



TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK PRO OBLASTI POVODÍ HORNÍ VLTAVY, BEROUNKY A DOLNÍ VLTAVY

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍ VLTAVY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

OTAVA – 10100013_4 ř.km 86,70 – 92,30 (PV-5-4)

OTAVA – 10100013_5 ř.km 94,00 – 102,5 (PV-5-5)



04.2013



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK PRO OBLASTI POVODÍ HORNÍ VLTAVY, BEROUNKY A DOLNÍ VLTAVY

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍ VLTAVY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

OTAVA – 10100013_4 ř.km 86,70 – 92,30 (PV-5-4)

OTAVA – 10100013_5 ř.km 94,00 – 102,5 (PV-5-5)

Pořizovatel:



Povodí Vltavy, státní podnik
Holečkova 8
Praha 5
150 24

Zhotovitel: „DHI + HDP“



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:

HYDROSOFT Veleslavín s.r.o.

U Sadu 13/62

Praha 6

162 00

Sweco Hydroprojekt a.s.

Táborská 31

Praha 4

140 16

V Praze, 04 2013

Obsah:

1	Základní údaje	6
1.1	Seznam zkratk a symbolů	6
1.2	Cíle prací	6
1.3	Předmět práce	6
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	6
2	Popis zájmového území	8
2.1	Všeobecné údaje	9
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	11
3	Přehled podkladů	12
3.1	Topologická data	12
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	12
3.1.2	Mapové podklady	12
3.1.3	Geodetické podklady	13
3.2	Hydrologická data	13
3.2.1	Hydrologické poměry a jejich interpretace ve výpočtovém modelu	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	Schematizace řešeného problému	16
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	16
4.3	Způsob zadávání OP a PP	16
5	Popis numerického modelu	17
5.1	Použité programové vybavení	17
5.2	Vstupní data numerického modelu	17
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	17
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	19
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	20
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	20
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	20
5.3	Popis kalibrace modelu	20
6	Výstupy z modelu	21
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	28
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	28
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	28
6.4	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	28

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

V následující tabulce č.1 jsou abecedně seřazeny všechny zkratky a symboly použité při zpracování části B, Technická zpráva – hydrodynamické modely a mapy povodňového nebezpečí.

Tabulka č. 1 – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DMR4G	Digitální model reliéfu České republiky 4. generace
DMR5G	Digitální model reliéfu České republiky 5. generace
DMT	Digitální model terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
DPI	Rozlišení dané počtem bodů na jeden palec (2,5cm)
IDVT CEVT	Identifikátor vodního toku v Centrální evidenci vodních toků
S_JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SOP	Studie odtokových poměrů
TPE	Technicko provozní evidence
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka
ZABAGED®	Základní báze geografických dat – digitální topografický model
ZM10	Základní mapa 1:10 000
ZÚ	Záplavová území
1D model	Matematický model jednorozměrného proudění

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 semikvantitativní 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

Výchozím podkladem pro zpracování studie byla data ze „Otava – Studie odtokových poměrů“, provedená v listopadu 2005 společností Hydrosoft Velešavlín s.r.o. a TPE Otavy provedená společností Gefos a.s. v roce 2011.

Po prostudování poskytnutých dat byl proveden terénní průzkum. Požadavkem objednatele bylo nové sestavení výpočetní trati z výše jmenované TPE Otava 2011. Během terénního průzkumu byl posouzen rozsah geodetických prací a připraveny podklady pro případné geodetické zaměření. V zájmovém úseku toku byly doměřovány 2 profily.

Geodetické zaměření ani výpočetní trať z původní studie nebyly při stavbě modelu použity.

S ohledem na 5- letou platnost hydrologických dat bylo nutné v zájmovém profilu hydrologická data (průtoky n- letých vod) vydávaných ČHMÚ nechat znovu ověřit.

Výpočty byly prováděny programem Hydrocheck jako ustálené nerovnoměrné proudění. Po sestavení výpočetní trati z geodetických podkladů z TPE byla celá výpočetní trať zkontrolována tak, aby mohly být provedeny výpočty Q_{500} . Z tohoto důvodu bylo v několika případech potřeba rozšířit údolní profily nad úroveň geodetického zaměření. K tomuto účelu byl použit výškový model terénu vytvořený v programu Atlas - DMT na datech z DMR 5G.

Hydraulické výpočty byly provedeny pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} , Q_{500} a výsledky těchto výpočtů byly zpracovány v programu Atlas - DMT. Výsledkem byla hrubá mapa hloubek, která sloužila jako jeden z podkladů pro vynášení záplavových čar. Dalšími podklady byly výsledky programu Hydrocheck (průběh hladin v příčných profilech) mapový podklad, fotodokumentace a především znalost zájmového území.

Po správném vynesení záplavových čar byla hrubá mapa hloubek oříznuta těmito polygony a vznikla již čistá mapa hloubek a mapa hladin ve formátu předávaném do CDS.

Výsledky jsou prezentovány v podobě map povodňového nebezpečí v kapitole 6.

2 Popis zájmového území

Název toku: Otava

ID úseku IDVT CEVT: 10100013_4; 101000013_5

Číslo hydrologického pořadí toku: 1-08-01-056, 1-08-01-064

Úsek toku: ř. km 86,7 – 102,5

Významná vodní díla:

Významné přítoky: Račí p., Divišovský p., Mlýnský p., Volšovka, Ostružná

Posuzovaný úsek Otavy byl určen od ř. km 87,00 (od Dobršínského mlýna) do ř. km 102,5 (most před Anínem) dle kilometráže poskytnuté objednatelem studie a přesně vymezen zadanými souřadnicemi začátku a konce toku:

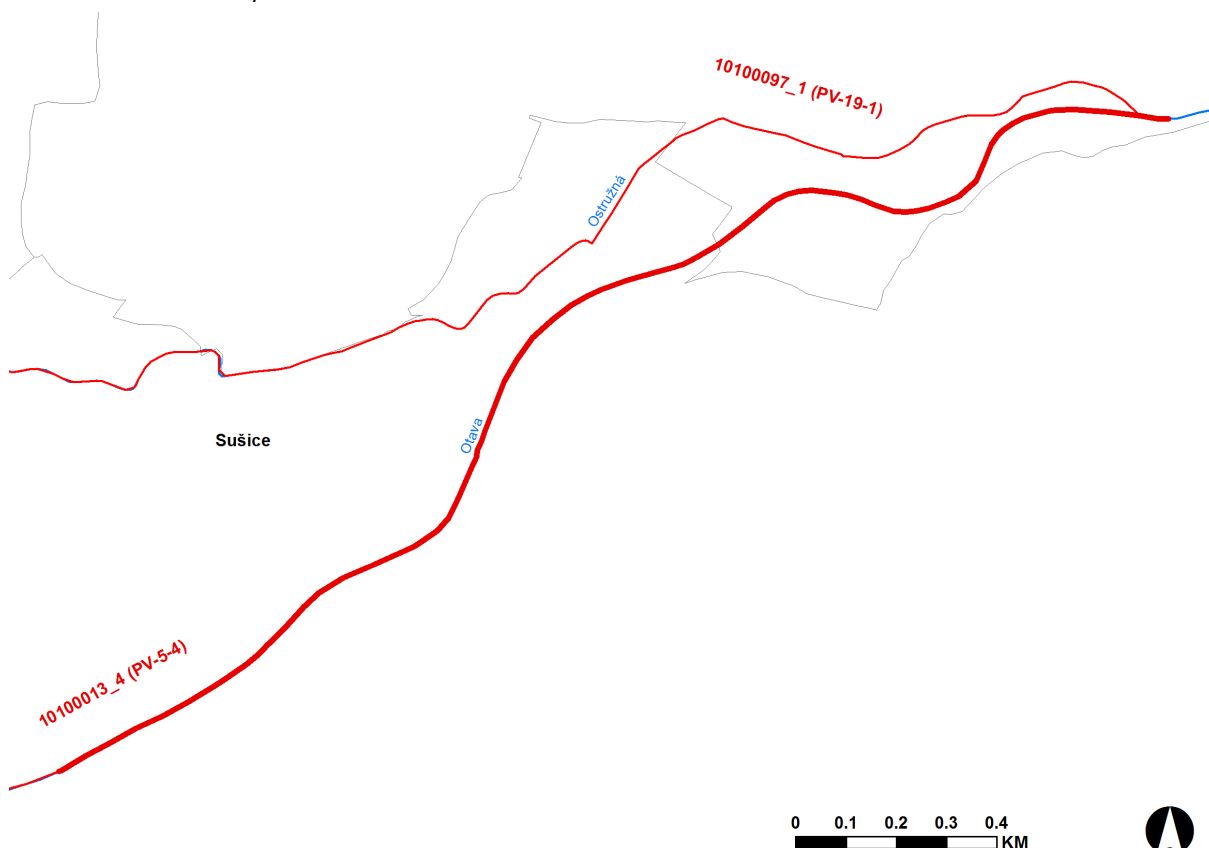
začátek: x = -817018,35 y = -1125775,47

konec: x = -819402,17 y = -1127117,92

začátek: x = -819 402,17 y = -1 127 117,92

konec: x = -822 052,75 y = -1 134 606,45

Obr. 1 – Přehledná mapa řešeného území



Podklady:

Název toku - zdroj VÚV TGM

ID úseku IDVT CEVT - zdroj Ministerstvo zemědělství

Číslo hydrologického pořadí toku - zdroj ČHMÚ

Úsek toku - zdroj Povodí Vltavy s.p.

