Vltavou	18. 4. 2006	627	1020	1580		II
Vltava pod soutokem s Berounkou	2006	1770	2720	4030		II
Vltava nad soutokem s Berounkou	27.6.2011				3900	Neuved.
Berounka nad soutokem s Vltavou	27.6.2011				2270	Neuved.
Vltava pod soutokem s Berounkou	27.6.2011				5530	Neuved.
Vltava nad Zákolanským p.	13.5.2012	1785	2750	4060	5550	II
Vltava ústí	13.5.2013	1800	2770	4085	5300	II
Labe nad ústím Vltavy	13.4.2012	772	1064	1420	1800	II
Labe pod ústím Vltavy	13.4.2012	2060	2990	4150	5410	II

Třída přesnosti dle ČSN 75 1400

3.3 Místní šetření

Úsek Praha - zpracovatel projektu je zároveň správcem 2D povodňového modelu Prahy, vlastněného Magistrátem Hlavního Města Prahy. Z tohoto titulu se zpracovatel opíral o velké množství podkladů z místních šetření, nashromážděné během let zpracování od roku 1997 do jara roku 2013, kdy byla provedena poslední kontrolní šetření.

Úsek Roztoky-Mělník - zde byla provedena úvodní šetření na podzim roku 2012 a podrobná kontrolní rekognoskace během prací na projektu na jaře roku 2013. Pomocí těchto rekognoskací byly korigovány mapy

drsnostních součinitelů a upraveny detaily v modelu tak, aby v rámci dané schematizace co nejlépe odpovídaly skutečnosti.

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

Jako doplňující podklady byly použity manipulační řady všech manipulovatelných objektů na toku, dodané správcí toků, Povodí Vltavy, s.p. a Povodí Labe, s.p. Projekty protipovodňové ochrany na území hl. m. Prahy byly již použity v předcházejících studiích, nyní byla linie PPO pouze korigována odstraněním některých úseků nerealizované individuální ochrany, jejichž realizace se stala v horizontu do roku 2015 nepravděpodobnou.

Projekty Protipovodňové ochrany obcí Zálezlice, Hořín a Veltrusy byly získány od Povodí Vltavy s.p.. Projekty či zaměření starších linií ohrázení hlavně v oblasti Mířejovice – soutok nebyly k dispozici, jejich úroveň byla proto získávána pouze z DMR5G s rizikem z toho plynoucí nepřesnosti, jež se může promítnout do zpracovaných výstupů.

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 hydro ekologie.
- [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 236/2002 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.

Přesnost topologických podkladů na území hl. m. Prahy lze prohlásit za plně dostatečnou, ověřovanou v nedávné minulosti při různých příležitostech na alternativních podkladech.

Přesnost topologických podkladů úseku Roztoky-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. Případné nepřesnosti v těchto poměrně rozsáhlých územích by samozřejmě měly potenciál ovlivnit výsledky simulací, zvláště s přihlédnutím k faktu, že takto jsou popsány i kilometry hrází v zalesněném terénu, od kterých neměl zpracovatel k dispozici zaměření jejich koruny.

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 Berounekou a Troja-Chvatěruby pod Prahou) i rozsáhlá plocha záplavová území hlavně v oblasti obou soutoků Vltava – Berounka 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 Roztoky-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 Berounky 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 **Roztoky-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 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 Berounekou a Labem. V těchto dochází k vybřežování 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 řešené 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 (nestacionarit) 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/EC.

4.2 Způsob zadávání OP a PP

4.2.1 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 Roztoky-Mělník

4.2.2 Model Roztoky-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:

Pro model Praha byly jako počáteční podmínky pro průtoky Q_5 , Q_{20} a Q_{100} použity hladiny z předchozích výpočtů pro stanovení záplavového území, pro průtok Q_{500} byla jako počáteční podmínka použita hladina z výpočtu Q_{2002} .

Pro model Roztoky-Mělník, kde byly nejprve počítána kalibrace pro průtok povodně 2006, 2002 a doplňkově 2013 byly počáteční hladiny odvozeny z těchto hladin s odpovídajícím snížením, při pomalém ustalování potom použitý software umožňuje průběžnou úpravu hladiny mezi jednotlivými běhy programu podle průběhu jejích změn tak, aby se co nejvíce urychlilo plnění resp. prázdnění velkých objemů v širokém záplavovém území.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Jak již bylo výše řečeno, je modelované území velmi rozsáhlé jak délkou kroků, tak plošným rozlivem. 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 sofistikovaný matematický model **MIKE 21C**, pracující metodou konečných diferencí v křivočaré (pseudo-ortogonální) síti (podrobnější popis viz níže). Tento model je vlastní software vyvíjený společností DHI (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 rovnicemi kontinuity a rozšířené pohybové rovnice:

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

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

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

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. Piliře mostů a rovněž jezové piliře 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 hrzení s osazujícími prvky) dle projektové dokumentace.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavových území

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

V Tab 2 je uveden seznam a zevrubný popis objektů na jednotlivých tocích

Tab 2– 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	
Vltava	Jez Troja, klapkový, MVE, 2x PK a MVE Podbaba, vorová propust-salomový kanál	45,70	Jez vyhrazen, PK uzavřeny při všech Q_N
Vltava	Most tramvajový provizorní	46,18	
Vltava	Most silniční a tramvajový Troja, ve výstavbě		
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, PK uzavřeny při všech Q_N
Vltava	Most silniční a tramvajový Štefáníkův	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 Legií	53,68	
Vltava	Jez Šítkovský, pevný, vorová propust, PK Smíchov (společná se Staroměstským jezem), PK	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 uzavřena 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

Hydraulická drsnost a místní zvýšené odpory proudění jsou pro model MIKE 21C zadávány pro každý bod výpočetní sítě. Základní „mapa drsností“ byla vytvořena zpracováním podrobných ortofotomap a informací ZABAGED® (každý bod získal drsnost „propíchnutím“ výpočetní sítě s databází klasifikující území) v modelové oblasti. Hydraulická drsnost je vyjádřena hodnotou Manningova součinitele drsnosti „n“.

Sady drsností se získávají kalibrací modelu na známou povodeň podobné velikosti, jako je počítaný průtok. Je proto výhodou mít více reálných povodňových kalibračních epizod různých velikostí.

Pro model **Praha** proběhly základní kalibrace na povodeň 8/2002 již v letech 2002 – 2004, kdy bylo při větších změnách terénu nutno model dvakrát překalibrovat. Po povodni 2006 pak proběhla kalibrace na tuto nižší povodeň (Q_5).