Významná vodní díla - zdroj ZM10

Významné přítoky - zdroj ZM10

2.1 Všeobecné údaje

Řeka Otava vzniká soutokem Křemelné a Vydry, dvou šumavských bystřin u Čeňkovy pily na ř. km 113,000. Odtud teče na sever přes Sušici, ř. km 92,000 a stáčí se na severovýchod do Horažďovic, ř. km 72,000. Z Horažďovic se Otava stáčí jihovýchodním a východním směrem ke Strakonici, ř. km 54,000 a Písku, ř. km 26,000. V Písku se tok stáčí opět na sever a vlévá se do nádrže VD Orlík.

Řeka Otava odvádí vodu z území asi 3800 km², délka řeky je asi 113 km, což ji řadí mezi největší řeky v ČR. Tok protéká intravilány 4 velkých měst a mnoha dalších obcí. Na toku se nachází velké množství objektů, zejména jezů a mostů všech typů. V intravilánech měst i některých obcí zasahuje zástavba často až do příbřežních ploch, někde až k břehovým čarám.

Horní úsek Otavy má podhorský ráz. Nad Rejštejnem je Otava balvanitá s velkým sklonem a velkými rychlostmi vody. Údolí je zde prakticky v celé délce úseku úzké a zalesněné. Úsek mezi Rejštejnem a Sušicí má podobný charakter, sklon dna je však mírnější, břehy převážně zalesněné přechází místy do luk a objevuje se občasná zástavba. Jedinou obcí je Anín, ostatní zástavbu tvoří jednotlivé chaty, kempy a tábořiště. Nad Sušicí je již inundace širší (místy až 500m) a řeka pomalejší. Úsek toku mezi Sušicí a Horažďovicemi ztrácí svůj horský charakter, inundace je již širší (300 – 400 m). Přirozené koryto střídavě v lesním porostu a zemědělsky využívané půdě (většinou louky). Od Horažďovic má tok výrazně nížinný charakter.

Koryto je ve volné krajině neupravené s přirozenou kapacitou cca jednoleté vody. Inundace v dolním úseku toku, široká nezřídka více než 1 km s meandrujícím korytem, které není místy kapacitní ani na jednoletou vodu, má velkou přirozenou transformační schopnost, která velice příznivě ovlivňuje odtokové poměry na toku. Kromě horního toku z Čeňkovy pily nad Sušicí, úsek nad a pod Pískem, kde protéká řeka sevřeným územím a nemá žádnou retenční a transformační schopnost, je většina toku příznivá. Přirozená retenční schopnost toku je velká. Součástí protipovodňové ochrany obcí na toku by tedy měla být i snaha tento stav zachovat a co nejméně zasahovat do toku mimo zastavěná území.

Na řece Otavě, ani v jejím povodí nejsou vybudována žádná významná vodní díla. Nejvýznamnějším je VD Husinec na Blanici. Toto vodní dílo příznivě ovlivňuje kulminační průtoky na Blanici. Jiné vodní dílo, které by umožnilo výraznější manipulaci a mohlo ovlivňovat odtokové poměry, v povodí Otavy není.

Charakter povodí je poměrně příznivý, neboť při regionální srážkové činnosti na Šumavě nemůže dojít k souběhu kulminací na Otavě a jejích nejvýznamnějších přítocích Volyňce a Blanici, což potvrdily katastrofální povodně v roce 2002.

Významnou úlohu při transformaci povodňové vlny má i vegetace v inundaci. Přesto, že převládá zemědělské využití pozemků v zaplavovaném území, nebylo to historicky všude možné a lužní lesy ve střední a dolní části toku mají nevýznamnou rozlohu. Tyto lesy opět až na lokální výjimky zlepšují odtokové poměry.

Vzhledem k charakteru toku odvádějícího významnou část odtoku ze Šumavy je dobré rozdělit přítoky na levobřežní a pravobřežní.

Levobřežní přítoky

ČHP	Tok	plocha povodí [km ²]	Q100 [m ³ /s]
1-08-01-063	Volšovka	74	109
1-08-01-079	Ostružná	169	109
1-08-01-101	Černíčský potok	62	43
1-08-01-110	Mlýnský potok	62	41
1-08-01-124	Březový potok	117	61
1-08-02-080	Brložský potok	122	73
CELKEM		606	436

Pravobřežní přítoky

ČHP	Tok	plocha povodí [km ²]	Q100 [m ³ /s]
1-08-01-045	Losenice	54	89
1-08-01-093	Nezdický potok	76	70
1-08-01-134	Novosedelský potok	101	76
1-08-02-045	Volyňka	427	256
1-08-03-096	Blanice	863	304
CELKEM		1521	795

Z výše uvedených tabulek přítoků Otavy je patrné, že Otava protéká ze západu na východ pod Šumavou a že pravobřežní přítoky mají výrazně větší plochu povodí a podstatně větší vodnost. (Sčítání stoletých vod v tabulce je z vodohospodářského hlediska nesmysl a má pouze informativní význam pro hodnocení vodnosti.)

Sklon zájmového úseku je rovnoměrně vzrůstající. Celkový průměrný sklon zájmového úseku je 0,46%.

Jak již bylo řečeno, Horní tok Otavy nad Sušicí je výrazně horského charakteru. Pod Sušicí se tok výrazně zklidňuje, inundace se rozšiřuje a rychlost vody v toku klesá. Silně erozní charakter toku nad Sušicí přechází kolem Horažďovic do charakteru sedimentace splavenin a tok v přirozeném prostředí začíná meandrovat.

úsek	sklon
Čeňkova pila – Rejštejn	0,00680 – 0,01400
Rejštejn – Sušice	0,00380 – 0,00680
Sušice – Horažďovice	0,00250 – 0,00380
Horažďovice – Strakonice	0,00120 – 0,00300
Strakonice – Písek	0,00080 – 0,00200
Písek – Vrcovice	0,00030 – 0,00150

Odtokový režim Otavy je průběžně sledován v pěti hlásných profilech ČHMÚ kategorie A a B - Rejštejn, Sušice, Katovice, Strakonice a Písek. Z toho profily Sušice, Katovice a Písek jsou profily předpovědními.

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Pro zpracování studie v roce 2005 byly k dispozici od PVL (Ing. Marhana) povodňové značky, a to jednak pevné, litinové, tak pracovní zdokumentované těsně po povodni. Vše v digitální podobě na CD. Pro výpočty byl tak k dispozici unikátní soubor dat z povodně 08/2002 – značky kulminačních hladin této povodně na významných objektech na toku i v záplavovém území a to na celém území toku Otavy i Volyňky a ve velmi přijatelné hustotě. V sídelních útvarech ve vzdálenostech často menších než 100 m, v extravilánech maximálně do několika kilometrů. Značky kulminačních hladin jsou i na všech významnějších vzdouvacích nebo komunikačních objektech na toku. Reprezentují zcela extrémní povodňové stavy, v mnoha lokalitách větší než Q_{100} .

Ucelené soubory kulminačních hladin extrémních povodní jsou velmi potřebnými daty pro kalibrace a následné verifikace vytvořených modelových systémů povodňového proudění. A právě dobře kalibrované a verifikované modely bývají kvalitativně mnohem výše, t. j. lépe vystihují skutečné poměry proudění i za vodních stavů a průtoků odlišných od kalibračních, než modely nekalibrované. Tato možnost (kalibrovat a verifikovat modely Otavy a Volyňky) byla v studii z roku 2005 využita.



Kromě toho se podařilo v průběhu povodní v roce 2006 zaměřit kulminaci v celé řadě dalších povodňových značek. I s těmito značkami se při výpočtech pracovalo.

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).

- Základní mapy 1 : 10 000 – digitální, rastrové – ZAGAGED, poskytl Povodí Vltavy, s.p.
- Výškopisná data DMR 4G, copyright ČZÚK, a.s., 2011-2012
- Výškopisná data DMR 5G, copyright ČZÚK, a.s., 2011-2012
- Geodetické zaměření – příčné profily, podélný profil, provedla firma GEFOS a.s. v listopadu 2011
- Výsledky hydraulické výpočtu nerovnoměrným prouděním (program Hydrocheck)
- Hydrologická data: N-leté průtoky – ČHMÚ České Budějovice
- Hydrologické poměry ČSSR III. díl, HMÚ Praha 1970
- Podrobný terénní průzkum zpracovatele, uskutečněný v říjnu 2012 zaměřený na zmapování stavu koryta a břehů se zřetelem na místní překážky a další relevantní faktory
- Závěrečná zpráva „Otava – Studie odtokových poměrů“, Hydrossoft Veleslavín s.r.o., listopad 2005
- Zákon č. 257/2001 Sb. - o vodách
- Vyhláška MŽP 236/2002 Sb. – o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území
- Geomorfologie Českých zemí, Jaromír Demek a kol., AC 1965
- Vyšší geomorfologické jednotky České republiky, Český úřad zeměměřický a katastrální, Praha 1996
- Metadata poskytnutá Zeměměřickým ústavem k aktuální verzi ZM 10
- Atlas podnebí ČSSR, ČHMÚ
- Wikipedie

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 model terénu byl sestaven z Digitálního modelu reliéfu České republiky 5. Generace (DMR 5G). V místech kde nebyl DMR 5G dostupný, byl použit DMR 4G od ČÚZK. Dno toku bylo vymodelováno pomocí lineární interpolace zaměřených příčných profilů s akceptováním směrového vedení toku. K tomuto kroku byl použit software DMT ATLAS. Sestavení DMT včetně generování map hladin a map hloubek proběhlo též v softwaru DMT ATLAS. Výstupy byly vygenerovány jako ASCII GRID pixelu 2m x 2m. Všechny souřadnice DMT jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém Bpv.

3.1.2 Mapové podklady

Pro potřeby studie byla vybrána Základní mapa České republiky 1:10 000 (ZM 10) aktualizovaná Zeměměřickým úřadem v roce 2011. Jedná se o nejpodrobnější základní mapu středního měřítko.

ZM 10 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. Předměty obsahu mapy jsou

znázorněny pouze na území České republiky. Míra generalizace polohopisu je na takové úrovni, že nedochází k rozsáhlejšímu spojování jednotlivých staveb do bloků a ke zjednodušování tvarů. Mapa tak poskytuje velmi podrobnou představu o zobrazovaném území.

Data ZM 10 se stavem aktualizace v roce 2009 a dříve byly odvozovány z vektorových výstupů, které vznikaly v průběhu tvorby vizualizací ZABAGED®. Jejich rasterizací a následnou transformací do souřadnicového systému S-JTSK vznikl obraz státního území, který byl strukturovaný po listech ZM 10. Dalším zpracováním byla pořízena barevná bežešvá rastrová mapa s barevnou hloubkou 4 bit, jednotnou barevnou paletou a hustotou 400 dpi. Z důvodu nižší kvality rozlišení těchto výstupů bylo v roce 2011 přistoupeno k nahrazení těchto souborů novými rastry, které vznikly přímým odvozením z tiskových podkladů ZM 10. Tyto rastry mají barevnou hloubku 24 bit a rozlišení 800 dpi. Data ZM 10 se stavem aktualizace v roce 2010 a později jsou odvozovány přímo z postscriptových souborů nové technologické linky. Tyto soubory jsou službou aplikačního serveru rastrovány s rozlišením 800 dpi, barevnou hloubkou 8 bit a jednotnou barevnou paletou. Do doby pokrytí celého území ČR soubory z nové technologické linky budou uživatelům poskytovány vždy obě datové sady. Tvorbu a aktualizaci ZM 10 zajišťuje Zeměměřický úřad.

ZM 10 je distribuována ve formátu TIF po segmentech bežešvé mapy – čtvercích 2x2 km, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK.. Kromě grafického umístovacího souboru je dodáván textový umístovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Krovak EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umístovacího čtverce a velikost pixlu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají rozlišení 3149x3149 (72DPI).

3.1.3 Geodetické podklady

Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.4. bylo nutné provést úplně nové geodetické zaměření celé trati. Toto geodetické zaměření prováděla společnost Gefos a.s. v průběhu listopadu 2011. Pro přesnější vynesení průběhu záplavových čar byla k dispozici data z leteckého snímkování DMR 5G, která poskytlo Povodí Vltavy.

Jiné výškopisné podklady nebyly pro zpracování studie k dispozici.

3.2 Hydrologická data

Název hydrologického profilu: Otava Sušice, Otava nad Volšovkou

Datum pořízení: xx

Říční kilometr: ř. km 91,76; 97,567

Třída přesnosti dle ČSN 75 1400: xx

Velikost plochy povodí k profilu: 534,5km², 455,9km²

Číslo hydrologického povodí: 1-08-01-064, 1-08-01-056

N-leté průtoky: viz. tabulka č.3

N-leté průtoky porovnání: viz. tabulka č.4

Tabulka č.3 - N-leté průtoky (Q_N) v m³.s⁻¹

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Třída přesnosti
Otava Sušice LG	xx	91,760	185	266	369	483	
Otava nad Volšovkou	xx	97,567	172	244	333	428	

Tabulka č.4 – porovnání N-letých průtoků (Q_N) v $m^3.s^{-1}$

Vodní tok	Profil	N-leté průtoky (Q_N) v $m^3.s^{-1}$								datum předání
		1	2	5	10	20	50	100	500	
Otava	Otava Sušice LG			185		266		369	483	
				185		266		369		
%				0		0		0		
Otava	Otava nad Volšovkou			172		244		333	428	
				172		244		333		
%				0		0		0		

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že hodnoty průtoků oproti původním hydrologickým datům se nezměnily. S ohledem na nové zaměření byly záplavové čáry vynášeny nad aktuálním rastrem.

3.2.1. Hydrologické poměry a jejich interpretace ve výpočtovém modelu

Pro zpracování studie byly použity základní hydrologické údaje ČHMÚ. V souladu s podmínkami zadání uplatnil řešitel tato data v hydraulických výpočtech vložení prvků se změnami hydrologických údajů do výpočtového modelu viz. tab. č. 3a. Implementovány do modelu byly prostřednictvím tzv. hodnot delta Q (dále jen dQ). Hodnoty dQ jsou rozdíly příslušných průtoků v jednotlivých uvedených profilech a reprezentují tedy úbytky průtoků v nich. Tyto změny průtoků jsou uvedeny v psaném podélném profilu a prvky pro jejich zadávání jsou součástí výpočtového modelu Hydrocheck.

Tabulka č.3a - Rekapitulace rozdělení hydrologických dat ve výpočtovém modelu

zdroj	Profil	od - do	N-leté průtoky (Q_N) v $m^3.s^{-1}$							
		ř.km	1	2	5	10	20	50	100	500
DOP	Otava nad Ostružnou	85,585 – 91,758	102	137	187	227	269		373	488
dQSDV ₁	Otava Sušice LG	91,758 – 97,567			185		266		369	483
dQSDV ₂	Otava nad Volšovkou	97,567 – 92,575			172		244		333	428
dQ _{obt_vy}	Otava – výtok z obtoku	92,576 – 92,793			120		168		228	286
dQ _{obt_vt}	Otava – vtok do obtoku	92,793 – 103,445			172		244		333	428

Hydrologická data Otava nad Ostružnou byla převzata z původní studie z roku 2005. Hodnoty dQ pro obtok (uvedené v tab. č.3a) byly získány hydraulickými výpočty objektu přelivu do obtoku a ve výpočtovém modelu byly uplatněny jejich výsledky. Ostatní hodnoty v tab. č.3a jsou základní hydrologické údaje ČHMÚ. Průtoky přelivem jsou vloženy do dQ obtoku, t.j. do „dQ_{obt_vy}“ a „dQ_{obt_vt}“. V důsledku obtoku Pelantova mlýna má hlavní koryto Otavy od ř.km 92,576 až po ř.km 92,793 asi o 35 % snížené průtoky Q_N .