Hodnoty Manningových součinitelů, použité pro různé typy povrchů, jakož i rozmezí drsností, použité pro jednotlivé průtoky pro říční koryto, jsou uvedeny v tabulce Tab. 3

Model **Roztoky-Mělník** byl taktéž kalibrován na povodňové epizody 8/2002 a 4/2006, vzhledem k nesrovnalostem při kalibraci na Q_{2002} byla navíc provedena kalibrace na právě proběhnuvší povodeň 6/2013 (podrobněji viz kapitola 5.2.6 Kalibrace a verifikace modelu). Hodnoty Manningových součinitelů, použité pro různé typy povrchů, jakož i rozmezí drsností, použité pro jednotlivé průtoky pro říční koryto, jsou opět uvedeny v tabulce Tab. 4

MIKE 21C pracuje s modifikovaným Manningovým součinitelem drsnosti N , který je inverzní hodnotou obvykle užívaného součinitele n ($N=1/n$). V tabulce jsou proto pro přehlednost uvedeny obě hodnoty.

Tab. 3 – Manningovy drsnostní součinitele pro model Praha

typ č.	popis povrchu	N	n
0	Nespecifikovaná území	28,57	0,035
1	Hladké plochy, ulice, volná prostranství	33,33	0,030
2	Nízká, sekaná tráva	28,57	0,035
3	Nesekaná tráva	22,22	0,045
4	Řídké stromy	16,67	0,060
5	Husté stromy	13,33	0,075
6	Technické stavby I.	14,29	0,070
7	Technické stavby II.	10,00	0,100
8	Řídké, propustné ploty	11,11	0,090
9	Husté, nepropustné ploty	5,00	0,200
10	Keře	10,00	0,100
11	Řeka:		
	Minimální drsnost	33,90	0,0295
	Maximální drsnost	25,00	0,040
12	Řeka, kamenité dno (peřejnatý úsek Trója)	18,18	0,055

Tab.4.– Manningovy drsnostní součinitele pro model Roztoky-Mělník

typ č.	popis povrchu	N	n
0	Nespecifikované území	25,32	0.04
1	Hladké plochy, ulice, volná prostranství	33,33	0.03
2	Nízká tráva	23,81	0.04
3	Vyšší tráva	17,39	0.06
4	Řidší lesní porost	15,62	0.06
5	Hustý lesní porost	10,31	0.10
6	Technické stavby I.	14,29	0.07
7	Technické stavby II.	10,00	0.10
8	Řídké propustné ploty	8,11	0.12
9	Husté nebo téměř nepropustné ploty	4,75	0.21
10	Keřovitý porost	8,36	0.12
11	Řeka	9,52	0.11
12	Řeka - kamení	20,00	0.05
13	Chmelnice	12,50	0.08
14	Tráva - Kavyl	13,79	0.07
15	Vodní plocha	50,00	0.02
16	Kůlny, skleníky, foliovniky	10,00	0.10
17	Ostatní plocha	30,30	0.03
18	Parkoviště	33,33	0.03
19	Povrch. těžba lom	19,90	0.05
20	Rašeliniště	25,20	0.04
21	Rozvaliny	25,20	0.04
22	Sesuv půdy	25,20	0.04
23	Skály	28,50	0.04
24	skládka	24,80	0.04
25	Domy,zahrádky , ploty	5,36	0,19
	Labe:		
	Minimální drsnost	42,00	0,024
	Maximální drsnost	37,77	0,027
	Vltava:		
	Minimální drsnost	38,46	0,026
	Maximální drsnost	28,47	0,035

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Tab.5 - 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	
			Q_N Vltava	Q Berounka	Q_N Berounka	Q Vltava
			(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Q_5	1770	178.38	1300	470	627	1143
Q_{20}	2720	180.33	1970	750	1020	1700
Q_{100}	4020	182.85	2870	1150	1580	2440
Q_{500}	5530	185.05	3900	1630	2270	3260

Tab.6 - Hodnoty okrajových podmínek, použité pro výpočty Q_N modelem Roztoky-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 Mělníce, pod jezem Vraňany se proto postupně v 5-ti bodech odebírá dohromady celkem 250m³/s (5 x 50 m³/s).

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Pro model Praha byly jako počáteční podmínky pro průtoky Q_5 , Q_{20} a Q_{100} použity hladiny z předchozích výpočtů pro stanovení záplavového území, pro průtok Q_{500} byla jako počáteční podmínka použita hladina z výpočtu Q_{2002} .

Pro model Roztoky-Mělník, kde byly nejprve počítány kalibrace pro průtok povodně 2006, 2002 a doplňkově 2013 byly počáteční hladiny odvozeny z těchto hladin s odpovídajícím snížením, při pomalém ustalování potom použitý software umožňuje průběžnou úpravu hladiny mezi jednotlivými běhy programu podle průběhu jejích změn tak, aby se co nejvíce urychlilo plnění resp. prázdnění velkých objemů v širokém záplavovém území.

5.2.5 Kalibrace a verifikace modelu

Praha:

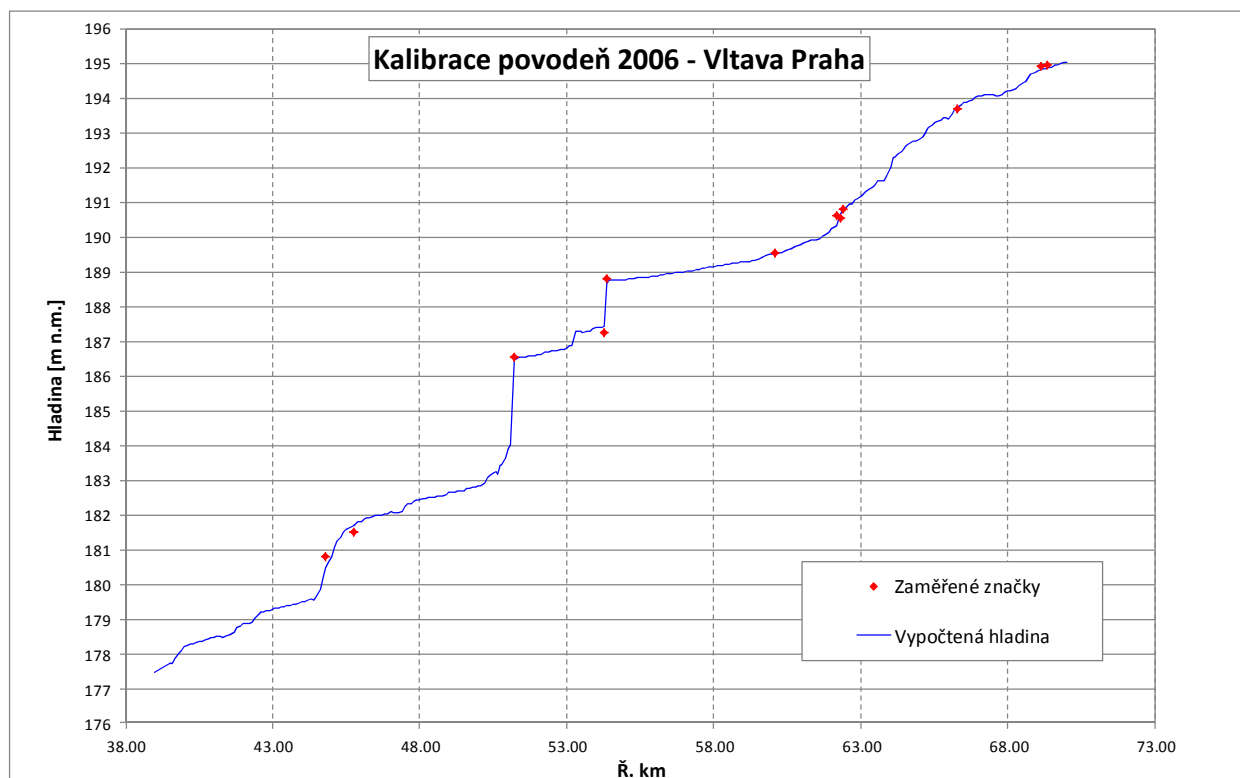
Kalibračními epizodami pro tento úsek byly tyto povodně:

- **Povodeň 2006** – průtokově blízka na Vltavě povodni Q_5 . V Praze byla tato povodeň v podstatě korytová, k menším rozlivům došlo jen na soutoku s Berouňkou a v Praze-Troji. Některé ze značek byly zaznamenány osobně zaměstnanci DHI a.s., dále byly použity značky zaznamenané Povodím Vltavy a.s. a údaje z automatických čidel na objektech. Jako kalibrační běh byl použit ustálený výpočet s těmito okrajovými podmínkami:
 - o Vltava Vrané ř.km 70,06 1180 m³/s
 - o Berounka Kazín ř.km 9,70 220 m³/s
 - o Hladina Roztoky-Brnky ř.km 38,98 177,45 .m n.m.

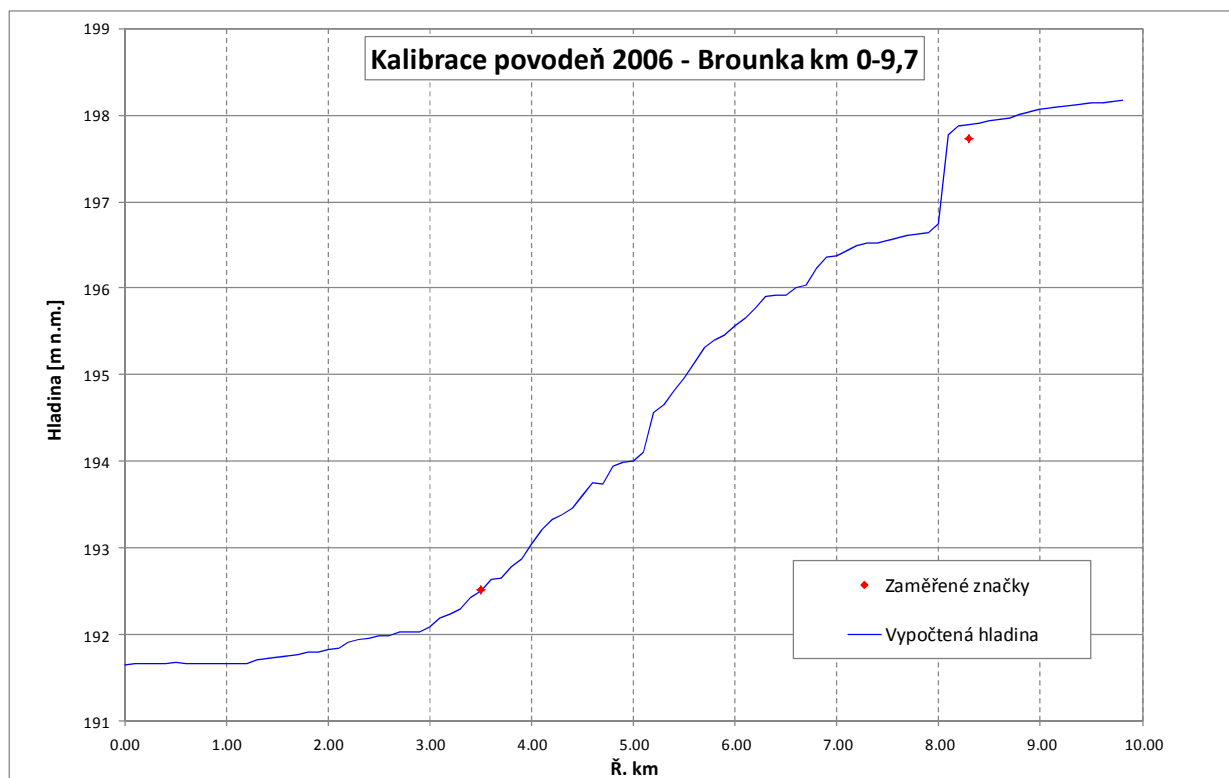
Tab.7 – Kalibrace pro povodeň 2006, model Praha

Ř, km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
44,80	Vltava	Troja	Vodočet lávka pro pěší v Troji	180,80	180,68	-0,12
45,75	Vltava	Troja	Nad jezem Troja čidlo	181,51	181,68	0,17
51,20	Vltava	Karlín	Nad Helmovským jezem vodočet	186,52	186,45	-0,07
54,28	Vltava	Smíchov	Pod Šítkovským jezem vodočet	187,24	187,44	0,20
54,35	Vltava	Smíchov	Nad Šítkovským jezem vodočet	188,78	188,67	-0,11
60,08	Vltava	M,Chuchle	Pod železničním mostem v Braníku LGS	189,54	189,49	-0,05
62,18	Vltava	Modřany	Pod Modřanským jezem čidlo	190,63	190,47	-0,16
62,30	Vltava	Modřany	Nad Modřanským jezem čidlo	190,55	190,65	0,10
62,40	Vltava	Chuchle	Vtok do propusti Modřany	190,79	190,78	-0,01
66,30	Vltava	Zbraslav	Pod mostem Závodu míru	193,70	193,72	0,02
69,15	Vltava	Jarov	Jarov-brána k domu	194,92	194,83	-0,09
69,35	Vltava	Strnady	Propustek cesty Strnady	194,94	194,85	-0,09
3,50	Berounka	Radotín	Radotín vodočet	192,52	192,50	-0,02
8,30	Berounka	Černošice	Lávka Černošice vodočet	197,73	197,81	0,08