3.3 Místní šetření

Místní šetření probíhalo v říjnu 2012 a byla zpracována podrobná fotodokumentace. Každá fotografie je časově a prostorově lokalizovaná. Součástí fotodokumentace jsou i fotky ze starších studií. Lokalizace starší fotodokumentace nebyla dodatečně prováděna, v některých případech ale byly i starší fotky lokalizované.

Cílem místního šetření bylo:

a) posouzení nutnosti doplňujícího geodetického zaměření. V případech rekonstrukcí objektů či vlastního koryta či jakékoliv změně v korytě či inundačním území bylo posuzováno, zadali je, nebo není potřeba provést nové zaměření. Výsledek šetření je popsán v kapitole 3.1.3 Geodetické podklady.

b) posouzení drsnostních charakteristik. Cílem průzkumu bylo mimo jiné i posouzení drsnostních charakteristik, zejména v inundaci, kde se odtokové parametry mohly změnit novou výstavbou. Dále bylo potřeba určit drsnostní charakteristiky v území potenciálně zaplaveném povodní Q_{500} .

c) posouzení morfologie terénu z pohledu průtoku Q_{500} . Bylo nutné rozhodnout, zdali bude nutné rozšiřovat profily původního modelu, či nikoliv. Ne vždy se celá se inundace podílí na průtoku. Na základě průzkumu byly některé profily v době sestavování modelu, proti původní studii rozšiřovány z výškopisu DMR 5G.

d) posouzení objektů z pohledu průtoku Q_{500} . Původní modely nepočítaly s tak velkým průtokem. Bylo tedy nutné posoudit průtokové parametry objektů i při této extrémní povodni. U některých objektů byly na základě pořízené fotodokumentace upraveny průtokové koeficienty či další parametry objektu, například rozsah zasahování mostovky do průtočného profilu.

e) posouzení ohrožení zaplavovaného území povodní. Tato část průzkumu měla za úkol pořídit fotodokumentaci ohrožených objektů v inundaci tak, aby později bylo možné rozhodovat, zda a v jakém rozsahu bude nemovitost ohrožena. Jedná se zde ale o doplňkovou informaci pro analýzy v GIS a v žádném případě se nejedná o evidenci a podrobnou dokumentaci jednotlivých objektů zasažených vodou.

Při stavbě modelu pak byla pořízená fotodokumentace významným nástrojem pro rozhodování kde a jak model upravovat.

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

V průběhu zpracování nebyly poskytnuty žádné další podklady.

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] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [4] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [5] 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).
- [6] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [7] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [8] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Poskytnuté podklady plně pokryly zájmové území. Geodeticky zaměřené příčné profily musely být místy rozšířeny, aby provedly extrémní průtok Q_{500} . Pro rozšíření profilů bylo použito podkladu DMR 5G, jehož přesnost je pro potřeby modelu v okrajových částech inundace dostatečná.

4 Popis koncepčního modelu

Základním požadavkem na zpracování záplavových území je provádění výpočtů metodou ustáleného nerovnoměrného proudění. Pro tento typ výpočtů je vhodný program HYDROCHECK verze 5.X, který používáme.

Jedná se o programový prostředek vyvinutý společností Hydrossoft Veleslavín s.r.o. v devadesátých letech ve spolupráci s Podniky povodí. Řeší ustálené nerovnoměrné proudění v otevřených neprizmatických korytech v režimových oblastech říčních i bystřinných. Základem řešení nerovnoměrného proudění je obecná metoda po úsecích. Významné objekty byly počítány funkcemi programu Hydrocheck jako objekty.

Program Hydrocheck je mimo jiné vhodným nástrojem pro posuzování aktivní zóny, či hodnocení map rizik, neboť umožňuje vyhodnocování svislicových rychlostí v příčném řezu. Díky tomu je možné vyhodnocovat rychlosti v inundaci a vytvářet mapu rychlostí jako plošnou informaci, nikoliv jen bodovou.

4.1 Schematizace řešeného problému

Schéma modelu je poměrně jednoduché. Koryto prochází prakticky v celém zájmovém úseku údolnicí a inundace není široká. Nebylo tedy nutné zpracovávat dílčí úseky toku jako okružovou síť. Vzdálenosti příčných profilů v intravilánu jsou cca 50m, v extravilánu cca 200 až 250 metrů, v místech, kde to bylo potřeba hustěji.

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Vliv nestacionarity je ve výpočtech zanedbán. Studie je zpracována metodou stacionárního nerovnoměrného proudění, což je v souladu s požadavky objednatele.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Jelikož se jedná o výpočet ustáleného nerovnoměrného proudění v říčním korytě, zadává se okrajová podmínka v dolním výpočtovém profilu v podobě hladiny a průtoku. V místě významných přítoků, pro které jsou k dispozici hydrologické údaje, se zadává změna průtoku. Jiné okrajové ani počáteční podmínky výpočtu se nezadávají.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Vlastní výpočty byly prováděny metodou ustáleného nerovnoměrného proudění v programu HYDROCHECK 5.X, který se osvědčil při výpočtech obdobných studií. Základní výhodou tohoto programu je možnost rozdělení příčného profilu na libovolné segmenty podle charakteru proudění v jednotlivých částech příčného profilu. Program zobrazuje i podrobné rozdělení rychlostí v příčném profilu a rozdělení aktivní zóny v příčném profilu.

Pro výpočty konzumpčních křivek významných objektů byl použit nástroj - výpočty objektů, který je přímou součástí programu HYDROCHECK 5.X.

Kromě metody nerovnoměrného proudění bývá užíváno i nástrojů rovnoměrného proudění pro stanovení konzumpční křivky dolní okrajové podmínky.

Pro vynášení záplavových čar z vypočtených úrovní hladin do mapového podkladu je využíváno funkcí Hydrochecku, který generuje vypočtené průřezy hladin v profilech do mapy.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Základem prací na studii je podrobný terénní průzkum. Na základě terénního průzkumu a kvalitní fotodokumentace jsou určeny drsnostní charakteristiky a později vynášeny záplavové čáry a aktivní zóna.

Podkladem pro práci bylo podrobné geodetické zaměření v rozsahu potřebném pro jednorozměrný matematický model, tedy příčné a údolní profily a veškeré objekty. Kromě toho byly pro vynášení záplavové čáry a aktivní zóny použity všechny měřené body v rámci TPE.

Základním prvkem zadání je příčný profil - jeho geometrický tvar a rozměry, včetně součinitele drsnosti omočeného profilu.

Průtočný profil je možno rozdělit pomocí fiktivních svislic na vlastní koryto a přilehlé části inundace, ohraničené svislými rovinami, vedenými například v linii břehové hrany koryta. Jednotlivé části příčného profilu mají různou drsnost a s tím souvisí i různé rychlosti proudění a výsledné poloha hladiny vody v profilu.

Na základě fotodokumentace a poznámek získaných při rekognoscaci terénu byly voleny hodnoty Manningova drsnostního součinitele n pro jednotlivé části omočeného profilu.

Kromě vytvoření geometrického modelu říční sítě včetně objektů je pro simulace nerovnoměrného proudění nutné zadat okrajové podmínky. Jedná se především o průtok a označení počátečního (popřípadě koncového) profilu, ve kterém má být průběh proudění řešen. Dále se zadává hladina v počátečním profilu, pokud není zvolen režim jejího automatického výpočtu z konzumpční křivky.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

ř.km 87,585 – 88,674 profily P413 – P420 Dobruška - Dobrušský mlýn

Dobrušský Mlýn pod Sušicí na soutoku Otavy a Ostružné rozšiřuje zástavbu kolem toku Otavy na poměrně nevhodném místě a do budoucna to bude po zásluze odměněno. Jako protipovodňové opatření zde byla vybudována nákladná ochranná hráz, která však není z pohledu ochrany dořešena a v tuto chvíli slouží pouze k odklonění aktivní zóny mimo zástavbu. Nově postavené budovy v záplavovém území budou zaplavovány již při $Q_5 - Q_{20}$.

ČOV v Sušici je chráněna na Q_{100}



ř.km 88,844 – 96,084 profily P421 - P485 Sušice

Ve městě Sušici je Otava většinou regulovaná, protipovodňová ochrana však není dokončená v celém městě na jednotnou úroveň a dle nových hydrologických údajů nikde nedosahuje ochrany na Q_{100} . V současnosti je nejkritičtější místem lokalita kolem Mlýnu Pelant. Do vyřešení tohoto uzlu bude při velkých povodních zaplavováno centrum města včetně náměstí. Další, významnou lokalitou, kterou je potřeba řešit je levý břeh pod náměstím až pod LGS, kde jsou nedořešené nábrežní zdi a hráže.