Graf 1 – Kalibrace pro povodeň 2006 – Vltava v Praze, model Praha



Graf 2.– Kalibrace pro povodeň 2006 – Berounka, model Praha



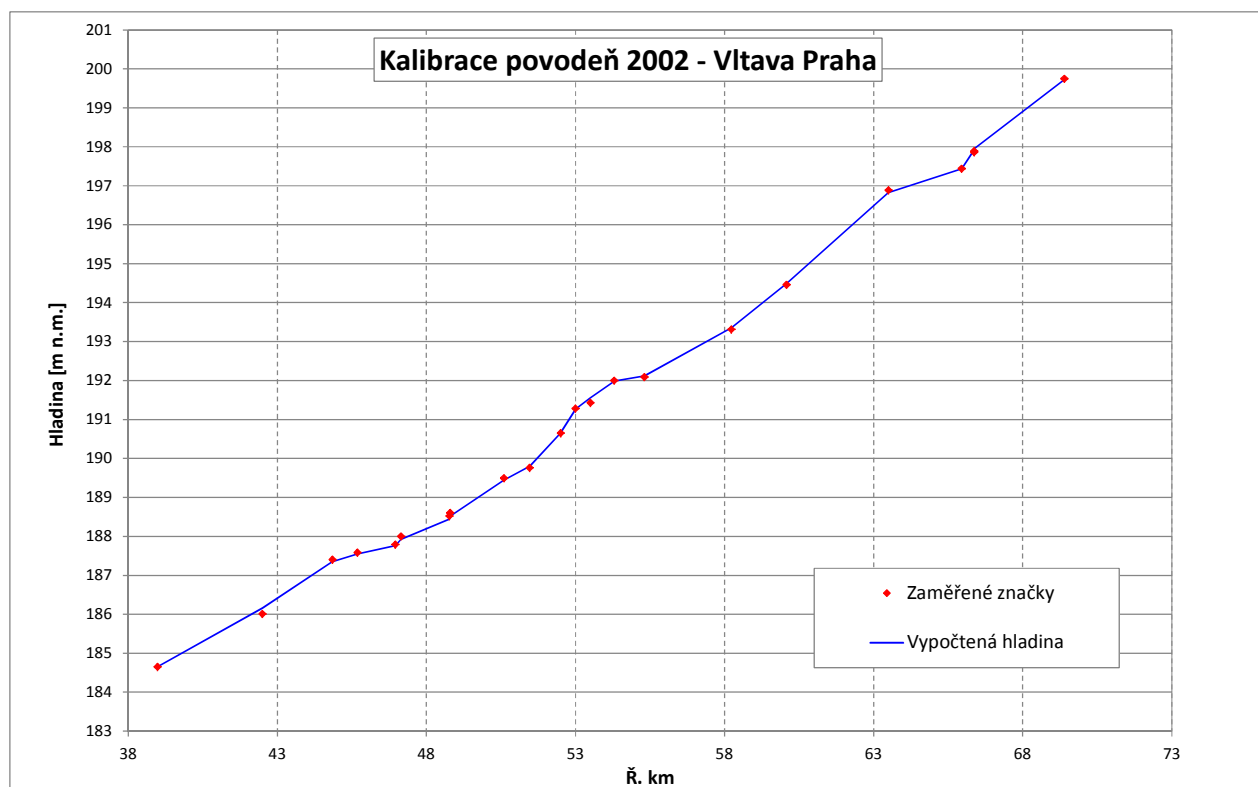
- **Povodeň 2002** - nejvyšší zaznamenaná povodeň, průtokově v Praze blízká Q_{500} . Během této povodně bylo zaznamenáno velké množství značek, z nichž ovšem ne všechny mohly být brány jako stoprocentně věrohodné. Z mnoha zdrojů byly vybrány a použity pouze spolehlivé záznamy. Kulminace byla dle ČHMÚ $5160 \text{ m}^3/\text{s}$ v profilu Malá Chuchle.
 - o Vltava Vrané ř.km 70,06 $3000 \text{ m}^3/\text{s}$
 - o Berounka Kazín ř.km 9,70 $2160 \text{ m}^3/\text{s}$
 - o Hladina Roztoky -Brnky ř.km 38,98 184,65 m n.m.

Tab. 8 – Kalibrace pro povodeň 2002 Vltava v Praze, model Praha

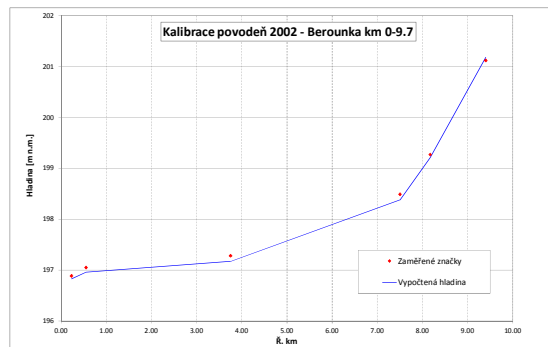
Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
38,98	Vltava	Roztoky	Roztoky-Brnky	184,65	184,65	0,00
42,50	Vltava	Troja	Troja.dům č.p.270/3 ul.Podhoří	186,01	186,16	0,15
44,85	Vltava	Trója	Nad lávkou v Troji - zeď zámečku	187,40	187,36	-0,04
45,69	Vltava	Trója	Velín jezu Trója	187,58	187,55	-0,04
46,96	Vltava	Holešovice	Pilíř viaduktu pod mostem Barikádníků	187,79	187,77	-0,02
47,15	Vltava	Holešovice	Nad žel. mostem - Varhulíkové č.p.2	188,00	187,93	-0,07
48,77	Vltava	Holešovice	Pod Libeňským mostem L.B. pilíř	188,52	188,44	-0,08
48,80	Vltava	Holešovice	Nad Libeňským mostem_L.B. pilíř	188,60	188,52	-0,08
50,60	Vltava	Holešovice	Stanice Vltavská	189,49	189,44	-0,05
51,46	Vltava	Malá strana	Štefáníkův most	189,76	189,80	0,04
52,50	Vltava	Malá strana	Pod Mánesovým mostem-Kosárkovo nábreží. úřad vlády	190,65	190,66	0,00
53,00	Vltava	Malá strana	Pod Karlovým mostem-ústí Čertovky	191,28	191,27	-0,01
53,50	Vltava	Malá strana	Pod mostem Legií - Kampa	191,43	191,55	0,12
54,30	Vltava	Smíchov	Nad Jiráskovým mostem-Loděnice RODOP	192,00	191,99	-0,01
55,31	Vltava	Smíchov	Pod Železničním mostem-Výtoň	192,09	192,12	0,03
58,23	Vltava	Hlubočepy	Pod Barandovským mostem	193,31	193,36	0,05
60,08	Vltava	M,Chuchle	Limnigraf Chuchle	194,46	194,49	0,03
63,50	Vltava	Lahovičky	Lahovičky čp.121	196,89	196,83	-0,06
65,95	Vltava	Zbraslav	Zbraslav. ulice Opatů Konráda č.p.1196.	197,44	197,43	0,00
66,37	Vltava	Zbraslav	Zbraslavský most. podjezd pod železniční tratí	197,89	197,92	0,03
66,37	Vltava	Zbraslav	Schody pod Zbrasl. most na návodní straně	197,86	197,95	0,09
69,40	Vltava	Strnady	VL3_P_006 Strnady	199,75	199,73	-0,02

Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
61,50	Vltava	Chuchle	Velká Chuchle. U skály 8	195,64	195,62	-0,02
61,75	Vltava	Chuchle	Velká Chuchle. pokladny závodíště	196,50	196,54	0,04
0,23	Berounka	Lahovičky	Lahovičky čp.121	196,89	196,83	-0,06
0,55	Berounka	Lahovice	Lahovice. stodola na proti ulici K Novým domům.	197,05	196,96	-0,09
3,75	Berounka	Radotín	Vodočet Radotín	197,28	197,17	-0,11
7,50	Berounka	Černošice	Černošice.čp 38	198,49	198,38	-0,11
8,17	Berounka	Černošice	MVE Černošice	199,27	199,21	-0,06
9,40	Berounka	Mokropsy	Černošice Mokropsy	201,12	201,18	0,06

Graf 3 - Kalibrace pro povodeň 2002 – Vltava v Praze, model Praha



Graf 4. - Kalibrace pro povodeň 2002 – Berounka, model Praha



Roztoky-Mělník:

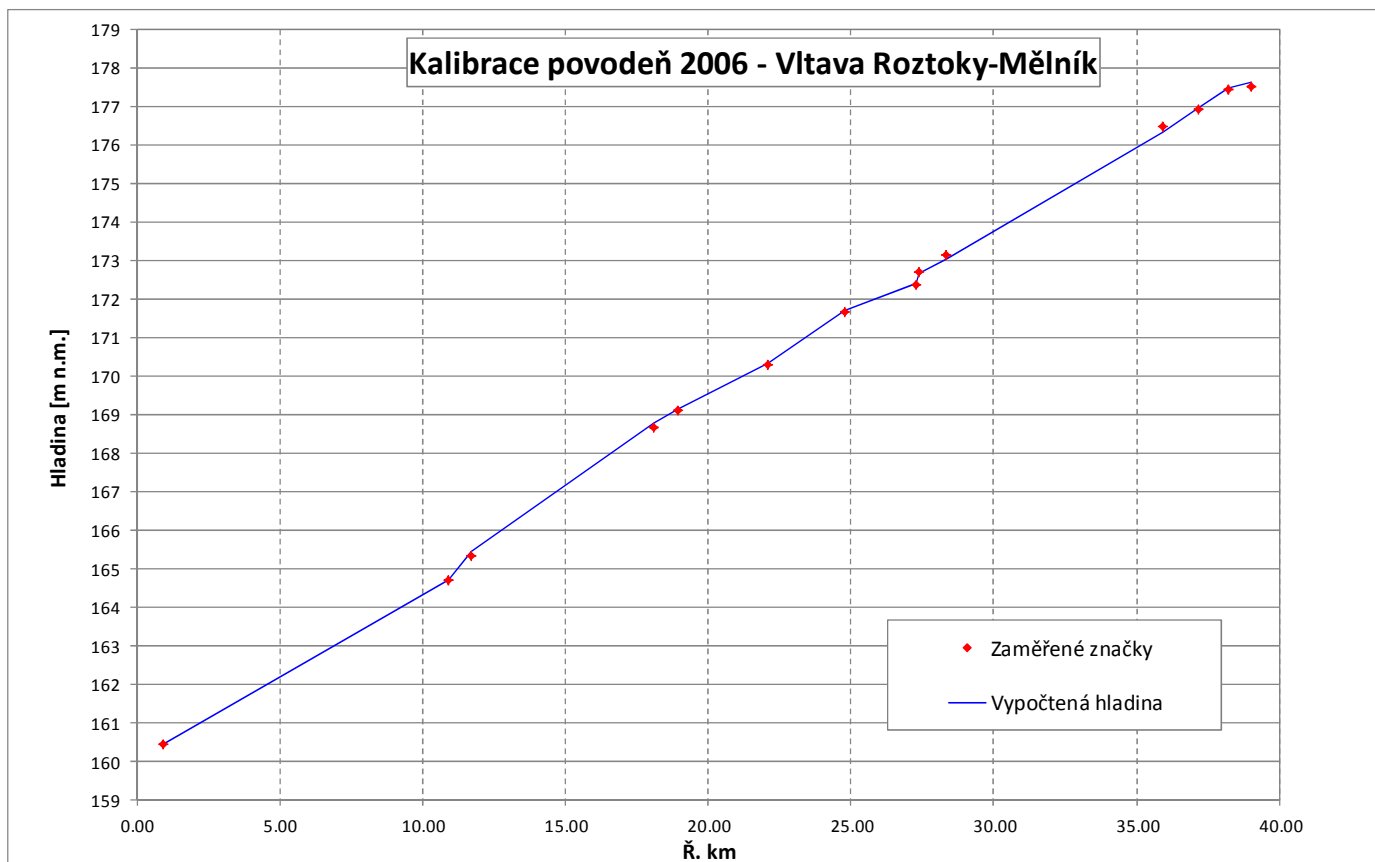
Základními kalibračními epizodami pro tento úsek byly tyto povodně:

- **Povodeň 2006** – průtokově blízká na Vltavě povodni Q_5 , na Labi v Mělníce Q_{10} , nad Mělníkem Q_{20} . Na Vltavě tato povodeň posloužila jako korytová kalibrace pro určení základních drsnostních koeficientů, které potom byly posléze procentuálně navyšovány pro vyšší průtoky tak, aby dokázaly simulovat i turbulentní odpor, který jinak modely tohoto typu postihnout neumějí. V oblasti soutoku a v úseku Labe nad soutokem pak povodeň 2006 posloužila jako kalibrační na povodeň středního rozsahu. Vzhledem k charakteru průběhu povodně bylo možno použít ustálený výpočet s těmito okrajovými podmínkami:
 - o Vltava Roztoky ř.km 38,98 1430 m³/s
 - o Labe Štěpánský most 1060 m³/s
 - o Hladina Labe nový silniční most Mělník 159,65 .m n.m. (převzato z modelu Dolního Labe, potvrzeno značkami)

Tab.9 – Kalibrace na povodeň 2006, model Roztoky-Mělník

Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny	Výška vypočítané hladiny	Rozdíl (m)
				(m n. m.)	(m n. 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	Miřejovice	Zídka u vtoku do propusti (plus cc 5 cm - těsně pod vodou)	168,67	168,76	0,09
18,94	Vltava	VD Miřejovice	Horní voda vodočet	169,10	169,14	0,04
22,11	Vltava	Kralupy	Břehový pilíř silničního mostu 17:59	170,28	170,33	0,05
24,80	Vltava	Chvatěruby	pata sloupu vedle poštovních schránek u č.64 18:11	171,67	171,68	0,01
27,31	Vltava	VD Dolany	Dolní voda vodočet-denní. nutno dopřesnit	172,37	172,39	0,02
27,40	Vltava	VD Dolany	Horní voda Vodočet	172,70	172,65	-0,05
28,33	Vltava	Libčice přívaz	pata svodidla u přivozu 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

Graf 5 – kalibrace modelu na povodeň 2006 – Vltava, model Roztoky-Mělník



Pro povodeň 4/2006 je patrná velmi dobrá shoda, rozdíly se většinou pohybují do 10 cm, ojediněle do 15 cm až 18 cm, většinou avšak u méně spolehlivých značek.