ř.km 96,156 – 103,445 profily P486 – P530 Dlouhá ves

Mezi Sušicí a Dlouhou vsí je inundace zalesněná a cca 300 až 500 m široká. V tomto území dochází k zajímavému jevu. Zatímco náš výpočetní model došel k tomu, že je celá inundace zaplavována již při Q_5 a předešlé vodohospodářské studie tuto hypotézu potvrzují, povodeň v roce 2002 ji zcela vyvrací, neboť záplava při ní téměř neopouští koryto. Čím to je? Odpověď na to dávají následující fotografie a zaměřený příčný profil.



Terén je v důsledku těžby zlata natolik nerovný, že je inundace těžko průtočná. Stanovení záplavového území zde bylo velice těžké a nepomohlo k němu ani DMR 5G.

Na soutoku s Vošovkou na levém břehu Otavy je v obci Červené Dvorce zaplavována celá řada nemovitostí při Q_{100} , která zasahuje až k hlavní silnici. Chatová osada V Pátečku, též na levém břehu je zaplavována již při Q_{20} .

V Dlouhé Vsi je na pravém břehu několik nemovitostí v dosahu Q_{100} . Území mezi těmito nemovitostmi a Otavou je ale opět velmi složitě členité v důsledku těžby zlata a skutečný průběh záplavových čar je zde těžké předpokládat.



Nad obcí Dlouhá Ves je dřevařský průmyslový podnik v dosahu Q_{20} . Pod Anínem jsou na levém i pravém břehu kempy, které začínají být zaplavovány již pro Q_5 . V Aníně je pouze několik nemovitostí v prostoru ČOV v dosahu Q_{100} .



5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Vzhledem k tomu, že nová verze programu Hydrocheck umožňuje zadávání drsností nepřímo pomocí kódů, byl změněn způsob práce s drsnostmi. Dříve bylo jen velmi těžké měnit bodové drsnosti v profilech z tohoto důvodu byly vyplňovány bodové drsnosti pouze mimo koryto a v korytě byla používána globální drsnost, kterou bylo možné v celém úseku trati snadno změnit.

Nyní byly vyplňovány všechny drsnosti v celém příčném profilu a snadná možnost korigovat drsnosti během výpočtu zůstává zachována.

Použité drsnosti dle Manninga v korytě

Popis	n
Beton v dobrém stavu	0,020
Beton starý	0,035
dlažba	0,025 - 0,045
tráva	0,035 - 0,045
keře	0,060 - 0,090

Použité drsnosti dle Manninga v inundaci

Popis	n
silnice chodníky - asfalt, beton	0,020 - 0,025
cesta	0,035 - 0,040
louky, pole	0,035 - 0,045
stromy, keře	0,060 - 0,120

hustý porost	0,120 - 0,160
zahrady s ploty, zástavba	0,160 - 0,200 nebo vypuštěné z výpočtu

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Dolní okrajová podmínka byla stanovena v počátečním profilu řešeného úseku – profil P413, ř. km 87,585. Pro řešený úsek jsou k dispozici průtoky pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} . Jejich hodnoty jsou v následující tabulce č.5. Hladiny k nim byly určeny z výsledků původní studie a lze je odečíst z výsledného výpočtového modelu.

Tabulka č.5 - N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení

profil DOP/N- leté průtoky Q_N	Úsek toku (km od - do)	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Poznámka
profil P413, ř. km 87,585	87,585-91,758	187	269	373	488	

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Jak již bylo řečeno dříve, počáteční podmínky se v případě ustáleného nerovnoměrného proudění nezadávají.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Vstupní data byla pro zpracování studie dostatečná

5.3 Popis kalibrace modelu

Jak již bylo uvedeno výše, pro kalibraci modelu byly k dispozici kvalitní podklady, tedy dostatek povodňových značek z extrémní povodně v roce 2002 a následné jarní povodně v roce 2006. Z těchto značek byl sestaven podélný profil obou povodní a výpočty byly na tento podélný profil kalibrovány.

6 Výstupy z modelu

Hlavním výstupem z matematického modelu je psaný podélný profil, jež je zpracován pro všechny průtokové epizody a jež je hlavním nástrojem pro tvorbu záplavových čar. Psaný podélný profil kromě vypočtené úrovně hladiny obsahuje i informaci o výšce dna (nejhlubší dno), úroveň levého a pravého břehu (břehová hrana) a dále úroveň spodní hrany mostovky mostních objektů. Profil je doplněn o poznámku, upřesňující umístění daného příčného řezu.

Psaný podélný profil je uveden

Hladiny n-letých průtoků

Profil	ř.km objektů	Kóta dna	Levý břeh	Pravý břeh	Z5	Q5	Z20	Q20	Z100	Q100	Z500	Q500	Kóta mostovky	Popis objektu
	[km]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	
P412	87,428	451,58	453,91	453,81	454,06	187,0	454,34	269,0	454,63	373,0	454,88	488,0		
P413	87,585	451,66	454,36	453,63	454,53	187,0	454,89	269,0	455,26	373,0	455,59	488,0		
P414	87,690	451,74	454,43	453,69	454,74	187,0	455,11	269,0	455,47	373,0	455,80	488,0		
P415	87,776	451,27	454,12	453,81	454,90	187,0	455,27	269,0	455,64	373,0	455,98	488,0		
P416	88,021	452,55	454,99	454,45	455,71	187,0	456,13	269,0	456,52	373,0	456,89	488,0		
P417	88,114	452,87	455,29	455,21	456,05	187,0	456,48	269,0	456,91	373,0	457,31	488,0		
P418	88,269	453,50	456,73	456,05	456,38	187,0	456,84	269,0	457,31	373,0	457,73	488,0		
P419	88,522	453,24	458,35	457,85	457,23	187,0	457,73	269,0	458,24	373,0	458,73	488,0		
P420	88,674	455,11	458,51	457,58	457,67	187,0	458,09	269,0	458,55	373,0	459,00	488,0		
P421	88,844	455,07	457,99	458,11	458,14	187,0	458,48	269,0	458,88	373,0	459,29	488,0		
P422	88,939	455,06	457,42	458,22	458,38	187,0	458,69	269,0	459,05	373,0	459,43	488,0		
P423	89,117	456,12	458,33	458,57	459,03	187,0	459,29	269,0	459,56	373,0	459,85	488,0		
P424	89,245	456,43	460,53	459,91	459,36	187,0	459,67	269,0	459,96	373,0	460,25	488,0		
P425	89,341	457,05	459,23	459,54	459,80	187,0	460,19	269,0	460,52	373,0	460,81	488,0		
P426	89,441	457,57	459,00	458,74	460,14	187,0	460,49	269,0	460,82	373,0	461,12	488,0		
o56j_d	89,477	457,15	459,60	459,61	460,21	187,0	460,56	269,0	460,88	373,0	461,16	488,0		
o56j	89,482	458,03	459,60	459,61	460,36	187,0	460,77	269,0	461,18	373,0	461,57	488,0		Pevný jez
o56Jh	89,485	457,93	460,38	460,89	460,36	187,0	460,77	269,0	461,18	373,0	461,57	488,0		
P427	89,497	457,50	459,95	460,46	460,56	187,0	460,98	269,0	461,39	373,0	461,77	488,0		
o57M_d	89,520	457,30	459,75	460,26	460,93	187,0	461,36	269,0	461,79	373,0	462,14	488,0		
o57M	89,523	457,49	459,16	459,41	460,98	187,0	461,42	269,0	461,84	373,0	462,19	488,0	462,53	Železniční most
o57M_h	89,537	457,59	459,87	459,56	461,01	187,0	461,46	269,0	461,91	373,0	462,29	488,0		
P428	89,547	457,59	459,87	459,56	461,03	187,0	461,50	269,0	461,96	373,0	462,36	488,0		
P429	89,657	458,61	460,30	461,19	461,32	187,0	461,78	269,0	462,26	373,0	462,68	488,0		
P430	89,756	458,67	460,55	460,75	461,66	187,0	462,11	269,0	462,58	373,0	463,00	488,0		
P431	89,893	458,95	461,34	461,20	462,05	187,0	462,49	269,0	462,97	373,0	463,39	488,0		
PX1	89,990	459,91	463,80	463,03	462,53	187,0	462,98	269,0	463,44	373,0	463,87	488,0		
P432	90,057	459,95	461,79	461,71	462,77	187,0	463,22	269,0	463,68	373,0	464,12	488,0		
P433	90,197	460,44	462,07	462,39	463,18	187,0	463,66	269,0	464,15	373,0	464,62	488,0		
P434	90,304	460,75	462,28	462,60	463,52	187,0	464,03	269,0	464,57	373,0	465,09	488,0		