- **Povodeň 2002** - průtokově v Mělníce blízká $Q_{100-250}$, pod Prahou dokonce spíše $Q_{250-500}$, Jejím specifikem byl extrémně vysoký průtok z Vltavy (kulminace dle ČHMÚ 5160 m³/s v profilu Malá Chuchle oproti průtoku z Labe (kulminace 460 m³/s v profilu Brandýs n, L.), Tato disproporce způsobila zaplavení rozsáhlých území od soutoku proti proudu až k městu Neratovice zpětným vzdutím, Oblast soutoku byla vzhledem k tomuto charakteru hydrologie simulována nejprve jako hydrodynamická simulace povodňové vlny, Ani tu však nelze v daném úseku nasimulovat zcela věrně, tato kalibrace byla proto ještě doplněna několika ustálenými simulacemi. Jako problematickou se ukázala být kalibrace Vltavy v úseku Miřejovice – Roztoky. Tento úsek bylo naštěstí možno dokalibrovat již ustáleně a po konzultaci s Povodím Vltavy bylo nutno do modelu též schematizovat i vliv dvou provozních problémů, ke kterým došlo při povodni 2002 – částečně nevyhrazený válcový uzávěr jednoho pole na jezu Miřejovice a opravované, zájmkované střední pole jezu Klecany. Po těchto úpravách se již modelová hladina přiblížila úrovni značek ze srpna 2002, s výjimkou úseku Chvatěruby-Libčice. V tomto úseku by bylo teoreticky možné docílit shody vypočtené a zaznamenané hladiny, ale již za cenu neproporcionálního zvýšení drsnostních koeficientů. Po dalším prošetření dat a materiálů z povodně 2002, jakož i dodatečně získaných dat (mapování vývoje dna Vltavy v letech 2003-2007 s porovnáním se starším zaměřením před povodní 2002) bylo konstatováno, že:
 - o dno před povodní 2002 se výrazně lišilo od pozdějších měření,
 - o břehové porosty byly v kritických místech podstatně hustší a silnější a mohly se zcela ucpat plávim a vytvořit prakticky neprůtočné překážky,

V každém případě i podle výsledků doplňkové kalibrace na právě proběhnuvší povodeň z roku 2013 tento jev v daném úseku v současné době neexistuje a nemá proto smysl se jej snažit simulovat pro získání drsnostních součinitelů pro simulace současného stavu koryta a inundace,

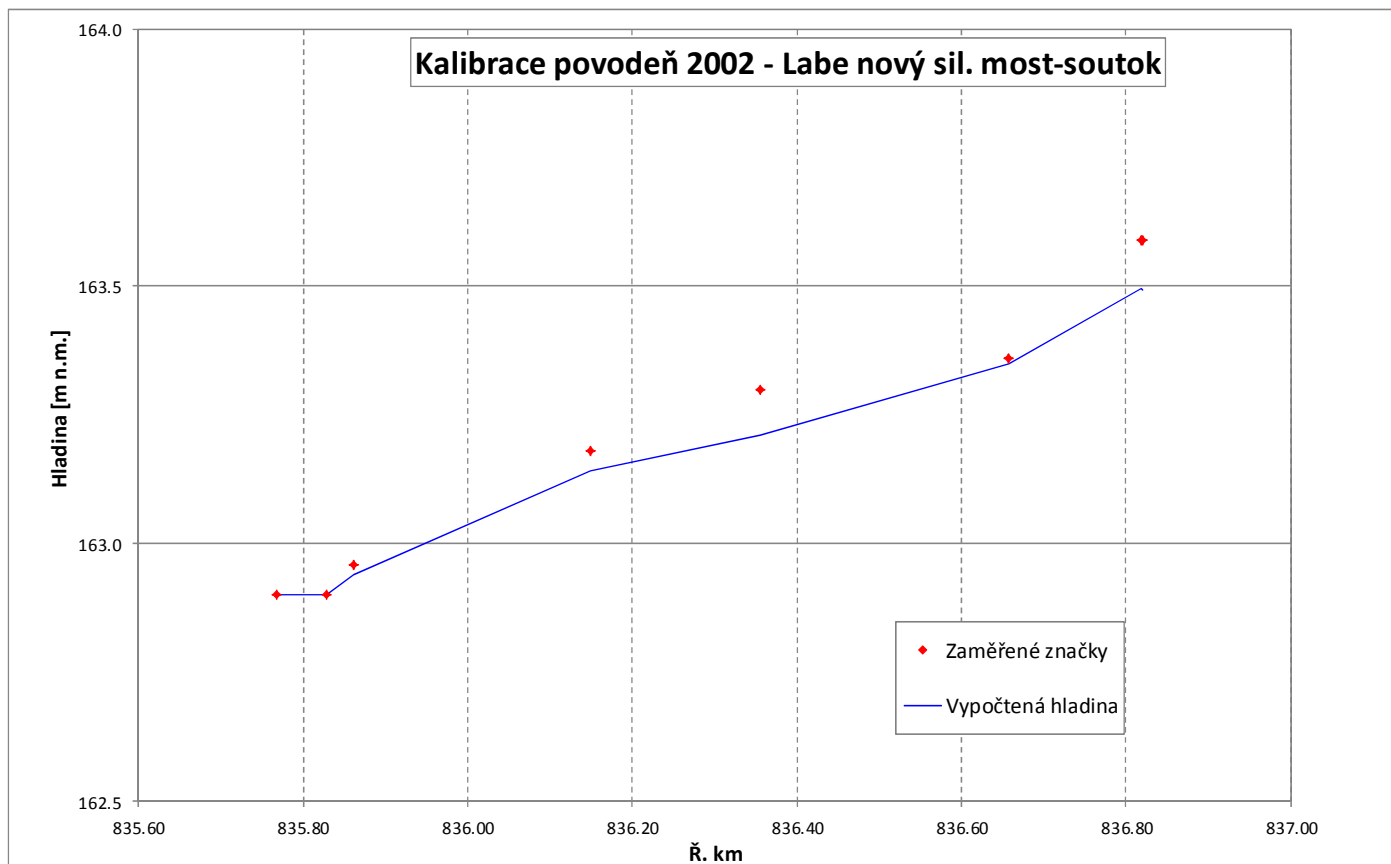
Tab.10 – Kalibrace na povodeň 2002, model Roztoky-Mělník

Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočtené hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
835,77	Labe	Mělník	V areálu České přístavy na 2. pilíři mostu (od břehové hrany) ze strany proti vodě. 45 cm nad terénem	162,90	162,90	0,00
835,83	Labe	Mělník	V ul. Českolipská na domu č.p. 776. na pravém Rohu u ocelových vrat. 92 cm nad základem	162,90	162,90	0,00
835,86	Labe	Mělník	Na lampě č. 6 (350 cm nad terénem). nad novým mostem	162,96	162,94	-0,02
836,15	Labe	Brozánky	Na kapliče na návsi vpravo od dveří. 102 cm nad terénem	163,18	163,14	-0,04
836,36	Labe	Mělník	Na vážním domku prodejny vín - vlevo na fasádě. 70 cm nad terénem	163,30	163,12	-0,18
836,66	Labe	Mělník	Na pilíři starého mostu. 535 cm nad bodem státní nivelace	163,36	163,35	-0,01
836,82	Labe	Mělník	Na bet. sloupu el. vedení. 210 cm nad terénem. vedle loděnice (u č.p. 743)	163,59	163,49	-0,10
836,82	Labe	Mělník	Loděnice č.p. 743 - na levém Rohu 215 cm nad terénem	163,59	163,49	-0,10
0,00	Vltava	Brozánky		163,65	163,43	-0,22
0,05	Vltava	Hořín	Na Základní škole (u Zámku). vpravo od vchodu. 47 cm nad základem	163,84	163,71	-0,13
0,10	Vltava	Hořín	Hořín č.p.24. Značka mezi okny rodinného domku. Výška 84 cm nad soklem.	163,85	163,84	-0,01
0,20	Vltava	Hořín		163,84	163,87	0,03
0,20	Vltava	Hořín	Č.p. 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 skřini - 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

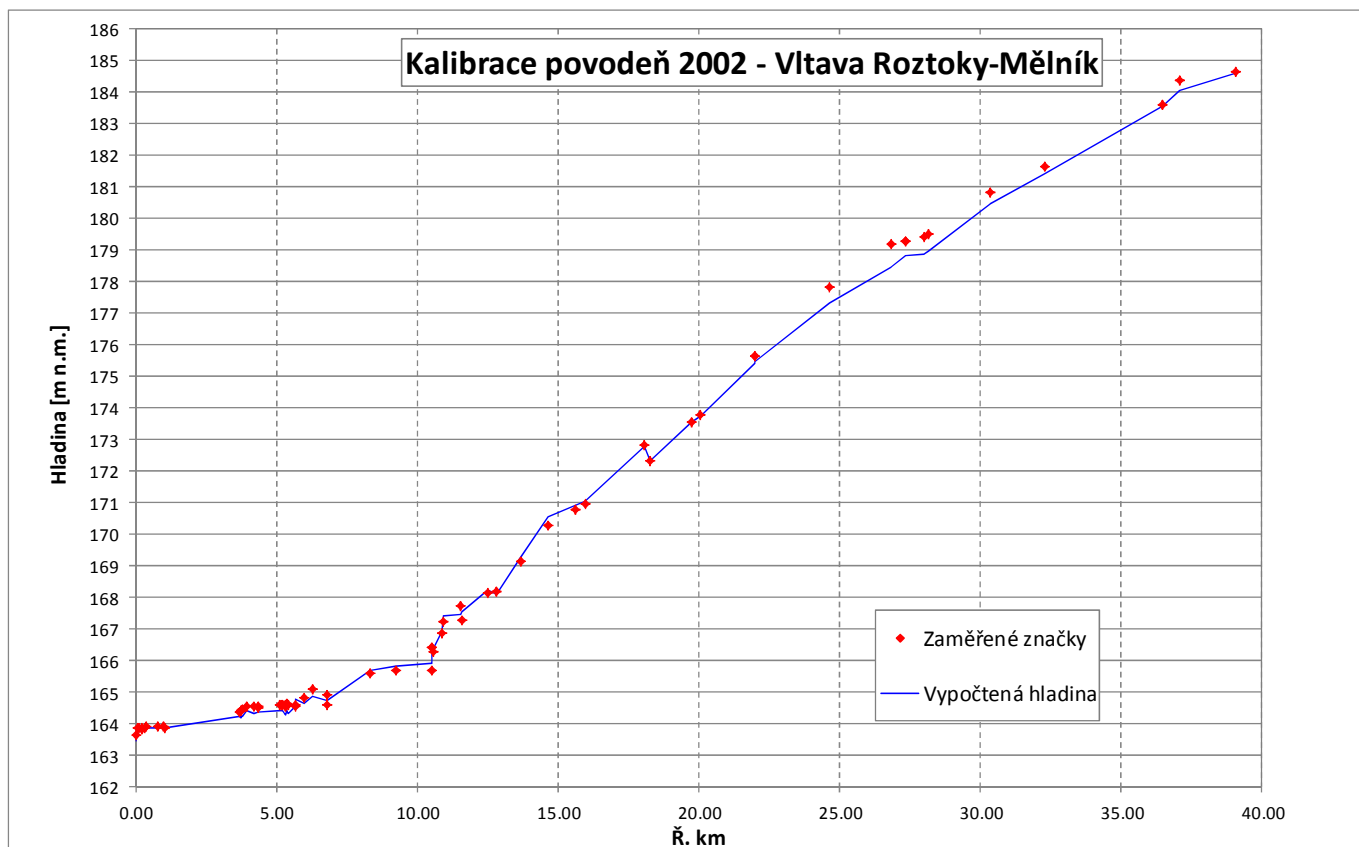
Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočtené hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
4,18	Vltava	Vrbno	Dům č.p. 57 na fasádě vlevo. 190 cm nad terénem. 150 cm nad soklem	164,55	164,31	-0,24
4,33	Vltava	Vrbno	Na kapliče (u kostela). 97 cm nad terénem	164,49	164,37	-0,13
4,37	Vltava	Vrbno	Na č.p. 3 (u kostela) vlevo. na el. skříní. 125 cm nad terénem	164,55	164,36	-0,19
5,11	Vltava	Zelčín	buňka – analyzátor. stanice laboratoří PVL s.p.	164,60	164,40	-0,20
5,19	Vltava	Zelčín	Dům č.p. 9. čelní stěna - pod dveřmi na půdu. 204 cm nad terénem	164,60	164,40	-0,20
5,20	Vltava	Zelčín	Na sloupu el. vedení vlevo od Ř.p. 11. 298 cm nad terénem	164,57	164,41	-0,16
5,30	Vltava	Zálezlice	Dům č.p. 52. 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 Obříství). 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		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 n.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