Profil	ř.km objektů	Kóta dna	Levý břeh	Pravý břeh	Z5	Q5	Z20	Q20	Z100	Q100	Z500	Q500	Kóta mostovky	Popis objektu
	[km]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	
P435	90,412	460,89	462,58	463,00	463,83	187,0	464,36	269,0	464,92	373,0	465,46	488,0		
P436	90,543	461,46	462,84	464,47	464,24	187,0	464,78	269,0	465,36	373,0	465,92	488,0		
P437	90,642	461,81	463,09	464,22	464,60	187,0	465,09	269,0	465,66	373,0	466,19	488,0		
P438	90,751	462,13	463,58	464,61	465,05	187,0	465,51	269,0	466,05	373,0	466,55	488,0		
P439	90,847	462,63	464,66	465,86	465,43	187,0	465,90	269,0	466,44	373,0	466,93	488,0		
P440	90,968	462,88	465,14	465,11	465,91	187,0	466,37	269,0	466,88	373,0	467,37	488,0		
P441	91,066	463,43	465,18	465,92	466,28	187,0	466,72	269,0	467,21	373,0	467,68	488,0		
P442	91,198	463,94	465,71	466,25	466,85	187,0	467,27	269,0	467,72	373,0	468,16	488,0		
P443	91,257	463,65	465,84	466,32	467,08	187,0	467,52	269,0	467,95	373,0	468,38	488,0		
P444	91,363	464,82	466,88	467,01	467,47	187,0	467,94	269,0	468,41	373,0	468,85	488,0		
o58Ld	91,372	464,97	467,03	467,16	467,52	187,0	467,98	269,0	468,45	373,0	468,89	488,0		
o58L	91,380	465,11	468,50	468,51	467,65	187,0	468,20	269,0	468,82	373,0	469,41	488,0	468,50	Lávka
o58Lh	91,383	465,03	466,85	467,20	467,65	187,0	468,20	269,0	468,82	373,0	469,41	488,0		
P445	91,393	464,77	466,59	466,94	467,70	187,0	468,25	269,0	468,86	373,0	469,45	488,0		
P446	91,467	464,83	467,21	467,32	468,03	187,0	468,55	269,0	469,13	373,0	469,71	488,0		
P447	91,553	464,97	467,37	467,72	468,34	187,0	468,87	269,0	469,45	373,0	470,01	488,0		
o59J_d	91,585	465,22	467,49	468,19	468,41	187,0	468,93	269,0	469,50	373,0	470,05	488,0		
o59J	91,590	465,55	467,49	468,19	468,41	187,0	468,93	269,0	469,50	373,0	470,05	488,0		Pevný jez
o59J_h	91,592	465,32	467,79	468,32	468,42	187,0	468,94	269,0	469,51	373,0	470,06	488,0		
P448	91,596	465,12	467,59	468,12	468,44	187,0	468,96	269,0	469,53	373,0	470,09	488,0		
P449	91,646	465,32	467,52	468,64	468,73	187,0	469,27	269,0	469,85	373,0	470,43	488,0		
P450	91,723	465,49	468,10	469,25	468,98	187,0	469,53	269,0	470,14	373,0	470,72	488,0		
o60S_d	91,745	465,82	468,17	469,40	469,02	187,0	469,63	269,0	470,32	373,0	470,93	488,0		
o60S	91,750	466,39	468,17	469,40	469,10	187,0	469,70	269,0	470,40	373,0	470,95	488,0		Stupeň
o60S_h	91,758	465,76	468,37	469,45	469,12	187,0	469,72	269,0	470,42	373,0	470,96	488,0		
P451	91,761	465,56	468,17	469,25	469,15	185,0	469,75	266,0	470,46	369,0	470,98	483,0		
o61M_d	91,772	465,76	468,37	469,45	469,21	185,0	469,89	266,0	470,67	369,0	471,21	483,0		
o61M	91,774	465,51	467,52	467,21	469,28	185,0	470,02	266,0	470,88	369,0	471,44	483,0	469,61	Most
o61Mh	91,779	465,63	467,74	468,85	469,28	185,0	470,02	266,0	470,88	369,0	471,44	483,0		
P452	91,795	465,99	468,10	469,21	469,30	185,0	470,04	266,0	470,89	369,0	471,46	483,0		
P453	91,875	466,02	468,44	469,23	469,53	185,0	470,26	266,0	471,08	369,0	471,66	483,0		
P454	91,996	466,19	468,81	469,61	469,80	185,0	470,55	266,0	471,39	369,0	472,04	483,0		

Profil	ř.km objektů	Kóta dna	Levý břeh	Pravý břeh	Z5	Q5	Z20	Q20	Z100	Q100	Z500	Q500	Kóta mostovky	Popis objektu
	[km]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	
P455	92,112	465,98	469,29	470,43	470,04	185,0	470,77	266,0	471,59	369,0	472,24	483,0		
P456	92,193	467,32	470,62	471,04	470,17	185,0	470,90	266,0	471,71	369,0	472,39	483,0		
o62J_d	92,262	467,98	470,96	470,64	470,33	185,0	471,04	266,0	471,85	369,0	472,53	483,0		
o62J	92,267	469,85	472,02	472,31	471,42	185,0	471,81	266,0	472,37	369,0	473,02	483,0		Pevný jez
o62h	92,272	468,25	469,37	469,67	471,42	185,0	471,81	266,0	472,37	369,0	473,02	483,0		
o63L	92,363	468,50	469,62	469,92	471,55	185,0	471,97	266,0	472,64	369,0	473,30	483,0	472,38	Lávka
P457	92,392	468,38	472,15	472,58	471,60	185,0	472,04	266,0	472,75	369,0	473,43	483,0		
P458	92,486	468,65	472,00	472,56	471,78	185,0	472,27	266,0	473,12	369,0	473,88	483,0		
P459	92,566	469,49	472,68	473,99	472,02	185,0	472,57	266,0	473,34	369,0	474,06	483,0		
o64Md	92,577	469,41	472,60	473,91	472,09	120,0	472,67	168,0	473,46	228,0	474,19	286,0		
o64M	92,597	469,27	474,45	474,99	472,22	120,0	472,82	168,0	473,65	228,0	474,47	286,0	473,60	Silniční most
o64Mh	92,600	469,33	472,26	470,69	472,22	120,0	472,82	168,0	473,65	228,0	474,47	286,0		
P460	92,612	469,58	472,51	470,94	472,23	120,0	472,83	168,0	473,66	228,0	474,47	286,0		
P461	92,686	469,10	472,70	473,62	472,42	120,0	473,00	168,0	473,77	228,0	474,55	286,0		
P462	92,743	469,96	473,00	472,59	472,69	120,0	473,29	168,0	474,06	228,0	474,82	286,0		
o65J_d	92,783	469,75	472,76	473,31	472,78	120,0	473,38	168,0	474,14	228,0	474,90	286,0		
o65J	92,788	470,89	472,76	473,31	473,76	120,0	474,05	168,0	474,51	228,0	475,16	286,0		Pevný jez
o065Jh	92,793	470,93	472,55	473,28	473,76	120,0	474,05	168,0	474,51	228,0	475,16	286,0		
P463	92,839	471,28	472,90	473,63	473,78	172,0	474,08	244,0	474,53	333,0	475,18	428,0		
P464	92,915	471,23	473,13	473,86	473,96	172,0	474,27	244,0	474,68	333,0	475,27	428,0		
P465	93,057	471,56	473,83	473,33	474,45	172,0	474,81	244,0	475,18	333,0	475,66	428,0		
P466	93,224	471,92	474,41	474,38	475,01	172,0	475,33	244,0	475,66	333,0	476,03	428,0		
o66L_d	93,374	472,02	474,61	474,58	475,01	172,0	475,33	244,0	475,66	333,0	476,03	428,0		
o66L	93,375	472,57	474,32	474,34	475,57	172,0	475,85	244,0	476,14	333,0	476,51	428,0	476,48	Lávka
o66L_h	93,377	472,98	475,02	475,13	475,58	172,0	475,86	244,0	476,15	333,0	476,52	428,0		
P467	93,378	472,78	474,82	474,93	475,58	172,0	475,86	244,0	476,15	333,0	476,52	428,0		
P468	93,508	473,77	475,56	475,64	476,15	172,0	476,44	244,0	476,73	333,0	477,08	428,0		
P469	93,655	473,84	475,76	477,59	476,71	172,0	476,99	244,0	477,24	333,0	477,51	428,0		
P470	93,806	474,28	476,33	476,04	477,23	172,0	477,52	244,0	477,77	333,0	478,00	428,0		
P471	93,948	475,10	477,65	476,85	477,74	172,0	478,03	244,0	478,27	333,0	478,47	428,0		
P472	94,081	475,59	477,84	477,84	478,31	172,0	478,60	244,0	478,89	333,0	479,13	428,0		
P473	94,229	476,54	477,95	478,50	479,05	172,0	479,34	244,0	479,69	333,0	479,96	428,0		

Profil	ř.km objektů	Kóta dna	Levý břeh	Pravý břeh	Z5	Q5	Z20	Q20	Z100	Q100	Z500	Q500	Kóta mostovky	Popis objektu
	[km]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	
P474	94,485	477,72	480,14	480,46	480,31	172,0	480,57	244,0	480,80	333,0	481,03	428,0		
P475	94,745	478,33	481,13	481,23	481,48	172,0	481,75	244,0	481,99	333,0	482,21	428,0		
P476S_d	94,892	479,30	481,26	481,99	482,07	172,0	482,38	244,0	482,64	333,0	482,86	428,0		
P476S	94,893	479,75	481,17	481,81	482,12	172,0	482,42	244,0	482,67	333,0	482,89	428,0		Stupeň
P476Sh	94,895	479,75	482,72	483,30	482,12	172,0	482,42	244,0	482,67	333,0	482,89	428,0		
P477	95,064	479,49	482,46	483,04	483,14	172,0	483,44	244,0	483,70	333,0	483,93	428,0		
P478	95,232	480,59	483,63	483,53	484,16	172,0	484,46	244,0	484,74	333,0	484,97	428,0		
P479	95,343	481,54	484,47	484,54	484,44	172,0	484,76	244,0	485,04	333,0	485,28	428,0		
o67Lu_d	95,389	482,11	485,89	485,88	484,60	172,0	484,91	244,0	485,16	333,0	485,49	428,0		
o67Lu	95,390	482,11	485,89	485,88	484,60	172,0	484,91	244,0	485,16	333,0	485,49	428,0	485,39	Lávka
o67Lu_h	95,400	482,13	484,44	484,41	484,82	172,0	485,30	244,0	485,75	333,0	485,89	428,0		
o68J_d	95,409	481,93	484,24	484,21	484,94	172,0	485,36	244,0	485,80	333,0	485,96	428,0		
o68J	95,414	483,10	484,44	484,41	485,01	172,0	485,40	244,0	485,84	333,0	486,00	428,0		Pevný jez
o68J_h	95,420	482,06	484,65	484,22	485,14	172,0	485,50	244,0	485,91	333,0	486,09	428,0		
P480	95,428	482,26	485,05	484,42	485,31	172,0	485,64	244,0	486,00	333,0	486,22	428,0		
P481	95,543	482,65	485,45	485,48	485,69	172,0	486,02	244,0	486,37	333,0	486,64	428,0		
P482	95,759	483,63	486,30	485,72	486,75	172,0	487,06	244,0	487,36	333,0	487,63	428,0		
P483	95,898	483,86	486,99	486,76	487,29	172,0	487,59	244,0	487,89	333,0	488,17	428,0		
P484	96,006	484,20	487,73	487,23	487,66	172,0	487,87	244,0	488,07	333,0	488,34	428,0		
P485	96,084	485,56	487,38	487,28	488,12	172,0	488,32	244,0	488,52	333,0	488,72	428,0		
P486	96,156	485,94	488,03	487,97	488,21	172,0	488,44	244,0	488,66	333,0	488,87	428,0		
P487	96,269	487,00	488,91	489,18	488,73	172,0	488,95	244,0	489,18	333,0	489,38	428,0		
P488	96,472	487,14	489,77	490,66	489,93	172,0	490,22	244,0	490,45	333,0	490,65	428,0		
P489	96,737	489,22	490,28	490,72	490,99	172,0	491,28	244,0	491,51	333,0	491,73	428,0		
P490	96,910	488,97	491,66	491,69	492,05	172,0	492,33	244,0	492,58	333,0	492,81	428,0		
P491	97,090	490,46	492,54	492,94	492,91	172,0	493,24	244,0	493,59	333,0	493,89	428,0		
P492	97,255	490,80	492,42	492,54	493,53	172,0	493,94	244,0	494,36	333,0	494,75	428,0		
P493	97,347	490,68	492,90	493,28	493,88	172,0	494,30	244,0	494,72	333,0	495,09	428,0		
P494	97,488	490,96	495,56	494,42	494,48	172,0	494,97	244,0	495,45	333,0	495,88	428,0		
o69M_d	97,566	491,16	495,76	494,62	495,21	172,0	495,69	244,0	496,14	333,0	496,76	428,0		
o69M	97,568	491,93	497,20	497,19	495,23	172,0	495,71	244,0	496,15	333,0	496,79	428,0	496,36	Most
o69M_h	97,660	492,30	494,89	495,35	495,81	172,0	496,34	244,0	496,88	333,0	497,63	428,0		

Profil	ř.km objektů	Kóta dna	Levý břeh	Pravý břeh	Z5	Q5	Z20	Q20	Z100	Q100	Z500	Q500	Kóta mostovky	Popis objektu
	[km]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	
P495	97,663	492,50	495,09	495,55	495,83	172,0	496,37	244,0	496,91	333,0	497,66	428,0		
P496	97,895	494,17	496,25	496,52	496,96	172,0	497,26	244,0	497,59	333,0	498,06	428,0		
P497	98,131	495,68	496,77	497,22	498,21	172,0	498,50	244,0	498,79	333,0	499,04	428,0		
P498	98,388	497,27	498,74	499,14	499,52	172,0	499,82	244,0	500,07	333,0	500,30	428,0		
P499	98,557	497,38	499,72	499,69	500,42	172,0	500,63	244,0	500,84	333,0	501,03	428,0		
P500	98,724	498,24	501,36	500,84	501,26	172,0	501,54	244,0	501,80	333,0	502,04	428,0		
P501	98,894	498,47	501,44	501,15	501,84	172,0	502,17	244,0	502,49	333,0	502,78	428,0		
o70J_d	98,911	498,04	501,96	501,93	501,85	172,0	502,17	244,0	502,49	333,0	502,78	428,0		
o70J	98,913	500,70	501,96	501,93	502,06	172,0	502,38	244,0	502,72	333,0	503,03	428,0		Vakový jez
o70J_h	98,930	499,04	501,44	501,83	502,33	172,0	502,57	244,0	502,86	333,0	503,15	428,0		
P502	98,934	499,24	501,64	502,03	502,40	172,0	502,62	244,0	502,90	333,0	503,18	428,0		
P503	99,090	500,25	502,29	502,15	503,24	172,0	503,66	244,0	504,09	333,0	504,49	428,0		
P504	99,231	500,86	502,56	502,77	503,67	172,0	504,14	244,0	504,62	333,0	505,07	428,0		
P505	99,414	501,51	503,72	504,77	504,63	172,0	505,03	244,0	505,42	333,0	505,77	428,0		
P506	99,576	503,63	504,87	505,24	505,76	172,0	506,20	244,0	506,64	333,0	507,02	428,0		
P507	99,664	504,46	506,94	507,96	506,32	172,0	506,71	244,0	507,13	333,0	507,52	428,0		
o71m+S_d	99,675	504,60	509,14	510,10	506,41	172,0	506,78	244,0	507,19	333,0	507,56	428,0		
o71m	99,680	505,00	510,10	510,10	507,29	172,0	507,82	244,0	508,41	333,0	509,01	428,0	509,14	Silniční most
o71mh	99,683	505,01	508,91	506,73	507,29	172,0	507,82	244,0	508,41	333,0	509,01	428,0		
P508	99,878	505,40	509,30	507,12	508,17	172,0	508,69	244,0	509,25	333,0	509,77	428,0		
P509	100,063	506,19	510,38	508,56	509,09	172,0	509,49	244,0	510,01	333,0	510,48	428,0		
P510	100,283	508,31	511,39	510,17	510,63	172,0	511,05	244,0	511,44	333,0	511,79	428,0		
P511	100,425	508,65	512,88	510,66	511,51	172,0	511,90	244,0	512,30	333,0	512,66	428,0		
P512	100,574	510,06	511,96	512,37	512,44	172,0	512,77	244,0	513,11	333,0	513,44	428,0		
P513	100,710	511,21	513,17	513,35	513,34	172,0	513,59	244,0	513,83	333,0	514,08	428,0		
P514	100,864	511,94	513,65	513,61	514,32	172,0	514,57	244,0	514,80	333,0	515,01	428,0		
P515	101,054	513,28	515,18	518,20	515,34	172,0	515,58	244,0	515,81	333,0	516,01	428,0		
P516	101,197	513,87	516,69	515,77	516,32	172,0	516,60	244,0	516,84	333,0	517,05	428,0		
P517	101,411	515,72	517,93	516,94	517,79	172,0	518,06	244,0	518,31	333,0	518,52	428,0		
P518	101,652	517,02	519,54	519,84	519,48	172,0	519,76	244,0	520,02	333,0	520,26	428,0		
o72L_d	101,710	517,22	519,74	520,04	519,88	172,0	520,16	244,0	520,44	333,0	520,68	428,0		
o72L	101,716	517,75	520,13	519,50	519,92	172,0	520,20	244,0	520,48	333,0	520,73	428,0	520,78	Lávka