Ř. km	Tok	Místo	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočtené hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
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 zámekem pod ž. tratí Praha - Děčín. Stř. pilíř. 0.98 m nad značkou z r. 1890.	173,55	173,55	0,00
20,06	Vltava	Nelahozeves	Nelahozeves 1. Dvořákova stezka č.p.64. Značka vedle uzávěru plynu. 0.99 m nad zemí.	173,78	173,71	-0,07
22,02	Vltava	Kralupy n. 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 n. 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 n. 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 n. 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

Graf. 6 – kalibrace na povodeň 2002 – Labe, model Roztoky-Mělník



Graf. 7 – kalibrace modelu na povodeň 2002 – Vltava, model Roztoky-Mělník



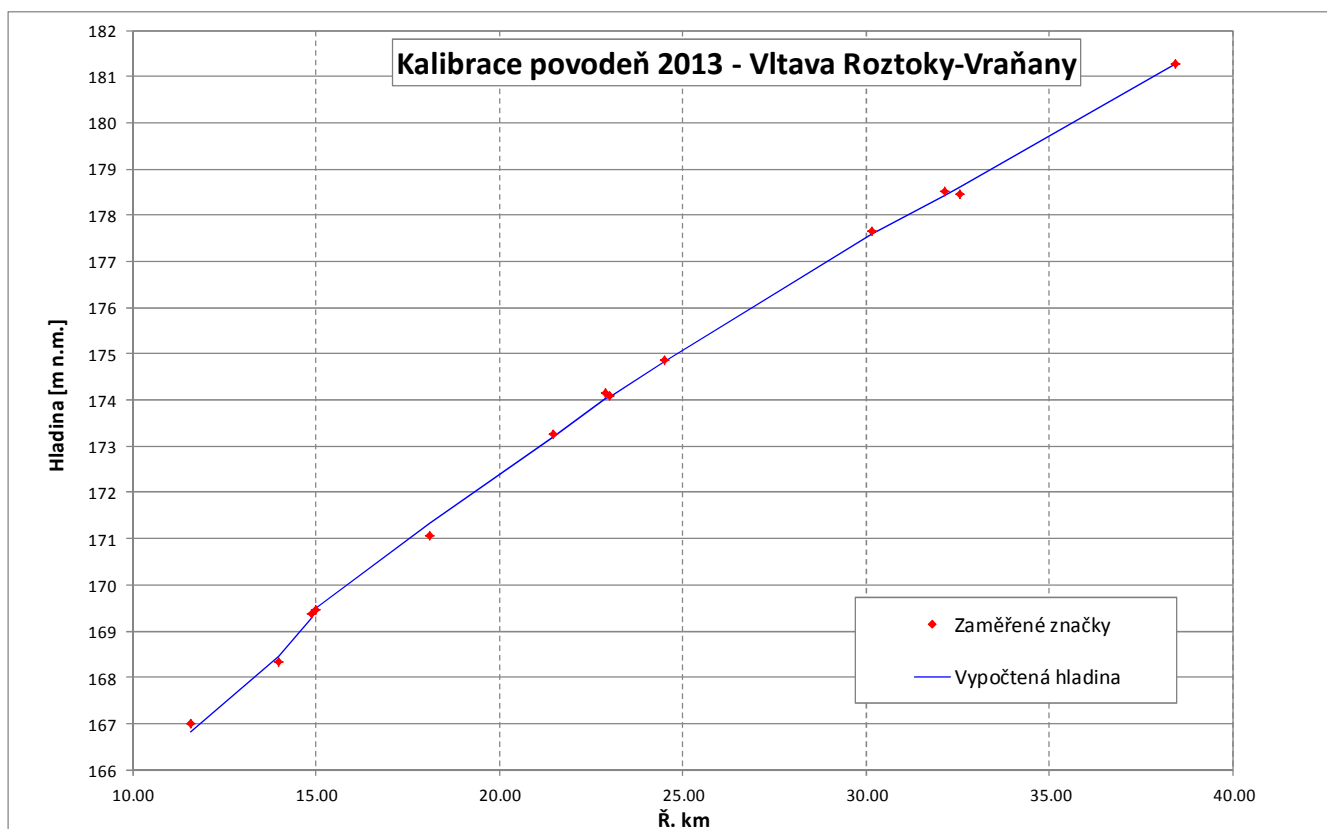
- **Povodeň 2013** – tato povodeň přišla v průběhu zpracování. a její kulminační průtok 3210 m³/s ještě nebyl oficiálně potvrzen ČHMÚ. Po jednání s ČHMÚ o výši možné finální korekce jejího kulminačního průtoky byla ale nakonec tato povodeň použita jako verifikační kalibrační epizoda. Hlavními důvody byly již výše popsány problémy s kalibrací povodně 8/2002 a fakt, že jako jediná s kalibračních povodní protékala korytem v současném stavu po úpravách zkapacitňujících koryto v Chvatěrubské úžině, Ouholickém oblouku a pod VD Mířejovice. Vzhledem k hlavnímu účelu použití - ověřovací kalibraci pro úsek Vraňany-Roztoky byla zvolena ustálená kalibrace s těmito okrajovými podmínkami:
 - o Vltava Roztoky ř.km 38,98 3213 m³/s
 - o Labe Štěpánský most 742 m³/s
 - o Hladina Labe nový silniční most Mělník 161,84 .m n.m.

Tab. 11 – kalibrace modelu Roztoky-Mělník v úseku Roztoky-Vraňany na povodeň 2013

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	Mířejovice 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

Shoda v kalibrovaném úseku je velmi dobrá. výjimku tvoří bod nad jezem Mířejovice. který však byl zaměřován podle povodňových stop v travnatém terénu. tudíž jeho kótu lze brát spíše jako doplňující informaci. Cenné zjištění je, že průběh modelované hladiny dobře odpovídá průběhu zaměřených značek a tudíž modelová bathymetrie a průběh hydraulických drsností jsou věrohodné pro současný stav koryta a inundační území.

Graf 8 – kalibrace modelu na povodeň 2013 – Vltava, úsek Roztoky-Vraňany



6 Výstupy z modelu

Základní informací, kterou poskytují výsledky 2D matematického modelu, je **průběh hladin, hloubka** vody a rozložení **vektorů rychlostí** (tj. směru 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).

6.1 Záplavové čáry (rozlivy) pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Pomocí softwaru ESRI ArcMap a DHI Flood Tool Box byly z vypočtených hydraulických charakteristik pro Q_5 , Q_{20} , 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

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 území obcí uvedené v následující tabulce.

Tabulka 12 – 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	Kly
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

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
2117	Neratovice	535133	Obříství
2117	Neratovice	571784	Libiš
2117	Neratovice	535087	Neratovice
2117	Neratovice	535222	Tišice
1100	Praha	554782	Praha

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

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

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

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 ESRI ArcMap a DHI Flood Tool Box 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 dopočetem 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.

6.4 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.