Profil	ř.km objektů	Kóta dna	Levý břeh	Pravý břeh	Z5	Q5	Z20	Q20	Z100	Q100	Z500	Q500	Kóta mostovky	Popis objektu
	[km]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	[m3/s]	[m n.m.]	
o72L_h	101,790	517,58	520,69	520,83	520,32	172,0	520,62	244,0	520,91	333,0	521,16	428,0		
P519	101,797	517,58	520,69	520,83	520,32	172,0	520,62	244,0	520,91	333,0	521,16	428,0		
P520	101,970	518,53	521,06	521,44	521,19	172,0	521,51	244,0	521,80	333,0	522,04	428,0		
P521	102,185	520,00	522,79	522,16	522,48	172,0	522,83	244,0	523,19	333,0	523,47	428,0		
P522	102,337	520,39	523,38	522,87	523,37	172,0	523,74	244,0	524,14	333,0	524,44	428,0		
P523	102,482	521,11	524,09	523,73	524,14	172,0	524,55	244,0	524,98	333,0	525,35	428,0		
P524	102,655	522,98	525,73	526,84	525,67	172,0	526,14	244,0	526,57	333,0	526,98	428,0		
P525	102,862	524,83	527,47	526,86	527,42	172,0	527,84	244,0	528,38	333,0	528,73	428,0		
P526	103,042	526,60	528,95	528,50	529,03	172,0	529,32	244,0	529,62	333,0	529,91	428,0		
P527	103,197	528,17	529,40	529,90	530,35	172,0	530,65	244,0	530,96	333,0	531,22	428,0		
P528	103,336	528,87	530,77	530,55	531,31	172,0	531,66	244,0	532,00	333,0	532,30	428,0		
P529	103,387	529,13	534,18	534,86	531,65	172,0	532,01	244,0	532,36	333,0	532,66	428,0		
o73Md	103,396	528,98	534,03	534,71	531,78	172,0	532,16	244,0	532,54	333,0	532,88	428,0		
o73M	103,414	528,70	535,01	535,45	531,86	172,0	532,30	244,0	532,84	333,0	533,50	428,0	534,14	Silniční most
o73Mh	103,417	528,74	533,68	530,98	531,86	172,0	532,30	244,0	532,84	333,0	533,50	428,0		
P530	103,445	529,12	534,06	531,36	531,99	172,0	532,45	244,0	532,99	333,0	533,64	428,0		

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

Z vypočítaných úrovní hladiny v jednotlivých profilech byl interpretován průběh záplavové čáry. Z tohoto znázornění a z průběhu hladin v podélném profilu je patrný rozsah zatápných ploch a objektů. Dále se tímto způsobem zjistí překážky průtoku, které působí patrné vzduť hladiny, jejichž odstraněním nebo rekonstrukcí je možno rozsah zátop redukovat.

Záplavové čáry jsou vyneseny na podkladě rastrové Základní mapy ČR v měřítku 1 : 10 000. Zakreslení záplavových čar, zejména mimo zaměřené příčné profily, zahrnuje nepřesnosti použité mapy. Snahou vyliditovat nepřesnosti je užití bodového pole z DMT mimo zaměřené příčné profily. Při posouzení konkrétního místa je tedy rozhodující kóta hladiny odvozená z podélného profilu a skutečná nadmořská výška terénu posuzovaného místa.

Při aplikaci výsledků výpočtu je nutno si uvědomit, že přírodní třírozměrný v čase proměnný děj je popisován stacionárním jednorozměrným matematickým výpočtem s použitím mnoha zjednodušujících předpokladů a odhadů. Přesnost výpočtu je limitována zejména hustotou příčných profilů použitých k výpočtu a odhadem drsnostního součinitele.

Hodnoty úrovně hladin získané interpolací mezi jednotlivými výpočtovými příčnými profily nemusí odpovídat skutečnosti.

Nejsou zde postiženy jevy běžně se vyskytující při povodních - hladina v inundaci nemusí být v jednom příčném profilu stejná jako v korytě, v obloucích dochází k příčnému převýšení hladiny, hladina je rozvládná, atd.

Výpočet je proveden pro ideální stav koryta. Není započítáno ucpání průtočného profilu plaveným materiálem, které hrozí zejména v mostních profilech. Vliv na proudění má i sezónní stav vegetačního pokryvu.

Výsledky tohoto výpočtu nejsou neměnné. Může dojít ke změnám vlivem zpřesnění topografických podkladů, změny hydrologických údajů, použitím přesnějších výpočetních modelů, nebo vlivem změn v průtočném profilu toku.

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

Pro tvorbu mapy hloubek byl použit program Atlas - DMT s podkladem modelu terénu DMR 5G a vypočtenými hladinami v jednotlivých profilech. Průnikem obou modelů vznikly dva výstupy, mapa hladin a mapa hloubek. Jak již bylo popsáno výše, v prvním kroku vznikne hrubá mapa hloubek, která je jedním z podkladů pro určení průběhu záplavových čar. Skutečná záplava se ale od tohoto výstupu liší a slouží následně k jeho oříznutí. Oříznutím hrubé mapy hloubek polygonem záplavové čáry vzniká již čistá mapa hloubek i mapa hladin.

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

Při výpočtu nerovnoměrného proudění byly z výpočetního programu Hydrocheck exportovány pro jednotlivé profily a jednotlivé průtokové epizody průměrné celoprofilové rychlosti. Takto získaná hodnota rychlosti pak byla v GIS přiřazena jako bodová informace průsečíku daného příčného řezu a osy toku. Pro každý profil a jednu průtokovou epizodu tak byla získána informace o rychlosti, celkem tedy pro každý profil 4 hodnoty rychlosti ($Q_5 - Q_{500}$).

6.4 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

Jak bylo uvedeno výše, výpočetní model 1D je vždy schematizací skutečnosti. Hlavní míra nejistoty však neplyne ze špatného odhadu drsnostních charakteristik, nebo nedostatečně popsané topologie území a koryta, ale ze vstupních průtokových dat, jejichž přesnost je nezdídka v rozmezí $\pm 40 - 60\%$ dle uvedené třídy přesnosti. Dalším již zmíněným faktorem, s ním 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 způsobit naprosto převratné změny průtočného profilu (částečné nebo úplné ucpání), které pak mají na průběh hladiny zásadní vliv.

Pokud však odhlédneme od nejistot způsobených nepřesnými hydrologickými daty a budeme vztahovat rozsah záplavového území ke konkrétnímu průtoku (a nikoliv k deklarované četnosti povodně) a budeme postupovat v souladu s Metodikou stanovení SZÚ, tedy výpočet bez plavenin, můžeme konstatovat, že vypovídací schopnost modelu je značně vysoká. Největší ovlivnění hladin nastává v místech objektů, jejichž nesprávné posouzení, či špatně provedený výpočet ve vztahu k zatopení dolní vodou, má na úroveň hladiny zásadní vliv. Poměrně významné je i ovlivnění výpočtu chybně umístěnými dílčími profily v příčném řezu, naopak chybný odhad drsnosti byť v řádu desítek procent se ve volné trati dramaticky neprojeví.